

ABS-Prüfstand für Lehre und Forschung

- **ABS-Prüfstand an der TU Graz**
- **MicroAutoBox übernimmt Regelung und Steuerung**
- **Innovative und konventionelle ABS- und ASR-Algorithmen in Erprobung**

Am Institut für Regelungs- und Automatisierungstechnik der Technischen Universität Graz wurde ein Prüfstand zur Erprobung von Antiblockier- und Antischlupfalgorithmen entwickelt und aufgebaut. Eine MicroAutoBox von dSPACE übernimmt die komplette Ablaufsteuerung des Prüfstands und ermöglicht die einfache Implementierung von konventionellen sowie innovativen ABS- und ASR-Konzepten mittels MATLAB®/Simulink®, Stateflow® und TargetLink.

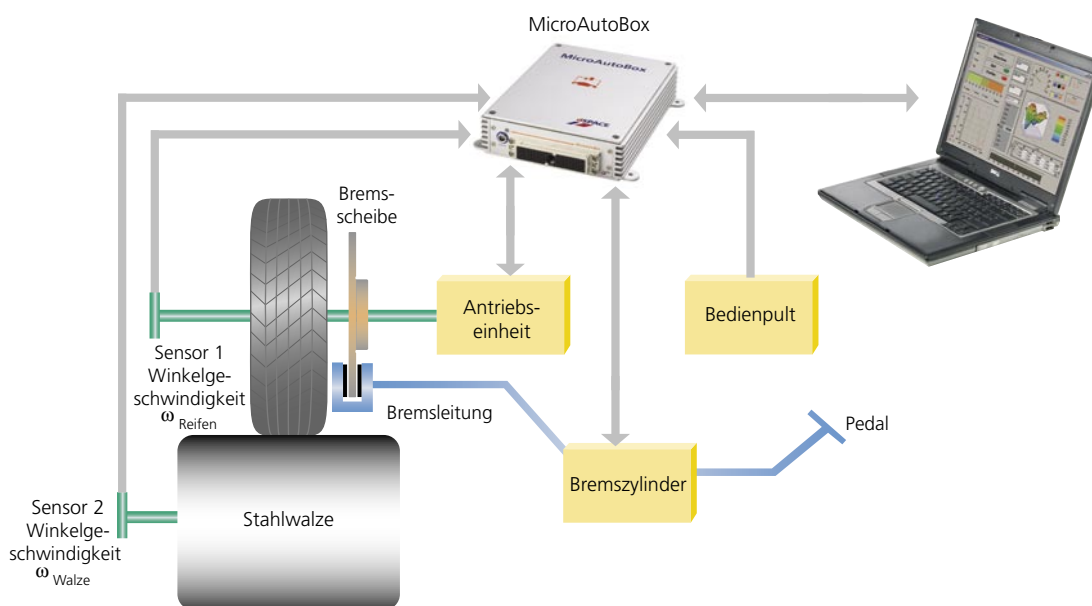
Moderne Informationstechnologien eröffnen völlig neue Möglichkeiten bei der Auslegung und Regelung mechatronischer Systeme. Eine Voraussetzung ist ein fundiertes Verständnis der zugrunde liegenden Prinzipien. Daher haben wir am Institut für Regelungs- und Automatisierungstechnik einen ABS-Prüfstand für den Labor- und Forschungsbetrieb entwickelt und aufgebaut. Damit tragen wir einem Forschungsschwerpunkt der TU Graz im automotiven Bereich Rechnung und können Studierende bereits vorzeitig mit professionellen Entwicklungswerkzeugen vertraut machen.

Aufbau und Funktionsprinzip

Ein bereiftes Rad steht auf einer Stahlwalze, deren Oberfläche die Fahrbahn widerspiegelt und deren Masse die Trägheit des zu bremsenden Fahrzeugs repräsentiert. Zunächst beschleunigt das Rad mit Hilfe der Antriebseinheit.

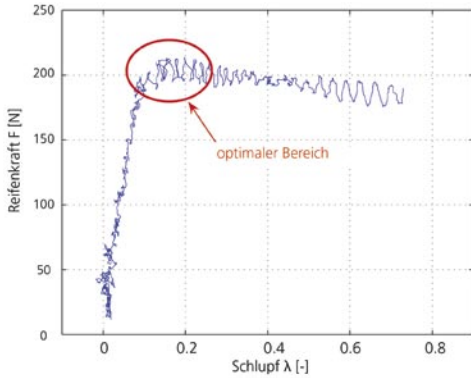
Der Kontakt zwischen Reifen und Fahrbahn versetzt die Walze in Drehung, wobei ihre Umfangsgeschwindigkeit der Fahrzeuggeschwindigkeit entspricht. Hat diese den Sollwert erreicht, wird die Antriebseinheit deaktiviert und die Anlage ist für eine Bremsung bereit. Um ein realistisches Bremszenario zu erzielen, ist eine genaue Abstimmung der verwendeten Bauteile (z.B. Geometrie der Stahlwalze) zu gewährleisten. Darüber hinaus setzen wir Komponenten aus Serienfahrzeugen, wie die Bremsanlage aus einem VW Golf, ein. Für die Messung der Drehzahlen von Rad und Stahlwalze stehen sowohl induktive Sensoren aus einem Serienfahrzeug als auch Inkrementalgeber zur Verfügung. Das Betätigen der Bremse erfolgt über ein Fußpedal. Eine elektronische Auslösung ist derzeit nicht möglich. Für die Messung der Drehzahlen sowie die gesamte Steuerung des Prüfstands kommt eine MicroAutoBox von dSPACE zum Einsatz.

▼ *Schematische Darstellung des Prüfstands mit den eingesetzten Komponenten.*

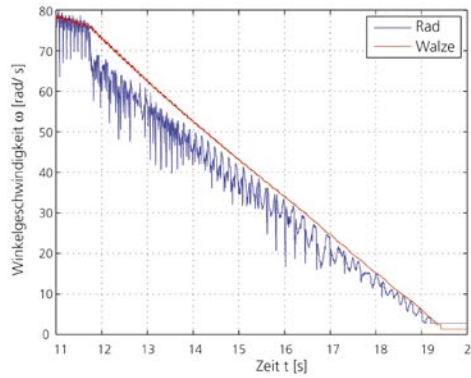


Realisierung eines ABS-Algorithmus

Eine typische Aufgabenstellung für Studierende ist der Entwurf eines intuitiven Antiblockiersystems. Dieses soll unter Verwendung der MicroAutoBox die übertragbare Bremskraft zwischen Rad und Walze durch Einstellen eines optimalen Schlupfs maximieren. Ausgehend vom mechanischen Aufbau des Prüfstands stellen die Studierenden ein mathematisches Modell für die beiden Teilsysteme „Rad“ und „Walze“



▲ Experimentell ermittelte Schlupfkennlinie der Kontaktkraft zwischen Rad und Walze.



▲ Verlauf der Winkelgeschwindigkeiten von Rad und Walze während eines geregelten ABS-Bremsvorgangs.

sowie ihre Kopplung über die schlupfabhängige Reifenkraft auf. Dabei zeigt sich, dass die gesuchte Schlupfkennlinie mit Hilfe eines Hochlaufversuchs experimentell ermittelt

„Die Kombination aus MATLAB- und dSPACE-Produkten gestattet es, die im Rahmen von Lehre bzw. Forschung entwickelten Algorithmen einfach und rasch am realen System zu testen.“

Dr. Martin Horn, TU Graz

werden kann. Die dafür benötigte zeitliche Ableitung der gemessenen Winkelgeschwindigkeit erfolgt mittels der am Institut entwickelten „Derivate Estimation Toolbox“. Diese Toolbox setzt die Ideen der differentiellen Algebra in die Praxis um. Es kommt eine MATLAB S-Funktion zum

Einsatz, die sowohl für Simulationen unter Simulink als auch für die Echtzeitanwendung auf der MicroAutoBox entworfen wurde. Der optimale Bremschlupf ist jener Bereich der Schlupfkennlinie, in welchem die Längskraft maximal ist. Mit Hilfe von MATLAB/Stateflow entwerfen die Studierenden nun eine Ablauflogik, die durch Betätigen der entsprechenden Ventile im Bremskreislauf den Schlupf möglichst nah am ermittelten Optimum hält. Durch Einsatz des Stateflow Coder wird die ABS-Strategie direkt auf die MicroAutoBox übertragen.

Ausblick

Auf dem beschriebenen Prüfstand haben wir bereits einige vielversprechende Ansätze für ABS-Algorithmen praktisch erprobt. Im Speziellen wurde basierend auf Sliding-Mode-Methoden ein Gleitschutz-Konzept für Schienenfahrzeuge entwickelt. Die hierfür notwendige Umrüstung des Prüfstands zur Nachbildung des Rad-Schiene-Kontakts schließen wir demnächst ab.

Dipl.-Ing. Josef Zehetner
Ao. Univ. Prof. Dr. Martin Horn
Institut für Regelungs- und Automatisierungstechnik
TU Graz, Österreich



▲ Aufbau des Prüfstands mit MicroAutoBox und Bedienkonsole.

Glossar

Inkrementalgeber –

Sensor zur Erfassung von Lageänderungen (linear oder rotierend).

Sliding Mode (Gleitmodus) –

Robustes Regelungsverfahren für nichtlineare Systeme mit begrenzten Parameterschwankungen und/oder Modellunsicherheiten.