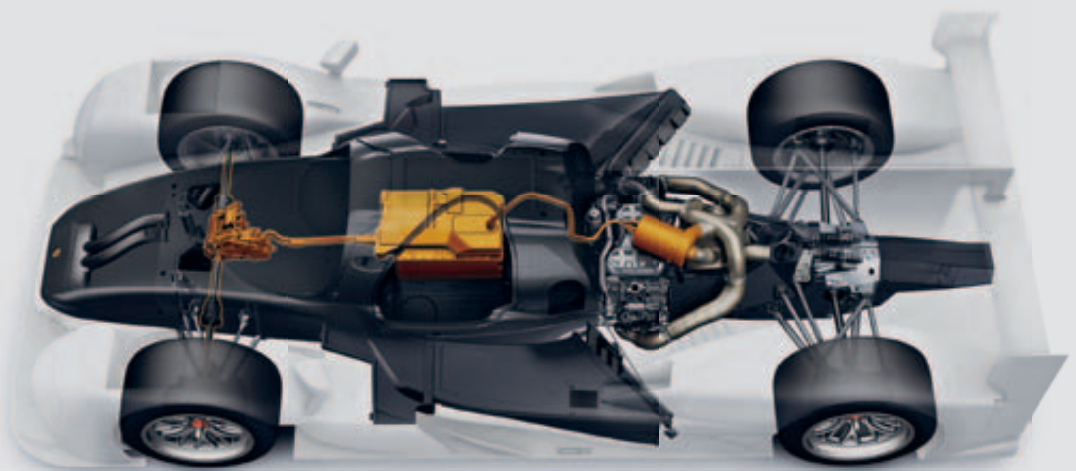


Batterieentwicklung für den 919 Hybrid

Im Rahmen der Entwicklungstätigkeiten für die Rückkehr nach Le Mans hat sich Porsche dazu entschieden, die Batterieentwicklung intern vorzunehmen. Porsche Engineering hat in den letzten Jahren bereits eine Vielzahl an Batterieprojekten erfolgreich durchgeführt und übernahm für das neue LMP1-Rennfahrzeug die Energiespeicherentwicklung – von der mechanischen Struktur über die gesamte Systemsteuerung bis hin zum Testing.

Text: Michael Fürstner

Zwei Rekuperationssysteme machen den 919 Hybrid zum echten Porsche. Die Abgasenergie-Rückgewinnung ermöglicht die Ladung der flüssigkeitsgekühlten Lithium-Ionen-Batterie nicht nur beim Bremsen, sondern nun auch beim Gasgeben.



Die Entwicklung des Energiespeichers für den 919 Hybrid stellte die Ingenieure vor unterschiedlichste Herausforderungen:

Gewichtsprobleme und Platzmangel

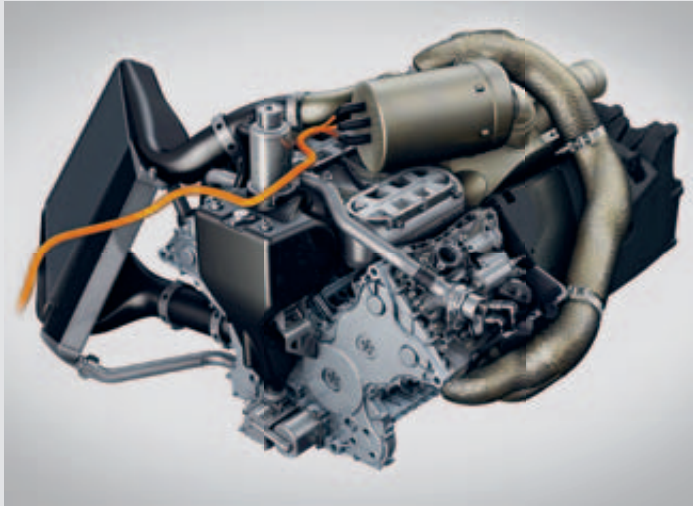
Ein niedriges Systemgewicht ist eine grundsätzlich hohe Anforderung und steht damit auch im Motorsport in der Prioritätenliste ganz oben. Auch der sehr beschränkt verfügbare Bauraum innerhalb des Fahrzeuges forderte die Ingenieurinnen und Ingenieure heraus. Das gesamte System befindet sich aus Sicherheitsgründen neben dem Fahrer im Monocoque – im crashgeschützten Bereich mit nur wenigen Millimetern Luft zu den angrenzenden Bauteilen. Es musste somit ein im Bauraum minimierter, außerge-

wöhnlich kleiner und leichter Energiespeicher entwickelt werden, ohne dabei Kompromisse hinsichtlich der elektrischen Systemleistung einzugehen. Denn die elektrische Antriebsmaschine an der Vorderachse des LMP1 verfügt über eine Leistung von mehr als 220 kW (300 PS), die natürlich ausreichend und zuverlässig versorgt werden muss.

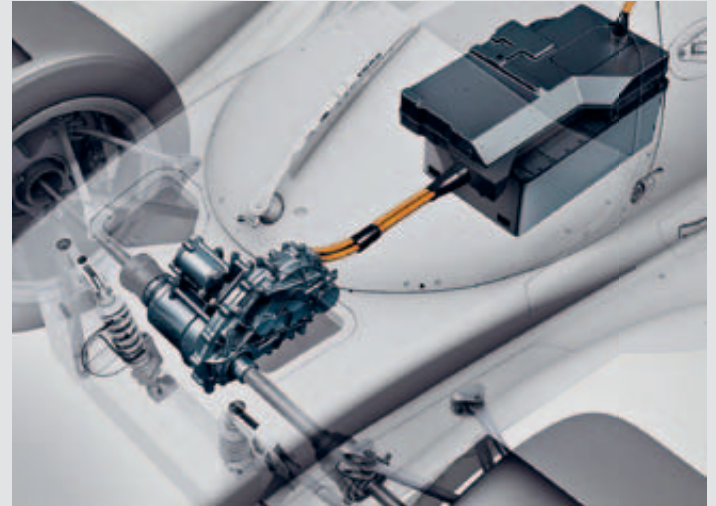
Hochspannung

Gespeichert wird die elektrische Energie in Lithium-Ionen-Zellen von A123 Systems, die speziell für diese Motorsportanwendung entwickelt wurden und über ein besonderes Schweißverfahren zu kompakten Modulen zusammengefasst werden. Dabei hat jedes einzelne Modul weniger als 60 Volt. Diese

Modulbauweise ist unter anderem aus Sicherheitsaspekten bei der Montage des Gesamtsystems wichtig, da in Gleichstromanwendungen der Hochvoltbereich bei 60 Volt beginnt und damit bereits im gesundheitsgefährdeten Bereich liegt. Die Gesamtsystemspannung des 919 Hybrid liegt deutlich über den in Elektrofahrzeugenanwendungen heute üblichen 300 bis 400 Volt. Höhere Spannungen erlauben kleinere Querschnitte der laststromführenden Teile, was wiederum zu reduziertem Gewicht führt. Allerdings standen die für die Entwicklung der Speichersteuerung benötigten Bauteile nicht unmittelbar bei Lieferanten zur Verfügung – die Systemspannungen in diesem Bereich sind beispielsweise in Lokomotiven zu finden, welche aus Traktionsgründen allerdings eher auf



Performance und Effizienz: ein V4-Zylindermotor mit Benzindirekteinspritzung, Turboaufladung und Abgasenergie-Rückgewinnungssystem für den Porsche 919 Hybrid.



Der Single-Elektromotor verteilt seine Kraft bei Bedarf über ein Differenzial an beide Vorderräder, die hochmoderne Batterie-Energiezentrale ist mittig im Fahrzeug positioniert.

ein hohes Eigengewicht ausgelegt sind. Somit mussten alle erforderlichen Bauteile individuell entwickelt und angefertigt werden.

Langlebigkeit

Die Kühlung des Energiespeichers ist für die Lebensdauer von großer Bedeutung. Im 919 Hybrid führt die rechnerisch über Computational Fluid Dynamics (CFD) ausgelegte und ermittelte Flüssigkeitskühlung die Verlustwärme so zielsicher ab, dass unter Volllast im Betrieb über den gesamten Energiespeicher hinweg nur eine sehr kleine thermische Spreizung auftritt. Alle verbauten Zellen werden also thermisch und auch elektrisch sehr gleichmäßig belastet, was die Langlebigkeit des gesamten Energiespeichers positiv unterstützt.

Testing bis zum Limit

Die mechanischen Belastungen aller Komponenten in einem Rennfahrzeug sind enorm. Durch die extremen Gesamtsystem-Antriebsleistungen der aktuellen LMP1-

Hybridfahrzeuge und den auch im 919 Hybrid eingesetzten Allradantrieb erreichen die Fahrzeugbeschleunigungen vor, in und nach jeder Kurve durch den extremen Grip fast Formel-1-Niveau. In der Höchstgeschwindigkeit liegen die LMP1 sogar etwas darüber, so wurden dieses Jahr in Le Mans über 330 km/h erreicht.

Im Fahrbetrieb müssen alle Bauteile die durch das extrem starre Monocoque weitergeleiteten Vibrationen aushalten, sowohl die Vibrationen des Antriebsmotors als auch jene aus den Straßenunebenheiten. Die in vielen Kurven vorhandenen Curbs (Streckenbegrenzungen) haben mehrere Zentimeter hohe Querrillen, durch die ein Fahrzeug beim Überfahren ordentlich durchgeschüttelt wird. Aus diesem Grund musste die Lagerung des Energiespeichers so ausgelegt werden, dass eben diese Belastungen bestmöglich gedämpft werden können, wobei weiterhin minimaler Platzbedarf und niedrigstes Gewicht als Bedingungen galten.

Um die Funktionalität sicherzustellen, wurde das neu entwickelte System schließlich auf den Prüfstand gestellt. Dort musste

es auf dem hydraulischen Shaker viele Stunden bei maximaler Vibrationsanregung standhalten. Zusätzlich wurde im Rahmen der Homologation durch einen Crashversuch die Lagerung und Befestigung des Speichers überprüft und gewährleistet.

Systemsteuerung und Kontrolle

Ein wesentlicher Bestandteil des Systems stellt die integrierte Steuerungseinheit dar. Diese beinhaltet verschiedene Bauteile, z. B. Crash- und Stromsensoren, Relais zum Abschalten des Systems und von einzelnen Komponenten, Vorladewiderstände und Schnittstellen für die Leistungselektronik, die Sicherung sowie das Batteriemanagementsystem (BMS). Das BMS überwacht das gesamte Speichersystem, angefangen von den Temperatur- und Spannungswerten der einzelnen logischen Zellen, über die Berechnung des Ladezustandes mittels spezieller Algorithmen bis hin zur Auswertung der Crash-Sensorsignale. ■