

Technik 04.12.2019

Wie auf Schienen durch den Schnee

E-Fahrzeuge mit getrennt angetriebenen Rädern können dank der variabel verteilbaren Antriebskraft auch in kritischen Situationen stabil bleiben – wenn die Momentensteuerung Abweichungen vom Soll-Zustand zuverlässig erkennt und sofort reagiert. Porsche Engineering hat eine Lösung für E-SUVs entwickelt und getestet, die genau das leistet. Ohne zusätzliche Sensorik, ausschließlich per Software.



Genau eine solche Momentensteuerung hat Porsche Engineering für allradgetriebene SUVs realisiert. Die Software kann für unterschiedliche Konstellationen und Motoranordnungen eingesetzt werden – natürlich auch bei anderen E-Fahrzeugtypen. In der Regel wird zunächst die Basisverteilung entwickelt, also eine Software, die regelt, wie viel Kraft jeweils auf Vorder- und Hinterachse übertragen wird. Bei Geradeausfahrt und gleichmäßig verteiltem Gewicht wäre zum Beispiel eine Verteilung von 50/50 sinnvoll. Wenn der Fahrer beschleunigt, schaltet die Software auf kompletten Heckantrieb um – oder in einer scharfen Kurve auf reinen Frontantrieb. „Das Fahrzeug fühlt sich so spürbar stabiler an, selbst für den Beifahrer“, so Funktionsentwickler Rezac. Da die Optimierung rein elektronisch erfolgt, ist es theoretisch sogar möglich, dem Fahrer verschiedene Konfigurationen anzubieten: etwa einen Modus für den Sportwagen-Antritt, einen anderen für sanftes Cruisen.

Die zweite Aufgabe der Steuerungssoftware besteht darin, das Drehmoment an die Radgeschwindigkeit anzupassen. Dabei verfolgen die Algorithmen ein simples Ziel: Alle Räder sollen sich möglichst gleich schnell drehen. Auf einer trockenen Autobahn lässt sich das leicht erreichen, beim Fahren auf einer verschneiten Bergstraße dagegen ist die Aufgabe deutlich schwieriger. Berühren die Vorderräder beispielsweise eine vereiste Fläche, könnten sie – ohne elektronische Eingriffe – durchdrehen. Doch die Momentensteuerung erkennt die nicht-optimale Situation sofort und lenkt das Drehmoment in Sekundenbruchteilen auf jene Räder um, die sich langsamer drehen und noch Grip haben. In der Welt der Verbrennungsmotoren gibt es zwar etwas Ähnliches – das drehzahlfühlende Sperrdifferential, auch unter dem Handelsnamen „Visko Lok“ bekannt. In diesem Bauteil sorgen Zahnräder und Hydraulik dafür, dass sich kein Rad schneller als das andere dreht. Doch Mechanik ist träge. Beim elektrischen SUV dagegen übernimmt Software die Rolle des Differenzials – viel reaktionsschneller und natürlich völlig verschleißfrei.

„Die Entwicklung des Fahrzeugzustandsbeobachters war die größte Herausforderung“, so Rezac. Dass hier so viel Entwicklungsarbeit

nötig war, liegt an einem grundsätzlichen Problem: Ein Auto weiß nur relativ wenig über seinen eigenen Zustand. Es kennt nicht seine eigene Geschwindigkeit, sondern kann sie nur aus der Drehung der Räder ableiten, was gerade auf Eis und Schnee schwierig ist. Deshalb muss der Beobachter zusätzliche Informationen über Längs- und Querbeschleunigung verwenden, um die Geschwindigkeit zu schätzen. Ebenso vage sind die Informationen über die Gewichtsverteilung. Die Federung erfasst zwar die Last auf den einzelnen Rädern, doch selbst diese Daten bieten keine Gewissheit, sondern höchstens Anhaltspunkte. Wenn die Stoßdämpfer zum Beispiel auf der Hinterachse ein erhöhtes Gewicht melden, kann das daran liegen, dass das Fahrzeug am Hang parkt – oder nur schwer beladen wurde. Die Datenlage ist also dürftig. Und da laut Vorgabe des Kunden keine zusätzlichen Sensoren eingebaut werden durften, war beim SUV-Projekt die Kreativität der Softwareentwickler gefragt. „Der Beobachter muss die wichtigen Parameter des Fahrzeugs schätzen“, erklärt Rezac. Dafür werden auch ungewöhnliche Datenquellen genutzt: So kommuniziert die Momentensteuerung unter anderem mit einem Sensor, der den Neigungswinkel des Autos erkennt und üblicherweise für die automatische Einstellung der Scheinwerfer genutzt wird.

Das gesamte Softwarepaket musste nicht nur entwickelt, sondern auch bei realen Testfahrten kalibriert werden. Und das zudem in sehr kurzer Zeit: Es standen nur zwei Winter zur Verfügung, in denen die Abstimmung auf einem zugefrorenen Fluss erprobt werden konnte. Dabei stellte sich unter anderem heraus, dass der große Vorteil der Elektromotoren – ihre kurze Reaktionszeit – manchmal unerwünschte Nebenwirkungen entfaltet. „Die E-Maschinen regeln so schnell, dass Schwingungen entstehen können“, berichtet Hintze, der mit seinem Team die Testfahrten durchführte. In einigen Situationen verlagerte die Software das Drehmoment in immer kürzeren Abständen zwischen den Achsen hin und her, was zu einem hörbaren Hochdrehen der Motoren führte. Durch eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Kalibrierungs-Team und der Entwicklermannschaft von Martin Rezac gelang es jedoch schnell, dieses Aufschaukeln durch eine Anpassung der Steuerungssoftware zu unterbinden.

Genau in dieser Detailarbeit liegt die Herausforderung bei solchen Projekten. Da die Software in einem Serienfahrzeug eingesetzt werden soll, muss sie für alle nur denkbaren Situationen getestet werden, ganz gleich, wie unwahrscheinlich sie erscheinen mögen. Meldet ein Sensor zum Beispiel fehlerhafte Daten, muss die Momentensteuerung entscheiden, ob sie auch ohne die Datenquelle weiter funktionieren darf – oder abgeschaltet werden muss. Eine weitere Hürde ergab sich aus den Grenzen der elektrischen Antriebstechnik. Es kann zum Beispiel passieren, dass einzelne E-Maschinen die verfügbare Leistung der Batterien nicht umsetzen können. Solche Einschränkungen mussten die Funktionsentwickler mit einkalkulieren. „Der Regelbereich schrumpft in diesem Fall zusammen“, erklärt Hintze. Statt 100 Prozent Drehmoment auf einer Achse stehen womöglich nur 60 Prozent zur Verfügung. Auch darauf muss die Momentensteuerung Rücksicht nehmen. Doch alle Beteiligten sind sich sicher: Die Pionierarbeit hat sich gelohnt, denn in Zukunft wird das E-Auto mit bis zu vier Motoren seinen Exotenstatus verlieren. Und viele Autofahrer werden dann dankbar sein, dass sie wie auf Schienen durch Schnee fahren können.

Zusammengefasst

Porsche Engineering hat für ein allradgetriebenes E-SUV eine Momentensteuerung entwickelt, die in jeder Situation für maximale Stabilität und Sicherheit sorgt – ohne zusätzliche Sensorik an Bord. Alle vier Räder werden innerhalb von Millisekunden mit der optimalen Kraft angesteuert und stabilisieren das Fahrzeug. Die Software wurde von Porsche Engineering nicht nur entwickelt, sondern auch bei realen Testfahrten kalibriert, wofür nur zwei Winter zur Verfügung standen. Die Software eignet sich für unterschiedliche Konstellationen und Motoranordnungen.

Info

Text: Constantin Gillies

Fotos: Tobias Habermann

Text erstmalig erschienen im Porsche Engineering Magazin, Nr. 1/2019

Linksammlung

Link zu diesem Artikel

<https://newsroom.porsche.com/de/2019/technik/porsche-engineering-e-suv-momentsteuerung-software-18799.html>

Media Package

<https://newsroom.porsche.com/media-package/porsche-engineering-e-suv-momentsteuerung-software->

Externe Links

<https://www.porscheengineering.com/peg/en/>