

## IEA 4E TCP-PECTA

Leistungselektronik zur Steuerung und Umwandlung elektrischer Energie (PECTA Annex) Startphase 2019-2020

<b>Programm / Ausschreibung</b>	IEA, IEA, IEA Ausschreibung 2018 - Bmvit	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.03.2019	<b>Projektende</b>	31.05.2021
<b>Zeitraum</b>	2019 - 2021	<b>Projektlaufzeit</b>	27 Monate
<b>Keywords</b>	Leistungselektronik, Wide-Bandgap Technology, Vernetzung		

### Projektbeschreibung

Halbleitertechnologien mit breitem Bandabstand (engl. Wide-Bandgap - WBG) haben sich in den letzten Jahren zu einem der dominantesten Themen im Bereich der Leistungselektronik entwickelt. Aktuell haben sich zwei WBG Materialien durchgesetzt – Silizium Karbid (SiC – Silicon Carbide) und Gallium Nitrid (GaN – Gallium Nitride). Neben GaN und SiC stellt Kohlenstoff (als Diamant) eine zusätzliche Alternative eines vielversprechend und zukunftssträchtigen Materials dar, welches bis jetzt allerdings noch nicht kommerziell vertrieben wird, da die Entwicklung eines solchen Halbleiters weder ausreichend erforscht, noch aktuell wirtschaftlich ist.

Fundamentale Probleme wie das Interesse der Energiebranche nach weiteren möglichst einfachen Lösungen zur Energieeinsparung, Systemvolumsreduktion und mögliche Alternativen der Implementierung (neben zum Beispiel Silizium IGBTs) von effizienten Komponenten mit hoher Sperrspannung ( $>1.7$  kV) - um besonders im Bereich der Mittelspannungssystemintegration (DC-Netze, Traktionssysteme,...) die Topologie-Komplexität zu reduzieren, können nun durch eine marktreife Entwicklung von WBG neu evaluiert werden und könnten bisherige leistungselektronische Systeme revolutionieren.

Im Vergleich zum klassischen Silizium (Si) Halbleiter bieten WBG Materialien erhebliche Vorteile wie zum Beispiel einen höheren Bandabstand, eine höhere kritische elektrische Feldstärke und eine höhere maximale Elektronengeschwindigkeit (bei hoher elektrischer Feldstärke). Daher besteht das Potential mittels Wide-Bandgap Technologie nicht nur effizientere sondern auch Komponenten mit höherer maximaler Sperrspannung zu realisieren. WBG ist daher zukünftig nicht nur für Niederspannungs- sondern auch für Mittelspannungs- und Hochspannungsnetze interessant und dort die Energieeffizienz steigern und Topologiekomplexität verringern.

Ziel des PECTA Annex des IEA 4E Technologieprogramms ist es, das Wissen über die neuesten, hocheffizienten Halbleitertechnologien, insbesondere Leistungselektronik mit Wide-Bandgap, zu erweitern, mithilfe internationaler Vernetzung zu verbreiten und Entscheidungshilfen für Technologie- und Energiepolitik zu erstellen.

Die Teilnahme des Austrian Institute of Technology GmbH (AIT) am PECTA Annex wird mit der Absicht beantragt, Österreich zukünftig im Bereich Forschung, Entwicklung und Integration von WBG gut zu positionieren und als internationalen Know-how Standort und Vorreiter für Dienstleistungen und Integration dieser aufstrebenden Technologie in diesem Bereich zu etablieren.

Der Fokus des aktuellen Antrags wird daher im ersten Schritt auf folgende Tasks gelegt:

1. Prüfen des Effizienzpotentials verschiedener Anwendungsbereiche für WBG
2. Erstellen eines Fahrplans für Elektronikgeräte „Roadmap for Power Devices“
3. Einbettung der Halbleitertechnologien in internationale Standardisierungsnormen
4. Internationale Wissensvermittlung und Vernetzung

Wesentliche Ergebnisse der österreichischen Beteiligung am PECTA Annex sind das Generieren von Wissen für langfristige Konzepte für eine zuverlässige Integration und maximale Ausnutzung des möglichen Potentials der WBG Technologie, Bewusstseinsbildung bei z.B. Netzbetreibern, Industrie und politischen Entscheidungsträgern um schlussendlich das Vorhaben zu beschleunigen, dass diese Produkte und deren Vorteile dem Endkunden (auch energiepolitisch gesteuert) zugänglich gemacht werden können.

## **Abstract**

During the last couple of years, wide bandgap (WBG) technology attracted a lot of attention in the field of power electronics. Currently there are two types of WBG materials evolving: Silicon Carbide (SiC) and Gallium Nitride (GaN). Furthermore, Carbon (as diamond) could be a promising future material which is however not commercially available, yet.

WBG might overcome fundamental restrictions and limitations which adhere to Silicon (Si) MOSFET and IGBT based semiconductor components. Current barriers are for example limited system efficiency (due to either high switching and/or conduction losses) limited power density according to either higher cooling effort (due to high switching frequencies) or bulky power components (as e.g. input/output filter volume) if a higher system efficiency is intended by means of rather low semiconductor switching frequency and eventually it has to be noted that current IGBT technology is currently limited to a maximum blocking voltage of 6.5 kV for a couple of hundreds of Amps of maximum current.

Regarding its physical characteristics, semiconductors based on WBG materials come with a lot of different advantages which might be key enabling technology to break through these barriers. Compared to the classical silicon material, WBG based solutions offer a higher bandgap between valence and conduction band, which means that more energy is required to push electrons from the valence band to the conduction band compared to Si. Hence, this results in improved impact values as higher critical field intensity and a higher electron velocity. Thus, also components with higher blocking voltages than e.g. state of the art Si-IGBTs can be anticipated. Thus, WBG is of major interest in low-voltage as well as medium- and high-voltage applications. Integration of possible upcoming high-voltage WBG semiconductor components can reduce current system complexity in most power electronics applications.

Main goals of the IEA 4E TCP PECTA Annex include collecting and analyzing information about new WBG-based semiconductors and its possible applications, developing greater understanding and action amongst governments and eventually promote this evolving technology.

The participation of AIT in the PECTA Annex is proposed in order to position Austria as in terms of WBG and its integration in suitable industrial and consumer based applications.

The different tasks of the PECTA Annex are:

1. Validation of efficiency potential of different WBG applications
2. Identification of development of a short and long-term roadmap for power devices
3. Engaging in international standardization activities (e.g. IEC)
4. Outreach-oriented activities, including “Education” and “Dissemination”.

Main result of the Austrian participation is the generation of knowledge in order to assess applicability of possible long-term concepts considering integration of WBG. Furthermore, the PECTA Annex may serve as independent knowledge platform, which may allow Austrian policy makers and consumers to facilitate the market adoption of this technology.

## **Projektpartner**

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH