



Yamaha setzt für MotoGP-Erfolg auf Simulation

Rennspeed in der Simulation

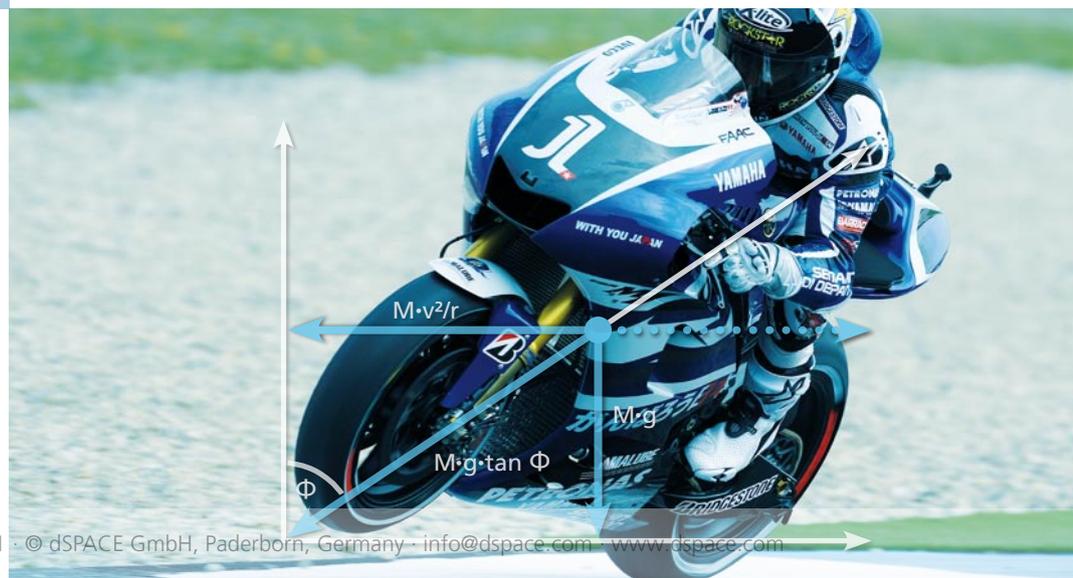


Die Triple Crown steht für Siege in drei Kategorien und ist eine große Auszeichnung in der Königs-klasse des internationalen Motorradrennsports MotoGP. Seit 2008 hat Yamaha die Fahrer-, Team- und Herstellerwertung inne. Um seine Führungsposition zu verteidigen, setzt das Unternehmen auf Simulationstechniken und Werkzeuge von dSPACE.

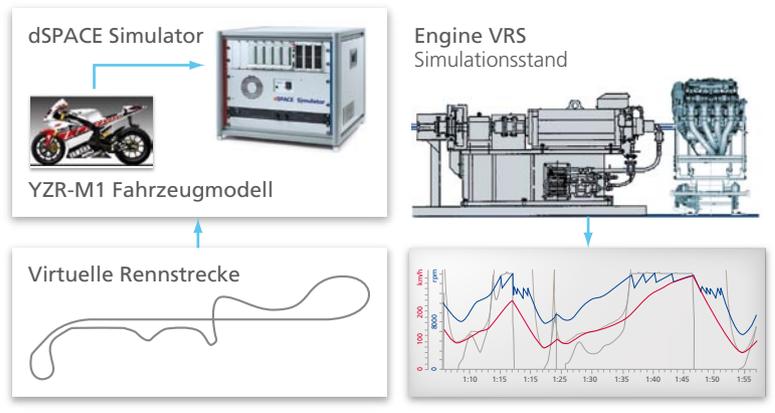
Yamaha und der MotoGP

Yamaha startete die Teilnahme am Rennsport bereits 1955, dem Jahr der Unternehmensgründung. Am ersten Straßen-GP beteiligte sich Yamaha 1961, also markiert 2011 den 50. Jahrestag und damit ein großes Jubiläum. In den vergangenen 50 Jahren internationalen Wettbewerbs konnte Yamaha glorreiche Siege verbuchen, musste aber auch manch bittere Niederlage einstecken. Das Unternehmen blickt auf eine ruhmreiche Renngeschichte zurück und hat u.a. mit Phil Read (UK), Giacomo Agostini (Italien), Kenny

Roberts (USA) und Wayne Rainey (USA) eine Serie beispielloser Titelsiege eingefahren. Der Wille zum Sieg und zum Wettbewerb aber war über all die Jahre ungebrochen. Das ständige Bemühen um sportliche Erfolge hat auch zahlreichen neuen Technologien zum Durchbruch verholfen. Dazu war es erforderlich, stets die neueste Technik zu adaptieren, schnellstens auf die Änderungen im Regelwerk zu reagieren, immer eine hohe Wettbewerbsfähigkeit zu behaupten und zahlreiche innovative Entwicklungsansätze vorzustellen.



Praktischer Einsatz der Motorradsimulation



Aufbau der Simulationsumgebung, basierend auf einem dSPACE Simulator und einem Dynamometer mit Testvektoren realer Teststrecken.

Entwicklung von MotoGP-Rennmaschinen

Bei der Entwicklung von Yamaha-Motorrädern wird großen Wert darauf gelegt, Pilot und Maschine als Einheit zu sehen, in der die Maschine auf den Fahrer reagiert und die Freude am Fahren widerspiegelt. Um diese Mensch-Maschine-Sensibilität abzubilden, wurden zwei Engineering-Ideen systematisiert: GENESIS im mechanischen Bereich und G.E.N.I.C.H. für elektronische

Stunde. Die Maschinen sind dementsprechend ausgelegt und nutzen ihre Kapazitäten in der kurzen Zeit voll aus. Lange Laufleistungen waren nie notwendig.

Reglement- und Ausdaueranforderungen umsetzen

In den letzten Jahren wurde die Anzahl der Rennmaschinen limitiert, um die Betriebskosten zu senken. Damit spielen heute auch Langlebigkeit und Zuverlässigkeit eine große

im Vorfeld so viel wie möglich am Bildschirm anhand virtueller Fahrzeuge testen zu können, werden Entwicklungsprozesse deutlich kürzer. Zudem belegen Erfahrungswerte, dass Systeme, die nach umfassenden Testdurchläufen hergestellt werden, deutlich wartungsärmer sind als andere. Auch wo sonst Tests in frühen Phasen sehr zeitintensiv waren, können wir nun langfristig Zeit einsparen.

Entwicklungsumgebung im Überblick

Yamahas Rennsportteam kann durch Simulationstechniken begrenzte Ressourcen bestmöglich nutzen. Zum Einsatz kommen dabei Simulationsprüfstände für die Ausdauer- sowie Hardware-in-the-Loop (HIL)-Systeme für die Entwicklung von Regelsystemen.

Ausdauer- und Simulationsprüfstände

Damit Motoren im Dauerbetrieb getestet werden können, sind simulierte Fahrmuster notwendig. Die Bewegungen des Motorrads werden mit Hilfe eines physikalischen Modells abgebildet und die Steuerung eines Dynamometers wird auf einem

„Durch den Einsatz von HIL-Simulatoren für die Entwicklung von Motoren und Regelsystemen entwickeln wir deutlich präziser und um ein Vielfaches effizienter.“

Noboru Yabe, YAMAHA MOTOR CO, LTD

Steuergeräte. Die YZR-M1 ist als MotoGP-Maschine darauf ausgelegt, beides auf höchstem technischem Niveau umzusetzen und so zusammen mit dem Piloten bestmögliche Leistung zu erreichen. Damit auch die Geschwindigkeiten immer höher werden können, unterliegen die Fahrwerk-, Motor- und Regelsystemkomponenten häufigen Änderungen. MotoGP-Rennen gehen nur über kurze Distanzen und dauern ca. eine

Rolle. Als aus umwelttechnischen Gründen die Spritmenge pro Motorrad und Rennen begrenzt wurde, mussten unter anderem Reibungsverluste verringert werden. Dafür wurde an zahlreichen mechanischen Stellschrauben gedreht und diverse Regelmethode ausgetestet. Um sicherzustellen, dass eine Maschine wirklich sicher fährt, muss deren zuverlässiger Betrieb umfassend verifiziert werden. Durch die Option,

dSPACE Simulator ausgeführt. Der Simulationsprüfstand besteht aus einem HIL-System mit einem realen Motor für die Hardware-Tests im geschlossenen Regelkreis. Mit diesem Aufbau ist es nicht mehr notwendig, Ausdauer-Tests auf einer Teststrecke oder am Chassisdynamometer durchzuführen; sie können ausschließlich auf dem Simulationsprüfstand stattfinden. Das wiederum sorgt nicht nur für einen deutlich kürzeren Ent-



Yamahas MotoGP-Erfolg Yamaha Motor gewinnt zum dritten Mal in Folge Triple Crown

Nach der Reglement-Änderung stellte Yamaha 2002 die YZR-M1 mit Vierzylinder-Viertakter auf der MotoGP vor. In dem Jahr konnte der Italiener Max Biaggi zwei Siege mit der Maschine einfahren, zum Titel reichte es aber nicht. Im dritten Jahr, 2004 mit neuem Reglement, ging Valentino Rossi (Italien) für Yamaha an den Start. Zu dem Zeitpunkt hatte die YZR-M1 bereits eine Crossplane-Kurbelwelle. In seinem ersten Jahr im Yamaha-Rennstall gewann Rossi den Weltmeister-

titel mit 9 Siegen in Folge. Weitere 3 GP-Weltmeistertitel holte er für Yamaha 2005, 2008 und 2009. Als nächstes Ass im Ärmel wurde Jorge Lorenzo (Spanien) gehandelt, der 2008 von Yamaha verpflichtet wurde. Er startete seine MotoGP-Karriere mit einem Sieg 2008 und wurde 2009 Vizemeister. 2010 war das Erfolgsjahr für Lorenzo: Nach dem Auftaktrennen schaffte er es in 12 Rennen in Serie aufs Treppchen – eine beachtliche Leistung, die ihm seinen ersten Weltmeistertitel einbrachte. 2010 gewann Yamaha die



Triple Crown zum dritten Mal hintereinander und holte nach dem Sieg in der Fahrer-WM auch die Team- und Herstellerwertung. 2011 ruhen die Augen einmal mehr auf Yamaha und seinem erfolgreichen Team, das die Titelverteidigung angehen will.

wicklungszyklus, sondern reduziert auch die Betriebskosten des Motorrads. Durch präzisere Entwicklung sind weniger Prototypen notwendig, was wiederum zu einer Reduzierung der Gesamtkosten führt.

Entwicklung der Steuerung

Die Komplexität von Motorsteuerungssystemen nimmt stetig zu, daher werden dSPACE HIL-Systeme zur Veri-

fikation der Software- und Hardware-Funktionen eingesetzt. Beispielsweise wäre es unmöglich, Testfahrten unter fatalen Bedingungen wie einem Sensorausfall durchzuführen. HIL-Systeme können diese Bedingungen simulieren, daher sind sie für die Entwicklung von MotoGP-Maschinen unverzichtbar geworden. Auf der Rennstrecke kann es zu Abweichungen und Inkompatibilitäten kommen.

Wird daraufhin eine Lösung implementiert, müssen die Fahrbedingungen, unter denen das Problem auftrat, reproduziert werden. Auch hier haben sich dSPACE Simulatoren als sehr effizientes Tool bewährt.

Leistung unter erschwerten Bedingungen

Nicht nur die Anforderungen an Rennmaschinen werden jährlich

Links: Fahrfunktionen mit Software zu steuern, ist ein etabliertes Vorgehen bei modernen Rennmaschinen.

Rechts: Für eine effiziente Reglerentwicklung verlassen sich die Yamaha-Ingenieure auf simulierte Testfahrten.



Rennmaschine YZR-M1: Technische Daten

| | |
|------------------------|--|
| Motor: | Flüssigkeitsgekühlte Crossplane-Kurbelwelle, Viertaktmotor mit vier Zylindern in Reihe |
| Höchstgeschwindigkeit: | über 320 km/h |
| Leistung: | über 200 PS (147 kW) |
| Kraftübertragung: | Kassettengetriebe mit sechs Gängen und verstellbarer Getriebeübersetzung |
| Chassis: | Delta-Box-Doppelrohrrahmen und Schwingarm aus Aluminium, Lenkungsgeometrie, Radstand und Bodenhöhe verstellbar |
| Fahrwerk: | Gabeln und Dämpfung von Öhlins, einstellbar nach Vorlast, Druck und Rückstoßdämpfung, Alternative Hinterradaufhängungsverbindung verfügbar |
| Felgen: | Marchesini; 16,5 Zoll vorne und hinten, MFR Forged Magnesium |
| Reifen: | Bridgestone; 16,5 Zoll vorne und hinten, verfügbar als Slicks, Intermediates, Regen- und handgeschnittene Reifen |
| Bremsen: | Brembo, zwei 320-mm-Carbonscheiben, zwei Vier-Kolben-Bremssättel vorne, einzelne 220-mm-Hinterradscheibe aus Edelstahl mit Zwei-Kolben-Bremssattel |
| Gewicht: | 150 kg, gemäß FIM-Reglement |

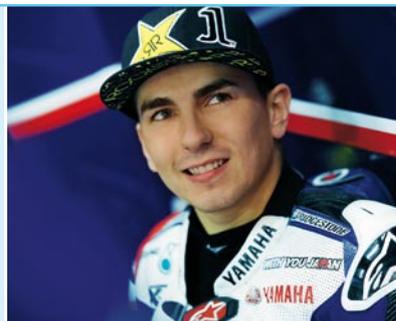
höher, das gleiche gilt für alle Yamaha-Produkte. Motorräder sollen nicht nur günstig sein, sie sollen auch mehr Komfort bieten und Sprit sparen, ohne dass der Fahrspaß auf der Strecke bleibt. Da ist es offensichtlich, dass auf Simulationstechnik basierende Testmethoden ein hoch-

effizientes Mittel darstellen, sehr viele Anforderungen auf einmal anzugehen. Eine Rennmaschine soll unter sehr harten Bedingungen hohe Leistung erreichen, eine Kombination, die Testfahrten mitunter schwierig gestaltet. Genau hier setzt die Simulation an, die sicheres und

gründliches Testen möglich macht. Auch lassen sich dadurch die Produktsicherheitsstufen erhöhen. Gerade vor diesem Hintergrund wird ein dSPACE Simulator immer unverzichtbarer. Zwar steigen im Gegenzug auch die Kosten für die Testdurchführung und das Testequipment:

Ausblick: 2012 1000cc YZR-M1

© Yamaha Factory Racing



Yamahas Rennstallpiloten Jorge Lorenzo und Ben Spies testen die 2012 1000cc YZR-M1 auf der Misano-Rennstrecke in San Marino:

„Wir arbeiten eigentlich an der Elektronik zur Verbesserung der Bremsen. Hauptsächlich habe ich aber das Motorrad eingefahren und es an meinen Fahrstil gewöhnt.“
Jorge Lorenzo

„Mittlerweile haben wir eine Menge Daten für die Ingenieure gesammelt und können nun die nächsten Herausforderungen angehen.“
Ben Spies



„Wir gehen davon aus, dass dSPACE im HIL-Bereich weiterhin eine richtungsweisende Rolle inne hat.“

Noboru Yabe, YAMAHA MOTOR CO, LTD.

Je komplexer das Testen, desto intensiver müssen die Tester geschult werden, die mit den Werkzeugen arbeiten. Auch müssen die Funktionen des Testequipments stetig verbessert werden. Dennoch lassen sich die Gesamtkosten im Entwicklungsprozess durch Simulation deutlich reduzieren.

Meinungen zu dSPACE Produkten

Bei Yamaha setzen wir HIL-Simulatoren für die Entwicklung von Motoren und Regelsystemen ein, wodurch wir die Entwicklungspräzision und Effizienz deutlich steigern konnten. Früher brauchten wir Rennstrecken, um festzustellen, auf welchem Stand wir waren, und manchmal war es trotz Rennstrecke nicht möglich. Seitdem wir einen Simulator einsetzen, können wir genau sehen, was passiert. So können sich die Piloten auf das

Fahren konzentrieren und liefern bessere Ergebnisse. Wir arbeiten schon seit vielen Jahren mit dSPACE Produkten, die für uns stets eine große Hilfe und zuverlässige Unterstützung darstellen. Anlass zur Kritik gab es dabei nur selten. Die Einführung neuer Technologien in den Entwicklungsprozess bringt immer auch neue Komplexitäten mit sich und auch Ressourcen werden gebunden. Allerdings wiegen das die Vorteile, die sich durch das HIL-System ergeben, bei weitem auf. Die Simulationstechnologie wird sich weiterentwickeln und der Mehrwert durch deren Einsatz steigen. Wir erwarten, dass dSPACE in diesem Bereich weiterhin richtungsweisend sein wird. ■

*Noboru Yabe
MotoGP Group
YAMAHA MOTOR CO, LTD.*

*Noboru Yabe
Noboru Yabe ist Senior-Ingenieur
in der MotoGP Group bei Yamaha
Motor Co., Ltd, in Shizuoka,
Japan.*

