

# Skalierbare Umrichterleistung bis in den Megawatt-Bereich

*Je nach benötigter Leistung lässt sich der hier beschriebene Umrichter aus geprüften Standard-Komponenten skalieren. Basis ist eine IGBT-Halbbrücke in diversen Strom- und Spannungsklassen.*

ERIK REHMANN \*

Um alle Vorteile einer modernen Antriebslösung vollständig nutzen zu können, müssen alle Systemkomponenten bestmöglich aufeinander abgestimmt sein. Dazu gehören beispielsweise in der Antriebstechnik dynamische Motoren, präzise Positionserfassung, effiziente Regler und Leistungstreiber, standardisierte Integration in bestehende Steuerungskonzepte und nicht zuletzt die intelligente Miniaturisierung des Frequenzumrichters mit leistungsstarken Power-Modulen. Eine hochwirksame Verlustwärmeabfuhr der Leistungsbausteine und die maximale Leistungsdichte stehen hierbei im Mittelpunkt der frühen Entwicklung. Deshalb verlangt der Aufbau des Antriebsumrichters als zentrales Element besondere Aufmerksamkeit, um hohe Leistung mit minimalem Bauraum zu erzielen.

Nachfolgend zeigt der Artikel am Beispiel des modularen Umrichtersystems VARIS, wie sich mit vorkonfektionierten und untereinander optimierten Umrichter-Bausteinen

eine abgestimmte Systemlösung für beispielsweise Elektromotoren, Generatoren, Windenergie, Photovoltaik, Energiespeicherung, Ladetechnik und allgemeine Netztechnik erzielen lässt.

Anschlussfertige Umrichter auf dem Markt gibt es in diversen Leistungsklassen. Sie vereinfachen zwar die Realisierung von Projekten, da das aufwendige Entwickeln der leistungselektronischen Endstufe entfällt. Der Anwender erhält jedoch eine fertige und bereits qualifizierte Lösung, bei der die Variabilität und Berücksichtigung möglicher spezifischer Wünsche oftmals auf der Strecke bleibt. Hier kann das modulare Umrichtersystem VARIS helfen und spezifische Anforderungen erfüllen.

## Der IGBT-Halbbrücken-Baustein als Basiseinheit

Aufbauend auf den IGBT-Modulen verschiedener Leistungsklassen ist VARIS, in der kleinsten Einheit, ein kompletter IGBT-Halbbrücken-Baustein mit allen zum sofortigen Betrieb benötigten Komponenten. Die notwendigen Zwischenkreiskondensatoren, den Kühler, den IGBT-Treiber und den Stromsensor hat diese Basis-Einheit bereits integriert. Optional findet auch ein Spannungswandler seinen vorgesehenen Platz. Wahl-

weise ist VARIS mit Luft- oder Wasserkühlung einsetzbar.

Durch die individuelle Kühlung jedes einzelnen IGBT-Moduls und die damit optimierte Wärmeabfuhr wird eine maximale Leistungsdichte erreicht. Die Steuersignalübertragung für Ansteuerung und Fehlerrückmeldung kann ganz nach Anforderung sowohl optisch als auch elektrisch erfolgen. Ein modularer Baukasten, bei dem einzelne Phasenbausteine als Standard definiert sind und je nach Leistung miteinander kombiniert werden können, ist das besondere Konzept dieser Entwicklung von GvA Leistungselektronik.

Wie in einem Baukasten-System werden einzelne Phasenbausteine flexibel konfiguriert. Einzelne Halbbrücken-Module lassen sich zu 1-phasigen oder 3-phasigen Wechselrichter-Topologien konfigurieren und je nach gewünschter Gesamtleistung parallelschalten. Dies gewährleistet die Skalierung auf unterschiedliche Leistungsklassen. Hoch- bzw. Tiefsetzsteller sowie Gleichrichter-Bausteine sind dazu vorrätig. Zur Entwärmung ist sowohl die Luftkühlung als auch die Wasserkühlung nutzbar. Mit diesem Konzept wird eine hohe Betriebssicherheit durch die Verwendung von Standard-Komponenten erreicht, die, falls einmal notwendig, schnell



\* Erik Rehmann  
... ist Marketing Manager bei GvA  
Leistungselektronik, Mannheim.



Bild 1: Variantenbeispiele des Umrichtersystems VARIS mit Wasser- und Luftkühlung.

Bild: GvA Leistungselektronik

zu tauschen sind. Damit wird auch eine hohe Wirtschaftlichkeit sichergestellt.

### Verschiedene VARIS-Module zum Gleichrichten

Bei Bedarf steht ein passender Gleichrichter zur Verfügung, der sich nahtlos in die VARIS-Bausteine einpasst – je nach Wunsch in einer ungesteuerten, halbgesteuerten oder vollgesteuerten Ausführung. Auch hier gibt es eine luft- oder wassergekühlte Version. Im Standard enthalten sind bereits die Ansteuerereinheit zum sicheren Zünden der Thyristoren, die TSE-Schutzbeschaltung und die zum Gesamtsystem passenden DC-Filter-Kondensatoren.

Anmerkung zur TSE-Schutzbeschaltung: Ein gezündeter Thyristor sperrt am Ende der Halbwellen. Beim Nulldurchgang der anliegenden Spannung sind noch Ladungsträger in den Sperrschichten. Dadurch fließt noch ein Strom, auch wenn die Spannung schon in Sperrrichtung anliegt. Dieser Strom reißt jedoch nach Abfluss der Ladungsträger abrupt ab und verursacht ein steiles  $di/dt$ , was hochfrequente Spannungsspitzen in Induktivitäten wie Motorspule und Drossel induziert. Das ist für die Lebensdauer des Thyristors nicht förderlich, die TSE-Schutzbeschaltung mit RC-Kombinationen schützt vor diesen Träger-Stau-Effekt.

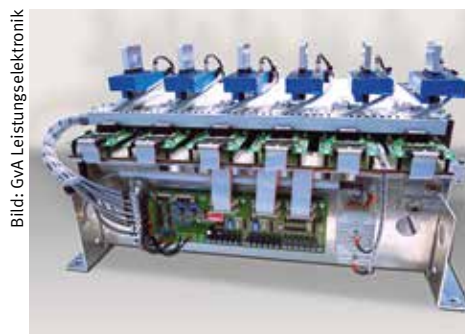
### Leistung nach Bedarf durch Parallelschaltung

Der platz sparende Aufbau des Systems VARIS XT Compact ist die leistungsstarke Alternative zu den einzelnen VARIS-Phasenzweigen. Drei IGBTs auf einem gemeinsamen Kühlkörper liefern Leistungen von 300 kW bis 1,4 MW, wahlweise mit Luft- oder Wasserkühlung. Wie bei der Basisversion VARIS ist das parallele Verbinden bei VARIS XT Compact über das Laschensystem des DC-Zwischenkreises einfach möglich, um dadurch die Leistungswerte des Gesamtsystems zu vervielfachen. Ein Interface-Board sammelt alle IGBT-Signale sowie Strom-, Spannungs- und Temperatur-Werte und gibt sie an die Anlagensteuerung weiter.

Ist hohe Leistungsdichte auf engstem Raum gefragt kommt der VARIS XT zum Einsatz. Hier können Leistungswerte je nach Umfeldbedingungen von bis zu 2 MW mit einem Modul erreicht werden. Im Gegensatz zu VARIS werden hier sechs IGBTs kompakt auf einem hochwirksamen Wasserkühler positioniert und wahlweise direkt oder soft als zwei getrennte Wechselrichter parallel geschaltet. 21 Kondensatoren sorgen für die notwendige Kapazität von bis zu 24000  $\mu\text{F}$  im Zwischenkreis. Mögliche Schaltungs-



**Bild 2:** Aus diesen Elementen besteht ein IGBT-Halbbrücken-Baustein, in dem optional auch ein Spannungswandler seinen Platz hat.



**Bild 3:** Beispielhafter Systemaufbau einer XT-Umrichterlösung für Hochleistungsantriebe (weitere mögliche Anwendungen am Artikelende).

pologien sind: ein 3-Phasen-Wechselrichter mit jeweils zwei parallel geschalteten IGBT-Modulen, zwei einzelne 3-Phasen-Wechselrichter, alleinstehend ausschließlich als Active Front End (AFE) oder auch als kompletter Back-to-Back-Umrichter. Alle AC-Eingänge bzw. -Ausgänge besitzen eine eigene Strom-Istwert-Erfassung. Standardmäßig wird auch die Zwischenkreisspannung erfasst.

Auch VARIS XT bietet mit dem Laschensystem an den DC-Schienen die Möglichkeit, mehrere VARIS-XT-Bausteine niederinduktiv miteinander zu verbinden. In einer Back-to-Back-Konfiguration mit zwei parallel geschalteten VARIS XT sind so bis zu 2 MW und

EP-602\_2020\_Füller 1 / 3  
hoch  
62.0 mm x 270.0 mm  
(Format: )



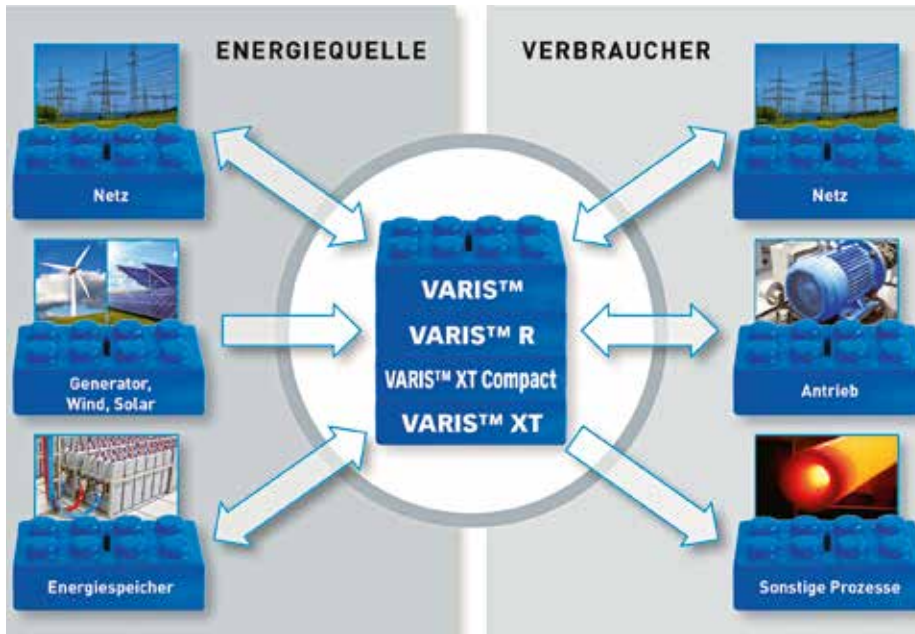


Bild: GvA Leistungselektronik  
 VARIS XT Compact punkten hinsichtlich ihrer Flexibilität. Hierzu ermöglicht das zentrale Interfaceboard nicht nur das Sammeln aller Signale, sondern auch die einfache und variable Verschaltung der einzelnen Halbbrücken-Module. Ohne zusätzliche mechanische Korrekturen sind auf diese Weise eine Vielzahl von Schaltungsmöglichkeiten gewährleistet.

### Megawatt-Umrichter mit niederinduktivem Aufbau

Mit der neusten Entwicklung, dem VARIS PRO, steht nun auch ein ultra-kompakter Megawatt-Umrichter zu Verfügung; anschlussfertig und für unterschiedliche Applikationen flexibel einsetzbar. Das patentierte Design verwendet einen sehr niederinduktiven Aufbau mit IGBT-Modulen der neusten Generation. Der beidseitig bestückte Flüssigkeitskühler in Verbindung mit einer ausgeklügelten und platzsparenden Anordnung der Zwischenkreiskondensatoren realisiert eine außergewöhnlich hohe Leistungsdichte von maximal 1,4 MVA. Der anschlussfertige Umrichter wird optional in einem kundenspezifischen Gehäuse oder nach Wunsch auch mit einer Einschubtechnik für den Schaltschrank einbau geliefert.

Die beiden enthaltenen Wechselrichterbrücken erfüllen unabhängig voneinander oder gemeinsam flexibel die Anforderungen an verschiedene Umrichterkonfigurationen. VARIS PRO gilt damit als universell einsetzbare Lösung für unterschiedliche Applikationen wie Antriebe, Speichersysteme oder AC/DC-Konverter. Mit dem VARIS PRO eCharge gibt es zudem eine modifizierte Variante für das wachsende Marktsegment des High Power Charging (HPC) mit typischer Weise 350 kW.

### Sofort nutzbare Lösung, konfektioniert & qualifiziert

Das Einsatzfeld der skizzierten VARIS-Umrichterlösungen ist weit gefächert. Das in Bild 3 gezeigte System für die elektrische Antriebstechnik ist mit kleinen Korrekturen am Interfaceboard und dem Einsatz einer angepassten Ansteuerungssoftware in sehr vielen Branchen einsetzbar. Beispielsweise als Netz-Einspeise-Umrichter für die regenerativen Energieerzeuger. Als Umrichter für das Speisen und Entladen von Energiespeichersystemen. Oder auch als leistungsfähiger Umrichter innerhalb der Infrastruktur des großen Marktes der Ladetechnik. Immer jedoch erhält der Entwickler eine fertige und qualifizierte Lösung. // KU

GvA Leistungselektronik

**Bild 4:** In vielen Branchen sorgt die vorkonfektionierte VARIS-Lösung für eine starke Entlastung bei der Entwicklerarbeit.

in einer Active-Front-End-Konfiguration bis zu 4 MW möglich.

### Verbindung von Energiequelle und Verbraucher

In der Praxis bewährt haben sich die GvA-eigenen Plug & Play-Treiber für die IGBT-Module. Diese kommen in allen VARIS-Versionen zum Einsatz. Ein Treiber beinhaltet neben den eigentlichen Treiberfunktionen auch eine analoge oder über die Pulsweite modulierte Temperatureingabe zur thermischen Überwachung der IGBTs. Darüber hinaus besitzt der Treiber eine Kurzschlussabschaltung sowie Statusrückmeldungen der einzelnen IGBTs an die Anwendersteuerung. Die Signalübertragung kann wahlweise op-

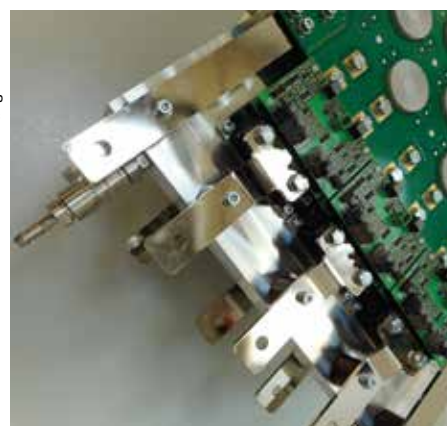
tisch oder elektrisch erfolgen. Ein optionales Interfaceboard sammelt alle Messsignale für Strom, Spannung und Temperatur sowie IGBT-Ansteuer- und -Statussignale.

### Mechanische und elektrische Flexibilität

Das VARIS-Modulkonzept bietet dem Anwender auch eine große mechanische Flexibilität hinsichtlich der Kombinationsmöglichkeiten der einzelnen Komponenten sowie deren Anordnung, beispielsweise im Schaltschrank, um anwendungsgerechte Systemauslegungen zu erfüllen. Die elektrische Flexibilität ist bei den einzelnen Phasenbausteinen einfach zu realisieren. Aber auch die leistungsstarken Module VARIS XT und



**Bild 5:** Auch der VARIS XT Compact (hier in der luftgekühlten Variante) punktet hinsichtlich seiner Flexibilität.



**Bild 6:** Das patentierte Design des VARIS PRO verwendet einen sehr niederinduktiven Aufbau mit IGBT-Modulen der neusten Generation.