



Trend zum Vollumrichter

Applikationsspezifische Gesamtlösung aus Leistungselektronik und Support

Rainer Weiß, Ralf Herrmann

Energiegewinnung aus Windkraft wird auf der ganzen Welt stark ausgebaut, vor allem in Asien und Amerika sowie im Offshore-Bereich. Doch selbst der ideale Standort und die höchsten Windgeschwindigkeiten nutzen wenig, wenn die Komponenten einer Windenergieanlage nicht ideal aufeinander abgestimmt sind. Über den eigenen Tellerrand hinaussehen und die Applikation als Ganzes betrachten und verstehen – mit dieser Fähigkeit begegnet ein Anbieter den neuen Herausforderungen, die auch der Trend zum Vollumrichter für Komponenten und Applikationen mit sich bringt: Höherer Strom, Parallelbetrieb und effektivere Kühlung.

Rund 80% der weltweit installierten elektronisch geregelten Windenergieanlagen arbeiten mit einer doppeltgespeisten Asynchronmaschine. Deren Regelung erfolgt mit Hilfe des Umrichters über den Rotorstrom. Ihr großer Vorteil besteht darin, dass der Umrichter nur für etwa 20% der Nennleistung der Anlage ausgelegt werden muss, denn 80% der Leistung werden in der Ständerwicklung generiert, die direkt mit dem Netz verbunden ist. Nachteilig sind die wartungsbedürftigen Schleifringkontakte und die indirekte Regelung. Bei Netzeinbrüchen erfordert diese sehr große Rotorströme, um das Netz in solch schwierigen Situationen aufrecht zu erhalten.

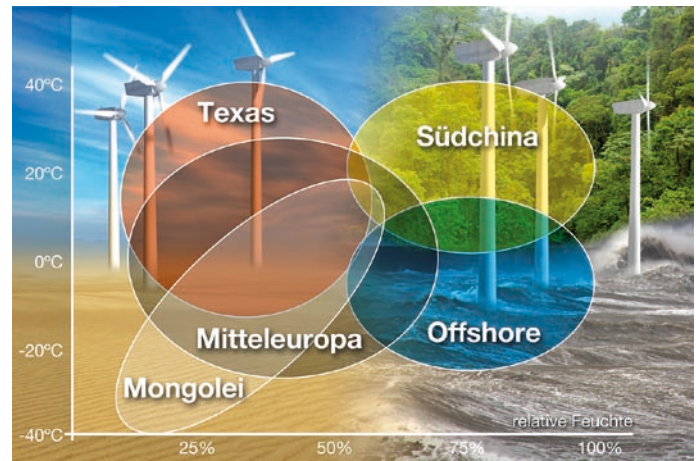
Netzstabilität – ein wichtiger Faktor

Unter anderem führt der technologische Fortschritt dazu, dass die regenerative Energie die konventionell erzeugte weltweit nicht nur ergänzt, sondern zunehmend verdrängt. Besonders in Ländern mit großem Energiebedarf entstanden innerhalb der letzten Jahre Windparks, die zum Teil eine Fläche von 35 km² bedecken. Die Anforderungen an die

Dipl.-Ing. Rainer Weiß ist Applikationsmanager bei Semikron in Nürnberg

Dipl.-Ing. Ralf Herrmann ist Produktmanager bei Semikron in Nürnberg

2: Abhängig vom Errichtungsort der Windenergieanlagen liegen unterschiedliche klimatische Anforderungen vor



Blindenergie-Einspeisung und die Aufrechterhaltung des Netzes bei Netzspannungseinbrüchen sind dadurch enorm gestiegen, um die Netzstabilität sicherzustellen. Aus diesem Grund werden bei neu zu installierenden Windenergieanlagen zunehmend Synchron- oder Asynchrongeneratoren mit einem Vollumrichter verwendet, weil es mit diesen leichter ist, das Netz bei einem Ausfall zu stützen. Der Umrichter ist direkt steuerbar, liefert eine optimale Synchronisierung an die Netzfrequenz von 50 oder 60 Hz und kann sowohl Oberschwingungsblindleistung kompensieren als auch Verschiebungsblindleistung erzeugen. Darüber hinaus können Synchrongeneratoren mit sehr vielen Polen (>50) gebaut werden, sodass Getriebe im Antriebsstrang, deren Schäden eine der häufigsten Fehlerursachen in der Vergangenheit waren, überflüssig werden.

Bei den Wechselrichtern für alle Arten von Anlagen werden wegen der Optimierung des Wirkungsgrads und aus Gründen der Wirtschaftlichkeit meist Nennspannungen von 690 V verwendet. Als Stromrichter dienen IGBTs mit 1700 V Sperrspannung, für die Anpassung an das 20-kV-Netz kommt ein Transformator zum Einsatz. Wesentlich teurere 3,3-kV-Module werden kaum eingesetzt, weil auch hier für die Anlage nach wie vor Trafos benötigt werden und die Gesamtlösung somit zu teuer wird.

Mehr Leistung erfordert mehr Leistungselektronik

Windenergieanlagen werden für einen immer größeren Leistungsbereich konzipiert, wobei ihr Standort für die Leistung ausschlaggebend ist. Im Onshore-Bereich hat sich gezeigt, dass 3-MW-Anlagen am wirtschaftlichsten sind, wohingegen im Offshore-Bereich Windenergieanlagen mit einer Leistung von 5 MW und mehr die bessere Variante sind. Sollen beide Anlagentypen, doppeltgespeiste Asynchronmaschine und Synchron- oder Asynchrongenerator mit Vollumrichter, für die gleiche Anlagenleistung ausgelegt werden, bedeutet das für den Vollumrichter, dass die Umrichterleistung

um den Faktor 5 erhöht werden muss. Das heißt, es wird fünfmal soviel Leistungselektronik benötigt. Da aber die niedrigen Ausgangsfrequenzen von doppeltgespeisten Asynchronmaschinen berücksichtigt werden müssen, reduziert sich der Faktor meist auf Werte zwischen 3 und 3,5.

Der Anteil der Leistungselektronik wird nicht nur höher. Auch die Anforderungen an sie ändern sich. Wegen der bei niedrigen Frequenzen veränderten Erwärmung der Halbleiter in doppeltgespeisten Asynchronmaschinen muss der Schutzmechanismus darauf angepasst ausgelegt werden. Extreme klimatische Bedingungen stellen weitere Anforderungen an die Komponenten (Bild 2). Windenergieanlagen im Offshore-Bereich sind einer sehr hohen Feuchtigkeit ausgesetzt, wohingegen Anlagen in Texas von hohen Temperaturen umgeben sind. Folglich ist auch die Auslegung der Kühlung unterschiedlich. Ihrer applikationsorientierten Weiterentwicklung sollte daher ein umfangreicher Erfahrungsschatz zugrunde liegen.

Das Wissen um bekannte Probleme

Da der Wirkungsgrad eines Umrichters zwischen 98 und 99 % liegt, entsteht bei einer 6-MW-Vollumrichter-Anlage ein Verlust

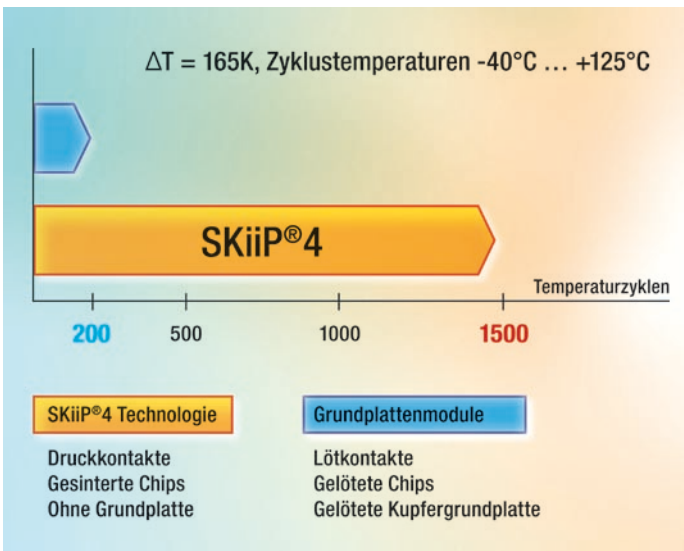
von zirka 100 kW. Die auf kleinstem Raum entstehende Wärme bringt ein großes Problem für die elektronischen Komponenten mit sich: die Kühlung. Zu kaltes Kühlwasser führt zu Betauung, da es an den Kühlkörpern kondensieren kann. Dies muss vor allem in Gebieten mit hoher Luftfeuchtigkeit berücksichtigt werden.

Eine weitere Herausforderung ist die Überspannung beim Kommutieren der gewaltigen Ströme. Da Module für Ströme von 500 A und mehr eine relativ große räumliche Ausdehnung haben, sind ihre Streuinduktivitäten nicht vernachlässigbar. Um diese beiden Problematiken zu beherrschen, erfordert es neben einem durchdachten Kühlkonzept auch ein optimales Zwischenkreisdesign.

Von den bis Ende 2009 weltweit installierten Windenergieanlagen mit 122 GW Leistung sind rund 57 GW mit Lösungen von Semikron ausgestattet. Der Anbieter von Leistungselektronik in der Windenergie beschränkt seine langjährige Erfahrung aber nicht auf die blanke Ausstattung der Anlagen mit seinen Power Modulen der mittlerweile 4. Generation (Bild 3). Bereits beim Design einer neuen Anlage wird Hilfestellung in Form von Erfahrung und Synergieeffekten geleistet. Auch die Beratung zu Sicherheitskonzepten, wie z. B. für Überstrom



3: SKiIP 4 – Leistungselektronik für den Umrichterbetrieb in Windenergieanlagen



4: 100% lotfreier Aufbau gewährleistet höchste Lebensdauer. Ein bodenplattenloses SKiiP4-Leistungsmodul erreicht im Vergleich zum gelöteten Standard-Bodenplattenmodul eine 7,5-fach höhere Temperaturwechselfestigkeit

oder Überspannung, gehören zum Support. Da Semikron auch selbst Umrichter subsysteme produziert, kennt sich der Hersteller bestens in der Dimensionierung der einzelnen Komponenten aus. Dieses Knowhow hilft einem Umrichter-Hersteller, seinen Zwischenkreis ausreichend auszulegen, damit dieser nicht nur innerhalb der Spezifikation funktioniert, sondern auch eine lange Lebensdauer erzielt.

Verbesserung von Aufbau und Verbindung

Unterschiedliche Standorte bringen unterschiedliche Anforderungen und Schwierigkeiten mit sich. Sowohl das Wissen darüber als auch die Erfahrungen damit wurden in der Weiterentwicklung der integrierten power Module (IPM) umgesetzt.

Die Zuverlässigkeit während der mindestens 20-jährigen Lebensdauer einer Wind-

energieanlage verdanken die SKiiP-Module ihrer speziellen Aufbau- und Verbindungstechnologie. Dieser Aspekt wird vor allem wegen der Tendenz zu Offshore-Anlagen immer wichtiger (Bild 4).

Wachstum der Windenergie

Überall auf der Welt entstehen mehr und mehr Windenergieanlagen. China und die USA zum Beispiel setzen auf Windenergie. In Ländern mit einer attraktiven Stromvergütung ist eine deutliche Zunahme der Anzahl von Anlagen zu erkennen. Deutlich zeigt sich auch der Trend von der doppeltgespeisten Asynchronmaschine hin zum Vollumrichter, weil sich damit die Anforderungen der Netzbetreiber leichter erfüllen lassen und die Netzqualität somit erhöht werden kann.

SEMIKRON 27975740
www.vfv1.de/27975740