

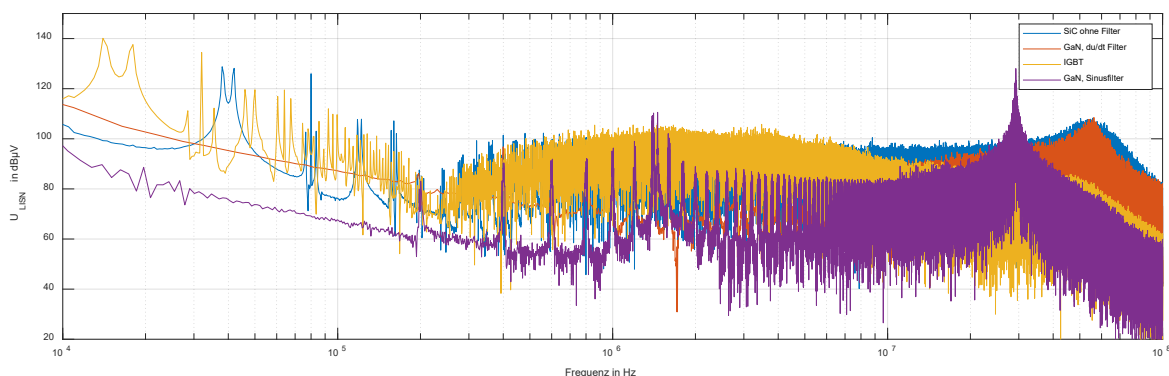
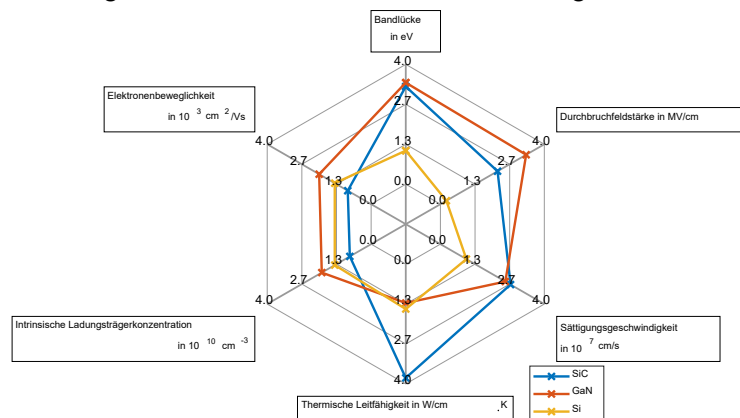
## GaN im Benchmark zu SiC und Si

Durch eine Vielzahl an Entwicklungen im Bereich der Wide-Bandgap-Leistungshalbleiter sind die Halbleitermaterialien Galliumnitrid und Siliziumcarbid zu einer interessanten Alternative zum bisher verwendeten Silizium geworden. Durch intrinsische Eigenschaften wie beispielsweise eine höhere Bandlücke,

Sättigungsgeschwindigkeit und thermische Leitfähigkeit können neuartige Wide-Bandgap-Halbleiter höhere Schaltgeschwindigkeiten und geringere Schalt- und Durchlassverluste erreichen. Dadurch ergeben sich in einem Antriebssystem neben Verlusteinsparungen bei den Halbleitern auch

Einsparungen in Gewicht und Volumen der passiven Komponenten wie Zwischenkreiskondensatoren sowie eine Verringerung der Oberschwingungen in den Ausgangsströmen. Gleichzeitig entstehen jedoch durch die schnellen Schaltgeschwindigkeiten Probleme, beispielsweise durch eine verstärkte elektromagnetische Interferenz mit anderen Geräten, sowie eine Schädigung von angeschlossenen Antriebsmaschinen.

Im Rahmen des Projektes wurde aus diesem Grund eine Abwägung der Vor- und Nachteile von Leistungshalbleitern auf Basis von Galliumnitrid und Siliziumcarbid gegenüber herkömmlichen Silizium-basierten Leistungshalbleitern angestellt. Zu diesem Zweck wurden verschiedene Zielumrichter für Automobil- und Industrieantriebe mit den verschiedenen Halbleitermaterialien beschrieben. Durch eine Modellierung der Verluste, Gewichte und Volumina der Umrichter wurde eine Aussage über die technischen Vor- und Nachteile der neuartigen Materialien möglich. Dabei wurden neben den Leistungshalbleitern auch die Zwischenkreise, Ausgangsfilter sowie Gatetreiber betrachtet. Da Galliumnitrid bisher nicht die mit Silizium und Siliziumcarbid übliche Sperrspannung von 1200 V erreicht wurden neben der typischen 2-Level-Umrichtertopologie auch 3-Level-Topologien wie die NPC-, ANPC- und T-Type-Topologie untersucht, die die Spannungsbelastung der Halbleiter halbieren.



In einer Simulation wurde zusätzlich das EMV-Verhalten der einzelnen Halbleitermaterialien in einem Umrichter untersucht.

Neben dem Vergleich technischer Aspekte wurde ein Vergleich der wirtschaftlichen Vor- und Nachteile der Halbleitermaterialien angestellt. Durch eine Modellierung von Umrichterkosten wurde aufgezeigt, wo durch den Einsatz von Wide-Bandgap-Halbleitern Kosteneinsparungen, aber auch Mehrkosten entstehen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass durch die hohen Schaltgeschwindigkeiten der Leistungshalbleiter eine deutliche Verringerung der Gewichte und Volumina des Zwischenkreises möglich werden. Das Potenzial ist an dieser Stelle bei Galliumnitrid noch höher als bei Siliziumcarbid einzuordnen. Gleichzeitig werden durch die hohen Schaltgeschwindigkeiten meist Ausgangsfilter notwendig, die Gewicht, Volumen, Verluste und Kosten der Umrichter wieder erhöhen können. Aus diesem Grund muss bei Verwendung von Wide-Bandgap-Halbleitern ein besonderes Augenmerk auf die Auslegung und Optimierung der Filter gelegt werden.

Eine Verringerung der Verluste im Umrichter ist zwar möglich, geht jedoch gleichzeitig mit einer zurzeit noch deutlichen Steigerung der Halbleiterkosten einher. Durch zu erwartende Kostenreduktionen sollten diese Unterschiede in Zukunft jedoch kleiner werden. Zusätzlich weisen GaN-Umrichter in 3-Level-Topologien zurzeit durch die höhere Anzahl an benötigten Schaltern sowie Gatetreibern noch höhere Kosten auf.

**Autor:** **M. Eng. Julius Wiesemann**  
Leibniz Universität Hannover  
IAL – Institut für Antriebssysteme und Leistungselektronik

**Kontakt:** Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)  
**Alexander Rassmann**  
T 069- 66 03- 18 20

**Das Projekt 958 I der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) wurde über Eigenmittel finanziert.**

### **Hintergrundinformationen zur FVA**

Die FVA (Forschungsvereinigung Antriebstechnik e. V.) ist das weltweit erfolgreichste und größte Forschungs- und Innovationsnetzwerk in der Antriebstechnik. Zusammen mit rund 200 Unternehmen und 100 Forschungsinstituten haben wir bisher weit über 2.000 Projekte realisiert.

Die Antriebstechnik voranzubringen – das ist das Ziel der FVA. Dazu bringen wir Industrie und Forschung zusammen. Dies zu moderieren, neues Wissen zu erforschen, Effizienz und Erkenntnisse zu schaffen – das macht uns zum Innovationsförderer unsere Branche.

Für unsere Mitglieder bedeutet das einen mehrfachen Return-on-Invest: Austausch und Kenntnistransfer in der FVA-Community, Mitgestaltung an der Forschung, Teilhabe an neuestem Wissen, Ausbildung von jungen Ingenieur\*innen, passgenaue Weiterbildung, Reduzierung von F+E Kosten.

Das kommt unseren Mitgliedsunternehmen, dem Forschungsstandort Deutschland und allen Beteiligten Menschen zu Gute. Denn unsere vorwettbewerbliche Gemeinschaftsforschung ist

etwas ganz Besonderes. Gemeinsam geht einfach mehr. Dafür bündeln wir Ressourcen, auch finanzielle, moderieren Kommunikation und Prozesse. Wir helfen, Ideen zu verwirklichen.

**Weitere Informationen unter [www.fva-net.de](http://www.fva-net.de).**