

Alternative zum reinen Stromer

Hybridfahrzeuge | Elektroautos sind in aller Munde, aber auch Hybridfahrzeuge können helfen, Kraftstoff einzusparen und den CO₂-Ausstoß zu verringern. Gerade Mild-Hybrid-Fahrzeuge bieten einen guten Kompromiss an Aufwand und Ersparnis.

Autos mit einem Hybridantrieb, also einer Kombination aus Verbrenner und Elektromotor, gibt es schon sehr lange. In Zeiten der Elektrifizierung des Antriebs und größerer Batteriereichweiten ist der Hybridantrieb wieder angesagt. Heute ist das Angebot an Hybridfahrzeugen sehr groß, ebenso die Bauarten der Hybridfahrzeuge (siehe *Kasten auf S. 33*). Die Auswahl reicht von einfachen bis hin zu technisch komplexen Fahrzeugen, bei denen der Nutzer selbst entscheidet, ob er einen Elektro- oder Verbrennungsantrieb wählt.

Generator statt Anlasser

Als kostengünstige Variante haben sich sogenannte Mild-Hybrid-Fahrzeuge in vielen Fahrzeugklassen durchgesetzt. Besonderes Merkmal von Mild-Hybrid-Fahrzeugen ist die Tatsache, dass der Elektromotor alleine im Regelfall nicht in der Lage ist, das Fahrzeug direkt anzutreiben. Der Elektromotor unterstützt vielmehr den Verbrenner in bestimmten Fahrzuständen (zum Beispiel Segeln) und ist zusätzlich in der Lage, beim Bremsen die gewonnene Energie der Batterie zuzuführen (Rekuperation). Bei Mild-Hybrid-Fahrzeugen werden Lichtmaschine und Anlasser durch einen sogenannten Startergenerator ersetzt, der die Funktion beider Bauteile vereint. Man spricht hier von einer P0-Anordnung. Während eine



Hybridfahrzeuge können die beim Bremsen zurückgewonnene Energie wieder speichern.

klassische Lichtmaschine mechanische Energie in Wechselstrom umwandelt, hat ein Anlasser hingegen nur die Aufgabe, den Verbrennungsmotor zu starten. Am häufigsten werden elektrische Anlasser verwendet, wobei es sich hierbei im Grunde um einen Gleichstrommotor handelt, der die Kurbelwelle des Motors in Drehung versetzt und ihr die richtige Drehzahl verleiht, damit der Motor von selbst anlaufen kann.

Der elektrische Anlasser eines Verbrennungsmotors ist der Verbraucher, der den größten Teil seiner elektrischen Energie aus der Batterie bezieht, allerdings nur für kurze Zeit während des Motorstarts. Kombiniert man beides über integrierte Starter-Generator-Systeme, spricht man von einem Integrated Starter Alternator, kurz ISA. Damit lässt sich die Bremsener-

gie wieder per Rekuperation zurückgewinnen. Ein Start-Stopp-System ist so ebenfalls leichter realisierbar und durch die Unterstützung des Verbrennungsmotors beim Anfahren lässt sich wahlweise Kraftstoff sparen oder der Antrieb für mehr Beschleunigung nutzen.

Ein System mit Startergenerator ermöglicht auch die Stromversorgung von Zusatzgeräten wie der elektrischen Servolenkung und der Klimaanlage. Die neuesten integrierten Generatoren werden mit Kommunikations-Protokollen wie LIN oder BSS digital gesteuert. Je nach Fahrzeug kommen Startergeneratoren entweder als 12-Volt- oder 48-Volt-System zum Einsatz. Letztere versprechen Vorteile bei der Spannungsversorgung, die stabiler ist, und es können auch weitere elektrische Verbraucher wie beispielsweise ein zusätz-

Kurzfassung

Hybridfahrzeuge vereinen die Vorteile von Verbrenner- und Elektrofahrzeugen. Gerade Mild-Hybrid-Fahrzeuge helfen bereits bei der Kraftstoff-Ersparnis und lassen sich recht einfach mit einem Startergenerator realisieren.

licher elektrischer Verdichter angetrieben werden.

Bis 2.000 Newton belastbar

Riemen-Starter-Generatoren (RSG) gibt es von verschiedenen Herstellern, unter anderem von Continental. Bis zu fünfzehn Prozent Kraftstoff und entsprechende CO₂-Emissionen sollen sich dabei laut Conti sparen lassen. Der Riemen der RSG ist dabei großen Belastungen ausgesetzt. Häufige Lastrichtungswechsel bei hohen Lasten und Zugkräften sind echte Herausforderungen, denn bis zu 2.000 Newton muss der Keilrippenriemen aushalten können. Continental hat dafür ein besonders widerstandsfähiges Material entwickelt: Ein patentiertes Deckgewebe aus Baumwolle und Polyamid verleiht ihm Robustheit auf der Rippsseite. Der Riemen selbst besteht aus einer verstärkten Elastomer-Mischung mit hohem Faseranteil. So kann er den hohen Anforderungen im Riemen-Starter-Generator-Trieb lange standhalten – und dadurch zu einem niedrigeren Kraftstoffverbrauch und geringeren CO₂-Emissionen beitragen. Laut Continental haben P0-Mild-Hybrid-Systeme mit einem 48-Volt- oder Hochvolt-Riemenstartergenerator das Potenzial, auch künftige CO₂-Vorschriften zu erfüllen.

Auch Schaeffler entwickelt die Komponenten für P0-Antriebe konsequent weiter. Mittlerweile erreichen die Leistungen von P0-Systemen über 15 Kilowatt. Zudem setzt das Unternehmen auf die Kombination mit weiteren Maßnahmen im Ventiltrieb, um zusätzliche Effizienzsteigerungen zu realisieren. Ein neues, einfach zu implementierendes System nennt

Unterschiedliche Hybrid-Typen

Die Kombination von Verbrennungs- und Elektromotor ist in unterschiedlichen Varianten möglich. Bei einem seriellen Hybrid hat der Verbrennungsmotor nur die Aufgabe, einen Generator zu unterstützen. Bei einem parallelen Hybrid unterstützt der Elektromotor den Verbrennungsmotor, der mechanisch mit den Rädern verbunden. Folgende Hybridvarianten gibt es noch:

- **Mikro-Hybrid**
Ein Startergenerator dient als Anlasser und Lichtmaschine.
- **Mild-Hybrid (BAHV)**
Der Elektromotor unterstützt den Verbrennungsmotor, beispielsweise beim Beschleunigen, kann aber selbst das Auto nicht alleine bewegen.
- **Vollhybrid (HEV) oder Plug-In-Hybrid (PHEV)**
Der Elektromotor unterstützt wahlweise den Motor und kann das Fahrzeug aber auch selbst antreiben. PHEVs lassen sich zudem extern aufladen.

Schaeffler „Smart OverRun System“ oder kurz SORS. SORS kombiniert die elektromechanischen Ventiltriebssysteme von Schaeffler. Die Möglichkeit zur Abschaltung der Auslassseite über schaltbare Rollenschlepphebel (Schaeffler-eRocker-System) und den elektrischen Einlassnockenwellen-Versteller wird genutzt, um im P0-System mehr Energie durch eine Reduzierung der Schleppmomente zu rekurrieren und die elektrische Energie effizienter einzusetzen. Das SORS-System ermöglicht zudem einen Antrieb des Fahrzeugs über den P0-Riementrieb, um einen erweiterten, elektrischen Segelbetrieb zu realisieren. Neben dem messbar niedrigeren CO₂-Ausstoß ist das Gesamtsystem auch in der Lage, das Schadstoffemissionsverhalten des Fahrzeugs abzusenken.

Der französische Zulieferer Valeo bietet sowohl 12-Volt als auch 48-Volt-Riemenstarter-Generatoren an. Die 48-Volt-Bandstarter-Generatorfamilie

wird bei Valeo als iBSG (Integrated Belt Starter Generator) bezeichnet. Die Entwicklung begann bei Valeo bereits im Jahr 2003 mit der Erfindung des Stopp-Start-Systems und der Einführung des ersten 12V-Belt-Starter-Generator oder „iStARS“ im Jahr 2004. 2008 stellte der Hersteller zudem das 48-Volt-Hybrid4All-Konzept vor, bei dem die Leistung des Riemenstarter-Generators erhöht wurde, um den Kraftstoffverbrauch weiter zu reduzieren. Infolgedessen nahm Valeo 2017 die Produktion auf und hat heute laut eigenen Angaben einen Anteil von 40 Prozent am weltweiten Auftragseingang für 48-Volt-Systeme. Der 48V BSG ist die Basis für die technologische Plattform mit riemengeführten Startergeneratoren, die bis zu zwölf Kilowatt erzeugen, oder Startergeneratoren, die im Getriebe oder an der Hinterachse integriert sind und bis zu 25 Kilowatt erzeugen, um einen noch höheren Grad an Hybridisierung zu erreichen.

Alexander Junk



Foto: AS-PL

Eine typische Lichtmaschine, um Strom für die Starterbatterie von Verbrennern zu liefern.



Foto: Schaeffler

Das P2-Modul verbindet E-Antrieb und Kuppelung mit dem Getriebe.



Foto: Schaeffler

Die häufigste Mild-Hybrid-Variante ist die P0-Ausführung mit Riemen.