

Hybridantrieb: Ein Kompromiss oder das Beste aus zwei Welten?

Bei einem optimalen Hybridantrieb können der Verbrennungsmotor und die elektromotorischen Komponenten ihre jeweiligen Vorzüge perfekt ausspielen. Im Zusammenwirken entsteht kein Kompromiss, sondern echter Mehrwert. Mit Leistungsschub durch Boosting beispielsweise oder Allradantrieb dank P4-Hybridisierung. Und das bei verringertem CO₂-Ausstoß und ohne Reichweitenangst.

Das CTI SYMPOSIUM USA stellt Fragen – und präsentiert die Antworten

Die größte Stärke des Hybridantriebs besteht in seiner außerordentlichen Vielseitigkeit. Das Spektrum reicht von der günstigen 48-Volt-Lösung bis zum aufwendigen Plug-in-Hybrid. Es lassen sich die unterschiedlichsten Architekturen jeweils mit zahllosen Varianten realisieren. Welche Alternativen sind vielversprechend? Welche Methoden führen zum Ziel? Was sind die aktuellen Trends? Wie sieht es mit der Nachhaltigkeit aus? Beim CTI SYMPOSIUM USA steht die Hybridisierung weit oben auf der Agenda. Unser breit gefächertes Programm mit geballter Information in den elf Sessions und spannenden Diskussion im Plenum spiegelt die ganze Vielfalt dieses Top-Themas wider.

Mit intelligenten Strategien – vom Lastenheft zur Lösung

Beispielhaft zeigen drei Referenten in ihren Vorträgen auf, wie sich aus der Fülle an Optionen systematisch diejenigen Lösungen herausfiltern lassen, mit denen sich sämtliche Vorgaben und Entwicklungsziele für die jeweilige Anwendung optimal erfüllen lassen.

Programmierter Fortschritt – vergleichen und verbessern

Beim Powertrain Design bieten sich aufgrund der großen Bandbreite möglicher Konzepte oftmals ganz unterschiedliche Lösungen an. Wie lassen sich die gegebenen Alternativen präzise und objektiv beurteilen und miteinander vergleichen? Diese Frage beantwortet **Christian Sieg (Technische Universität Braunschweig, Deutschland)** in seinem Vortrag. Seine Analyse konzentriert sich auf gängige, auf dem Markt angebotene Antriebsstrang-Konzepte für das C-, D- und E-Segment. Diese unterscheiden sich deutlich in ihrer Komplexität und Charakteristik. Der Schwerpunkt liegt auf DHTs, die zukünftig eine besonders wichtige Rolle spielen dürften. Beim Identifizieren von erfolgversprechenden Konzepten und Antriebsstrang-Designs bilden Fahrleistungen und Effizienz wichtige Vergleichskriterien. Darüber hinaus werden verschiedene

Benchmark-Parameter hinzugezogen. Im Mittelpunkt des Gesamtprozesses steht ein eigens entwickeltes modulares Simulationsmodell. Dieses ist mit einem intelligenten Algorithmus gekoppelt, der es ermöglicht Antriebsstrang-Designs, die definierte Anforderungen an die Fahrleistung erfüllen, mit reduzierter Rechenzeit zu identifizieren. Mit Hilfe der eingesetzten Simulation Tool Chain lassen sich intensive Optimierungsprozesse mit dem Vergleich und der Bewertung einer großen Anzahl von Hybridantriebssträngen in kurzer Zeit durchführen.

Konzept und Komponenten – der Erfolg steckt im Detail

Einen anderen Weg zur optimalen Lösung beschreibt **Dr. Stephen Jones (AVL List, Österreich)** bei der Konfiguration eines DHT-Antriebsstrangs. Er skizziert eine leistungsfähige und skalierbare Methodik für eine gegebene Anwendung, die bereits in einer frühen Konzeptphase ansetzt. Ihr Ziel ist im ersten Schritt eine schnelle und optimale Auswahl aus zahlreichen alternativen Konfigurationen. Auf eine anschließende Optimierung folgt eine schrittweise vertiefte, auf Co-Simulation basierende Analyse der Leistungsmerkmale einzelner Komponenten. Dieser kombinierte Optimierungs- und Co-Simulationsansatz ermöglicht die Identifizierung der vielversprechendsten Antriebsstrang-Konfigurationen für die jeweilige Anwendung und anschließend die verfeinerte Definition der Komponenten-Eigenschaften, um die Kompromisse zwischen Fahrzeuleistung, Fahrbarkeit und Komfort, Kraftstoffeffizienz und Emissionen sowohl über den Zertifizierungs- als auch den RDE-Zyklus zu optimieren.

Generell gilt es zu bedenken, dass die verschiedenen Konfigurationen (parallel, seriell und Power Split), die durch DHT-Konzepte auf Basis der neuesten ICE-Technologie (z.B. Dedicated Hybrid Engine) realisiert werden, unterm Strich recht ähnliche Gesamtwirkungsgrade aufweisen. In diesem Sinne gibt es wahrscheinlich nicht nur eine einzige, ultimative Konfiguration. Stattdessen müssen verschiedene Hybridgetriebekonzepte in der frühen Konzeptphase der Entwicklung zuverlässig und schnell bewertet werden. „Letztlich ist die Auswahl der richtigen Eigenschaften der Antriebsstrang-Komponenten sowie die Gewährleistung ihrer korrekten Systemintegration der Schlüssel zur Optimierung des gesamten hybridisierten Antriebsstrangs für die geplante Anwendung“, postuliert Dr. Stephen Jones.

Modulare DHT-Plattform – konzipiert mit Blick auf 2025+

Mit der optimalen Konfiguration des Hybrid-Antriebsstrangs für zukünftige Fahrzeugflotten befasst sich **Erik Schneider (IAV, Deutschland)**. Das vorgestellte Projekt konzentriert sich auf eine neue, modulare Hybridplattform für Kleinwagen bis hin zu großen SUVs mit Front-Quer-

Fahrzeugarchitekturen. Im ersten Schritt des dargestellten Entwicklungsprozesses wird der allgemeine Kompromiss zwischen Hybridfunktionalitäten, Kundenanforderungen, Systemkomplexität und Kosten diskutiert. Des Weiteren erfolgt eine Charakterisierung der funktionalen Potenziale und Grenzen verschiedener Antriebsstrang-Topologien. Einen weiteren Schwerpunkt bildet die optimale Auslegung von Verbrennungsmotoren. Mit Hilfe der Powertrain Synthese Methodik von IAV gelingt es, jede der vordefinierten Hybridgetriebe-Topologien mit einer großen Parametervariation zu untersuchen.

Als Ergebnis dieses systematischen Entwicklungsprozesses präsentiert Erik Schneider eine Dedicated Hybrid Transmission (DHT)-Plattform mit einem und zwei Elektromotoren, die sich durch ein perfektes Trade-off zwischen Leistung, Energieverbrauch und Kosten auszeichnet. Die Plattform-Modularität umfasst sowohl ein parallel integriertes Ein-Motor-DHT als auch ein erweitertes Zwei-Motor-DHT. Mit der Zwei-Motoren-Version wird die elektrische Leistung erhöht und die Funktionalität zu einem kombinierten Hybrid einschließlich seriellem Hybridmodus erweitert. Zusätzlich kann eine elektrische Hinterachse hinzugefügt werden, mit der sich die Möglichkeit für einen elektrischen Allradantrieb eröffnet. Der detaillierte Einblick in das Design der Plattform und ihre wichtigsten Subsysteme wie Basismechanik, on-demand Aktuatorik, Elektromotoren, Leistungselektronik und Batterie verspricht interessante Erkenntnisse.

Nachhaltige Powertrain Systeme für morgen – von konkreten Szenarien zu technischen Lösungen

Die nächste Antriebsstrang-Generation wird geprägt sein von einer verschärften globalen CO₂-Gesetzgebung einerseits und von den veränderten Mobilitätsanforderungen der Endkunden andererseits. Dabei wird von künftigen Powertrain-Systemen mit zunehmender Dringlichkeit erwartet, dass sie zu einer nachhaltigen Mobilität beitragen.

„Gefragt sind Mobilitätsangebote, die sich an den Bedürfnissen der Endkunden orientieren“, stellt **Dr. Christoph Danzer (IAV Deutschland)** in seinem Vortrag fest. Die präsentierte Methodik steigt mit einer ganzheitlichen Mobilitätsbetrachtung ein. Sie gibt unter anderem eine Antwort auf die Frage, wie sich die Einflüsse des Marktes und umweltpolitische Vorgaben auf das Nutzerverhalten auswirken. Auf Basis verschiedener Mobilitätsszenarien lässt sich eine Vielzahl von hybriden und rein elektrischen Antriebssystemen generieren. Es folgt eine systematische Optimierung, wobei die CO₂-Bilanz (Tank-to-Wheel, Well-to-Wheel, Cradle-to-Grave), der Einsatz von Primärenergie und die Produktionskosten in die Nachhaltigkeitsberechnungen einfließen. Darüber hinaus gilt es, die Einstellungen des Antriebsstrangs auf Flottenebene weiter zu optimieren. Das Ziel ist es, Plattformsysteme für Hybrid- und Elektrofahrzeuge mit einem Minimum an Carry Over Parts zu

entwickeln und die Gesamtkosten zu reduzieren. Abschließend werden modulare Antriebsstrangsysteme verschiedenen Fahrzeugsegmenten zugeordnet. Mit der Kombination von Verbrennungsmotoren mit dedizierten Hybridgetrieben und einem oder zwei Elektromotoren in verschiedenen elektrischen Achskonfigurationen mit Einstufen- bis hin zu nahtlos schaltenden Mehrstufengetrieben endet diese innovative Tool Chain. In seinem Vortrag präsentiert Dr. Christoph Danzer speziell für den US-Markt aktualisierte Mobilitätsszenarien und bietet interessante Prognosen für 2030.

Elektrifizierter AWD – Effizienz auf vier Rädern

Insbesondere in Nordamerika gilt ein Allradantrieb aufgrund der topografischen und klimatischen Bedingungen sowie der Anforderungen seitens der Kunden oftmals als unverzichtbar. Allerdings hat ein konventioneller, allein über den Verbrennungsmotor betriebener Allradantrieb negative Auswirkungen auf den Kraftstoffverbrauch. In seinem Vortrag plädiert **Simon Kaimer (Magna Powertrain, Österreich)** deshalb für eine Elektrifizierung des Allradantriebs. Beschrieben wird der Systemansatz, der zur Beherrschung von Funktionalität und Kosten erforderlich ist. Wichtige Themen sind unter anderem elektrifizierte und mechanische Standardkomponenten, die Integration der Fahrzeugdynamik in die Systemsoftware, die Reduzierung der Hardware-Komplexität sowie Optionen für OEM-spezifische Funktionsdesigns. Die beschriebenen hybridisierten Allradantriebe ermöglichen eine Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs bei gleichzeitiger Beibehaltung oder sogar Erhöhung der AWD -Vorteile. Der Allradantrieb wirkt sich positiv auf die Fahrzeugdynamik in Längs- und Querrichtung aus. Daraus resultieren wesentliche Nutzeffekte wie mehr Traktion, Fahrspaß und Sicherheit sowie eine verbesserte Steig- und Schleppfähigkeit. Weitere Vorteile ergeben sich aus kundenspezifischen Lösungen entsprechend den unterschiedlichen Nutzeranforderungen. Ob kostengünstige 48-Volt-Systeme, Hochleistungs- und Off-Road-Antriebe (Plug-in und Hochspannung) oder elektrifiziertes Torque Vectoring – die Kombination von Hybridantrieb und AWD erweist sich als vielseitiges und effizientes Doppel.

48-Volt-Hybridplattform: niedrige Spannung und hohe Effizienz

Wenn es darum geht, mit vergleichsweise geringem Aufwand einen hohen Nutzen zu erzielen, bietet die 48-Volt-Hybridisierung überzeugende Vorteile. **Dr. Thomas Hackl (Magna Powertrain, Österreich)** präsentiert eine neue modulare, skalierbare 48-Volt-Plattform und erläutert detailliert

die einzelnen Stufen des Entwicklungsprozesses. Das integrationsfreundliche Konzept zeichnet sich durch ein hohes Rekuperationspotential aus und bietet dem Kunden die Vorteile von Traktionsunterstützung und begrenztem rein elektrischem Fahren. In der ersten Projektphase wurde ein P4-Gesamtsystem mit einer maximalen Motordrehzahl von 50.000 U/min auf dem Prüfstand erfolgreich getestet. Bei der anschließenden Skalierung auf die Anforderungen der Kunden erfolgte die Optimierung von Wirkungsgrad, Lebensdauer, Kühlung sowie NVH- und EMC-Verhalten mit Hilfe detaillierter Simulationsmethoden. Darunter auch die Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) Methode für Simulationen im Bereich des Thermomanagements. Das im nächsten Schritt entwickelte Plattformdesign für die Serienproduktion umfasst den Drehzahlbereich von 20.000 bis 35.000 U/min und deckt das Leistungsspektrum von 17kW bis 25kW ab. Diese Motorplattform mit Außendurchmessern von 125mm bis 166mm wird hauptsächlich in Anwendungen mit sehr anspruchsvollen Anforderungen ans Package in P2.5-, P3a- und P4-Architekturen verwendet werden. Der CO₂-Vorteil solcher 25kW-Systeme beträgt bis zu 21%, je nach Fahrzeug- und Systemkonfiguration. Die Plattform verfügt über eine überlegene Leistungsdichte, einen einzigartigen Hochgeschwindigkeitsverlauf bis zu 35.000 U/min und einen exzellenten Gesamtwirkungsgrad.

Das CTI SYMPOSIUM USA – der kürzeste Weg vom Problem zur Lösung

Die Notwendigkeit, schnelle Entscheidungen zu treffen, wächst beständig. Zugleich steigt die Komplexität der Problemstellungen. Das CTI SYMPOSIUM USA ist die perfekte Plattform für top-aktuelle und praxisnahe Information. Was heute in den Fachvorträgen präsentiert wird, erobert vielleicht schon morgen den Markt. Entdecken Sie auf der digitalen CTI SYMPOSIUM EXPO genau den Baustein, den Sie gesucht haben. Und nutzen Sie auch in herausfordernden Zeiten unsere auf intensives Networking ausgerichtete Plattform, um neue Kontakte zu knüpfen und im Gespräch zu bleiben. Willkommen beim CTI SYMPOSIUM USA!