

# Intelligentes Fahrsystem auf dem Prüfstand

- **TNO Automotive entwickelt großen Prüfstand VEHIL**
- **Steuerung für automatisch geführte Fahrzeuge**
- **Rapid Controller Prototyping mit dSPACE AutoBox**

Um die Entwicklung und den Test intelligenter Fahrsysteme zu vereinfachen, hat TNO Automotive den intelligenten Prüfstand für Fahrsysteme VEHIL (**Vehicle Hardware-in-the-Loop**) entwickelt. VEHIL besteht aus dem Testfahrzeug, aus Roboterfahrzeugen (Moving Bases, MB), die andere Verkehrsteilnehmer darstellen und aus der Prüfstandsteuerung. Aufgrund der guten Erfahrungen aus vergangenen Projekten hat sich TNO auch in diesem Fall wieder für dSPACE Prototyper entschieden. Das Regler-Prototyping für die Fahrgestelle wurde mit der dSPACE AutoBox realisiert.

Um dem Wunsch der modernen Gesellschaft nach wachsender Mobilität gerecht zu werden, muss es zu einer erheblichen Ausweitung des bestehenden Transportsystems für Personen und Güter kommen. Diese Ausweitung wird allerdings durch den nur begrenzt vorhandenen Raum und durch die Auflagen der Umweltbehörden erheblich eingeschränkt. Eine Lösung ist die Entwicklung intelligenter Transportsysteme, die zur Steigerung von Effizienz, Kapazität und Sicherheit des heutigen Straßennetzes führen können. Mit VEHIL können neue intelligente Systeme im Labor genauestens geprüft werden, was sicherer, kostengünstiger und leichter durchzuführen ist als auf der Straße.

## Das VEHIL-Konzept: Umfangreiche, realitätsnahe Labortests

Um die Funktionalität eines Testfahrzeugs zu evaluieren, müssen seine Sensoren und Aktuatoren möglichst realistischen Fahrsituationen ausgesetzt sein. Dazu gehören

hohe Fahrgeschwindigkeiten und realistische Abstände zu anderen Fahrzeugen, was üblicherweise in gefährlichen und sehr teuren Straßentests durchgeführt wird. TNO hat eine Umgebung entwickelt, in der das Fahrzeug unter Laborbedingungen getestet werden kann, indem das reale Abbild einer Testfahrt geschaffen wird. Bei VEHIL wird das zu prüfende Fahrzeug auf einen Fahrzeugrollenprüfstand gesetzt. Das Fahrzeug kann dann wie auf der Straße fahren und bremsen. Der Fahrzeugrollenprüfstand simuliert das Straßenverhalten basierend auf dem Simulationsmodell des Testfahrzeugs. Die durch Bremsen oder Beschleunigen verursachten vertikalen Bewegungen des Fahrzeuges werden durch ein ausgereiftes Befestigungssystem aufgefangen. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 250 km/h, wobei sogar realitätsnahe Vollbremsungen bei bis zu 150 km/h simuliert werden können. Auf dem Fahrzeugrollenprüfstand können sowohl kleine Fahrzeuge als auch Kleinlastler und Busse bis zu 12 Tonnen getestet werden.



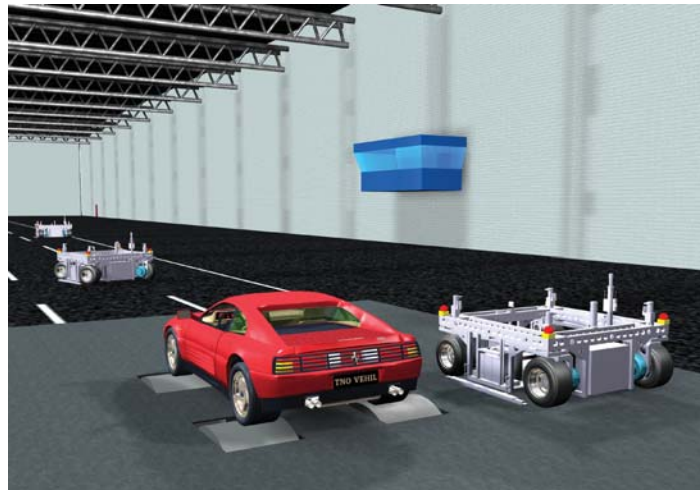
## Die Moving Bases

Andere Verkehrsteilnehmer werden durch automatisch geführte vierrädrige Fahrgestelle, die sogenannten Moving Bases (MB), dargestellt. Für komplexe Fahrmanöver, die durch Bewegungen des Testfahrzeugs in Bezug auf andere in der Nähe befindlichen Fahrzeuge zustande kommen, muss sich das Moving Base ungehindert in alle Richtungen bewegen können. Aufgrund der hohen Anforderungen haben wir uns dazu entschlossen, das MB bei uns im Hause zu entwickeln und auch zu bauen und das unter Einsatz der dSPACE

► Dehlia Willemsen und ihre Kollegen an dem Roboterfahrzeug.

AutoBox, mit der wir schon in früheren Projekten sehr gute Erfahrungen gemacht haben.

Das MB wirkt mit der aufgesetzten Karosserie aus leichtem Kunststoff wie ein ganz normaler Verkehrsteilnehmer. Zudem können alle vier Räder unabhängig von einander angetrieben und gelenkt werden. Dadurch ist es möglich, die drei Bewegungsfreiheitsgrade des MB – Längs-, Quer- und Gierbewegung – unabhängig voneinander anzusteuern. Darüber hinaus beschleunigt und bremst das MB mit max 1 g in alle Richtungen, was zum Simulieren von Vollbremsungen wichtig ist.

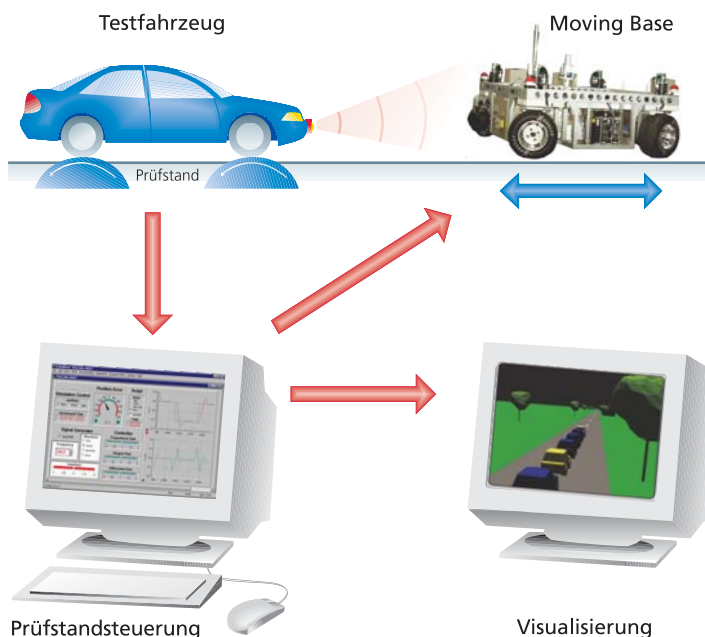


▲ Der Prüfstand VEHIL mit Testfahrzeug und weiteren Verkehrsteilnehmern, den Moving Bases.

## Die Moving-Base-Regelung

Das Regelsystem des MB besteht aus zwei Haupt-Hierarchieebenen. Die höhere Ebene bildet den Regler für die Bahnführung, der die gemessenen Signale zur aktuellen Position und Orientierung verarbeitet und mit denen des Referenzwegs vergleicht, der von der Prüfstandsteuerung vorgegeben wird. Anhand dieses Vergleichs werden acht Aktuatoren über einen virtuellen Aktuator berechnet, der auf den Schwerpunkt des MB wirkt und die Steuerung der unteren Hierarchieebene darstellt. Durch den virtuellen Aktuator wird eine Entkopplung der Bewegungssteuerung für das MB erreicht, dem acht Aktuatoren für drei Freiheitsgrade zur Verfügung stehen. Somit besteht die Bahnführung der höheren

Ebene nur aus den drei unabhängigen Regelkreisen für Längs-, Quer- und Gierbewegung. Die Regelung läuft auf der dSPACE AutoBox mit dem DS1005 PPC Processor Board und fünf verschiedenen I/O-Karten. Acht Aktuatoren und zahlreiche Sensoren (Drehgeber-Schnittstellen, Beschleunigungsmesser, Gyroskop, Positionsanzeiger, etc.) werden für die Regelung verwendet. Die Experiment-Software ControlDesk von dSPACE übernimmt die Kontrolle, die Aufzeichnung und die Visualisierung der Testvariablen. Ein MB kann auch manuell mit einer Fernbedienung gesteuert werden, indem die gleiche Hardware und die gleiche Regelung der unteren Ebene verwendet wird.



Zwei MBs sind bereits fertig und werden jetzt mit dem Regler-Prototyp unter Verwendung von ControlDesk und MATLAB®/Simulink® den Endabnahmetests unterzogen. Prüfstand VEHIL wurde im November 2003 mit großem nationalen und internationalen Interesse offiziell eröffnet und begrüßt bereits seine ersten Kunden.

*Dehlia Willemsen  
TNO Automotive  
Niederlande*

◀ Das Funktionsprinzip von VEHIL.