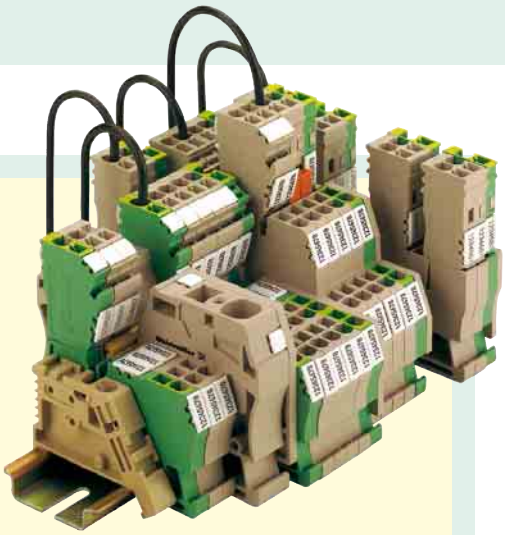
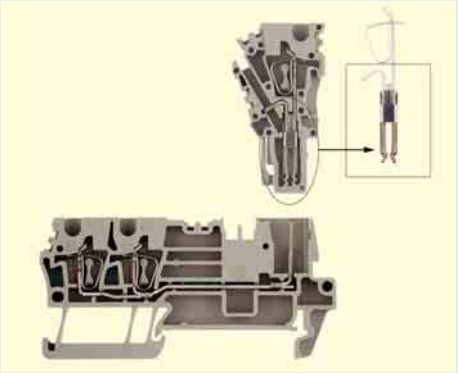
Verbindungstechnik in Windkraftanlagen

Experten gehen davon aus, das Offshore-Windkraftanlagen, die bis zu 45 km vor der Küste liegen, aufgrund der Wetterverhältnisse, nur an 200 Tagen im Jahr für Wartung und Reparatur zugänglich sein werden. Eine hohe technische Verfügbarkeit ist deshalb oberste Prämisse. Das schlägt sich in der gesamten Anlagenentwicklung einschließlich der elektrischen Verbindungstechnik nieder.



❶ Weicos-Reihenklemmen mit Steckverbindern in Zugfederanschlusstechnik ermöglichen das Verbinden und Trennen der Anschlussebene ohne Lösen der Leiter

Fotos: Weidmüller



❷ Ein fremdgefederter Kontakt sorgt für einen schock-, vibrations- und rüttelsicheren Sitz des Steckverbinders auf der Reihenklemme. Detail: Überfeder für eine dauerhaft hohe Kontaktkraft

Schlüsseltechnologie gegen den Klimawandel

Windenergieanlagen (WEA) lassen sich in allen Klimazonen, auf See und in allen Landformen – Küste, Binnenland, Gebirge – zur Gewinnung elektrischen Stroms einsetzen. International gehören Deutschland, Dänemark, Spanien, die USA und Indien zu den größten Nutzern. In Deutschland, Dänemark und Spanien hat sich mittlerweile ein eigener Industriezweig für Windenergieanlagen entwickelt. Entwicklungen aus diesen Ländern sind überall auf dem Globus anzutreffen.

Weltweit waren im Jahr 2007 fast 95000 MW Windkraftleistung installiert. Bei den aktuellen Wachstumsraten der Windbranche von weltweit rund 25 % wird Windenergie im Jahr 2020 einen Anteil von 15 % an der weltweiten Stromversorgung erreichen können. Zu Recht wird im Bericht des Weltklimarats (IPCC) die Windenergie als eine der Schlüsseltechnologien gegen den Klimawandel bezeichnet – eine Chance für Deutschland, seine führende Stellung bei Herstellung und Anwendung der Windenergie-Technologie auszubauen.

5-MW-Anlagen für den Offshore-Einsatz

Einer dieser führender Hersteller von Windenergieanlagen ist das Technologieunternehmen Repower Systems. Es wurde im Jahr 2001 gegründet und hat sich auf die Entwicklung, Produktion und Installation von sogenannten Multi-Megawatt-Anlagen spezialisiert. Das Produktportfolio umfasst Windkraftanlagen mit Nennleistungen zwischen 1,5 und 5 MW. Das Unternehmen kann mittlerweile auf die Erfahrung aus der Produktion, Projektierung und Errichtung von mehr als 1400 Windkraftanlagen zurückgreifen. Die WEA mit 5 MW Nennleistung und 126,5 m Rotordurchmesser gehören mit zu den weltweit größten ihrer Art. Sie werden vor allem in Offshore-Windparks eingesetzt. Das Unternehmen testet den Prototypen derzeit an Land in Brunsbüttel.

Windparks mit 5 MW Windkraftanlagen erreichen das Leistungsniveau konventioneller Kraftwerke. Es bestehen daher hohe Anforderungen an die Steuerung und Regelung, um eine bestmögliche Integration in das Stromnetz zu gewährleisten.

Automatisierungs- und Verdrahtungskonzept

Die Repower-Windkraftanlagen basieren nicht nur in der 5-MW-Klasse auf einem modularen, funktions- und herstellerübergreifenden Automatisierungs- und Verdrahtungskonzept, bei dem Komponenten des Verbindungsspezialisten Weidmüller zum Einsatz kommen. Modulare, standardisierte Funktionseinheiten minimieren Stillstandzeiten und reduzieren die werksinterne Vormontage sowie die Montagezeit der Anlagen im Windpark. So verbinden die Repower-Techniker beispielsweise mit der Weicos-Klemme (Bild ❶) – einer Reihenklemme mit Steckverbinder – vorgeprüfte Module und wech-

Entstehung und Nutzung der Windenergie

Eine ungleichmäßige Einstrahlung der Sonnenenergie auf die Erdoberfläche verursacht eine unterschiedliche Erwärmung der Atmosphäre sowie der Wasser- und Landmassen. Dazu kommt, dass eine Seite der Erde der Sonne abgewandt ist und die Solar-Einstrahlung in Äquatornähe größer ist als an den Polen. Durch diese Effekte entstehen Temperatur- und Druckunterschiede. Die Luftmassen geraten in Bewegung und werden als Wind wahrgenommen. Die Rotation der Erde und die schief stehende Rotationsachse tragen ebenfalls zur Verwirbelung bei. Zu den globalen Störungen kommen lokale Einflüsse hinzu, die Winde entstehen lassen.

Aufgrund verschiedener Wärmekapazitäten von Land und Wasser erwärmt sich das Land am Tage schneller als das Wasser. Durch den Druckunterschied weht dann ein Wind vom Wasser in Richtung Land. Nachts kühlt das Land schneller ab als das Wasser, der Effekt kehrt sich um. Über dem Wasser kann sich Wind ungebremst entwickeln, deshalb kommt es an der Küste zu regelmäßigen und starken Winden. Auch durch Bergformationen oder andere lokale Ausprägungen wie zum Beispiel Städte kann es zu Windströmungen kommen.

Die Stärke des Windes hängt in den unteren Luftschichten ganz wesentlich von den dort vorhandenen Landschaftselementen und der damit verbundenen Reibung an der Erdoberfläche ab. Die Menschen nutzen die Windenergie seit Jahrhunderten, z. B. zur Fortbewegung mit Segelschiffen oder zum Antreiben von Windmühlen. Die ältesten bekannten Windmühlen stammen aus Persien (Getreidemühle), Tibet (Gebetsmühle) und aus China (Wasserpumpe).

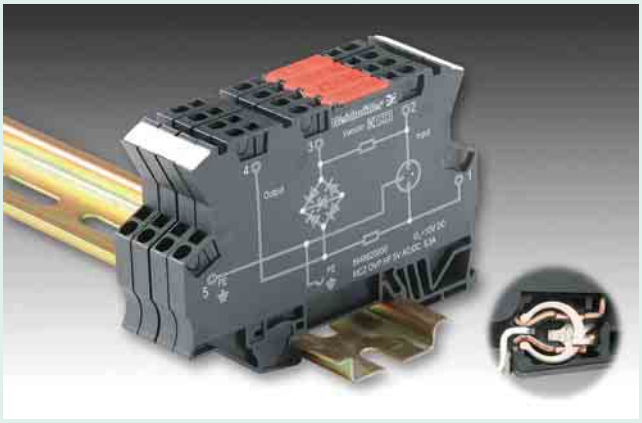
Nach dem Entdecken der Elektrizität und der Erfindung des Generators liegt es quasi auf der Hand, die Windenergie auch zur Stromerzeugung zu nutzen. Dazu wurden anfänglich Windmühlen einfach mit einem Generator versehen. Doch mit der weiteren Entwicklung der Strömungsmechanik wurden die Aufbauten und Flügelformen spezialisierter. Deshalb spricht man heute auch von Windkraftanlagen. Der Ausdruck Windmühle ist für eine stromerzeugende Anlage nicht korrekt, denn sie besitzt kein Mahlwerk.

seln sie ebenso problemlos sowie schnell aus.

Die Anschlüsse der sogenannten Topbox sind über die Reihenklemmen steckbar ausgeführt. Das gilt sowohl für den Leistungs- als auch für den Signal- und Sensoranschluss. Ein fremdgefederter Kontakt, Zugfederanschlüsse sowie mechanische Verriegelungselemente sorgen für einen schock-, vibrationssicheren Sitz des Steckverbinders auf der Reihenklemme (Bild ❷). Die Kontaktsicherheit ist bei allen Klima- und Umweltbedingungen am jeweiligen Aufstellort der Anlage sichergestellt. Kodierelemente sorgen für eine eindeutige Zuordnung von Steckverbinder und Steckplatz. Die Standard-Reihenklemmen verbinden im 690-V-Erzeugerkreis funktionswichtige Anlagenteile wie unter anderem die Getriebeheizungen, -kühler und -pumpe sowie die Azimutmotoren, das Gefahrenfeuer und die Umrichter. Der gleiche Klemmentyp stellt auch die Verbindungen im 400- und im 230-V-Kreis her. Hier werden Azimutbremsen, der Kettenzug, die Schmierpumpen von Azimut und Rotorlager sowie Heizungen, USV und Licht sicher verbunden.

Für die Verbindungen in den Leistungskreisen beträgt die maximale Strombelastbarkeit 24 A. Darüber hinaus kommt das Reihenklemmen-System aber auch als Verbindungselement in den 24-V-Signal- und -Sensorkreisen zum Einsatz. Hier kontaktieren die-Weicos-Klemmen die digitalen und analogen Signale der Umrichter, des Eissensors sowie verschiedener Temperatursensoren. Es wird also nur ein Reihenklemmensystem benötigt, um Applikationen im Leistungs- sowie den Signal- und Sensorkreisen abzudecken. Dies trägt zur Variantenreduzierung bei und unterstützt das modulare Automatisierungs- und Verdrahtungskonzept von Repower.

Die 5 mm breiten Weicos-Reihenklemmen sind als Doppelklemme konzipiert, sodass sich eine hohe Anschlussdichte mit entsprechender Platzersparnis realisieren lässt. Interessant sind die Klemmentypen ZT 2.5/4AN/4 und ZTPE 2.5/4AN/4. Sie nehmen auf beiden Seiten je zwei, also insgesamt vier Steckverbinder auf. Auf einer Länge von 85 mm lassen sich so Stützpunkte für eine schnelle Verdrahtung aufbauen. Darüber hinaus sind diese Klemmentypen so gestaltet, dass die Steckrichtung aller vier Steckverbinder gleich ist, also ein „gleichsinniges Stecken“ erlauben. Dieses ist vorteilhaft beim Vorkonfektionieren der Steckverbinder: Denn beim „gleichsinnigen Stecken“ muss nur die Reihenfolge der Anschlüsse beachtet werden. Dies erleichtert Planungsaufwand und -kosten der Anlagen. Bei anderen Systemen ist zusätzlich zu berücksichtigen, auf welche Seite der Klemmen der Steckverbinder später gesteckt werden soll.



❸ **Schmale Überspannungsschutzklemmen für Profibus, Interbus, CAN, LON und Devicenet. Detail: Omegafeder aus Edelstahl für den PE-Anschluss**

Klemmen für den Überspannungsschutz

Außer schweren Steckverbindern, Stromversorgungen, Relaiskopplern, Signalwandlern und dem Field-Power-System von Weidmüller kommen in den Windenergieanlagen auch die Überspannungsschutz-Klemmen MCZ ovp HF (Bild ❸) zum Einsatz. Sie sind zum Schutz für schnelle Datenübertragungssysteme bzw. schnell arbeitete Analogsysteme konzipiert. Eine solche Applikation ist in Windenergieanlagen im Pitch-Controlsystem zu finden, das einen schnellen Datenaustausch erfordert. Denn es ist verantwortlich für die Positionierung und Überwachung der Rotorblätter und passt diese an die Windverhältnisse an. Herstellerspezifisch kommen als Bussystem vor allem CAN, Devicenet, Modbus und Profinet zum Einsatz. Die kompakt gebauten Überspannungsschutz-Klemmen schützen die Datenleitungen der Bussysteme und Schnittstellen. Sie eignen sich auch für schnell arbeitende Analogsysteme. Die Klemmen für verschiedene Feldbustypen in den Nennspannungen 5, 12 und 24 V sind als zweistufige Schutzkombination ausgelegt – mit einer Brückenschaltung aus Suppressordioden, auch Transient Voltage Suppressor Diode (TVS-Diode) genannt. Durch diese Schutzschaltung lassen sich hohe Übertragungsraten bis 100 MHz (gemessen im 100-Ω-System) erreichen. Es kommt zu keinerlei Signalverzögerung. Ausschlaggebend dafür ist eine geringe Dämpfung der Schutzelektronik.

Das zuverlässige Ableiten der Überspannung bis zu 10 kA (8/20 µs) geschieht durch einen Tragschienenkontakt, der als Omegafeder in Edelstahl ausgeführt ist. Dieses Kontaktsystem stellt einen rüttel- und vibrationssicheren Erdkontakt über Jahre hinweg sicher. Den Erdkontakt stellen Anwender einfach durch Aufrasten auf eine geerdete Tragschiene her. Die Klemme ist der Blitzschutzklasse III zugeordnet.

H. Kalla

