

Hybridisierung in der Formel 1

Lorenz Köll, Tomás Mezger und Thomas Rasilier

Der Verkehrssektor zeichnete im Jahr 2007 für ca. 18 % der CO₂-Emissionen in Deutschland verantwortlich. Um die Emissionen zu reduzieren, müssen Fahrzeuge energieeffizienter werden. Dazu sind die Verbesserung des Antriebsstrangs, strömungsgünstigere Karosserien sowie Gewichtseinsparungen notwendig. Viele Neuerungen in der Automobilindustrie kommen aus dem Motorsport. Deshalb könnte er auch bei den bevorstehenden Änderungen in Richtung Ökologie eine Vorreiterrolle übernehmen.

Die Automobilindustrie durchläuft gerade einen starken Veränderungsprozess, denn das Auto der Zukunft muss vor allem eines besser können: Menschen effizient von A nach B bringen. Darüber hinaus müssen die Maßnahmen auch kostengünstig sein. Wie schon bei den technischen Innovationen der Scheibenbremse oder des Turboladers kann hinsichtlich der Effizienz von Fahrzeugen die Formel 1 zentrale Impulse setzen. Einige Schritte in diese Richtung sind schon gemacht. Darüber hinaus hat die Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE) konkrete Vorschläge entwickelt, wohin sich die Formel 1 zukünftig bewegen könnte.

Derzeitige Situation in der Formel 1

Die FIA ist sehr flexibel und schnell, wenn es um die Einführung neuer Regelungen geht. Aktuell sieht das Reglement etwa vor, dass Teams, die ihr Budget im Jahr 2010 auf 40 Mio. £ reduzieren, im Gegenzug höhere technische Freiheiten bekommen. Dies können z. B. die Erlaubnis beweglicher Spoiler und eine Aufhebung der Drehzahlbeschränkung für Motoren sein.

Auch das Kinetic Energy Recovery System (KERS) – also ein System zur Energierückgewinnung – ist seit 2009 erlaubt. Dieses System ermöglicht es, einen Teil der kinetischen Energie beim Bremsen zurückzugewinnen. Es gibt zurzeit elektrische (Generator/Motor und Batterie) sowie mechanische (Schwungradspeicher) Systeme. Das KERS-System ist ein wichtiger Schritt für die Effizienzerhöhung. Bremsenergie, die bisher als Wärme an die Umgebung abgegeben wurde, wird hierdurch nutzbar gemacht. Die Technik wäre auch für den Straßenverkehr interessant, da dadurch bspw. der „stop and go“ Verkehr wesentlich sparsamer würde.

Das Reglement von 2009 sieht einen Energiespeicher (Batterie bzw. Schwungrad) vor, der bis zu 400 kJ/Runde speichern kann. Um die so gewonnene Energiemenge zu verdeutlichen: 400 kJ würden beim Durchschnittsenergieverbrauch von 18 kWh pro 100 km eines Elektroautos für eine Strecke von immerhin 0,6 km reichen.

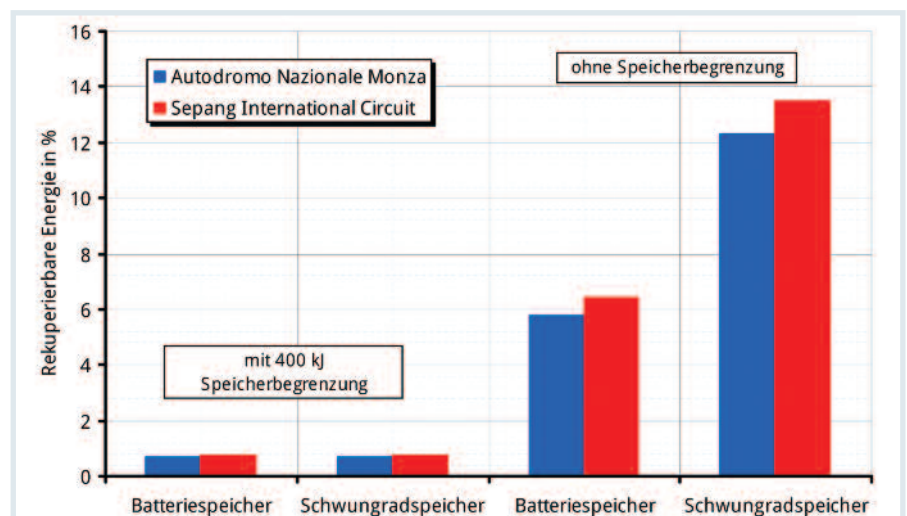


Abb. Rekuperierbare Energie aufgeschlüsselt nach Speichertyp (mit und ohne Begrenzung der Speichermenge)

Ein Langfristziel der Formel 1, das bereits diskutiert wird, ist die Reduktion des Treibstoffverbrauchs (z. B. bis 2015 um 50 %). Derzeit gibt es keine Obergrenze für das Treibstoffkontingent pro Rennen.

Kraftstoffverbrauch reduzieren

Um die Bestrebungen einer Reduktion des Kraftstoffverbrauchs in der Formel 1 zu unterstützen, hat die FfE mehrere konkrete Vorschläge vorgelegt. Ein einfaches Mittel wäre die Begrenzung des gesamten Kraftstoffkontingents (bzw. Energiekontingents) pro Rennwochenende. Die sich dadurch ergebenden technische Entwicklungen hinsichtlich der Energieeffizienz kämen der Energie- und CO₂-Reduktion im Straßenverkehr zugute.

Ein weiterer Vorschlag wäre die Erweiterung der Regeln: Man könnte den Teams freie Wahl für die Antriebskonzepte lassen. Bspw. könnten nach und nach immer leistungsfähigere Elektromotoren bzw. Brennstoffzellen zum Einsatz kommen. Die Entwicklung vom Hybrid- hin zum Elektroauto würde gewissermaßen im Zeitraffer – d. h. unter Rennbedingungen – stattfinden. Die Vorteile aus beiden Vorschlägen sind:

- die Steigerung der Effizienz durch die Begrenzung des Energiekontingents;
- die Suche nach den effizientesten Lösungen für Antrieb, Energiespeicher und Energieträger sowie
- die Steigerung der Zuverlässigkeit und Reduzierung der Kosten der neuen Komponenten und dadurch ein erleichterter Übergang in den späteren Serieneinsatz.

Ein erster Schritt könnte die Vergrößerung des Energiespeichers des KERS-Systems sein. Hierzu hat die FfE Berechnungen vorgenommen.

Es wurden zwei Grand Prix-Strecken betrachtet und anhand der auf der Formel 1-Website [1] angegebenen Geschwindigkeitsprofile die Energie berechnet, die beim Bremsen verloren geht (Differenz der kinetischen Energie). Die Auswahl der Strecken erfolgte hinsichtlich ihres Geschwindigkeitsniveaus. Während der Grand Prix (GP) von Italien lange Hochgeschwindigkeitspassagen aufweist, hat der GP von Malaysia viele Schikanen und das Geschwindigkeitsniveau ist wesentlich niedriger als beim GP von Italien.

GP von Italien

Für den GP von Italien (Autodromo Nazionale Monza) beträgt die maximale Energierückgewinnung bei einem elektrischen Hybrid-System (Rekuperation) 5,8 % der Energie im Treibstoff bei einem angenommenen gesamten Wirkungsgrad des Antriebsstrangs (Motors/Getriebe) von ca. 32 %. Der Wirkungsgrad der Batterierückgewinnung (inkl. mechanischer, elektrischer und chemischer Umwandlungsverluste) wurde mit ca. 33 % angegeben [2]. Jedoch besteht auch hier erhebliches Entwicklungspotenzial, da bereits mit heutiger Technologie Wirkungsgrade von 60 % bis 70 % möglich sind [3].

Mit einem Schwungradspeicher mit über 70 % Rundeneffizienz [2] erhöht sich die erzielbare Energierückgewinnung auf ca. 12,3 % des Energieinhalts. Aufgrund der Beschränkung des Energiedurchsatzes des Hybridspeichers von 400 kJ/Runde reduziert sich die Treibstoffeinsparung auf lediglich ca. 0,72 %.

GP von Malaysia

Für die GP-Strecke von Malaysia (Sepang International Circuit) ergibt sich eine Treibstoffeinsparung durch ein elektrisches Hybrid-System von rund 6,4 %. Mit einem Schwungradspeicher würden sich etwa 13,5 % einsparen lassen. Bei Berücksichtigung der 400 kJ-Begrenzung ergibt sich eine Energieeinsparung von ca. 0,75 %.

Die rekuperierbare Energie bewegt sich für die betrachteten Strecken – je nach Speichersystem (Batterie oder Schwungrad) im Bereich von etwa 6 % bis rund 14 % (siehe Abb.). Die Bremsenergie in der Formel 1 ist, verglichen mit dem Energieverbrauch in den Hochgeschwindigkeitspassagen und für die Beschleunigungen, relativ gering. Deshalb ist auch das Potenzial für die Energie- rekuperation verhältnismäßig klein.

Technologietransfer beschleunigen

Die nötigen Schritte für eine deutliche Effizienzsteigerung in der Formel 1 und dadurch einen möglichen bzw. schnellen Technologietransfer in die Serie sind:

1. Die Aufhebung der Beschränkung im KERS-Speicher. Dadurch lässt sich, abhängig von der Rennstrecke, etwa 6 % bis 14 % des Energieeinsatzes einsparen.
2. Die Einführung eines Energie- bzw. CO₂-Kontingents. Dies würde nicht nur Einfluss auf Fahrweise und Taktik haben, sondern zwangsläufig auch die Energieeffizienz erhöhen.
3. Die freie Wahl der Antriebssysteme bzw. Energieträger. Eine stärkere Hybridisierung, die Einführung von Elektro- bzw. Brennstoffzellenantrieben etc. würde einen wichtigen Entwicklungsschub für diese alternativen Antriebstechnologien leisten.

Im harten und schnellen Wettbewerb der Formel 1 würden sich die effizientesten und zuverlässigsten Technologien durchsetzen. Damit könnte der Motorsport einen wichtigen Beitrag zur automobilen umweltschonenden Zukunft leisten.

Anmerkungen

[1] Streckenbeschreibung auf der Formel 1-Website (http://www.formula1.com/races/in_detail/).

[2] Vgl. Greenwood, C.; Brockbank, C.: *Formula 1 Mechanical Hybrid Applied to Mainstream Automotive*, Torotrak (Development) Ltd. (www.torotrak.com).

[3] Schwärzer, M. et al.: *Melbtechnische Analyse des Energieverbrauchs eines Elektrostraßenfahrzeugs vom Typ VW Golf CitySTROMer A3*, Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V. München, 1997 (<http://www.ffe.de/taetigkeitsfelder/mobilitaet-und-alternative-antriebskonzepte/77-untersuchung-eines-golf-citystromer>).

*Dipl.-Ing. L. Köll, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Dipl.-Ing. T. Mezger, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Dipl.-Ing.(FH) T. Rasilier, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V., München
TMezger@ffe.de*