

Seit Herbst 2017 bietet Mercedes-Benz im E-Klasse-Coupé den 2-l-Vierzylinder-Benzinmotor M 264 mit 48-V-Elektrifizierung an. Dass sich dieser mit 220 kW in einem Leistungsbereich bewegt, der vorher Sechszylindern mit deutlich mehr Hubraum vorbehalten waren und dabei auch noch verbrauchsgünstiger geworden ist, verdankt er unter anderem der optimierten Turboaufladung und dem riemengetriebenen 48-V-Starter-Generator (RSG).

## Verbrauchsvorteile

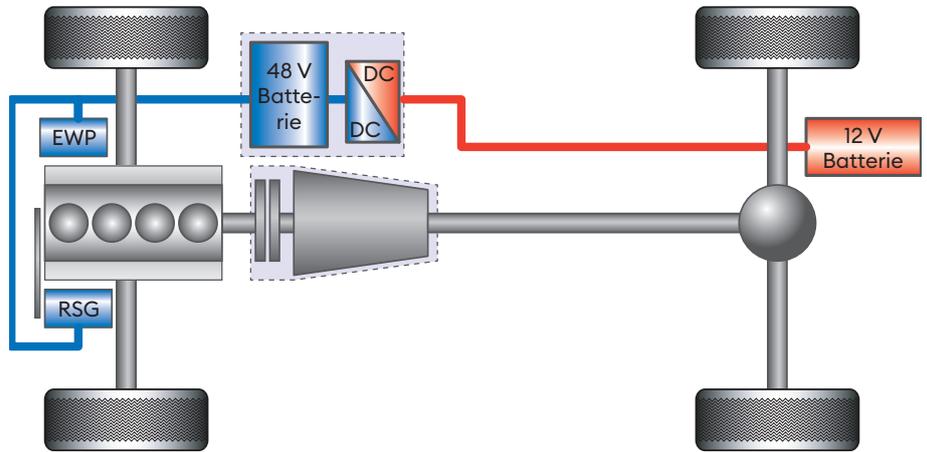
In Verbindung mit dem 48-V-Bordnetz ermöglicht der RSG neue Funktionen, die sowohl den Treibstoffverbrauch als auch den Fahrkomfort verbessern. Effizienzgewinne werden durch Boosten, Rekuperieren und Segeln mit ausgeschaltetem Verbrenner erzielt. Zudem helfen die erweiterte Start-Stopp-Funktion, die Lastpunktverschiebung, die Verstellung des Einlassventilhubes, die elektrische 48-V-Wasserpumpe sowie die Massnahmen zur Reibleistungsreduzierung.

## 48-V-Elektrifizierung

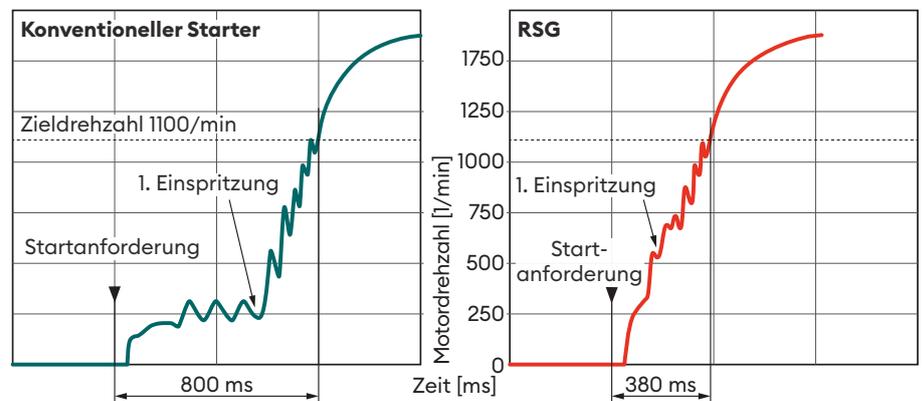
Durch die Integration des 48-V-Starter-Generator-Konzepts mit separatem Bordnetz werden aber nicht nur die Qualitäten des Antriebsstrangs verbessert, sondern es können dank der höheren elektrischen Leistung weitere Komfortfunktionen angeboten werden. Der RSG mit der luftgekühlten Elektromaschine und der integrierten wassergekühlten Leistungselektronik ist über den Riementrieb des Verbrennungsmotors mit der Kurbelwelle verbunden. Das System wurde bei Mercedes so ausgelegt, dass der Ritzelstarter entfallen kann. Andere Hersteller arbeiten zum Teil mit zusätzlichem Ritzelstarter für den ersten Kaltstart des Verbrennungsmotors. Als Energiespeicher kommt eine 48-V-Lithium-Ionen-Batterie zum Einsatz, und über den DC-DC-Wandler erfolgt der Anschluss an das 12-V-Netz. Zwischen den beiden Spannungsniveaus ist ein bidirektionaler Energieaustausch möglich. Eine 12-V-Batterie wird noch beibehalten, um Bedarfsspitzen abzufedern. Daher müssen auch nicht alle Verbraucher auf 48 V umgestellt werden.

## Funktion des RSG

Beim ersten Motorstart und beim Start nach einem kurzen Ampelstopp wird der Verbrennungsmotor durch den RSG leise und vibrationsfrei in Betrieb gesetzt. Gegenüber einem konventionellen Ritzelstarter, welcher zuerst einspüren und danach den Verbrennungsmotor starten kann, erfolgt der Start mit dem RSG wesentlich schneller (Bild). Der Verbrennungsmotor wird dazu vom RSG auf ein höheres Drehzahlniveau geschleppt. Damit kann die Startzeit je nach Umgebungsbedingungen deutlich verkürzt werden. Bei der Verzögerung des Fahrzeugs lässt sich zwischen folgenden Zuständen unterscheiden:



Hauptkomponenten des 48-V-Mildhybrid-Antriebsstrangs mit der elektrisch angetriebenen Wasserpumpe (EWP) und dem riemengetriebenen Starter-Generator (RSG).

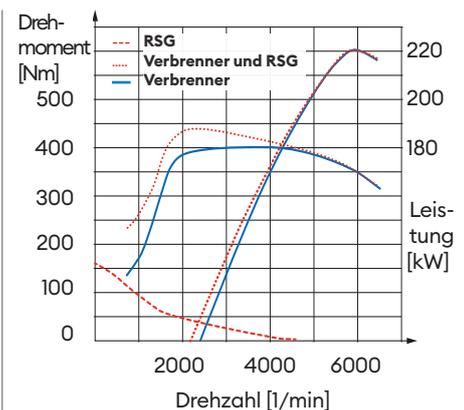


Vergleich Erststart mit Ritzelstarter (links) und RSG-Start des Verbrennungsmotors.

- Bei der Rekuperation im Schubbetrieb ohne Bremse ergibt die Schubabschaltung ein weiter erhöhtes Schubmoment.
- Bei einer Bremsleistung bis 12 kW erfolgt die Bremsung allein durch Rekuperation, bei höherer Bremsleistung wird – für den Fahrer nicht spürbar – die hydraulische Bremse zugeschaltet.
- Beim Verzögern des Autos beginnt das Rekuperieren mit Schubabschaltung. Bei Unterschreitung einer applizierten Mindestgeschwindigkeit wird der Triebstrang schliesslich geöffnet und der Motor ausgeschaltet. Das bringt den Vorteil einer optimalen Treibstoffeinsparung durch Rekuperation bei gleichzeitig komfortablem Ansprechverhalten.

## Boosten und Segeln

Die in der 48-V-Batterie gespeicherte Energie wird auch genutzt, um einen zeitlich begrenzten, aber sehr schnellen Momentenanstieg im Triebstrang zu erzeugen. Systembedingt reduziert sich aber das zur Verfügung stehende Boost-Moment mit steigender Motordrehzahl (Bild). Die Boost-Unterstützung wird ausserdem genutzt, um während des Schaltvorgangs die Zieldrehzahl des Motors so schnell wie möglich zu erreichen, um die Schaltzeit zu verkürzen. Im Fahrprogramm Eco ist das Fahrzeug in



Drehmoment und Leistung RSG.

der Lage zu «segeln», wenn der Fahrer den Fuss vom Gas nimmt und das Fahrzeug rollen lässt. Dazu wird der Antriebsstrang vom Verbrennungsmotor und den mit diesem verbundenen Reibungsverlusten getrennt. Beim Segeln kann der Verbrenner dann ausgeschaltet werden. So nutzt das Fahrzeug für eine gewisse Strecke die Bewegungsenergie und gleitet ohne Treibstoffverbrauch dahin. Bei erneutem Drehmomentbedarf wird der Motor mit dem RSG wieder zugeschaltet – ohne, dass der Fahrer dies spürt.