

Pistenfahrzeug am Haken

- **PistenBully 600 W
von Kässbohrer**
- **Schneepisten-
präparierfahrzeug
für steiles Gelände**
- **Zugkraftkontrolle
mit MicroAutoBox
entwickelt**

Für den PistenBully 600 W hat die Kässbohrer Geländefahrzeug AG eine neue Windenelektronik entwickelt. Diese ermöglicht es dem Fahrzeug, sich an steilen Hängen abzuseilen und wieder hinaufzufahren. Dafür wurde die bestehende Elektronik in einem dSPACE-System abgebildet und ihre Funktionen erweitert und verbessert. Mit Hilfe der MicroAutoBox von dSPACE konnte die Funktionsentwicklung zur Zugkraftkontrolle sehr effizient und schnell durchgeführt werden. Zusätzlich ermöglichte die MicroAutoBox eine Verifizierung des Seriensteuergerätes.

Neue Windenelektronik

Unser Schneepistenpräparierfahrzeug, der PistenBully 600 W, dient zum Erhalten und Glätten von Skipisten. Dazu ist das rund 10 Meter lange Fahrzeug vorne mit einem

1000 Meter langen und 11 Millimeter dünnen Stahlseil seilt sich das Fahrzeug an Steigungen von bis zu 45° ab und zieht sich wieder hoch. Die Steuerelektronik für die Zugkraftkontrolle haben wir bisher extern bezogen. Bei der

modernen Fahrzeugvernetzung werden nun jedoch verschiedene Funktionsknoten mit einem CAN-Bus vernetzt. Aus diesem Grund mussten wir die bestehende Windenelektronik ersetzen. Da die Funktionen der Austausch-elektronik verbessert und erweitert werden sollten, beschlossen wir, sie intern nachzubauen. So konnten wir besser auf Kundenwünsche eingehen und gleichzeitig die Austausch-elektronik 1:1 kompatibel zur Windenelektronik älterer Fahrzeuge entwickeln.

Zugkraftkontrolle mit MicroAutoBox

Wir haben die bestehende Windenelektronik untersucht, um mit geeigneten Messungen die Grundfunktionen zu identifizieren, sie nachzubilden und zu verändern. Als erstes modellierten und validierten wir die Elektronik als Funktionsabbild in MATLAB®/Simulink®. Mit

Real-Time Interface von dSPACE wurde das Modell dann auf der MicroAutoBox von dSPACE implementiert. Sie diente als Bypass-System, um die Funktionen an der Seilwinde selbst zu testen. Beim Bypass werden Funktionen, die verändert werden sollen, umgangen und durch neue ersetzt. So konnten wir sehr früh testen, ob die neuen Funktionen in der geplanten Konstellation einwandfrei funktionieren.



▲ *Das 11 Millimeter dünne Stahlseil ermöglicht die Arbeit an 45° steilen Hängen.*

Räumschild zum Verschieben des Schnees und hinten mit einer Fräsewelle zum Zermahlen von Schneeklumpen und Eisklötzen ausgestattet. Die 1,50 Meter breiten Ketten verteilen die 9 Tonnen Gewicht so großflächig, dass der Druck auf den Boden niedriger ist als der eines Fußgängers. Um die Arbeit an steilen Berghängen zu ermöglichen, ist das Fahrzeug mit einer Seilwinde ausgestattet. Mit dem rund

Das bedeutet, dass das Original-Steuergerät weiterhin alle Sensoren und Signale einliest und die nötige Aktorik und Sensorik der Winde ansteuert. Die eingelesenen Signale werden mittels CAN an die MicroAutoBox gesendet. Sie berechnet als Steuer- und Regeleinheit die daraus resultierende erforderliche Seilzugkraft und weitere Steuergrößen und sendet die Ergebnisse wieder per CAN an das Steuergerät zurück. Die Anbindung des Steuergeräts über CAN

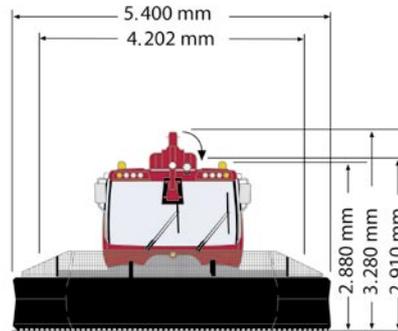
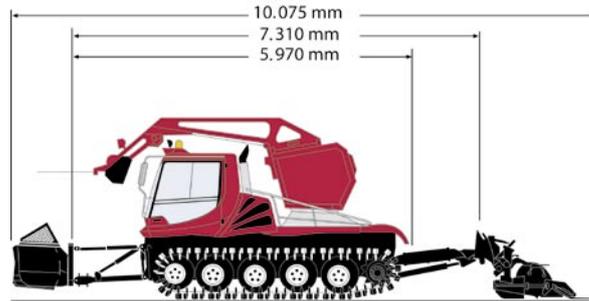
„Mit den Werkzeugen von dSPACE war die Entwicklung um 50% schneller als mit herkömmlichen Methoden.“

Dr. Alexander Bulach, Kässbohrer Geländefahrzeug AG

programmierten wir grafisch über das „CAN MultiMessage Blockset“. Dies erlaubte uns einen vollständigen Zugriff auf Größen wie Seil-Istzugkraft, Seil-Sollzugkraft und Funktionszustände von Winde und Fahrzeug.

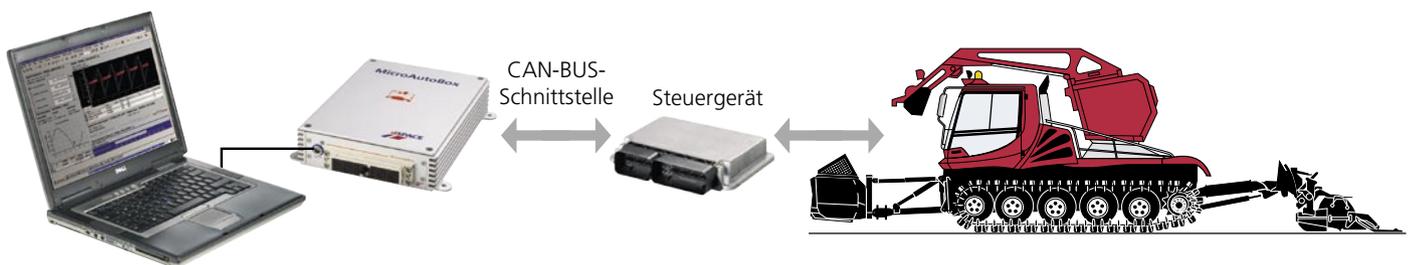
Zugriff mit ControlDesk

Auf interne Größen des Reglers greifen wir mit der Experiment-Software ControlDesk von dSPACE zu. Das betrifft verschiedene dynamische Anteile des Reglers, zum Beispiel integrative Anteile, begrenzende Stellglieder und Reglerausgang. Dies ermöglichte es uns, die Funktionen schnell zu analysieren und online zu adaptieren. Damit die Regleralgorithmen immer auf aktuelle Werte zugreifen können, war es wichtig, dass der Datenaustausch zwischen dem Steuergerät und der MicroAutoBox synchronisiert ablief,



▲ Die seitlichen und frontalen Abmessungen des PistenBully 600 W.

optimiert. Dazu testeten wir das dynamische Verhalten der Seilzugkraft, da es sich um zwei überlagerte Regelschleifen handelt. Die Grundfunktionen haben wir bisher implementiert und getestet. Neue Funktionen wurden erst teilweise getestet und befinden sich noch im Prototypenstadium. Die reinen Tests am Fahrzeug für die Basisfunktionalität dauerten ungefähr eine Woche.



was problemlos möglich war. Gleichzeitig konnten wir im Bypass-Betrieb das in älteren Windenelektronikversionen verwendete Serien-Steuergerät verifizieren. Die erforderlichen Optimierungen an den Steuerungs- und Regelungsfunktionen haben wir direkt am Fahrzeug vorgenommen. Diese Änderungen flossen wieder in das Modell zurück, um unsere Abbildung zu verbessern.

Erprobung im Feldtest

Die geänderten Funktionen der Zugkraftkontrolle haben wir codiert, ausgiebig im Feld getestet und im Gesamtsystem

Mittels der eingesetzten Werkzeugkette haben wir die Funktionalität der Windenelektronik in kurzer Zeit nachgebildet. Durch den Einsatz von dSPACE bei der Funktionsentwicklung ergab sich im Vergleich zur herkömmlichen Programmierung ein Zeitsparpotenzial von ca. 50%.

*Dr. Alexander Bulach
Kässbohrer Geländefahrzeug AG
Laupheim
Deutschland*

▲ Funktionsänderungen werden über die MicroAutoBox an das Steuergerät weitergegeben.