

Windenergie-Einspeise-Standard aus einer Hand

## 110-kV-Einspeiseumspannwerke für Windenergieanlagen in Standardbauweise

Das in partnerschaftlicher Zusammenarbeit zwischen der Edis AG und Siemens PTD erarbeitete Know-how und der Einsatz erfahrener Projektleiter ermöglicht es, schlüsselfertige Umspannwerk-Standardlösungen für Windenergieanlagen aus einer Hand in kurzer Zeit zu realisieren. Bewährte Lösungen, zuverlässige Technik und die Einhaltung der gültigen Normen und Vorschriften sind Voraussetzung für die Einspeisung regenerativer Energien, z. B. von Windenergieanlagen. Weitergehende Optimierungen auch zur möglichen Verkürzung der Projektlaufzeit fließen permanent in die Überlegungen ein. Eine weitere Verkürzung der Realisierungszeiten ist durch eine vorherige Klärung der Grundstücksfragen in Verbindung mit der frühzeitigen Bauvoranfrage bei der zuständigen Behörde möglich.

Die Edis AG, Fürstenwalde, ist einer der größten regionalen Energiedienstleister in Deutschland mit einem Versorgungsgebiet von 36.460 km<sup>2</sup>. Das Versorgungsgebiet erstreckt sich

entlang der Ostseeküste von Schönberg bei Kiel bis Usedom über die beiden Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg von Rügen bis Jüterbog. Auf diesem Gebiet betreibt die Edis AG 146 Umspannwerke und 5.266 km 110-kV-Freileitungen (Bild 1).

### Das EEG und die Netzzugangsbedingungen

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) sieht im § 3 vor: »Netzbetreiber sind verpflichtet, Anlagen zur Erzeugung von Strom nach § 2 an ihr Netz anzuschließen, den gesamten angebotenen Strom aus diesen Anlagen vorrangig abzunehmen...«. Und weiter: »Die Verpflichtung trifft den Netzbetreiber, zu

### Versorgungsgebiet



**Bild 1. Anlagen des Edis-Netzes, Umspannwerke und Leitungen:** Das Versorgungsgebiet der Edis AG erstreckt sich entlang der Ostseeküste von Schönberg bei Kiel bis Usedom über die beiden Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg von Rügen bis Jüterbog. Auf diesem Gebiet betreibt das Energiedienstleistungsunternehmen 146 Umspannwerke und 5.266 km 110-kV-Freileitungen

Dipl.-Ing. **Thomas Christian Knübel** ist Mitarbeiter im Bereich Errichtung Hochspannungsschaltanlagen/-Netz und Leiter der Abteilung Umspannwerke, Edis AG, Fürstenwalde;  
Dipl.-Ing. **Wilfried Schwirklies** ist accountverantwortlicher Vertriebsingenieur in der Vertriebseinheit Nordost, Siemens Power Transmission and Distribution (PTD), Berlin.

dessen technisch für die Aufnahme geeignetem Netz die kürzeste Entfernung zum Standort der Anlage besteht.

Auf Basis dieser Aussage gehen zurzeit bei Edis rd. fünf Anträge je Woche zum Anschluss an das Edis-Netz ein. Nach der Prüfung erhält der Antragsteller zunächst eine unverbindliche Aussage und nach Vorlage der Bau- und BImSchG-Genehmigungen (Bundesimmissionsschutzgesetz) bei bestehender Netzverträglichkeit ein verbindliches Anschlussangebot mit den Netzzugangsbedingungen von Edis.

Die Netzzugangsbedingungen enthalten die wesentlichen Punkte, die sich aus der Praxis heraus für die Planung, den Bau, den Anschluss und den Betrieb von Umspannwerken an den Netzen der Edis AG als notwendig ergeben haben. Sie sind im Einzelfall zu berücksichtigen, sofern die Einhaltung nicht ohnehin durch Bestimmungen zwingend ist, oder sich als erforderlich erwiesen hat. Damit ist eine sinnvolle Einfügung in den Betrieb des Edis-Verteilungsnetzes gewährleistet.

### Zahl der Anschlussbegehren steigt

Die von Windparks erzeugte elektrische Leistung ist in den vergangenen Jahren deutlich gestiegen. Eine Einspeisung dieser Leistungen in das Mittelspannungsnetz der Edis ist in der Regel nicht mehr möglich, so dass im Folgenden der Anschluss an das Hochspannungsnetz betrachtet wird. Im Jahr 2002 wurden für die Hochspannungsebene von der Edis AG nach netztechnischer Bewertung rd. 40 unverbindliche Aussagen zum Netzanschluss erteilt. Für die realisierbaren Vorhaben sind Anschlüsse an das Hochspannungsnetz neu zu errichten. Um den Windparkerrichtern ein attraktives Angebot für die notwendige Anschlussanlage unterbreiten und sich den Anforderungen stellen zu können, wurde ein Anlagenkonzept entwickelt, das sich auf folgende Säulen stützt:

- Auslegung der Anlage auf das Anforderungsprofil,
- minimaler Flächenbedarf,
- kürzest mögliche Realisierungszeit,
- Verwendung von Edis-Standardmaterialien,



Bild 2. Windenergieanlagen-Umspannwerk Gägelow: Umspannwerke für Windenergieanlagen werden grundsätzlich in Freiluftbauweise gebaut

- Verzicht auf typische Redundanzen und Bauweisen für die öffentliche, unterbrechungsfreie Stromversorgung sowie

- unter Berücksichtigung der regionalen Bauordnungen möglichst baugenehmigungsfreies Bauen.

In der Zusammenführung dieser Randbedingungen wurde erreicht, dass die Kosten für eine derartige Anlage gegenüber einem Umspannwerk für die öffentliche Versorgung deutlich gesenkt werden konnten. Die Errichtung dieser Anlage, die Mittelspannungsverkabelung des Windparks und die komplette Betriebsführung für die elektrischen Anlagen wird von Edis in ihrem Versorgungsgebiet als umfassende Dienstleistung angeboten.

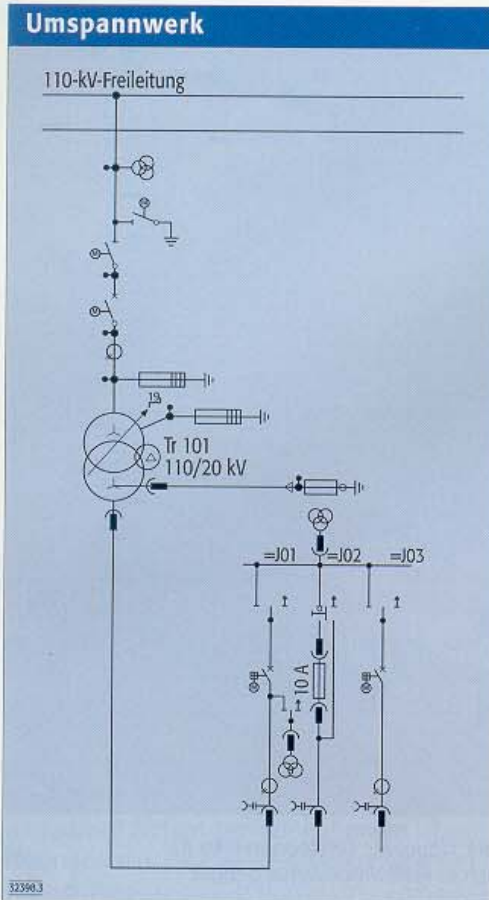
Grundsätzlich werden die Umspannwerke in Freiluftbauweise errichtet (Bild 2). Die 110-kV-Freileitung wird über konventionelle Geräte angeschlossen, z. B.:

- Spannungswandler,
- Trennschalter mit Erdungsschalter auf der Leitungsseite,
- Stromwandler,
- Leistungsschalter,

- Transformator 110/20 kV und
- gasisolierte Mittelspannungsanlage.

Die Mittelspannungsschaltanlage, die Schutz- und Leittechnik, die Wechsel- und Gleichspannungsverteilung sowie die Verrechnungsmesseinrichtung sind in einem Fertigteilbetongebäude eingebaut. Bei jedem Projekt wird angestrebt, mit einer Gebäudegrundfläche von weniger als 20 m<sup>2</sup> auszukommen. Nach der Erarbeitung des technischen Konzeptes und einer Ausschreibung wurde mit Siemens Power Transmission and Distribution (PTD) ein technischer und kommerzieller Rahmen geschaffen, der über mehrere Jahre angelegt ist. Durch diese Zusammenarbeit ist es möglich, sehr kurzfristig auf Anschlussbegehren zu reagieren. Grundsätzlich wird ein Auftrag zum Anschluss an das 110-kV-Netz nach folgendem Schema abgearbeitet:

- Abruf aus vorliegenden Rahmenverträgen zwischen Edis und den Lieferanten für Wandler, Schaltgeräte, Transformatoren und Hochspannungsmasten



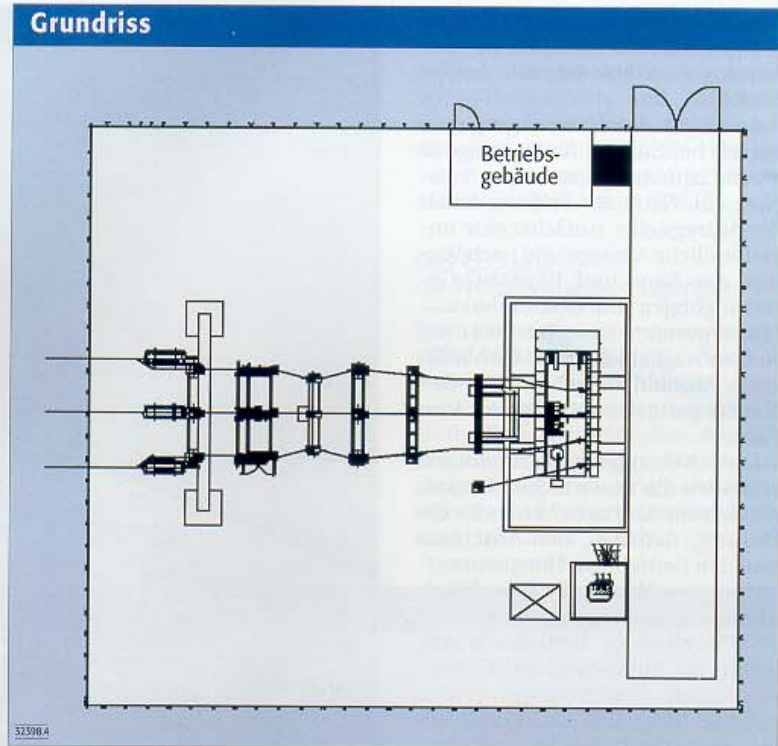
**Bild 3.** Das Umspannwerk besteht im Prinzip aus einem Leitungs- und einem Transformatorfeld. Auf der Basis einer Baugrunduntersuchung werden die Fundamente geplant. Die für die Bautechnik notwendige Fläche wird auf ein Minimum begrenzt und das gesamte Umspannwerk auf nur rd. 30 m x 30 m beschränkt

- technisches Klärungsgespräch für die Errichtung des Umspannwerkes zwischen Edis und Siemens PTD
- Auslösung der Abrufbestellung an Siemens.

Unter der Voraussetzung, dass alle juristischen, kommerziellen, genehmigungsrechtlichen und technischen Voraussetzungen erfüllt sind, beträgt die Errichtungszeit für die beschriebene Anlage rd. drei bis vier Monate, wobei die Beschaffung der Großgeräte hierbei nicht berücksichtigt ist.

#### Maßgeschneidertes Konzept

Betriebsrelevante Einflüsse durch mögliche Störungen, Betreiber-



**Bild 4.** Das Betriebsgebäude mit einem werksgefertigten Standardgrundriss von rd. 20 m<sup>2</sup> wird in Stahlbeton ausgeführt. Der eingesetzte wasserundurchlässige Beton im Kabelbodenbereich bietet Schutz vor Feuchtigkeit und ermöglicht den Einsatz in unterschiedlichen Bodenklassen

grenzen und notwendige Freizügigkeiten für den späteren Betreiber des Umspannwerkes führten zu der Grundsatzentscheidung, ein Umspannwerk nicht unmittelbar in, sondern generell neben der Leitungssache zu errichten. Ein Abzweigmast, entweder als Ersatz für einen vorhandenen oder als zusätzlicher Mast ausgeführt, ist die Voraussetzung für die Einbindung in den 110-kV-Leitungszug.

Für den Anspruch des Umspannwerkes, rd. 50 bis 100 m außerhalb der Freileitungssache, wird grundsätzlich ein Portal vorgesehen. Dieses nimmt in der Standardausführung gleichzeitig den primären Blitzschutz auf. In Ausnahmefällen, begründet durch eine spezielle Lage des Umspannwerkes zur Freileitung, kann auch ein Endmast statt eines Portals errichtet werden. Der Blitzschutz ist in diesem Falle anzupassen. Unumgänglich sind oftmals Leitungsprovisorien für den sicheren Netzbetrieb während der Bauphase.

Das Umspannwerk besteht im Prinzip aus einem Leitungs- und einem Transformatorfeld (Bild 3). Auf

der Basis einer Baugrunduntersuchung werden die Fundamente geplant. Die für die Bautechnik notwendige Fläche wird auf ein Minimum begrenzt und das gesamte Umspannwerk auf nur rd. 30 m x 30 m beschränkt. Auf Sauberkeitsschichten können die Fundamente sowohl als Fertigteile aufgestellt oder auf der Baustelle als Ortbetonfundamente hergestellt werden. Innerhalb des Umspannwerkes wird nur eine Transformatortransportstraße vorgesehen. Die Ausführung der Ölabscheideranlage richtet sich nach den Bodenverhältnissen, dem Geländeniveau und den Auflagen der jeweiligen Wasseraufsichtsbehörden.

Das Betriebsgebäude mit einem werksgefertigten Standardgrundriss von rd. 20 m<sup>2</sup> wird in Stahlbeton ausgeführt. Der eingesetzte wasserundurchlässige Beton im Kabelbodenbereich bietet Schutz vor Feuchtigkeit und ermöglicht den Einsatz in unterschiedlichen Bodenklassen (Bild 4). Die Standardanordnung der Mittelspannungsanlage, der Sekundärschranke sowie des durch den Eigentümer zu-

gänglichen Zählerschrankes ermöglicht bereits am Anfang der Projektentwicklung die Detailplanung des aufgeständerten Fußbodens und der notwendigen Durchbrüche für Mittelspannungskabel und Steuerkabel. Da der Baugrund einen wesentlichen Einfluss auf die Baukosten hat, wird sehr frühzeitig und besonders auf vorhandenes Grund- oder Schichtenwasser geachtet, um damit den Standort zu verifizieren.

Die Anordnung der 110-kV-Betriebsmittel berücksichtigt die spätere sichere Betriebsführung und die Forderungen aus der entsprechenden Netzkonfiguration. Hinter dem leitungsseitigen Spannungswandler werden Leitungstrenner, Leistungsschalter und Stromwandler angeordnet. Platzersparnis wird u. a. dadurch erreicht, dass die Ableiter auf dem Kabelableitgerüst angeordnet werden. Aufwändige Feldüberspannungen sind nicht notwendig. Der 110-kV-Leitungsanschluss wird ungeschnitten über den Spannungswandler bis zum Leitungstrenner geführt. Die Anlage wird in der Regel für einen Anfangskurzschlusswechselstrom von 25 kA dimensioniert. Alle Stahlteile für die Gerüstteile, das Portal, der Blitzschutz und das Kabelableitgerüst werden feuerverzinkt ohne zusätzlichen Anstrich ausgeführt.

Ebenfalls in Freiluftausführung wurden der Eigenbedarfstransformator und der Nosppe-Widerstand (niederohmige Sternpunktterdung) oder die Erdschlussspule außerhalb des Betriebsgebäudes optimiert in den Grundriss eingepasst.

**Bewährte Standardanlagen auch im Betriebsgebäude**

Die Summenleistung eines Windparks oder Einspeisungen von mehreren Windenergieanlagen unterschiedlicher Eigentümer bestimmen Typ und Konfiguration der Mittelspannungsschaltanlage. Die bei diesem Projekt verwendeten Schaltanlagen NX Plus C von Siemens PTD mit 1250 A oder der Schaltanlagenbaureihe 8DH10 mit 630 A Sammelschienenennstrom sind Lösungen, die bereits in großer Stückzahl im Edis-Netz betrieben werden (Bild 5).

Die Anlage besteht grundsätzlich aus einem Einspeisefeld zum 110/20-kV-Transformator, einem Feld für den Eigenbedarfstransfor-



*Bild 5. Die bei diesem Projekt verwendeten Schaltanlagen der Baureihe NX Plus C von Siemens PTD mit 1250-A- oder der Schaltanlagenbaureihe 8DH10 mit 630-A-Sammelschienenennstrom sind Lösungen, die in großer Stückzahl im Edis-Netz betrieben werden*



*Bild 6. Die Abzweige der Windenergieanlage werden prinzipiell über jeweils ein Überstromzeit-Schutz-Relais geschützt. Durchgängig kommt dabei die Siemens-Schutzgerätebaureihe Siprotec 4 zum Einsatz*

mator und je nach Anforderung aus einem oder mehreren Abgangsfeldern für die Windenergieanlage. Neben der Mittelspannungsschaltanlage befinden sich im Betriebsgebäude ebenfalls standardmäßig alle Sekundärschränke:

- Bedienschrank mit Blindschaltbild
- Schutzschrank für den Transformator- und Leitungsschutz

- Fernwirk-/Meldeschrank
- die für den geringen Eigenbedarf optimierte AC- und DC-Verteilung sowie der Zählerschrank.

Auch im Sekundärbereich wird auf bewährte Technik zurückgegriffen: Das Edis-Schutzkonzept wird auch hier umgesetzt. In der 110-kV-Ebene wird für die Leitung ein Distanzschutz und für den 110-kV-Transformator ein Differentialschutz in Kombination mit einem Überstromzeitschutzrelais als Reserveschutz sowie der Buchholzschutz eingesetzt. Die Abzweige der Windenergieanlage werden prinzipiell über jeweils ein Überstromzeitschutzrelais geschützt. Durchgängig kommt die Siemens-Schutzgerätebaureihe Siprotec 4 zum Einsatz (Bild 6).

Die Fernwirkanlage wird vom Planer der Windenergieanlage oder von der Edis AG beigestellt. Mit dem 110-kV-Schalterabbild sowie einer Sammelmeldung vom Transformator und der Mittelspannungsschaltanlage werden für die Netzleitstelle der Edis Informationen über den Anlagenzustand bereitgestellt. Das Konzept berücksichtigt auch die Steuerungsmöglichkeit der 110-kV-Geräte von der Edis-Netzleitstelle. Die Verbindung der Fernwirkanlage zum Prozess geschieht hier parallel. Abhängig von der Betriebsführung wird zur Fernüberwachung und Fernsteuerung der Mittelspannungsschaltanlage durch den Windparkbetreiber eine separate Fernwirkanlage vorgesehen. Die Zählung der Windenergieanlage wird in der Regel auf der 20-kV-Seite, die Verrechnungsmessung mit der Edis AG über die 110-kV-Wandler vorgenommen.

(32389)

wilfried.schwirkwies@siemens.com  
thomas.knuebel@e-dis.de  
www.siemens.com  
www.e-dis.de