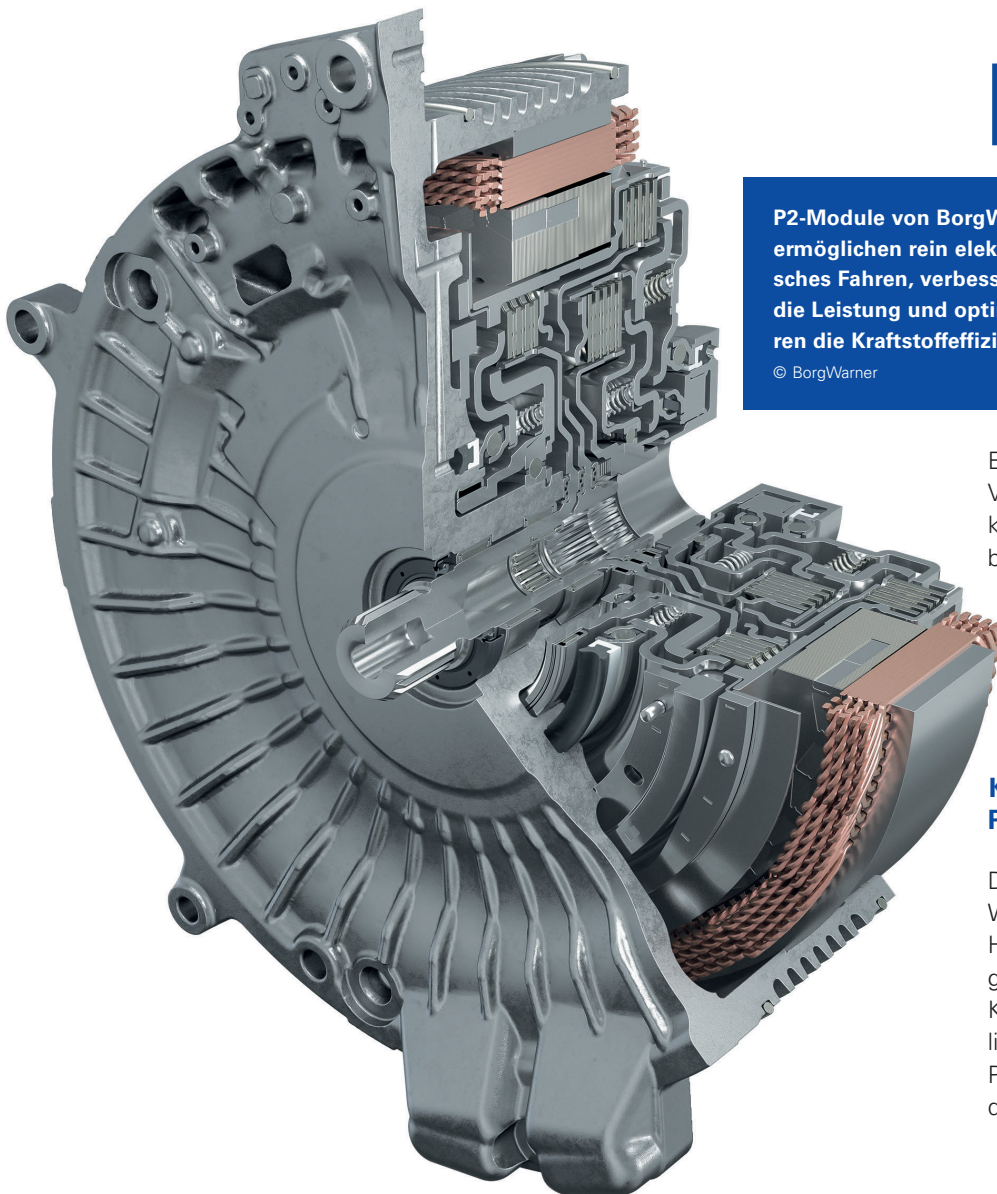




# P2-Hybridmodule von BorgWarner ermöglichen flexible Kundenanwendungen und einfache Hybridisierung

Neue Umweltrichtlinien und striktere Abgasnormen sind das Resultat zunehmenden Verantwortungsbewusstseins für den Klimaschutz. In der Automobilindustrie treiben die strengeren Emissionsvorgaben und das Streben nach mehr Effizienz Innovationen sowie die Entwicklung neuer Mobilitätskonzepte voran. Aktuelle Trends sind zum Beispiel autonomes Fahren und E-Mobilität – eine Vielzahl von Hybrid- und Elektroanwendungen erobert den ständig wachsenden Markt.



**P2-Module von BorgWarner ermöglichen rein elektrisches Fahren, verbessern die Leistung und optimieren die Kraftstoffeffizienz.**

© BorgWarner

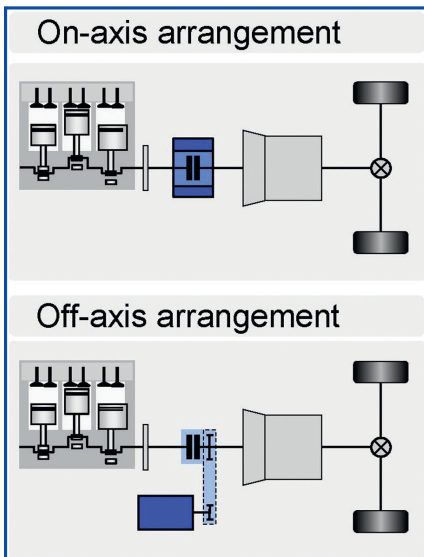
Für die Konstruktion von Mild- über Plug-in- bis zu Vollhybriden stehen Automobilherstellern verschiedene

Antriebsstrangarchitekturen zur Verfügung. Die Palette reicht von einer einfachen P0-Anordnung über P1, P2, P3 und P4 bis hin zu PS (Powersplit). Bei der P2-Architektur, die in der Branche im Moment viel Aufmerksamkeit erfährt, ist der

Elektromotor zwischen Getriebe und Verbrennungsmotor platziert. Zur Entkopplung des Verbrennungsmotors wird bei dieser Konfiguration eine Trennkupplung genutzt, wodurch rein elektrisches Fahren möglich ist. Die Technologie eignet sich für verschiedene Getriebearten einschließlich Schaltgetriebe.

## Koaxiales und achsparalleles P2-Modul

Die innovativen Technologien von BorgWarner unterstützen Hersteller bei der Hybridisierung ihrer Fahrzeuge mit einer großen Bandbreite an Funktionen und Konstruktionsmöglichkeiten. Im Portfolio hat der Zulieferer zwei verschiedene P2-Hybridmodule, die sich einfach in den Antriebsstrang integrieren und



**Platzierung des Elektromotors bei koaxialer (oben) und achsparalleler (unten) Bauweise.** © BorgWarner

maßgeschneidert an Kundenanforderungen anpassen lassen. Ein koaxiales Design mit Elektromotor direkt auf der Hauptachse oder eine achsparallele Anwendung können abhängig vom zur Verfügung stehenden Bauraum zum Einsatz kommen. Die koaxiale Anordnung eignet sich ideal für Antriebsstränge mit Längsmotor. Hier ist ausreichend freier Bauraum für die Integration des Elektromotors vorhanden. Wird gleichzeitig ein Doppelkupplungsgetriebe eingesetzt, lassen sich sowohl die Trennkupplung als auch das Doppelkupplungsmodul innerhalb des Elektromotors

integrieren. Durch die achsumschließende Bauweise kann die Drehmomentübertragung einfach und kostengünstig dargestellt werden.

Bei Anwendungen mit quer eingebautem Motor und entsprechend begrenztem Platzangebot werden meist achsparallele Konfigurationen genutzt, welche sich durch Vorteile beim Übersetzungsverhältnis und hohe Flexibilität beim Einbau auszeichnen. Drehzahl und Drehmoment werden bei dieser Lösung zum Beispiel durch eine Kette übertragen.

### Kriterien für die Modulkonfiguration

Bei der Realisierung verschiedener Modulkonfigurationen mit Elektromotor sind neben dem Bauraumbedarf die Betriebsspannung, der Windingstyp und das Kühlsystem relevant. Ein Elektromotor mit kleinem Durchmesser und hohen Drehzahlen für besseren Wirkungsgrad lässt sich problemlos im Rahmen der achsparallelen Lösung integrieren. Die koaxiale Bauweise eignet sich hingegen besser für eine größere E-Maschine mit geringeren Drehzahlen und höherer Drehmomentenerzeugung.

Für die Betriebsspannung stehen zwei Alternativen zur Wahl. Eine kostengünstige Lösung und deutliche

CO<sub>2</sub>-Reduktionen bieten Niederspannungssysteme. Ausreichende Leistung für rein elektrisches Fahren generieren Hochspannungssysteme, die mehr als 100 Kilowatt bereitstellen. Diese zeichnen sich auch insbesondere durch das größte Kraftstoffesparpotenzial aus.

Nicht nur die Betriebsspannung, sondern auch Details wie Wicklung und Drahtform beeinflussen die Leistung des Elektromotors. Dank ihrer niedrigen Drehmomentwelligkeit und ihres geringen Rastmoments verbessern verteilte Statorwicklungen das Geräuschverhalten (Noise, Vibration, Harshness) des Gesamtsystems. Optimalerweise funktioniert ein rechteckiger Draht, der die Stromdichte maximiert und die Wärmeübertragung verbessert, als Stromleiter. Ein eingebetteter Permanentmagnet (Interior Permanent Magnet), der sich für alle Statorarten eignet, ist bei der Auswahl der Rotorkonstruktion gegenüber einem Induktionsmotor zu bevorzugen. Er erhält das Magnetfeld ohne Fremderregung aufrecht und steigert auf diese Weise Gesamtleistung und Effizienz des Elektromotors.

### Verschiedene Kühllösungen

Abhängig von Betriebsbedingungen und Temperaturen können verschiedene Arten der Kühlung für den Elektromotor

# ASAP

**DIE AUTOMOBILINDUSTRIE IST IM WANDEL - WIR GESTALTEN IHN MIT.**

Als Engineering Partner bieten wir umfassende Entwicklungsleistungen mit Fokus auf die Mobilitätskonzepte von morgen: E-Mobilität, Autonomes Fahren und Connectivity.

Erfahren Sie mehr auf [asap.de](http://asap.de)



# JETZT UMSTEIGEN.



	48V koaxial	48V achsparallel	HV koaxial	HV achsparallel
Getriebeararten	Alle	Alle	Alle	Alle
Elektromotor Leistung	●	●	●	●
Elektromotor Effizienz	●	●	●	●
Elektromotor Kosten	●	●	○	●
Marktnachfrage	○	●	●	●

Individuelle Lösungen dank unterschiedlicher Vorteile von Hoch- und Niedervolt-Elektromotoren. © BorgWarner

zum Einsatz kommen. Bei einer Ölkühlung stehen die wichtigsten thermischen Komponenten und das Kühlmittel direkt in Kontakt. Dieses Verfahren ist sehr effektiv, erzielt eine kontinuierliche Kühlleistung für konstante Durchschnittstemperaturen und stellt einen idealen Wärmetransfer sicher. Die Kühlung durch ein Wasser-Ethylenglykol-Gemisch stellt eine alternative Methode dar, bei der Wärmequelle und Kühlmittel zwar räumlich getrennt sind, dafür aber

deutlich niedrigere Kühlmitteltemperaturen realisiert werden können, was sich insbesondere bei kurzfristig auftretenden Temperaturspitzen positiv bemerkbar machen kann. Hierbei leitet ein sogenannter äußerer Kühlmantel die Wärme des Elektromotors über den Stator an das Kühlmittel ab.

Bei einer Kombination beider Methoden fließt die Wasser-Ethylenglykol-Mischung mit einer Einlasstemperatur von meist nur 65 Grad Celsius um den Stator. Intern eingespritztes Öl, das Getriebe-funktionstypisch eine Temperatur von circa 90 Grad Celsius besitzt, führt die Wärme aus dem Rotor ab. Bei diesem Ansatz erreicht man eine hohe Effizienz im Normalbetrieb sowie sehr gute Performance bei Spitzentemperaturen. Allerdings ist die Verwendung eines zusätzlichen Kühlmantels oftmals mit deutlich höheren Kosten verbunden. Daher sollte in der Konzeptionierung genau geprüft werden, welche Kühlkapazität zur Zielerfüllung wirklich erforderlich ist.

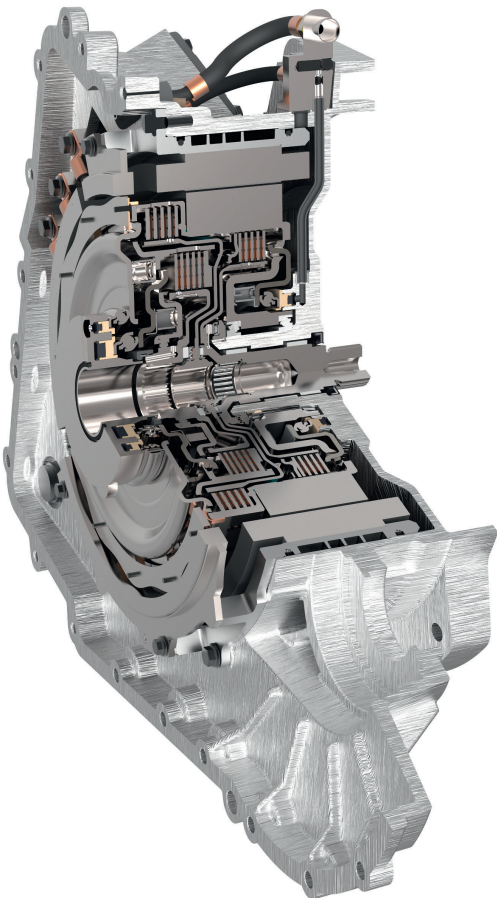
### Arten der Kupplung

Bei einer Hybridisierung in P2-Konfiguration können verschiedene Arten von Kupplungen für die Trennung des Verbrennungsmotors vom restlichen Antriebsstrang eingesetzt werden. Ein Freilauf bietet sich aufgrund der geringen Baugröße und niedriger Kosten, in Verbindung mit hoher Effizienz, insbesondere für bauraumkritische und auf maximale Effizienz getrimmte Anwendungen an. Funktionelle Nachteile können vor allem durch den Einsatz von Lamellenkupplungen umgangen werden. Hier bieten sich insbesondere nasslaufende Reiblamellenkupplungen an, die sich durch eine Kombination von hoher Funktionalität und Kompaktheit sowie Langlebigkeit auszeichnen.

Wird bei der Getriebearchitektur auf ein Doppelkupplungs-basisgetriebe zurückgegriffen, kann die Trennkupplung sowie die Doppelkupplung sogar zusammen mit dem Elektromotor in ein Kompletmodul integriert werden, wodurch sich viele Vorteile ergeben. Die dadurch entstehende Dreifachkupplung führt, unter anderem, zu einem nochmals deutlich reduzierten Bauraumbedarf und entwickelt sich aktuell zur beliebtesten Konfiguration in diesem Getriebe-segment.

### Zusammenfassung

Die P2-Konfiguration stellt eine der zukunftsfähigsten Architekturen zur Hybridisierung dar, mit der Hersteller ihre Fahrzeuge schnell zur Marktreife bringen können. Die Pluspunkte: Sie bietet einfach einsetzbare, kostengünstige Elektrifizierungsoptionen und lässt sich flexibel an Kundenspezifikationen anpassen. Überdies ermöglicht sie Hybridfunktionen wie Start-Stopp, regeneratives Bremsen, elektrische Motoraufladung und rein elektrisches Fahren. Hersteller können bereits existierende Antriebsstränge mit nur geringen zusätzlichen Kosten hybridisieren, weil weder Motor noch Getriebe in größerem Umfang angepasst oder sogar getauscht werden müssen. BorgWarners Technologie verbindet Effizienz, Flexibilität in den Anwendungsmöglichkeiten sowie Langlebigkeit und trägt auf diese Weise maßgeblich zum Erfolg von hybridisierten Fahrzeugen bei. ■



Bei der Dreifachkupplung sind Trennkupplung, Doppelkupplung sowie Elektromotor in einem Kompletmodul integriert. © BorgWarner

**BorgWarner Inc.**  
[www.borgwarner.com](http://www.borgwarner.com)



**Eckart Gold** arbeitet als Director Engineering bei Borg Warner Transmission Systems in Shanghai, China.