

# Konfiguration von Hybridantriebssträngen mittels Simulation

Neue Antriebskonzepte für Pkw bedeuten neue Anforderungen an die Entwicklung. Bei der Auslegung konventioneller Antriebe kann auf umfassendes Know-how vieler Experten zurückgegriffen werden. Bei neuartigen Triebsträngen zeigt sich immer wieder, dass in den Einzelgewerken zwar sehr große Kompetenz vorhanden ist, die Übersicht über das Gesamtsystemverhalten aber häufig nicht präsent ist oder verloren geht. Die Komplexität von Hybridfahrzeugen erfordert Hilfsmittel, die es den Entwicklern erlauben, die Folgen von Änderungen an einzelnen Komponenten und Funktionen auf das Gesamtverhalten zu beurteilen. Die IAV GmbH und die Consulting4Drive GmbH (C4D) schlagen vor, 10 % des Entwicklungsbudgets in die Simulation zu investieren.

## 1 Eine Matrix für richtige Produktentscheidungen

Wird die Simulation zielgerichtet in die Produktentwicklungsstrategie eingebunden, können Entwicklungskosten und -zeiten deutlich reduziert werden. Das geschieht in der Entwicklungspraxis frühestens, wenn die wesentlichen produktbeschreibenden Parameter bereits gesetzt sind. Dieses Potenzial lässt sich allerdings erheblich steigern, wenn man mittels Simulation die konzeptionellen Unterschiede der verfügbaren Antriebsstrangkonzeppte bereits in die Produktentscheidungsphase einfließen lässt und so den wirtschaftlichen Erfolg absichert.

Bei steigendem Wettbewerbsdruck ist es essentiell, mit neuen Konzepten nicht nur das Grundbedürfnis nach Mobilität zu erfüllen, sondern zielgerichtet zur richtigen Zeit in dem richtigen Markt ein genau auf die Zielkundenbedürfnisse zugeschnittenes Produkt anzubieten. Dabei erhöht sich die Komplexität der Entscheidung mit der Anzahl der zu beachtenden Parameter. Während die zulassungsrelevanten gesetzlichen Vorgaben kontinuierlich steigen und neue Konzepte erforderlich machen, reichen die Bedürfnisse der Autokäufer von Hochleistung bis Umweltverträglichkeit und sind oft weit auseinander. Neue Konzepte erfordern oft hohe Investitionen bei OEMs und Zulieferern. Dem entsprechend hängt der wirtschaftliche Erfolg wesentlich davon ab, sich bei der Produktentscheidung nicht von vornherein auf ein Erfolg versprechendes Antriebsstrangkonzeppt festzulegen, sondern die

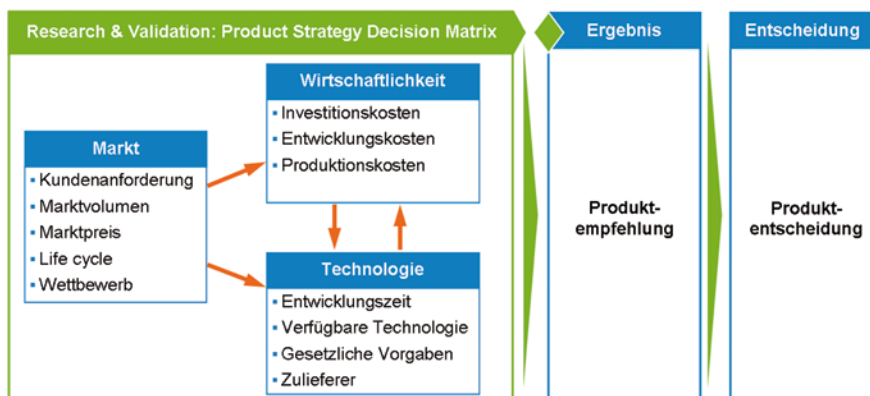
technischen Möglichkeiten fundiert anhand der richtigen Kriterien zu bewerten. Eine geeignete Methode dazu bietet die Product Strategy Decision Matrix (PSDM), die von der Consulting4Drive GmbH in Zusammenarbeit mit der IAV GmbH entwickelt und in diversen Projekten validiert wurde, **Bild 1**.

Durch eine erste Markt- und Zielkundenanalyse werden die kundenrelevanten Sollparameter des zu entwickelnden Produkts für die verschiedenen Märkte sowie zu erwartende Absatzvolumina über den Produktlebenszyklus ermittelt.

Die Simulation liefert hierbei schon in einer sehr frühen Phase neben einer konkreten, belastbaren Beschreibung der konzeptbedingt erzielbaren Eigenschaften wie Fahrtdynamik und Verbrauch eine erste Auslegung der benötigten Komponenten. Konzeptvarianten können in schnellen Iterationen dargestellt werden. Auf dieser Basis lassen sich die zu erwartenden Entwicklungs- und Herstellungskosten fundiert abschätzen und mögliche Synergien innerhalb der Produktpalette erkennen. Die Bewertung erfolgt auf Basis der resultierenden Geschäftsmodelle. Dabei können schon relativ geringe konzeptionelle Unterschiede den Return on Invest erheblich verschieben.

## 2 Simulation im Entwicklungsprozess

Die Simulation konsequent einzusetzen, bietet die Chance, den gesamten Entwicklungsprozess besser zu beherrschen.



**Bild 1:** Markt-, Wirtschaftlichkeits- und Technikaspekte im Zusammenspiel bei der Produkt- und Investitionsentscheidung

## Die Autoren



**Dr.-Ing. Michael Lindemann** leitet das Team Antriebskonzepte im Fachbereich Getriebe- und Hybridsysteme der IAV GmbH in Berlin.



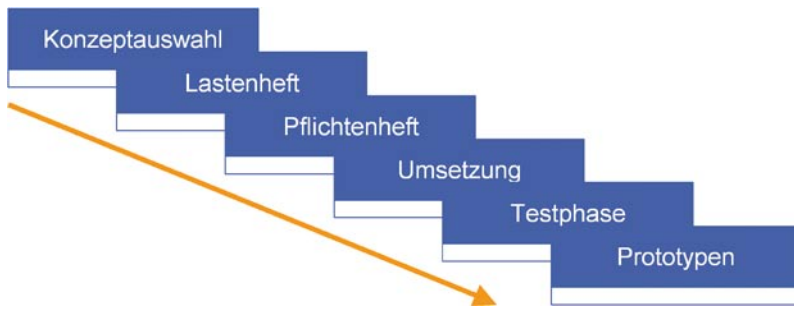
**Dr.-Ing. Thieß-Magnus Wolter** leitet die Abteilung Konzepte und Applikation im Fachbereich Getriebe- und Hybridsysteme der IAV GmbH in Berlin.



**Dr.-Ing. Rüdiger Freimann** leitet die Abteilung Fahrwerkmechanik im Fachbereich Systementwicklung der IAV GmbH in Berlin.



**Dipl.-Ing. Sandro Fengler** ist Manager in der Geschäftseinheit Entwicklung der Consulting4Drive GmbH in Berlin.



**Bild 2:** Phasen des Entwicklungsprozesses

Neben der Konzeptauswahl, die dem Produktentscheidungsprozess zugeordnet wird, zeigt **Bild 2** wesentliche Stufen im weiteren Entwicklungsprozess.

Nach einem erfolgreich abgeschlossenen Produktentscheidungsprozess bleiben unzählige Randbedingungen, die eine vollständige und in sich schlüssige Definition der Anforderungen zu einer unüberschaubaren Aufgabe machen. Das nachfolgende Beispiel verdeutlicht, welcher Nutzen von der Simulation in den sich anschließenden Teilprozessen erzielt werden kann, wenn sie als nachhaltiges Instrument im Projekt eingesetzt wird.

Ausgangspunkt dieser Betrachtung ist ein Konzept mit Startergenerator und elektrischem Antrieb, versorgt aus derselben leistungsbegrenzten Batterie. Beschleunigt der Fahrer bei abgeschaltetem Verbrennungsmotor, soll die maximale Antriebsleistung zur Verfügung gestellt werden. Ein Motorstart mit reduzierter Leistung führt in diesem Fall zu besserer Unterstützung durch die E-Maschine. Aus einem schnelleren Motorstart resultiert schneller verbrennungsmotorische Leistung, er verringert aber das Boostvermögen des E-Motors.

Im Lastenheft sollte das Überlastverhalten der Traktions-E-Maschine sowie des Startergenerators definiert worden sein, auf das im Falle eines solchen Szenarios zurückgegriffen werden kann. Anders herum hat die im Lastenheft definierte Beschleunigungszeit Rückwirkungen auf die Leistungsanforderungen an die E-Maschinen. Mit der vorhergehenden Fragestellung und den zwei verschiedenen Anforderungen tut sich ein typisches Spannungsfeld auf, das erst mit Simulation entschärft werden kann.

Eine weiterführende Sensitivitätsanalyse kann aufzeigen wie Leistungsabgabe

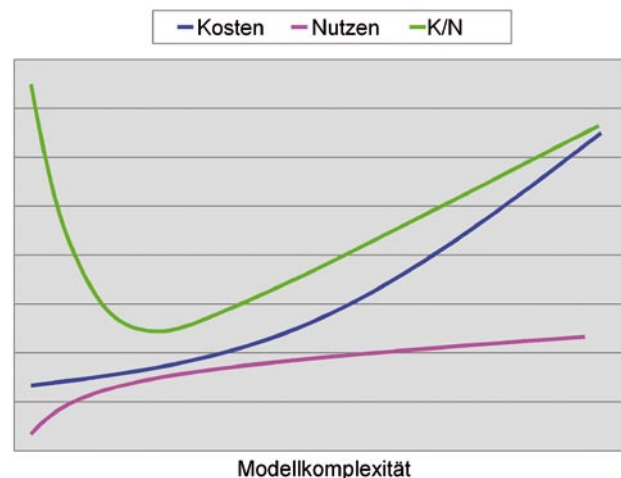
des Elektromotors und Beschleunigungszeiten im Zusammenhang stehen. Im Pflichtenheft weichen die Komponentenparameter üblicherweise von den Anforderungen ab. Die Sensitivitätsanalyse erlaubt, Rückschlüsse auf das Fahrzeugverhalten nicht nur für Fahrleistungswerte zu erhalten.

In der Umsetzungs- und Testphase sind meist Komponenten des Gesamtsystems verfügbar, mit denen Funktionen und Szenarien getestet und Anforderungen im Lastenheft überprüft werden. In der IAV GmbH werden an dieser Stelle Component-in-the-Loop-Simulationen eingesetzt. Dabei werden reale Komponenten in ein simuliertes Gesamtsystem eingebettet. Bei unserem Beispiel können Motorsteuergerät, Verbrennungsmotor und Startergenerator als Echttteile am Motorprüfstand betrieben werden, während das Restfahrzeug inklusive der Traktions-E-Maschine nur simuliert sind. Vollastbeschleunigungen können am Prüfstand dann ebenso überprüft werden wie der frühzeitige Einfluss der Betriebs-

strategie auf Kennwerte wie Verbrauch und Emissionen [2]. In umgekehrter Richtung erhält man aus den realen Komponenten Parameter zur verfeinerten Bedatung der Simulationsmodelle. Werden zudem vernetzte Steuergerätefunktionalitäten und das Zusammenspiel der physikalischen Komponenten in der Simulation nachgepflegt, erzielt man Modellierungstiefen, die den Einsatz für die Funktionsentwicklung und weiterführende Tests erlauben.

Während der Prototypenphase müssen die bestehenden Simulationsmodelle verifiziert werden. Auf dieser verbesserten Grundlage können robustere Analysen erfolgen und Modellvarianten gerechnet werden. Die Fehlersuche gestaltet sich in realen System häufig sehr aufwändig. Die Ermittlung der Fehlerursache ist messtechnisch bisweilen schwer zu bewerkstelligen. Ein Modell, das aus den vorhergehenden Prozessen auf aktuellem Stand gehalten wurde und die wesentlichen physikalischen Zusammenhänge beschreibt, kann die Fehlersuche deutlich vereinfachen.

Mit fortdauernder Entwicklung steigen die Anforderungen an die Simulationsmodelle. Nur konsequentes Weiterführen und Pflegen der Modelle kann in den entsprechenden Phasen einen Mehrwert garantieren. Eine Unterbrechung des Modellpflegeprozesses während des laufenden Projekts kann in der Regel nicht mehr hinreichend aufgeholt werden. Der Simulationsprozess muss daher besonders benutzerfreundlich gestaltet werden.



**Bild 3:** Kosten-Nutzen-Verhältnis beim Einsatz der Simulation

### 3 Anforderungen an das Simulationskonzept

Aus den zuvor erläuterten Aspekten können spezielle Forderungen für einen entwicklungsbegleitenden Simulationsprozess abgeleitet werden:

- konfigurierbare, einheitliche Simulationsplattform
- Möglichkeit zur Gesamtfahrzeugsimulation
- modulares Simulationskonzept
- Möglichkeit der Vernetzung
- problemangepasste Modellierungstiefe.

Die Basis-Simulationsplattform soll dem Anwender die Möglichkeit bieten, einzelne Komponenten des Gesamtfahrzeugs aus funktionaler und physikalischer Sicht abzubilden. Die Modelle sollten hinsichtlich der Konfigurationen, der Parameter und der Simulationsergebnisse verwaltbar sein.

Die bereitgestellten Komponenten sollten auf einfache Art und Weise zu einem Gesamtfahrzeug verschaltbar sein. Eine strikte Trennung zwischen physikalischen Modellen und Steuergerätemodellen sollte sowohl auf der Komponenten- als auch auf der Signalseite gegeben sein. Jede Komponente sollte für sich alleine als auch im Gesamtfahrzeug funktional darstellbar sein. Dies ermöglicht den Einsatz in Hardware-in-the-Loop- und insbesondere in Component-in-the-Loop-Berechnungen. Die Simulationschnittstellen zwischen den einzelnen Komponenten sollten weitestgehend der realen Schnittstellen entsprechen.

Häufig existieren Komponentenmodelle bereits auf unterschiedlichen Simulationsplattformen und bieten eine entsprechende Detaillierungstiefe. Modifikationen am Modell können besser untersucht und die Gesamtfahrzeugsimulation stabiler aufgestellt werden, wenn kein expliziter Export der Modelle notwendig ist.

Abhängig von der Anwendung der Simulation, müssen unterschiedliche Detaillierungen der Modelle bereit gestellt werden. Gerade Zyklussimulationen und Sensitivitätsanalysen globaler Parameter bedingen eher einfache Modelle, während beispielsweise Fahrbarkeitsaussagen eine deutlich bessere Detaillierung erfordern [1]. **Bild 3** zeigt die prinzipielle Abhängigkeit zwischen der Modelltiefe und dem Modellnutzen. Das Optimum

stellt sich für ein gewisses Verhältnis ein. Diese Abhängigkeit kann nur umgangen werden, wenn das Komponenten-Know-how mit Hilfe eines Simulationswerkzeugs zusammengeführt werden kann.

### 4 Die Fahrdynamik berücksichtigen

Während die reine Längsdynamik und damit der Zyklusverbrauch bereits mit

einer guten Antriebsstrangsimulation grundlegend untersucht werden kann, müssen für eine Aussage zur Querdynamik und damit zur Fahrsicherheit weitere Fahrzeugeigenschaften eingezogen werden. In einer vernetzten Simulation von Antriebsstrang und Fahrwerk können folgende wesentlichen Einflussfaktoren auf Fahrdynamik und -sicherheit bereits in der Konzeptauslegung berücksichtigt werden:



## We care for cars – we care for KERS

### Sicherheit für Automobile

Mit dem neuen Isolationsüberwachungsgerät **iso-F1** sorgt Bender für Sicherheit in Hybrid- und Elektrofahrzeugen und in der Formel 1. **iso-F1** überwacht das komplette elektrische Antriebssystem von Fahrzeugen und bietet effektiv Schutz vor Stromunfällen und Brandgefahr. Mehr Infos unter [www.iso-f1.de](http://www.iso-f1.de)



BENDER Group

[www.bender-de.com](http://www.bender-de.com)

- Achsantriebskonzept (VA/HA/AWD)
- Positionierung der Hybridkomponenten und damit Massenverteilung/Schwerpunktlage
- Sicherheitsaspekte der Rekuperation im Zusammenspiel mit der Betriebsbremse
- Regeleingriffe der Bremselektronik (ESC, ASR/MSR)
- elektrischer Energiebedarf und notwendige Reserve für Lenkung und Bremse.

Achsantriebskonzept (Front-, Heck- oder Allrad), Massenverteilung (insbesondere Gewicht und Position der Batterie) und Rekuperations- und Schaltstrategien haben wesentliche Einflüsse auf das querdynamische Fahrzeugverhalten und damit auf die Fahrsicherheit des Fahrzeugs.

In einem konventionellen Antriebsstrang, dem lediglich ein Elektromotor zwischen Motor und Getriebe implantiert wurde, könnte eine simulative Untersuchung abweichender querdynamischer Einflüsse auf eine angepasste Schleppmomentregelung und ein geeignetes Sicherheitskonzept zur Abschaltung der Rekuperation reduziert werden. Das ESP könnte wohl auch in diesem Antriebsstrang ohne grundlegende Änderungen im Reglerkonzept als fahrdynamische Sicherheitsinstanz fungieren.

Soll jedoch ein hybrider Antrieb dadurch realisiert werden, dass einem frontgetriebenen Fahrzeug eine unabhängig elektrifizierte Hinterachse spendiert wird, entsteht ein Allradantrieb,

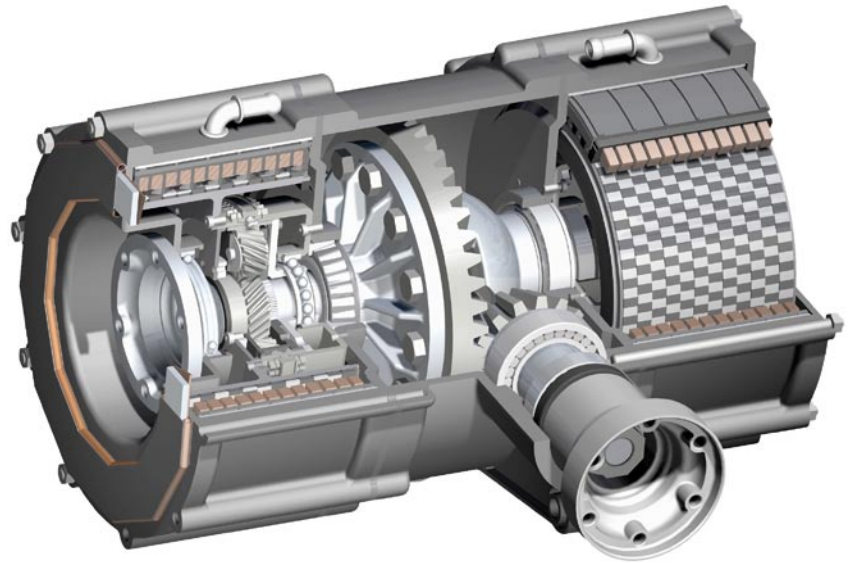


Bild 4: Torque-Vectoring-Getriebe der IAV

der über eine Allradkupplung aus Software verfügt. Antriebs- und Schleppmomente der Achsen sind hier weder in ihrem Verhältnis zueinander noch in ihrem Vorzeichen mechanisch verkoppelt!

Bereits die Simulation von einfachen Fahrmanövern wie Bremsen oder Beschleunigen in der Kurve mit zusätzlichen Momenten an der Hinterachse kann hier wesentliche Parametergrenzen der Fahrstrategie im Hinblick auf die Fahrsicherheit bestimmen helfen. Die Simulation des Gesamtkonzepts mit Antriebsstrang, Fahrstrategie und Fahrwerk bietet dabei Aussagen bis hin zur Darstellung und Bewertung möglicher Fehlerfälle (zum Bei-

spiel plötzlichem Schleppmoment an der Hinterachse), die eine Rückwirkung auf die Auslegung und Auswahl von Komponenten haben oder sogar ein gewähltes Konzept in Frage stellen können.

Alternative Antriebskonzepte für Hybrid- oder Elektrofahrzeuge sehen schon heute Radnabenmotoren oder, wie im Vorschlag der IAV [3], radindividuelle Elektromotoren an einem offenen Differential vor, Bild 4. Hierdurch kann – fahrdynamisch hoch wirksam – ein Antriebs- und Rekuperationsmoment radindividuell zugeteilt und damit ein stabilisierender, aber energievernichtender Bremsingriff in vielen Situationen vermie-

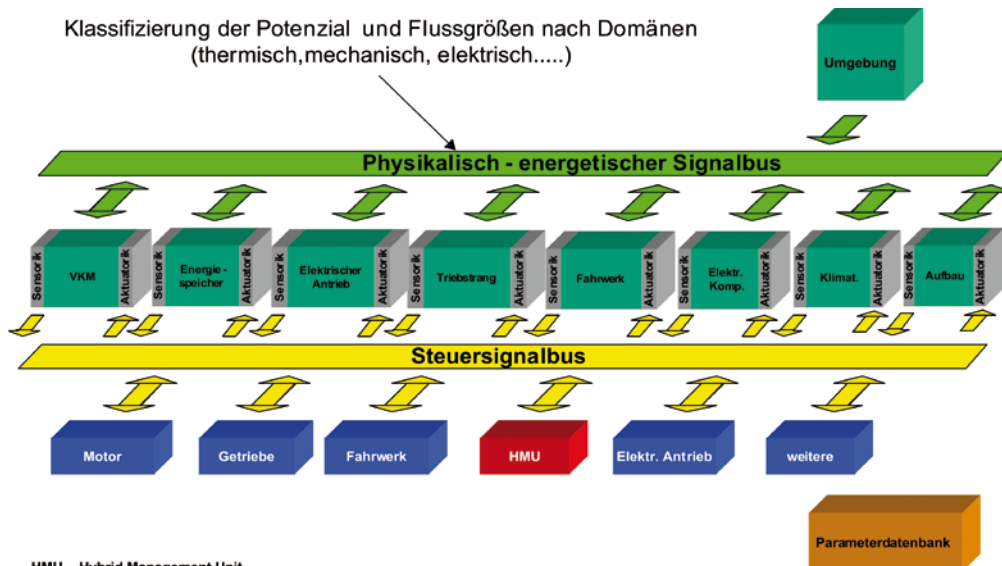


Bild 5: Konzept einer Simulationsumgebung für hybride Antriebskonzepte

HMU – Hybrid Management Unit

den werden. Die vernetzte Simulation von Längs- und Querdynamik gibt hier entscheidende Hilfestellung zur optimierten Auslegung der Komponenten im Hinblick auf Fahrdynamik und schafft Sicherheitsgewinn bei gleichzeitiger Verbrauchsreduzierung.

Unabhängig von dem zu untersuchenden Antriebskonzept bietet eine weiterführende Simulation der Fahrer-, Fahrbahn- und Fahrwerkseinflüsse auch entwicklungsbegleitend wichtige Erkenntnisse. Besonders gut kann das Zusammenspiel der Komponentenregler von Verbrennungsmotor, Getriebe und Elektromotor mit den aktiven Regelsystemen im Fahrwerk analysiert werden.

### 5 Vernetzte Simulation

Es wurde bereits ausgeführt, dass jedes Anwendungsgebiet im Modellierungsprozess unterschiedliche Anforderungen an Komplexität und Detaillierungsgrad der Simulationsmodelle stellt. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, sind unterschiedliche Simulationswerkzeuge entwickelt worden, die je nach gefordertem Detaillierungsgrad und Anwendungsdomäne spezialisiert sind. Auf der anderen Seite ist in modernen mechatronischen Systemen eine enge Verknüpfung verschiedener Domänen zu finden, so dass einzelne Simulationsprogramme häufig nicht mehr ausreichen, um das Gesamtsystemverhalten hinreichend genau zu beschreiben. An dieser Stelle können sowohl die Kopplung von Programmen in Form einer Cosimulation als auch der Import von Teilmodellen aus anderen Programmen Lösungen bieten. Die Vernetzung mithilfe der Cosimulation bietet hier gegenüber dem Export/Import eine Reihe von Vorteilen.

Eine interaktive Simulation ermöglicht es, die jeweils ursprünglichen Oberflächen zu nutzen und auf alle internen Zustände zuzugreifen. Die Debugfunktionalität kann vollständig genutzt werden. Bei der Berechnung kommt der jeweils optimale Solver zum Einsatz. Die Simulationszeit sinkt durch Parallelisierung.

Verschiedene Werkzeuge wie Matlab/Simulink, Dymola und TargetLink können gekoppelt werden, wobei aufgrund der LAN/WAN-Fähigkeit auch nicht-lokale Lizenzen zum Einsatz kommen kön-

nen. Die Wiederverwendung von Modellen ermöglicht eine durchgängige Plattform für SiL, MiL, HiL und CiL.

**Bild 5** zeigt den prinzipiellen Aufbau einer komponentenbasierten modularen Simulationsumgebung, wie sie in der IAV zum Einsatz kommt. Bei der Wahl der Integrationsplattform ist zu berücksichtigen, dass diese sowohl geeignet ist, als Einzellösung für Konzeptuntersuchungen zu fungieren, als auch offene

Schnittstellen zu anderen Programmen bietet. Aus diesen Gründen wurde das in der IAV entwickelte und auf Simulink basierende Gesamtfahrzeugsimulationsprogramm „VeLoDyn“ als Basis genommen. Die Kopplung weiterer Tools erfolgt hier mit „EXITE ACE“. Vorteile und Nutzen einer solchen Simulationsumgebung für verschiedene Anwendungsfälle aus den Bereichen Querdynamik, Wärmeflüsse und Entwicklung von Hybridsteu-

## ➤ 120 Prüfstände



## Entwicklung, Test und Validierung

- Antriebsstrangprüfstände
- Getriebeprüfstände
- Hybridprüfstände
- Bremsenprüfstände
- Rollenprüfstände
- NVH-Prüfstände
- Abgasanlagenprüfstände

GEARS GO GIF



Gesellschaft für Industrieforschung mbH

www.gif.net | info@gif.net



## Mehr **Power** fürs Studium ...

... mit den führenden  
Fachzeitschriften der  
Automobilbranche im  
günstigen Studentenabo!



Laden Sie frühzeitig Ihre  
„**Karriere-Batterie**“  
auf und abonnieren Sie  
jetzt zum attraktiven  
Sonderpreis unter:  
Telefon 05241.80 16 92  
oder [www.ATZonline.de](http://www.ATZonline.de)

Profitieren Sie als Abonnent vom  
**Online-Fachartikelarchiv**, das nützliche  
**Recherche-Tool** mit kostenlosem  
Download der Fachbeiträge. Ein großer  
Vorteil bei der Vorbereitung auf  
Klausuren, Referate und Hausarbeiten.

Springer Automotive Media  
Abraham-Lincoln-Str. 46 | D-65189 Wiesbaden  
Telefon: 0611.7878-151 | Telefax: 0611.7878-423  
[www.ATZonline.de](http://www.ATZonline.de)

Konzept und Kreation: P.S. Petry & Schwamb, Freiburg

erungen sind in eigenen Untersuchungen nachgewiesen worden [4, 5, 6].

Neben Matlab/Simulink, das sich im Bereich Simulation als Standardwerkzeug etabliert hat, existieren eine Reihe weiterer Tools wie Dymola/Modelica, SimulationX und AMESim, die insbesondere eine domänenübergreifende Modellbildung in einem einzigen Programm vereinen. Diese beruhen im Gegensatz zu Simulink nicht auf signalflussorientierter Modellierung, sondern verfolgen einen objektorientierten Ansatz. Die Modellbildung geschieht auf Ebene der zu simulierenden Komponenten, die entsprechenden Differentialgleichungen werden vom Programm generiert. Der Vorteil liegt klar in den kürzeren Entwicklungszeiten, da dem Anwender die aufwändige und fehlerträchtige Aufstellung von Differentialgleichungen abgenommen wird. Bei Modellen mit mehreren Freiheitsgraden (zum Beispiel detaillierte Getriebemodelle) erzielt man schnell einen Zeitvorteil von mehreren Tagen. Dieser Vorteil wird allerdings auch mit einem nicht zu unterschätzenden Nachteil erkauft: Die Generierung der Gleichungen und das Echtzeitverhalten auf HiL-Systemen sind für den Anwender meist nicht mehr transparent. An dieser Stelle relativiert sich der oben genannte Vorteil beim Entwicklungsaufwand für die Modellbildung wieder, und es muss vom Anwender Wissen über den Gleichungsgenerator in die Modellierung einfließen.

Neben den faktischen Vor- und Nachteilen verschiedener Simulationswerkzeuge spielt auch die Akzeptanz durch den Anwender in der jeweiligen Fachabteilung eine wichtige Rolle. Im Rahmen der Funktionsentwicklung für Steuergeräte hat sich beispielsweise Simulink/Stateflow etabliert, während für Konstruktion und Berechnung eher GT-Power und SimulationX in Frage kommen. Die Cosimulation schafft hier eine Brücke, die es dem Nutzer erlaubt in seiner Toolwelt zu bleiben und gleichzeitig die Reglermodelle aus der Funktionsentwicklung mit detaillierten Komponentenmodellen aus der Konstruktion zu verknüpfen. Damit werden bereits in frühen Stadien des Entwicklungsprozesses mögliche unerwünschte Rückkopplungen zwischen dem Regler und seiner Strecke erkennbar.

## 6 Zusammenfassung

Die Simulation kann unter der Einhaltung gewisser Prozessregeln die Produktauswahl und den Entwicklungsablauf eines hybriden Fahrzeugs unterstützen. Wichtig ist, dass Simulation und Entwicklung voneinander profitieren, also dass die Simulation die wichtigsten Fragen bezüglich Komponentenauslegung, Strategie und Zielwerte beantworten sollte und umgekehrt die Simulation aus den einzelnen Stadien des Entwicklungsprozesses mit Daten und Funktionen gefüttert wird. Erst in diesem Zusammenspiel zwischen komponentenorientiertem Simulationsansatz und vernetzter Simulation können weiterführende komplexe Fragestellungen wie Querdynamik, Funktionsentwicklung und Fehleranalyse einen nutzbringenden Vorteil bieten. Etwa 10 % des Entwicklungsbudgets sollte für die Simulation vorgehalten werden. Bei konsequenter Umsetzung übersteigt der Mehrwert während des Projekts das investierte Budget bei weitem und kann nutzbringend auch für nachfolgende Projekte verwendet werden.

### Literaturhinweise

- [1] Matthies, F.; Lindemann, M.: Untersuchung der Modelltiefe für Fahrbarkeitsaussagen. 3. HdT-Tagung Simulation und Test in der Funktions- und Softwareentwicklung für die Automobilelektronik, 2008
- [2] Blumenröder, K.; Bunar, F.; Buschmann, G.; Nietschke, W.; Predelli, O.: Dieselmotor und Hybrid: Widerspruch oder sinnvolle Alternative?, 28. Internationales Wiener Motorensymposium, 26.-27. April 2007
- [3] Schneider, E.; Lindemann, M.; Freimann, R.; Cebulski, B.: Konzept eines aktiv momentenverteilenden Achsdifferentials mit Hybridfunktionalität. HdT-Tagung: Neue elektrische Antriebskonzepte für Hybridfahrzeuge, München, 20.-21.3.2007
- [4] Wolter, T.-M.; Freimann, R.; Schneider, E.; Kulawik, S.: Benefits of Co-Simulation in Conceptual Investigation of Hybrid Vehicle Lateral and Longitudinal Dynamics, FISITA World Automotive Congress 2008, München
- [5] Wolter, T.-M.; Kite, J.; Kulawik, S.: Benefits of Co-Simulation in the Development Process of Hybrid Vehicles, International Conference on Advances in Hybrid Powertrains, Paris, 25.-26. November 2008
- [6] Wolter, T.-M.; Höper, M.: Bewältigung der Komplexität von Hybridkonzepten mit Tools zur Co-Simulation. 6. Symposium „Steuerungssysteme für den Antriebsstrang von Kraftfahrzeugen“, Berlin, 14.-15. Juni 2007

Download des Beitrags unter  
[www.ATZonline.de](http://www.ATZonline.de)

**ATZ**  
online

**ATZ**

Read the English e-magazine.  
Order your test issue now:  
[SpringerAutomotive@abo-service.info](mailto:SpringerAutomotive@abo-service.info)

**Das Ganze sehen:**  
20.–24.04.2009 • Halle 15, Stand F10



Drive <sup>360</sup>

## Das Ganze sehen.

Von der ersten Idee bis zur laufenden Anlage – und darüber hinaus.



Für jede Bewegung in Ihren Maschinen und Anlagen und ganz gleich für welche Branche: Als führender Antriebstechnologie-Spezialist liefern wir Ihnen immer den passenden Antrieb. Nicht nur Getriebe, Motoren oder Antriebselektronik, sondern auch die dazu passende Steuerung und ein umfassendes Serviceportfolio. Das nennen wir Drive 360° – Das Ganze sehen: von der Anlagenverfügbarkeit bis zur Problemlösungskompetenz, von niedrigen Betriebskosten über Energieeffizienz bis zur fertigen Anlage, die all Ihre Aufgaben erledigt.