



Simulation von faserverstärkten Kunststoffen
in hochbelasteten Bauteilen

READY TO RACE Mit Performance an erster Stelle

Performance steht bei KTM über allem. Das Fahrerlebnis soll aufregend, gleichzeitig unkompliziert und puristisch sein. Diese außergewöhnliche Aufgabe zu meistern, erfordert viel Aufmerksamkeit für jedes Detail der Motorradkonstruktion. Deshalb haben Simulationen ihren festen Platz bei der Auslegung und Optimierung der Motorräder.

Dass sich der Aufwand lohnt, zeigte sich mal wieder im Januar 2017: Da wurde zum 16. Mal in Folge die Rally Dakar, härteste Rally der Welt, von KTM gewonnen, sogar als Dreifachsieg. KTM-Werksfahrer Sam Sunderland belegte Platz 1, gefolgt von seinem österreichischen Teamkollegen Matthias Walkner. Den dritten Platz sicherte sich Gerard Farres Guell und komplettierte damit das KTM-Podium. Der 27-Jährige Sam Sunderland, der die Rally

Dakar 2017 mit seiner KTM 450 RALLY seit Etappe 5 anführte, behielt die Nerven und fuhr nach fast 9000 Kilometern durch Paraguay, Bolivien und Argentinien den Sieg ein, nachdem er am besten mit den unglaublich herausfordernden Bedingungen und der schwierigen Navigation zurechtkam.

„Wir sind stolz auf unsere Konstrukteure und die KTM-Fahrer“, erklärt Stefan von Czarnecki, Director Sales & Business Development von KTM-Technologies.

„Als Teil der KTM AG positionieren wir uns als innovativer Entwicklungspartner mit Fokus auf Fahrzeugtechnik und Leichtbau. Dabei arbeiten wir sehr oft eng vernetzt mit unserem strategischen Partner KISKA unter einem Dach zusammen. KISKA ist Spezialist für Branding, Marketing und Design und wir ergänzen uns mit unserer Expertise in den Bereichen Innovationen, Konzept-, Produkt- und Technologieentwicklung. Das Thema Design-Technik-Konvergenz wird hier nicht nur postuliert, sondern auch ge-

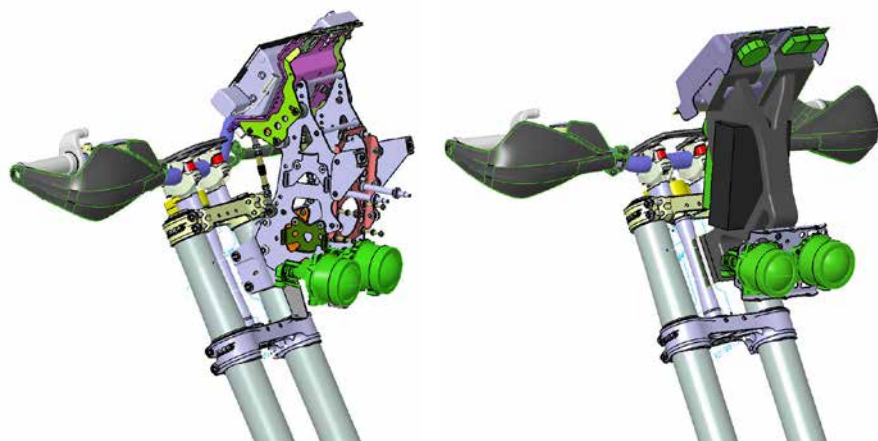


Bild 1: Die Ausgangssituation (oben links) wurde schrittweise optimiert und führte zum Konzept, das rechts dargestellt wird.



lebt.“ KTM-Technologies bietet Engineering-Beratungen und Dienstleistungen von der Idee und frühen Konzepten bis zum fertigen Produkt alles aus einer Hand an. Dabei liegen die Leistungsschwerpunkte in der Konzeptentwicklung, dem Engineering sowie der Technologieentwicklung mit Fokus auf Composites und Kunststoffe.

Gewicht reduzieren, Leistung erhöhen

Aufgrund ihrer hohen spezifischen Steifigkeit und Festigkeit werden faserverstärkte Kunststoffe unter anderem zunehmend für Automobil- und Motorradteile verwendet, um bei reduziertem Gewicht die Leistung zu erhöhen. „Damit wir die Integrität dieser Strukturen und Komponenten bei mechanischen Belastungen sicherstellen können, nutzen wir die Simulationssoftware ANSYS Composite PrepPost für vielfältige Berechnungen“, erläutert Dr.-Ing. Martin Perterer, der bei KTM-Technologies für Forschung und Simulation zuständig ist. „Speziell bei Motorrädern wirkt sich die Masse sehr unmittelbar auf die Fahrdynamik und die Handhabung aus. Außerdem müssen die einzelnen Komponenten oft mehrere tragende und funktionale Aufgaben übernehmen. Deshalb ist unsere klare Zielsetzung, die geometrischen Freiheiten zu nutzen, die Mechanik zu beherrschen und natürlich

auch die Kosten zu senken. Dabei werden alle maßgeblichen Bauteile mit Hilfe von Simulationen ausgelegt und numerisch optimiert.“

Simulationen ersetzen kostenintensive Tests

Moderne und leistungsfähige Simulationssoftware zur Untersuchung des Einsatzes von faserverstärkten Kunststoffen in mechanisch hochbelasteten Bauteilen ersetzt heute in vielen Fällen kostenintensive Tests mit entsprechend teuren Versuchsaufbauten und Werkzeugen. In frühen Phasen des Entwicklungsprozesses werden zunächst unterschiedliche Konzepte analysiert und Simulationsmodelle aufgebaut, um verschiedene Layouts von Composite-Bauteilen, Zusammenbauprozesse und Fertigungsverfahren zu evaluieren sowie die Optimierung der grundlegenden Geometrie und eine frühzeitige Materialenauswahl zu ermöglichen.

Nach der Konzeptphase wird im CAD-System ein grobes Modell aufgebaut und schrittweise verfeinert. Parallel hierzu werden in der Simulation verschiedene Varianten strukturmechanisch auf Steifigkeit, Festigkeit und Grenzspannungen hin untersucht sowie mit Optimierungstools die finale Geometriefindung unterstützt. Im Bedarfsfall kommt auch die Strömungs-

analyse zum Einsatz oder die Untersuchung des dynamischen Verhaltens wie Schwingung und Dämpfung. Die Ergebnisse werden in die Konstruktion zurückgeführt, wobei die Optimierung der Komponenten in mehreren Schleifen erfolgt.

Blickfeld erheblich erweitert

Neben dem verbessertem Handling im Bereich von Rahmen, Fahrwerk, Motor und Tanks wurden beim neuen Motorrad KTM Rally 450 herausragende Neuerungen durch CFK-Komponenten im vorderen Bereich vorgenommen. Durch eine kompakte Integralbauweise und die transparente Frontmaske konnte das Blickfeld für den Fahrer erheblich erweitert und die Sicht im Nahfeld des Motorrads verbessert werden, was speziell das Handling in schwierigen Passagen erleichtert. Das mindert vermeidbare Risiken und ist ein wichtiger Faktor für die aktive Sicherheit.

Bei der Frontstruktur des Motorrads kommen vorwiegend endlosfaserverstärkte Kunststoffe zum Einsatz. Die Front, die zuvor aus Metallkomponenten bestand, muss neben den rein strukturellen Anforderungen auch eine Reihe von funktionalen Komponenten wie Roadbook, Hauptscheinwerfer sowie die Kommunikationsbeziehungsweise Ortungseinheiten aufnehmen.

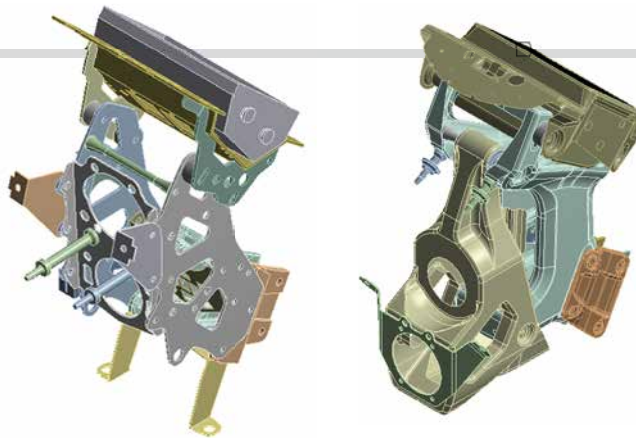


Bild 2: Traditionelles Gesamtsystem (links) und neuartige Struktur (rechts).

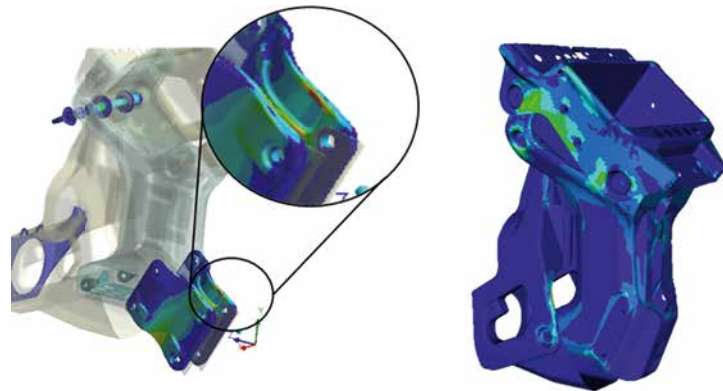


Bild 3: Erreichen der Dehngrenze (links), Laminat unterhalb First Ply Failure (rechts).

Bei der neu entwickelten Frontstruktur aus Faserverbundkunststoffen wurden zahlreiche Einzelkomponenten funktionell zusammengeführt, zum Beispiel durch die Integration des Lichtträgers in die Primärstruktur. Die spezielle Schalenbauweise erhöht die geometrische Steifigkeit und führt aufgrund der verwendeten Kohlenstofffasern zu einer Gewichts-minderung um mehr als 15 Prozent.

Die neue, hochintegrierte Struktur mit Carbon-Hohlbauteilen ist mit einem Klappmechanismus ausgestattet, sodass die Zugänglichkeit und die Durchführung von Servicetätigkeiten extrem verbessert wurden. Der Aus- und Einbau einzelner Komponenten ist einfacher geworden und in einer halben Stunde problemlos zu schaffen.

Komplexes Versagensverhalten berücksichtigen

Der Einsatz von Faserverbundwerkstoffen birgt allerdings auch Risiken. Hier ist vor allem das komplexe Versagensverhalten dieser Werkstoffe zu nennen, das in vielen Fällen abrupt und ohne vorherige plastische Deformation erfolgt. Darüber hinaus sind kritische Schäden von außen oftmals nicht zu erkennen. Umso wichtiger ist es, hier mit belastbaren Simulationsergebnissen die erforderliche Sicherheit zu gewährleisten.

Eine wesentliche Anforderung für die Frontstruktur ist, dass sie sowohl bei Maximallastfällen, zum Beispiel wenn der Fahrer stehend nach vorne gebeugt fährt, als auch bei extremen Betriebslastfällen wie Sprünge und Stürze nicht komplett versagt. Aus diesem Grund wurde ein metallisches Kopplungselement entwickelt, das die Crash-Energie im Falle eines Sturzes aufnimmt. Das Konzept mit den mechanischen Crash-Aufnehmern aus Metall hat sich bewährt. Wenn die kritische Beanspruchung erreicht ist, geben sie nach und verformen sich, damit kein unkontrolliertes Versagen der Frontstruktur auftritt.

Neue Horizonte entdecken, neue Ziele stecken

„Nicht nur für diejenigen, die den Mut und die Vision haben, ihrer Abenteuerlust zu folgen, ist KTM die perfekte Wahl“, betont Stefan von Czarnecki. „Wirkliche Abenteuerer, die sich ständig selbst herausfordern, neue Horizonte entdecken, sich neue Ziele stecken oder Herausforderungen bestehen wollen, finden mit einer KTM das richtige Bike. Denn die Maschinen sind gemäß unserem Motto READY TO RACE auf Performance, Qualität und Robustheit ausgelegt.“ Bei solchen Rennen wie der Rallye Dakar zeigt sich dies, wenn die erste Hälfte der insgesamt 13 Etappen bewältigt ist: Zu-

„Die Schalenbauweise erhöht die Steifigkeit und führt zu einer Gewichts-minderung um mehr als 15 Prozent.“

erst sind teilweise auch andere Marken auf vorderen Plätzen, aber irgendwann trennt sich die Spreu vom Weizen und KTM-Fahrer übernehmen die Führung.

„Unsere Fahrer wollen die Kraft und Leistung des Motorrads in den eigenen Händen halten und sie jederzeit kompromisslos abrufen können, auf jedem Meter der über 9000 Kilometer langen Schotterpiste“, berichtet Dr.-Ing. Martin Perterer. „Sie akzeptieren keinen verschwendeten Raum und kein überflüssiges Gewicht. Deshalb ist es unsere Aufgabe, für minimalen Materialeinsatz und geringes Gewicht zu sorgen, aber auch auf maximale Struktur- und Dauerfestigkeit zu achten. Wir orientieren uns immer am Maximum: Das zeigt der 16. Dakar-Sieg in Folge und mehr als 250 Meistertitel insgesamt!“



InfoUnternehmen
KTM-Technologies GmbH
www.ktm-technologies.com

InfoAnsprechpartner | KTM-Technologies
Dr.-Ing. Martin Perterer
Martin.Perterer@ktm-technologies.com

InfoAnsprechpartner | CADFEM
Matthias Alberts
Tel. +43 (0) 1-5 87 70 73-14
matthias.alberts@cadfem.at