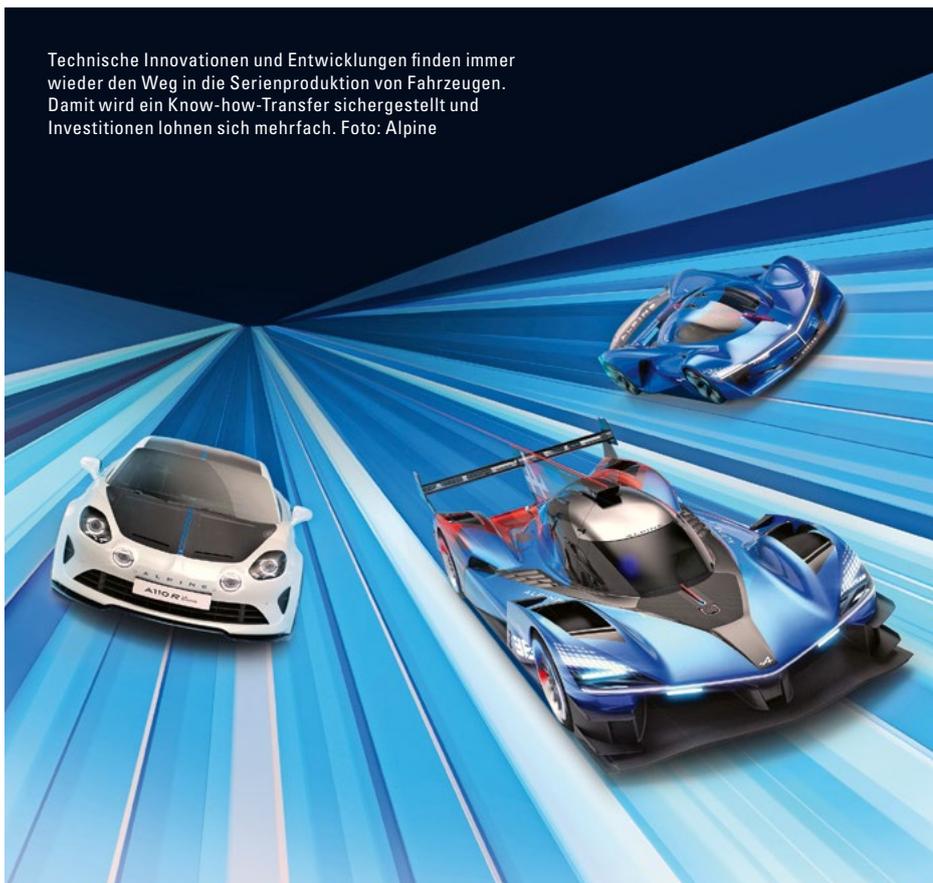


Einfluss der Rennsporttechnologie auf Serienfahrzeuge

Innovationsfeld Motorsport

Für einige Zeitgenossen ist Motorsport ein unnötiger Zeitvertreib mit immensen Emissionen und stundenlangem im Kreis herumfahren. Laien erkennen den Nutzen des Rennsports oft ungenügend. Als Innovationsmotor verhilft der Motorsport, neue Technologien auszuprobieren, die oft den Weg in die Serie finden. **Andreas Senger**

Technische Innovationen und Entwicklungen finden immer wieder den Weg in die Serienproduktion von Fahrzeugen. Damit wird ein Know-how-Transfer sichergestellt und Investitionen lohnen sich mehrfach. Foto: Alpine



Viele Automobilhersteller engagieren sich im Motorsport. Von Markencups bis zur Königsklasse Formel 1 reicht die Palette. Je nach Rennserie werden mehrere 100 Millionen Euro in ein Team investiert, und es stellt sich für die Konsumentinnen und Konsumenten zur Recht die Frage: Lohnt sich dieses finanzielle Engagement überhaupt? Können Technologien aus dem Motorsport auch in die Grossserie gewinnbringend, also zur Erhöhung der Effizienz und der Reduktion von CO₂-Emissionen, transferiert werden?

Anhand von zwei Beispielen der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich lässt sich dies belegen: Der akademische Motorsportverein Zürich (AMZ) der ETH Zürich

und der Hochschule Luzern baut jedes Jahr wie drei andere Teams in der Schweiz einen Formula Student Renner auf. Dabei geben die Teammitglieder der vorangegangenen Saison ihr Wissen an die «Frischlinge» weiter und sorgen somit für Kontinuität und Know-how-Transfer. Dass dabei der Spass und die praktische Umsetzung der Studieninhalte nicht zu kurz kommen, spürt der Beobachter, wenn er mit den Mitgliedern spricht: Jedes Teammitglied glüht für das Projekt, stundenlanges Tüfteln und Optimieren gehören dazu und auch der Einsatz auf den Rennplätzen fordert. Statt ausschliesslich Fachwissen zu pauken, mathematische Zusammenhänge herzuleiten oder Fachbücher zu wälzen, schrauben die Studierenden, schweissen, kleben, freuen

oder ärgern sich über die Resultate und erhalten einen Zugewinn an Fachkompetenz, die sich nie in einem Hörsaal aneignen lässt.

Auch nach dem Studium kann das erworbene Fachwissen in der Praxis umgesetzt werden. Weil das AMZ einzig die Batteriezellen für ihren Racer einkauft und vom Batteriemangement bis zur E-Maschine jede Komponente selbst entwickelt, testet und im Einsatz erprobt, ist das Know-how punkto Hardwarekonfiguration und Softwareprogrammierung enorm. Auch das Anwenden von Simulationstools gehört zum Repertoire. Die resultierende Antriebsregelungstechnik mit Torque-Vectoring der vier Radnabenmotoren wie auch die aerodynamischen Kniffe sind für die Automobilindustrie interessant und lassen sich früher oder später in Serienfahrzeuge wiederfinden.

Dass dabei auch mal ein wenig über den Strang geschlagen werden darf, zeigt der Weltrekordversuch des AMZ, der im vergangenen Herbst aufgestellt wurde: Ein modifizierter Formula-Student-Renner beschleunigte in 0,956s aus dem Stand bis 100 km/h und pulverisierte den bestehenden Weltrekord deutlich. Stellvertretend für seine Kolleginnen und Kollegen sei Philippe Holstein, Student der ETH Zürich und Spezialist für die Radnaben-E-Maschinen, erwähnt: Er transferiert beispielsweise das Know-how aus der Entwicklung und Realisation eines noch leistungsfähigeren und leichteren E-Antriebes für den Weltrekordflitzer zum DC-Motorenhersteller Maxon in Sachseln. Dessen E-Maschinen werden seit der Firmengründung 1961 mittlerweile von über 3300 Mitarbeitenden in enorm hoher Stückzahl produziert. Die Berechnung des optimalen Antriebes für den Racer, das Festlegen der Konstruktionsmerkmale, die Produktion und das Testen des fertigen Bauteils erfüllen den angehenden ETH-Ingenieur mit Genugtuung und Stolz.

Die Elektrifizierung der Fahrzeugantriebsstränge von Serienautos profitiert grundsätzlich vom Transfer aus dem Motorsport. Ein weiteres helvetisches Beispiel ist die Optimierung von Doktoranden und Studenten der ETH Zürich, die für das Ferrari-F1-Team den Hybridantrieb simulationstechnisch erfasst und für die Adaption für die verschiedenen Rennstrecken optimieren helfen. Durch die rechnergestützte Verbesserung kann nicht nur der Antriebsstrang punkto Zusammenspiel zwischen Verbrenner und E-Maschine leistungsfähiger werden, sondern auch die Rekuperation und anschliessende Boost-Funktion im Rennbetrieb inkl. optimaler Getriebewahl vorausberechnet werden.

Der 1,6-Liter-V6-Verbrenner der Scuderia Ferrari verfügte in der Saison 2023 über eine

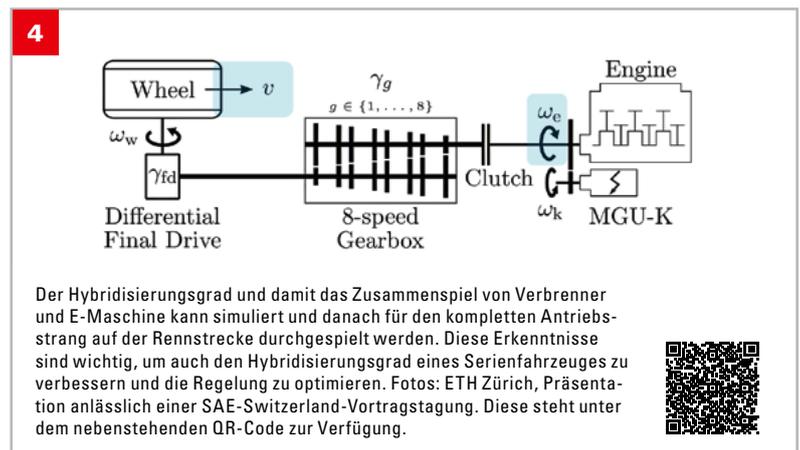
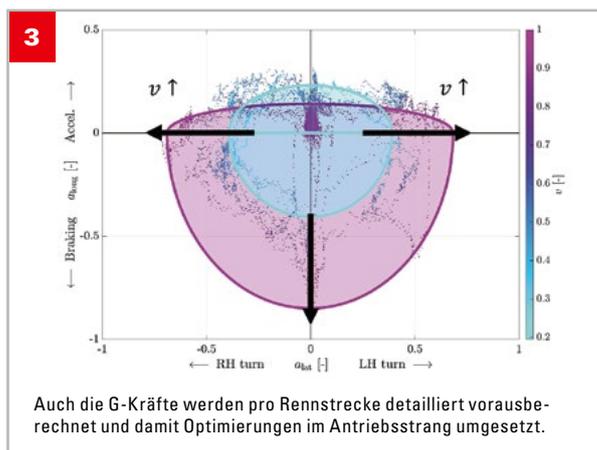
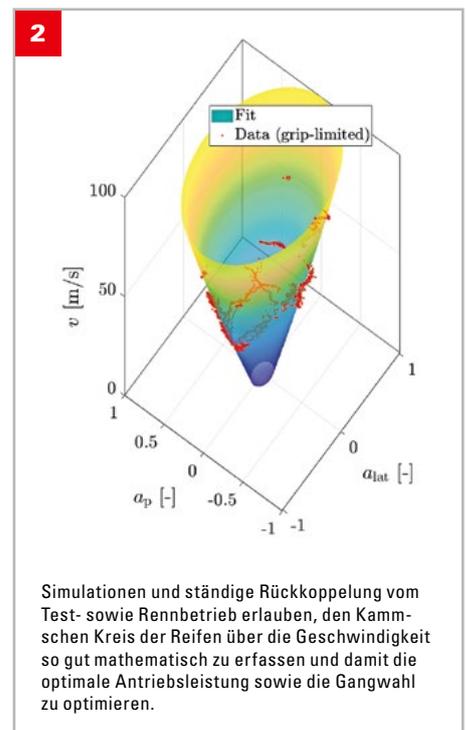
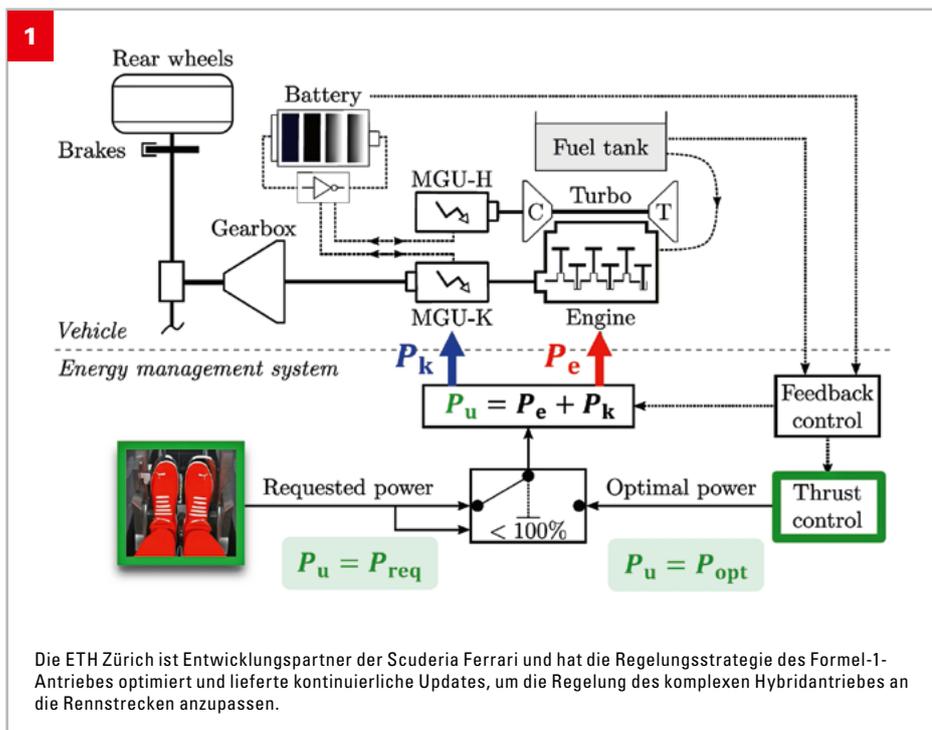
Benzindirekteinspritzung mit 500 bar maximalem Einspritzdruck und drehte maximal 15000/min. Die Leistung des Ottomotors mit einer Bohrung von 80 mm und einem Hub von 53 mm wird von den Teams nie konkret angegeben, dürfte aber rund 550 kW betragen.

Dank einem Abgasturbolader mit hybridem Antrieb (elektrisch wie Abgasstrom, MGU-H mit max. 125 000/min.) werden die Brennräume mit vorverdichteter Luft versorgt, wie auch durch Lastanhebung der Verbrennungsmaschine elektrische Energie in die Batterie rekuperiert. Eine zweite E-Maschine (MGU-K mit max. 50 000/min) mit 120 kW und einer 20 kg schweren Hochleistungsbatterie mit 4 MJ Energiespeicherung unterstützt den Antrieb zudem punktuell (rund 30 s Boosten pro Runde) und damit effizient beim Beschleuni-

gen. Das optimale Zusammenspiel der drei Antriebe Verbrenner, Maschine-Generator-Einheit (MGU) H wie K stellt die grösstmögliche Beschleunigung sicher.

An der ETH Zürich wurde der komplette F1-Antrieb im Rechner nachgestellt (Siehe Technikkasten). Damit die Antriebskraft auch in Vortrieb umgemünzt werden kann, mussten die ETH-Studenten beispielsweise die Reifenparameter einbeziehen und haben den Kammischen Kreis, also die maximal übertragbare Reibkraft über die Geschwindigkeit im System implementiert. Durch Analysen der Test- und Renneinsätze und Verbesserung der Parameter kann der Antrieb Rennen für Rennen punktuell verbessert werden. Die Herausforderung: Durch die Limitierung des maximalen Treibstoffdurchflusses auf 100 Liter pro Stunde und

Fortsetzung Seite 44

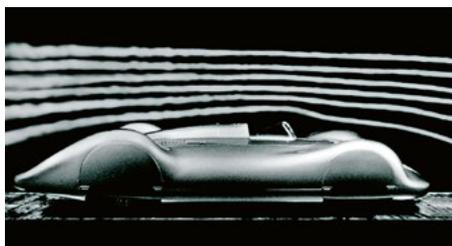


das Verbot des Nachtankens (max. 110 kg pro Rennen in den Tanks), muss für jede Rennstrecke die optimale Antriebsstrategie festgelegt und müssen die Energieflüsse vorausberechnet werden. Im Rennen soll die chemische Energie effizient und die Umsetzung in mechanischen Vortrieb zusammen mit dem Hybridantrieb wirkungsgradmässig auf höchstem Niveau erfolgen.

Doch was nützt diese Entwicklungsarbeit im Rennsport? Die Hybridisierung, das heisst die Bestimmung des Anteils elektrischer Antriebsleistung im Vergleich zum Verbrenner, nimmt schon längere Zeit in verschiedenen Projektarbeiten an der ETH Zürich Raum ein und fliesst in die Grossserie. Für Prof. Dr. sc. techn. Christopher Onder ist dies Antrieb, mit den Studenten des Departements Maschinenbau und Verfahrenstechnik am Institut für dynamische Systeme und Regelungstechnik in verschiedenen Semesterarbeiten dieser Frage nachzugehen und Optimierungen voranzutreiben. Ein Hybridantrieb kann durch sorgfältige Definition der Aggregate einen deutlichen Verbrauchsvorteil und damit eine Reduktion der CO₂-Emissionen bewirken. Während also im Motorsport die Performance und das Beschleunigungsvermögen im Zentrum stehen, können dieselben Softwarewerkzeuge und mathematischen Zusammenhänge der Physik angewandt werden, um eine Verbrauchsreduktion im WLTP-Zyklus, aber auch auf der Strasse zu realisieren.

Doch nicht nur die Antrieboptimierung fliesst vom Motorsport in die Grossserie. Auch die Aerodynamik wird kontinuierlich verbessert. So sind Diffusoren am Heck bei sportlichen Serienautos für eine Erhöhung der Downforce-Kräfte bei höheren Geschwindigkeiten Serienstandard. Aber auch vollverschaltete Räder wie beim Konzeptfahrzeug EQXX von Mercedes-Benz werden aus dem Rennsport übernommen und sorgen dank der Vollverschaltung für weniger Turbulenzen im Radkasten und damit einen geringeren Luftwiderstand, was direkt der Reichweite des elektrischen Antriebes zugutekommt. Auch Werkstoffneu-

Der akademische Motorsportverein Zürich AMZ der ETH Zürich ist nicht nur höchst erfolgreich in der Formula Student, sondern auch Weltrekordhalter für die Beschleunigung von 0 auf 100 km/h, dies in unter einer Sekunde. Foto: SAE-Fachtagung



Die Aerodynamik ist im Rennsport seit je her essenziell und entsprechend aufwändig. Foto: Audi



Der Mercedes-Benz EQXX zeigte auf, wie wichtig der Luftwiderstand für die Reichweite ist. Foto: Mercedes



Down-force-Kräfte lassen sich zwar mit martialischen Heckflügeln erreichen. Ein Diffusor an der Hinterachse sorgt bei hohen Geschwindigkeiten für Anpresskraft und damit hohe Fahrzeugstabilität. Foto: Porsche



Vollverschaltete Räder mit Zentralmuttern wurden aus dem Rennsport in das Konzeptfahrzeug Mercedes-Benz EQXX transferiert. Die Aerodynamik und damit der Luftwiderstand sinken dadurch spürbar. Foto: Mercedes

entwicklungen finden oft den Weg von der Rennpiste auf die öffentliche Strasse. Kohlefaserverstärkte Kunststoff, 3D-Druckverfahren für Metalle oder neue Klebstoffe für den Karosseriebau sind nur einige der Innovationsfelder in diesem Bereich. Viele Entwicklungen aus dem Rennsport werden also von den Automobilherstellern und -zulieferern in die Grossserie transferiert und helfen mit, die Antriebsenergie effizienter in Vortrieb umzumünzen.

Dass dabei die Faszination für den Motorsport nicht zu kurz kommt und an Rennen viele Begeisterte mitfeiern, stellt eine zusätzliche Motivation dar, sich dem Wettbewerb zu stellen. Und dass dabei in der Schweiz so viele Innovationen möglich sind, ist der Aus- und Weiterbildung auf der beruflichen wie akademischen Seite zu verdanken. ●

seit 1964 **CORTELLINI & MARCHAND AG** 061 312 40 40
Rheinfelderstrass 6, 4127 Birsfelden

**Der umfassendste
Auto-Steuergeräte-Reparatur-
Service
von Cortellini & Marchand AG.**
www.auto-steuergeraete.ch

**Sie suchen, wir finden –
Ihr Suchservice für
Auto-Occasionsteile**
www.gebrauchte-fahrzeugteile.ch

**Neu: FGS, der Anhänger mit Liftachse
und 100%-Achsausgleich**
Nutzlast bis 2,9 t

Autotransport-Anhänger und Aufbauten
Besuchen Sie unsere Ausstellung oder
verlangen Sie eine Vorführung.
Auch in Kommunalausführung lieferbar.

T&W Technik
Dammstrasse 16, 8112 Otelfingen
Tel. 044 844 29 62
www.fgs-fahrzeuge.ch