

AUTOMOTIVE ENGINEERING PARTNERS

Das Magazin für
Automobilentwicklung



TITELSTORY

**Innovations-
management bei
Automobilzulieferern
am Beispiel Behr**



ENGINEERING- DIENSTLEISTER

Kurzporträts von A-Z



PROFILE

**Entwicklungszentrum
von Hyundai**



PRODUKTE

**Software: Telematik-
systeme von morgen**

**Messtechnik: Mobiler
Laser Tracker**

**Sonderdruck der IST GmbH
Autoleben im Zeitraffer**





Der neue Deterioration-Prüfstand im Internationalen Technischen Zentrum (ITEZ) von Opel in Rüsselsheim

Autoleben im Zeitraffer

Opel hat in enger Zusammenarbeit mit Instron Structural Testing Systems (IST), Darmstadt, einen so genannten Deterioration-Prüfstand für Komplettfahrzeuge realisiert, mit dem sich im Labor extreme mechanische und klimatische Ermüdungsbeanspruchungen sowie andere spezielle Entwicklungsprüfungen zeitgerafft und dennoch realitätstreu darstellen lassen. Ein Novum sind die auf Hydropuls-Zylindern montierten Flachbahnen, auf denen die angetriebenen Räder laufen. Damit lassen sich die Versuche der Realität noch exakter annähern als bisher, weil die Übertragungsfunktionen der Bereifung sowie die Kräfte beim Beschleunigen, Schalten und Bremsen nicht gesondert simuliert werden müssen.

■ **Realitätsnahe Laborversuche**
Entwicklungszeiten zu verkürzen und dabei trotzdem möglichst alle Fehlerquellen auszumerzen, bevor die ersten Fahrzeuge beim Kunden sind – diese beiden Forderungen lassen sich nur durch komprimierte

und dennoch realitätsnahe Laborversuche am kompletten Fahrzeug vereinbaren. Der im Frühjahr 2002 im Internationalen Technischen Entwicklungszentrum (ITEZ) von Opel in Rüsselsheim in Betrieb genommene Deterioration-Prüfstand ermöglicht

die Untersuchung kompletter Personenkraftwagen unter realitätsnaher Simulation der im Fahrbetrieb auftretenden Belastungen, wobei auch der komplette Antriebsstrang in die Tests einbezogen werden kann. Alle Beanspruchungsparameter für die mechanische und klimatische Belastung des Prüflings werden aus Messungen im realen Fahrbetrieb gewonnen und entweder in Echtzeit oder zeitgerafft auf dem Prüfstand nachgefahren.

■ **Eng miteinander verwobene Funktionen**

„Kraftstoffvorrat unterschreitet Limit“ – diese Information löst eine Vielzahl wechselseitig verknüpfter Aktionen aus. Die Hydraulik-Zylinder unter den Auflagepunkten aller vier Räder, die das gesamte Fahrzeug bis dahin über Vertikalbewegungen mit wechselnden Amplituden und

Frequenzen in hochdynamische Schwingungen versetzt haben, fahren in Ruheposition. Der Autopilot nimmt Gas weg, schaltet herunter, lässt die angetriebenen Räder zum Stillstand kommen und dreht schließlich den Zündschlüssel in Nullstellung. Gleichzeitig verringert sich der dem Fahrzeug entgegenwehende Luftstrom in Übereinstimmung mit der über die Raddrehzahl abgenommenen Fahrgeschwindigkeit bis zur Windstille, und die Temperatur in der gesamten Prüfkammer steigt auf erträgliche minus 20 °C, wenn zuvor noch eisigere Polar-Temperaturen herrschten. Inzwischen hat auch die Abgasabsaugung abgeschaltet, und in der Betankungsanlage wurde die Zapfpistole für das Nachtanken mit dem zum Fahrzeug passenden Kraftstoff entriegelt, so dass ein Opel-Techniker jetzt mit dem Nachfüllen des Tanks beginnen kann – „Herr“ all dieser Aktionen ist ein Zentralcomputer von IST, dem die gesamte Versuchssteuerung obliegt und der alle weiteren, in das Gesamtsystem integrierten Rechner triggert.

■ **Viele Spezialitäten „unter einem Hut“**

Diese kurze und bei weitem nicht vollständige Schilderung vermittelt einen Eindruck von der Komplexität der technischen Einzelanforderungen, der sich Opel und IST gegenüber sahen und die so koordiniert werden mussten, dass die Gefahren für Mensch und Material im Versuch auf ein absolutes Minimum reduziert sind.

So vielfältig die Funktionen, so umfangreich ist die Liste der Haupt-Komponenten. Dazu gehören:

- das über Feder/Dämpfer-Elemente vom Gebäude entkoppelte Fundament des Prüfstands
- die patentierte Flachbahneinheit
- die seitlich über Gelenkwellen an die Flachbahnen angekoppelten, drehzahlgeregelten E-Motoren samt Steuerung
- der Autopilot zur automatischen Steuerung der Fahrfunktion
- die elektrische Verschiebeeinheit für die vorderen Flachbahnen und die hinteren Radteller, über die Spurweiten von 1300 mm bis 1700 mm und Radstände von 1800 mm bis 3200 mm eingestellt werden können
- die Klimakammer einschließlich der Infrarot-Bestrahlungseinheit



Übersichtsdarstellung des Deterioration-Prüfstands mit den vorderen Flachbahnen und den hinteren Radtellern

und zugehöriger Steuerung, mit der Temperaturen von -40 °C bis +80 °C simuliert und relative Luftfeuchten von 10 % bis 90 % bei Temperaturen von +10 °C bis +55 °C eingestellt werden können

- das zur Motorkühlung erforderliche Fahrtwindgebläse, das Windgeschwindigkeiten bis zu 160 km/h erreicht
- die innerhalb der Klimakammer angeordnete Betankungsbox. Die mit Abgassensorik, Absaugung und CO₂-Löschanlage ausgerüstet ist
- die thermisch gegen die Klimakammer isolierten, vertikal angeordneten Hydropuls®-Längszylinder für die Fahrzeuganregung.

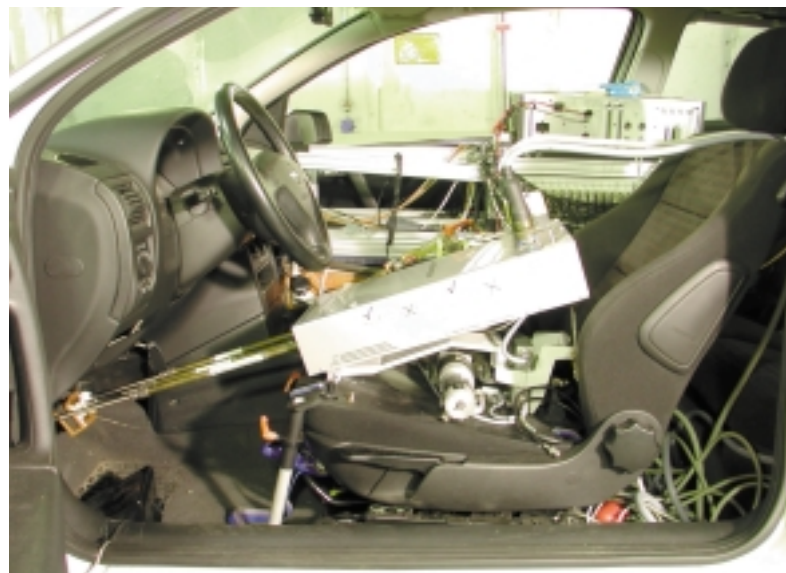
IST war verantwortlich für die Koordination aller Funktionen sowie für

Technische Daten der Hydropuls-Längszylinder von IST für die Vertikalbewegung der Flachbahneinheit

Statische Prüfkraft:	±160 kN
Dynamische Prüfkraft:	±128 kN
Nennhub:	±150 mm
Prüffrequenz:	max. 50 Hz
Max. Kolbengeschwindigkeit:	3 m/s
Zul. Belastung der Verdrehsicherung:	500 Nm
Max. Beschleunigung, VA:	350 m/s ²
Max. Beschleunigung, HA:	700 m/s ²

die Bereitstellung des übergeordneten Prozessleitsystems samt Visualisierung des Prüfablaufs.

Im Zusammenspiel aller Parameter „durchlebt“ ein Prüffahrzeug auf dem neuen Deterioration-Prüfstand



Der Autopilot im Einsatz



Kolben mit montierter Flachbahneinheit

von Opel in drei bis vier Wochen Rund-um-die-Uhr-Betrieb Beanspruchungen, die einer Laufleistung von 160.000 km entsprechen.

■ **Das Novum: die Flachbahn**

Eines der wichtigsten Ziele bei der Konzipierung des neuen Opel-Prüfstands war die Einbeziehung des kompletten Antriebsstrangs und die Erweiterung der Testmöglichkeiten auf den Betrieb mit „befeuertem Motor“. Die angetriebenen Räder sollten hierbei möglichst unbeeinflusst wie im realen Fahrbetrieb abrollen können beziehungsweise vertikal frei beweglich sein. Unter Berücksichtigung dieser Vorgaben ergab sich als einziger Lösungsansatz die Verwen-

Gewicht	275 kg
Max. Geschwindigkeit	200 km/h
Kurzzeitig	250 km/h
Übertragbare Leistung	100 kW
Max. Radkraft	10 kN
Zulässige Seitenkraft	5 kN
Max. Bremskraft am Riemen	10 kN
Max. Bremsmoment	ca. 2.000 Nm
Laufbreite	376 mm
Nutzlänge	600 mm

Technische Beschreibung der Flachbahneinheit

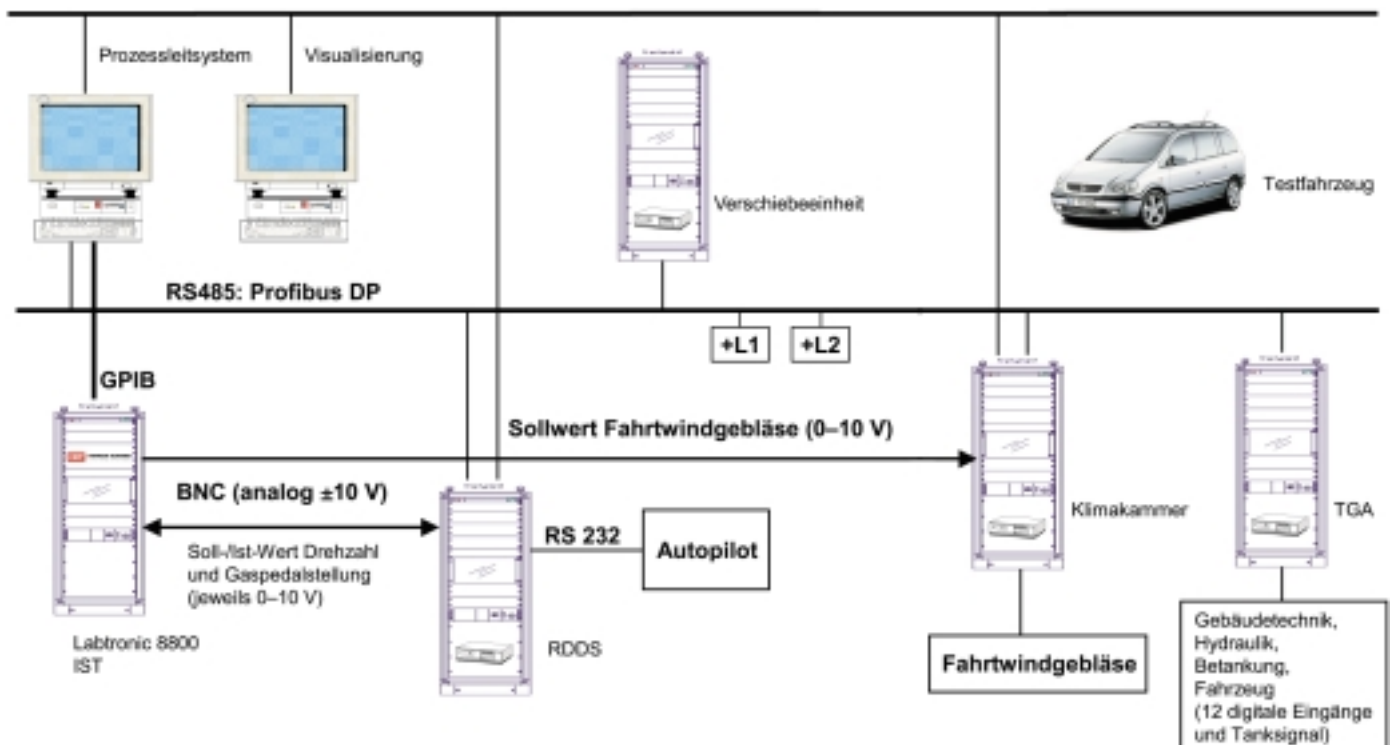
dung einer so genannten Flachbahneinheit. Da diese zwecks Simulation der vertikalen Anregung des Rads auf einem Hydropuls-Zylinder zu montieren war, kam es entscheidend darauf an, die Masse dieser Einheit auf ein Minimum zu beschränken, um die bewegten Massen möglichst klein zu halten.

Da eine Flachbahn-Einheit mit den notwendigen Eigenschaften zu diesem Zeitpunkt am Markt nicht verfügbar war, wurde unter der Federführung von Opel die Entwicklung einer superleichten und kostengünstigen Konstruktion mit einem Engineering-Partner vorangetrieben und binnen 18 Monaten realisiert. Die so entstandene patentierte Flachbahn-Einheit ist aufgrund der relativ einfachen Konstruktion, des geringen Eigengewichts sowie des breiten Temperatur-Einsatzspektrums prädestiniert für den Einsatz an Fahrzeugprüfständen.

Die Flachbahn selbst ist nach Art eines Vielrippen-Keilriemens ausgebildet. Das aus Elastomer bestehende und textilverstärkte Band ist um zwei profilierte Umlenkrollen geschlungen, die in geringem Abstand zueinander angeordnet sind. Eine dritte, kleinere Rolle stützt das Prüfzentrum unterhalb des Fahrzeugreifens ab. Die gesamte Einheit wiegt mit 275 kg nur rund ein Zehntel aller bisher bekannten Ausführungen und erlaubt somit erstmals eine wirtschaftliche Simulation der vertikalen Anregung mit praxisrelevanten Frequenzen bis etwa 50 Hz.

Die Flachbahn-Einheit ist mittels einer homokinetischen Gelenkwelle mit einem Elektromotor verbunden, der je nach gewünschtem Fahrmanöver gleichermaßen als Leistungsbremse oder als Antrieb wirkt. Ein zusätzlicher Vorteil der geringen Baugröße: Unter dem Fahrzeug konnte eine begehbare Grube ange-

Systemübersicht



ordnet werden, so dass das Prüffahrzeug bequem auch von der Unterseite her begutachtet werden kann.

■ IST-Technologie als Klammer

Das Prozessleitsystem von IST ist der „Kopf“, der alle Untersysteme ansteuert. Grundsätzlich sendet der an die digitale Mess- und Regelelektronik Labtronic 8800 von IST angeschlossene Leitreechner alle für den Betrieb des Deterioration-Prüfstands notwendigen Steuersignale – für die Spurweiten- und Radstandseinstellung, für die Antriebsmotoren, die Bewegung der Zylinder an den (hinteren) Tellern und den (vorderen) Flachbahnen, die Intensität des Fahrtwinds und über den Autopilot auch die Gaspedalstellung und die Bremspedalkraft. Lediglich die Regelung von IR-Beleuchtung, Feuchte und Temperatur läuft über die Steuerung der Klimakammer. Aber auch hier sorgt der IST-Rechner für die zuverlässige Synchronisation mit dem Gesamtsystem.

■ Soft- und Hardware mit universellen Eigenschaften

Mit dem neuen Deterioration-Prüfstand holt Opel nicht nur Sommer und Winter ins Labor, auch Teststrecken lassen sich realitätsgetreu oder, reduziert auf die für Schäden maßgeblichen Beanspruchungen, zeitgerafft simulieren. Zu diesem Zweck werden im Feld an Referenzpunkten am Fahrzeug Geschwindigkeiten, Momente und Beschleunigungen erfasst, gespeichert und dann mit dem Softwarepaket RS TWR (Time Wave Replication) aufbereitet. Diese Simulationssoftware von IST stellt die Daten bereit, die für eine hochpräzise Reproduktion der realen Belastungen auf dem Prüfstand und damit für die beschleunigte Alterungsprüfung erforderlich sind. Dazu bestimmt das IST-System zunächst die Übertragungsfunktionen am Prüfobjekt und rechnet dann von der erwünschten Reaktion zurück auf die erforderliche Anregung, worauf die Systemantwort auf das Anregungssignal iterativ optimiert wird.

Es folgt der tatsächliche Fahrversuch in der Prüfkammer, den der Techniker über die Prüfsoftware RS LabSite und die Benutzerschnittstelle RS Console konfiguriert und überwacht. Die dafür relevanten Informationen erhält er über drei Monitore – einen für den Leitreechner, einen für den Visualisierungsrechner (beide von IST) sowie einen für den Rechner, der die

Klimakammer und die IR-Simulation ansteuert.

Den Abschluss des Versuchs bildet dann eine Schadensanalyse mit Hilfe der Software TecWare von LMS International, Leuven/Belgien, dem Kooperationspartner von IST im Rahmen der „Durability Alliance“.

Das Testequipment wird inzwischen erfolgreich für die unterschiedlichsten Aufgaben eingesetzt. Insbesondere bei Entwicklungsaufgaben, die extreme klimatische Verhältnisse erfordern, ist die Einrichtung sehr stark gefragt, bietet sie doch die Möglichkeit, Wintertests im Sommer oder Sommertests im Winter durchzuführen und dabei noch erheblichen Aufwand für die Logistik und an Zeit einzusparen.

Das Einsatzspektrum für das Werkzeug hat sich permanent erweitert, so dass inzwischen auch diverse Entwicklungsarbeiten an Brennstoffzellenfahrzeugen durchgeführt werden.

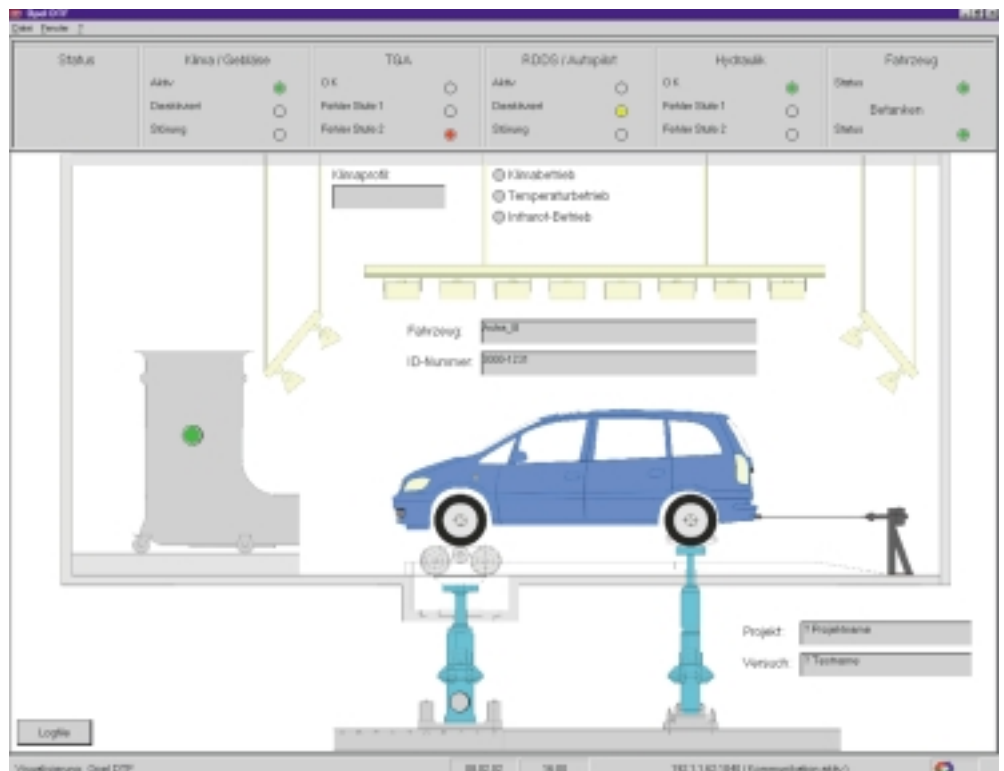
■ Der Spezialist für Straßensimulation im Labor

Weltweit bietet IST umfassendes Know-how im gesamten Bereich der servohydraulischen Betriebslastensimulation und Bauteilprüfung. Die Palette reicht von einfachen, einkanalierten Komponenten bis zu Systemen für die komplexe Simulation von nahezu allen auf ein Fahrzeug oder Bau-



teil einwirkenden Belastungen. Das modulare Konzept ermöglicht es, einzelne Komponenten entsprechend den Anforderungen auszuwählen. Damit kann ein komplettes Fahrzeugleben aus Sicht der Betriebsfestigkeit zeitgerafft im Labor simuliert werden. Mit weltweit mehr als 130 installierten Straßensimulationssystemen unterschiedlicher Typen verfügt IST über außergewöhnlich viel Erfahrung mit der Prüfung von Fahrzeugen und deren Komponenten.

*Heribert Kohl, Instron Structural Testing Systems (IST),
Helmut Post, Robert Thomas Bender,
Adam Opel AG*



Visualisierung des Versuchsablaufs



**INSTRON STRUCTURAL
TESTING SYSTEMS**

**Instron Structural Testing Systems GmbH
Landwehrstr. 65
D-64293 Darmstadt**

**Tel.: 06151 - 3917 -0
Fax: 06151 - 3917 -500**

**eMail: ist_sales@ist.instron.com
www.instron.com/ist**