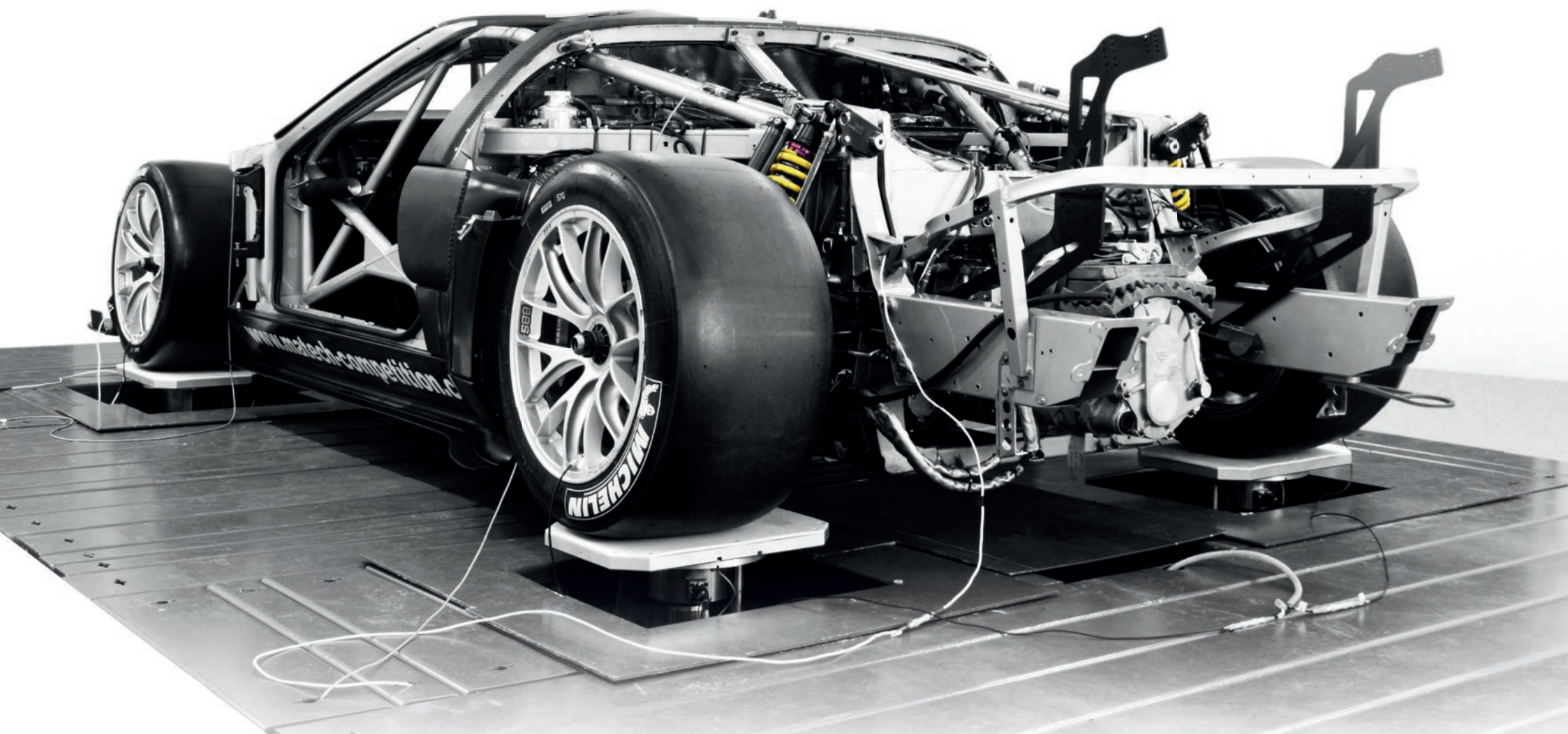


7-POST RIG



FÜR JEDEN **ANSPRUCH**
DAS **RICHTIGE SETUP!**

THE PERFECT **SETUP**
FOR **EVERY DEMAND!**

Vorwort

Als Manufaktur innovativer Fahrwerkstechnologien im sportlichen Straßensegment und von Motorsport Anwendungen können wir als einer der wenigen Hersteller in diesem Bereich unseren Kunden den Service zur Nutzung unseres 7-post Fahrdynamikprüfstandes anbieten.

Hiermit können grundlegende Abstimmungen von Federn, Dämpfern und Zusatzelementen mit Einfluss auf die Vertikaldynamik durchgeführt werden.

Der moderne Vertikaldynamik-Prüfstand befindet sich in unserem Testzentrum im schwäbischen Fichtenberg. Der Prüfstand ermöglicht eine Nutzung im 4-post- und im 7-post-Modus.

Im 4-post-Modus wird die mittelbare Erregung (Fußpunkterregung) in die Radaufstandsflächen eingeleitet (weggesteuerte Rad-Aktuatoren). In dieser Analyse werden vorwiegend Frequenzanalysen durchgeführt. Mit den KW Analysetools werden die unterschiedlichen Einflüsse der Federraten und Dämpfung auf das Schwingverhalten des Fahrzeuges untersucht und optimiert. Die erarbeiteten Grundsettings stellen die Ausgangsbasis für die folgenden Test- und Abfahrten. Der Analysebericht unterstützt die weitergehende subjektive Beurteilung und hilft die Aussagen der Fahrer zu bewerten. Neben den synthetischen Frequenzanalysen können Straßenprofile wiedergegeben werden. Diese ermöglichen weitere Aussagen über nachfolgende Beurteilungen im Fahrversuch.

Im 7-Stempel-Modus wird eine unmittelbare Erregung (Massenkrafterregung) dargestellt. Diese wird über drei zusätzliche Stempel direkt am Fahrzeugaufbau eingeleitet (kraftgesteuerte Aero-Aktuatoren). In diesem Betrieb sind komplexe Streckensimulationen möglich. Dieser Modus bedingt ein entsprechendes Fahrzeugkonzept (z.B. Formel-Fahrzeuge).

Neben den Basisabstimmungen der Federn und Dämpfersysteme können weitere Systeme mit Einfluss auf die Vertikaldynamik untersucht werden. Ein wichtiges Subsystem stellen die Reifen eines Fahrzeuges dar. Es können verschiedene Reifendrucke sowie verschiedene Reifenkonstruktionen mit unterschiedlichen Reifensteifigkeiten untersucht werden. Zudem lassen sich Settings für trockene und nasse Straßenbedingungen erstellen.

Ein weiteres Anwendungsgebiet liegt in der Verifizierung von komplexen elektronischen Fahrwerksreglern. Auf dem Prüfstand können alle Teilsysteme (Sensorik, Regler-Algorithmen, Parameter und Verstelldämpfer) mit speziellen synthetischen Signalen untersucht und optimiert werden.

Auch Aggregate-Lagerungen (Motor/Getriebe) mit elektronisch einstellbaren Systemen können in kurzer Zeit in verschiedenen Einstellungen untersucht und bewertet werden. Der Prüfstand gewährleistet ein hohes Maß an Reproduzierbarkeit und bietet die Möglichkeit vorangegangener Mehrkörpersimulationen zu validieren.

Foreword

Being a manufacturer of innovative suspension technologies in the sporty road segment and motorsport applications, we are one of the few manufacturers in this field capable of offering our customers the service of using our 7-post rig. This allows us to figure out basic setups of springs, dampers, and other additional elements that affect the vertical dynamics. The modern vertical dynamic test rig is located in our test center in Fichtenberg, Germany. The test rig can be used in 4-post and 7-post mode.

The main purpose of 4 post mode is frequency analysis. In 4-post mode, the indirect excitation (point excitation) is passed into the wheel contact patch loads (directional wheel actuators). Using the KW analysis tools, the various influences of spring rates and damping forces are examined and optimized over a determined frequency sweep. The acquired basic settings provide basic setups for the following test and adjustment rides. The analysis report supports further subjective evaluation and helps to validate the statements of the drivers. In addition to synthetic frequency analysis, road profiles can also be reproduced. These enables further statements about subsequent evaluations in road driving tests.

In 7-post mode, an immediate excitation (mass force excitation) is executed. This is initiated by three additional posts directly connected to the vehicle body (force-controlled aero actuators).

In this operation, complex track simulations are possible. This mode requires a corresponding vehicle concept (for example single seaters or sports cars).

In addition to the basic setup of the suspension system, other systems with an influence on vertical dynamics can be examined. Important subsystems are the tires of a vehicle, and different tire pressures as well as different tire constructions with varying stiffness can be examined. Furthermore, settings for dry and wet road conditions can be created.

Another field of application is the verification of complex electronic suspension controllers. On the test rig, all subsystems (sensors, control algorithms, parameters, and damper adjustments) can be examined and optimized with special synthetic signals.

Even drive train bearings (engine / gearbox) with electronically adjustable systems can be examined and evaluated in different settings within a short time. The test rig ensures a high level of reproducibility and offers the opportunity to validate previous multi-body simulations.



INHALTSVERZEICHNIS / CONTENT

7-Post-Fahrdynamikprüfstand: Vorteile, Infrastruktur & Voraussetzungen 7post rig: advantages, facilities & requirements	06 - 09
4post sweep 4-Post-Sweep mit konstantem Abtrieb 4post sweep with constant downforce	10 - 15
4post track replay 4-Post-Track-Replay mit konstantem Abtrieb 4post track replay with constant downforce	16 - 19
7post track replay	20 - 27



7-POST FAHRDYNAMIKPRÜFSTAND / 7-POST RIG



Vorteile

Der 7-Post-Fahrdynamikprüfstand der Firma KW automotive bietet dem Kunden die Möglichkeit eine Analyse der Vertikaldynamik seines Fahrzeuges durchzuführen und diese zu optimieren.

Die Vorteile:

- Reproduzierbarkeit dank gleichbleibender äußerer Bedingungen
- Objektivität
- Zeitersparnis (50-100 Messungen pro Tag / je nach Fahrzeug und Testprozedur)
- Kein Verschleiß am Fahrzeug
- Keine Streckenmiete
- Tests von noch nicht fahrbereiten Fahrzeugen möglich
- Fortlaufende Dokumentation aller Messungen
- Datenauswertung mit Matlab® und MS Excel®
- Optimierung unterschiedlicher Parameter
 - Aufbauresonanzfrequenzen
 - Dämpfungsgrad
 - Nickverhalten
 - Aufbaubewegung
 - Dynamisches Fahrzeugniveau
 - Radlastschwankungen

Bei KW Dämpfern ist eine Änderung der Dämpferbestückung und Federwahl direkt vor Ort möglich. Dabei wird gezielt die Kennliniencharakteristik an die Prüfstandsergebnisse angepasst.

Advantages

The KW automotive 7post rig enables the customer the possibility to analyze and optimize the vertical dynamics of his vehicle.

The advantages:

- Repeatability due to constant conditions
- Objectivity
- Time savings (50 – 100 test runs per day / depending on the car and type of test)
- No vehicle wear
- No track costs
- Unfinished cars can be tested
- Ongoing documentation of the tests
- Data-analysis via Matlab® and MS Excel®
- Optimization of different parameters
 - body resonance frequencies
 - damping ratio
 - pitch behavior
 - body movement
 - dynamic ride height
 - wheel load fluctuations

With KW dampers, modifications of the damper setup and spring changes are possible on site. In this case, the characteristics are targetly adapted to the test rig results.





Infrastruktur

Neben dem Prüfstand steht eine Werkstatt inkl. 2-Säulen-Hebebühne zur Verfügung. Außerdem sind Testmöglichkeiten auf Dämpferprüfanlagen der Firmen API Dyno (Kurbeltrieb), Roehrig (elektromagnetischer Linearantrieb) und Schenk (servohydraulisch) vorhanden.

Prüfstand und Werkstatt befinden sich in einem eigenständigen Gebäude. Be- und Entladen innerhalb des Gebäudes möglich (max. Transporterhöhe 3,2m). Elektronische Schließanlage mit Zugangsberechtigung.

Voraussetzungen

- Radstand: min. 1500 mm / max. 3450 mm
- Spurweiten: min. 1100 mm / max. 1900 mm
- Fahrzeugmasse: max. 3,5 t

Checkliste

- Fahrzeug wie im Einsatzzustand:
 - Fahrwerkslagerungen
 - Reifen (evtl. optionale Reifen mit Warmluftdruckwerten)
 - Radlasten (relevanter Tankinhalt, Ballastsäcke stehen zur Verfügung)
 - Achsgeometrie
 - Fahrzeughöhe
- Optionale Federn und Dämpfer mitbringen
- Spezialwerkzeug mitbringen (z.B. Felgenschloss, Zentralverschluss, Druckluftflasche für Hebeanlage)
- Bei kundeneigenen Sensoren passende Adapter auf LEMO Steckertyp (PHG.1B.304.CLLD62Z)

Facilities

In addition to the test rig, a workshop area with a 2-post vehicle lift is available. Further testing possibilities on the damper test system are available for the API Dyno (crank assembly), Röhrig (electro-magnetic linear drive) and Schenk (servo-hydraulic).

The test rig and workshop are located in a separate building. Loading and unloading of vehicles inside the building is possible (max. transporter height 3.2 m). Secure electronic locking system with access rights.

Requirements

- Wheelbase: min. 1500 mm / max. 3450 mm
- Track width: min. 1100 mm / max. 1900 mm
- Vehicle weight: max. 3.5 t

Check list

- vehicle state of use:
 - suspension bearings
 - wheels (possibly optional tires with warm air pressure values)
 - Wheel loads (relevant tank content, ballast bags are available to use)
 - Axle geometry
 - Vehicle height
- Bring optional springs and dampers
- Bring special tools (for example rim lock, central locking, compressed air bottle for lifting system)
- At customer-specific sensors, the matching adapter on LEMO connector type



4POST SWEEP

Testablauf

Anregung der vier Rad-Aktuatoren mittels Hub-Sinusschwingung mit konstanter Maximalgeschwindigkeit im Nulldurchgang und ansteigender Frequenz.

Leistungen / Analyse

- Optimierung der Aufbauresonanzfrequenzen (Einsatzzweck)
- Optimierung des Dämpfungsgrades (Verhältnis zwischen Feder- und Dämpfungskräften)
- Optimierung des Nickverhaltens (Balance)
- Optimierung der Aufbaubewegung (Fahrzeugkontrolle / Komfort)
- Optimierung des dynamischen Fahrzeugniveaus (Druck- / Zugstufenverhältnis)
- Optimierung der Radlastschwankungen (Traktion)
- Optimierung der minimalen Radaufstandskraft (Traktion)
- Ermittlung der dynamischen Reifenstetigkeit

Neben dieser Frequenzanalyse sind auch Anregungsfrequenzen und -geschwindigkeiten sowie Modi nach Kundenwunsch möglich. Des weiteren lassen sich Rollsteifigkeits-Tests durchführen. Konstante Aerodynamikkräfte können über zwei zusätzliche Luftfedern simuliert werden.

Equipment

- 4 Radbeschleunigungssensoren
- 2 Aufbaubeschleunigungssensoren
- 2 oder 4 Wegsensoren



Test procedure

Excitation of the four wheel actuators by a heave sinusoidal signal with constant peak velocity at zero crossing with increasing frequency.

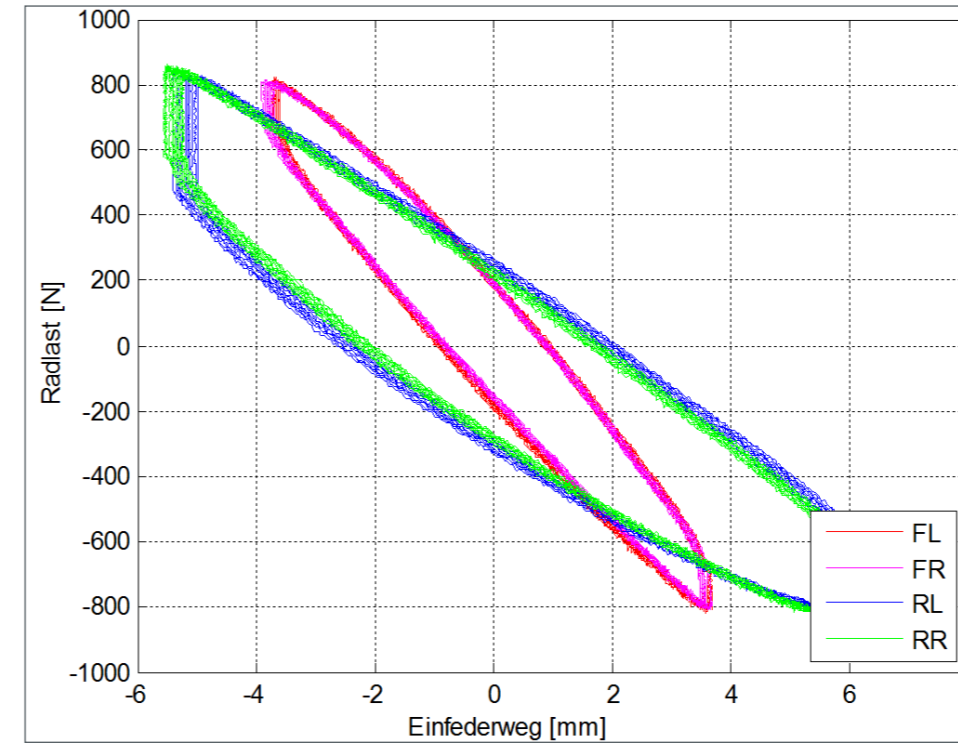
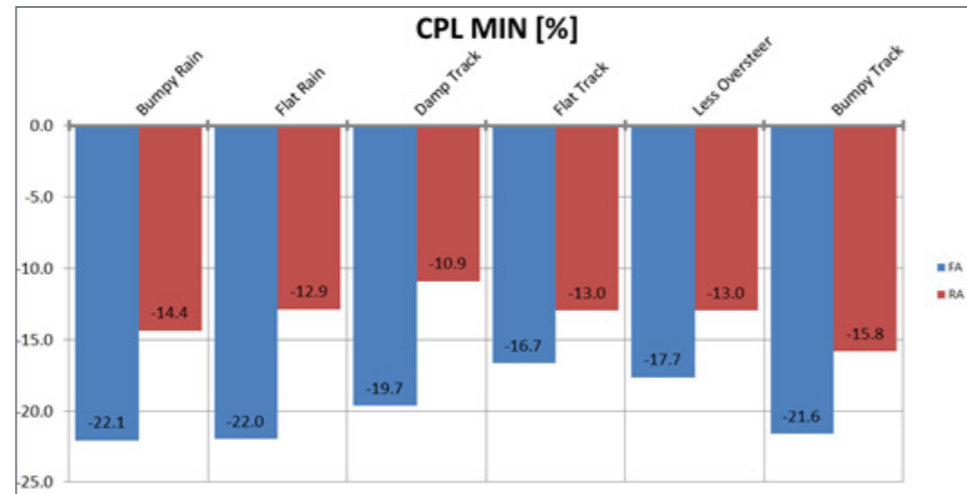
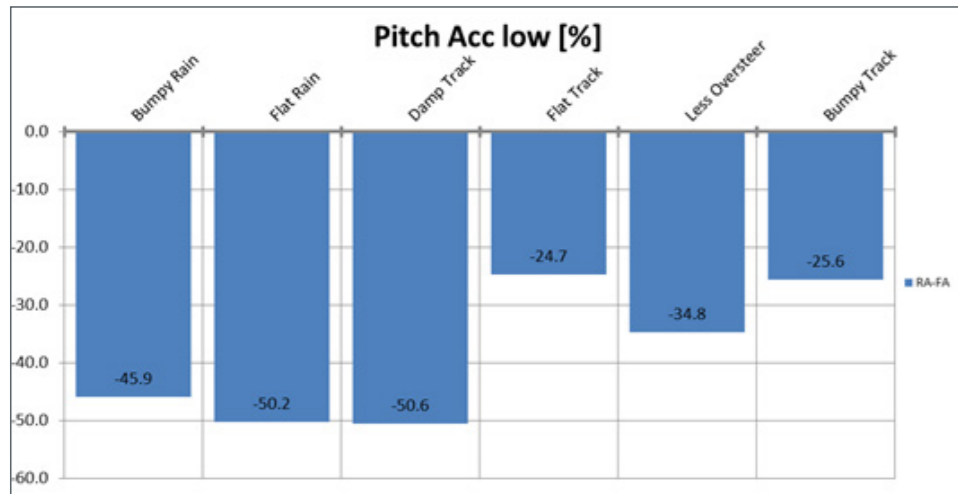
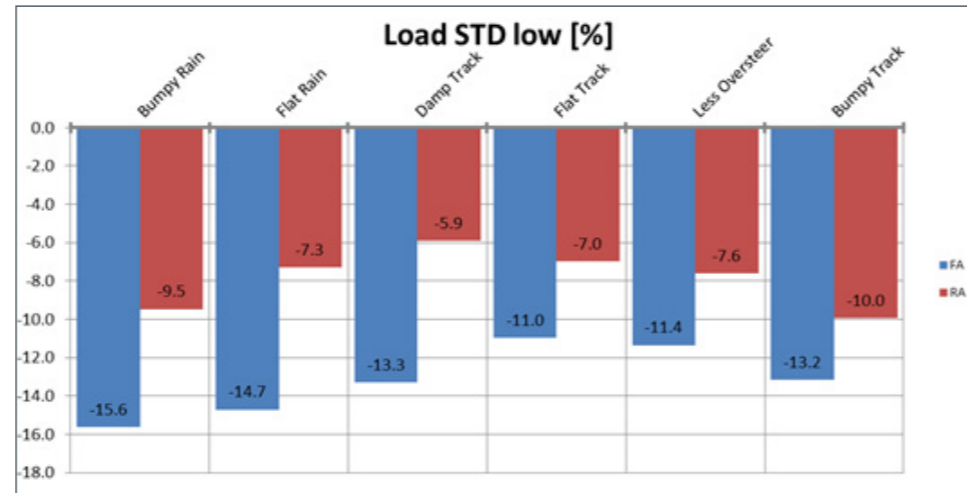
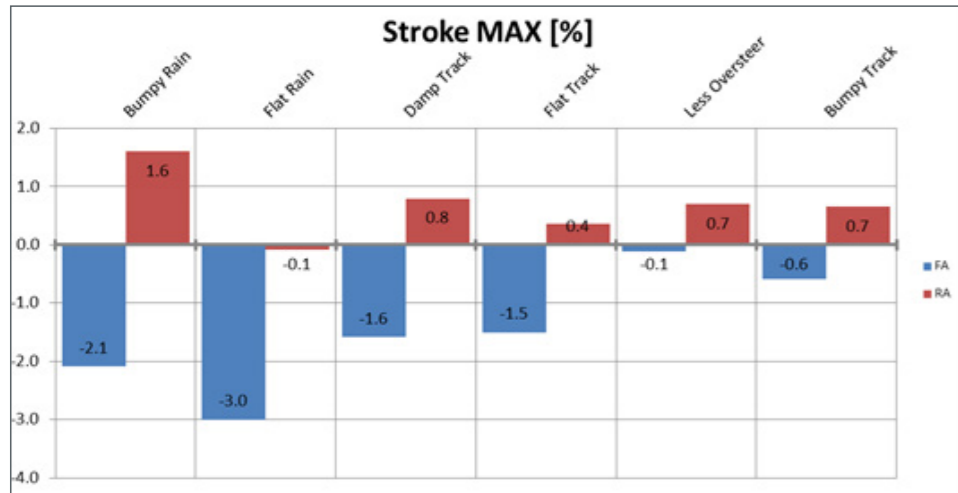
Services / Analysis

- Optimization of body frequencies (purpose)
- Optimization of the damping ratio (relation between spring and damping forces)
- Optimization of pitch movement (balance)
- Optimization of body movements (vehicle control / comfort)
- Optimization of the dynamic ride height (compression/ rebound relation)
- Optimization of the contact patch load variation (traction)
- Optimization of the minimum contact patch load (traction)
- Determination of the dynamic tire stiffness

In addition to this frequency analysis, excitation frequencies, velocities, and modes according to the customer requirements are also possible. Furthermore, roll stiffness tests can be carried out. Constant aerodynamic forces can be simulated via two additional air springs.

Equipment

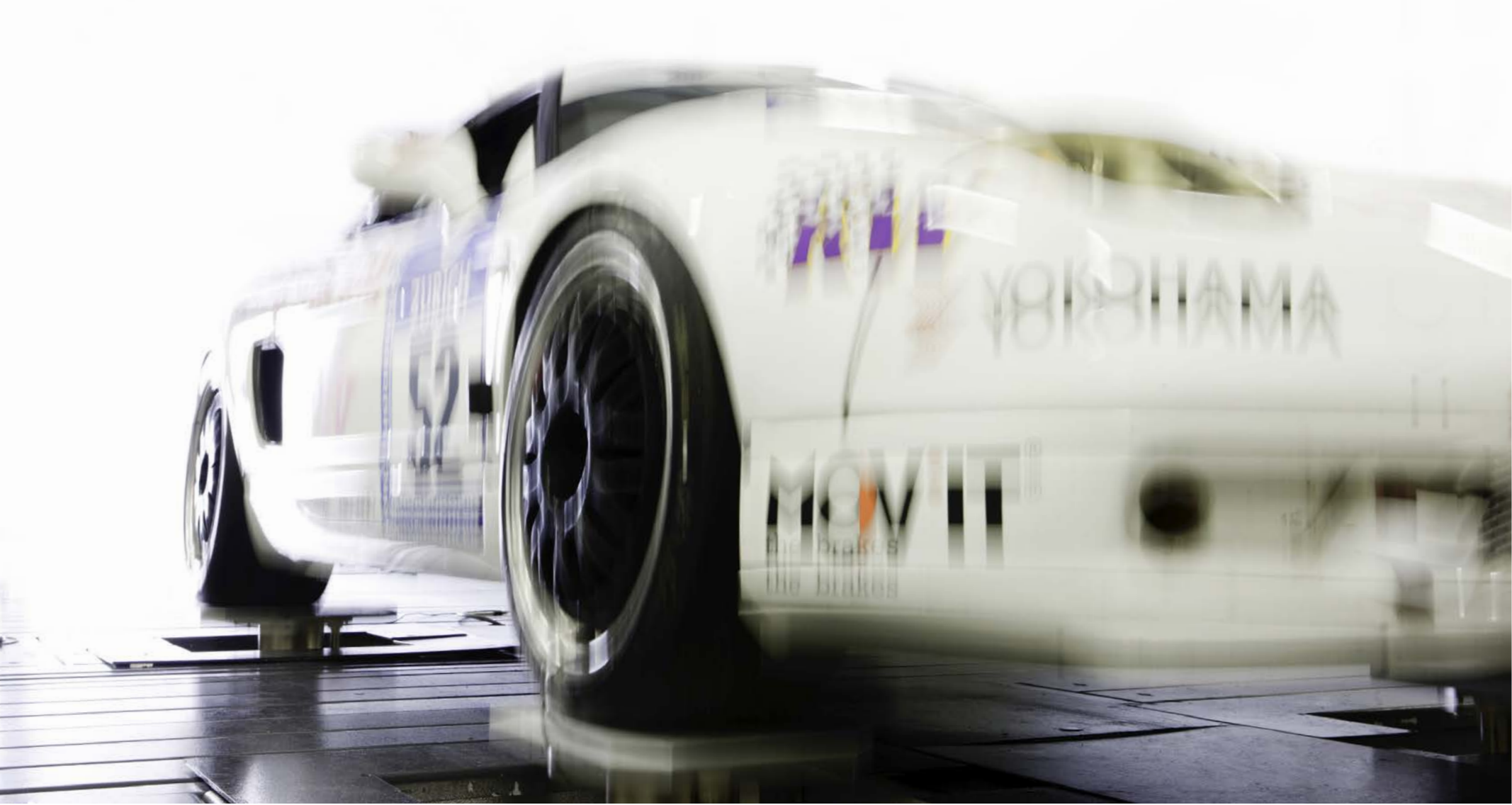
- 4 wheel acceleration sensors
- 2 body acceleration sensors
- 2 or 4 travel sensors



Analyse der Rollsteifigkeit.
Analysis of the roll stiffness.

Vergleich der Aufbaubewegung.
Comparison of the body movement.

Vergleich der dynamischen Radlast.
Comparison of the dynamic contact patch load.



4POST TRACK REPLAY

Testablauf

Anregung der Rad-Aktuatoren über ein Drive File (Fahrbahnprofil), das mittels Streckeniteration aus realen Streckendaten erstellt wurde. Die Analyse erfolgt global und sektorweise.

Leistungen / Analyse

- Datenaufbereitung und Iteration der Streckendaten zur Erstellung des Drive Files am Prüfstand
- Definition von Streckensektoren mit Problembereichen zur differenzierten Auswertung bei unterschiedlichen Fahrzuständen
- Streckenbezogene Optimierung der Aufbau- und Nickbeschleunigung
- Streckenbezogene Optimierung der Radlastschwankungen
- Optional: Durchführung einer 4-post-sweep-Analyse

Zusätzliche Voraussetzungen

- Streckendaten für das zu messende Fahrzeug müssen vorhanden sein. Aufzeichnung von:
 - Vertikalbeschleunigung der vier Räder / Radträger (Sensoren können gemietet werden)

ACHTUNG: Über zwei Luftfedern können konstante Aerodynamikkräfte simuliert werden, aber keine Nick- und Wankbewegungen durch Längs- bzw. Querbeschleunigung. Dafür muss ein 7-post-track-replay erfolgen.

Test procedure

Excitation of the wheel actuators via a drive file (track surface profile) that was created with track iteration from real track data. The analysis is made globally and sector-wise.

Services / Analysis

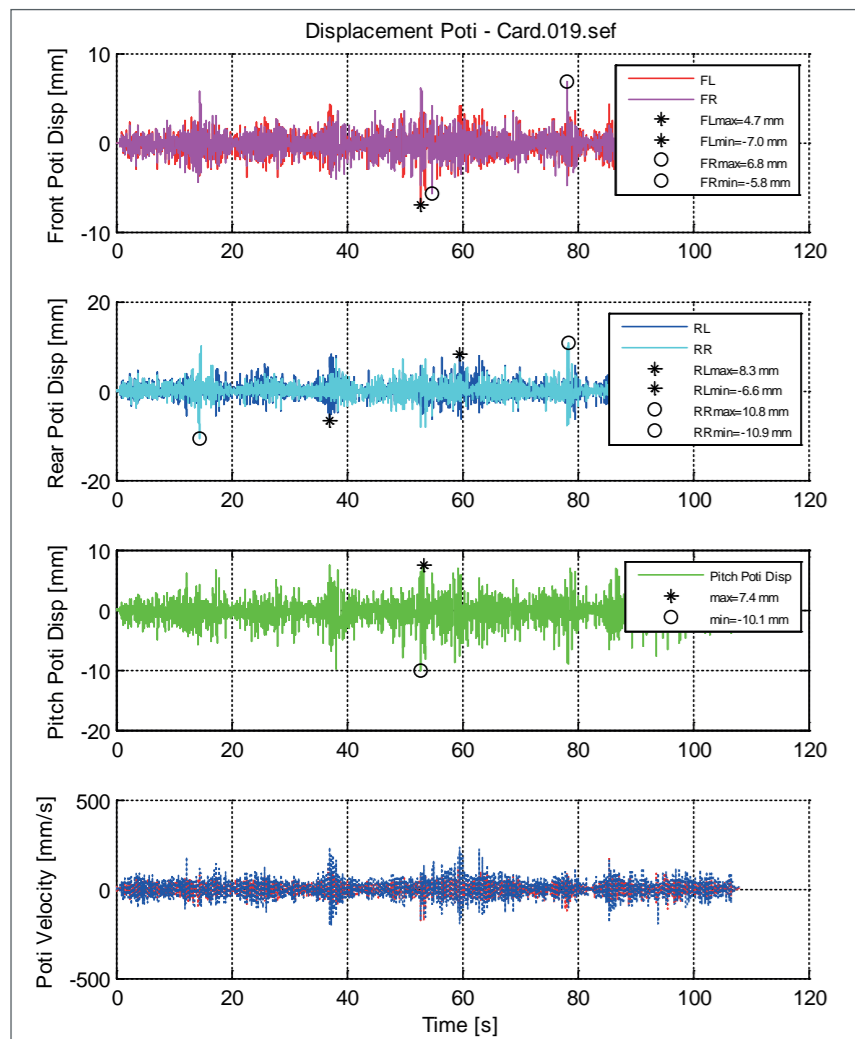
- Data processing and iteration of the track data to create the drive file on the test rig
- Definition of track sectors with problem areas for a differentiated evaluation at different driving conditions
- Track-related optimization of body and pitch acceleration
- Track-related optimization of wheel load variations
- Optional: Implementation of a 4post sweep analysis

Additional requirements

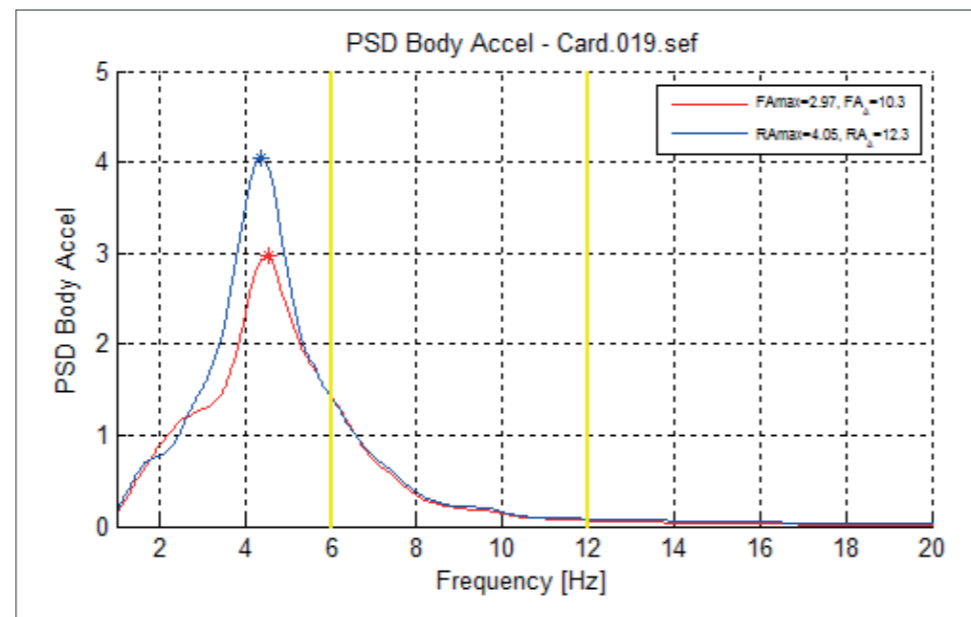
- Track data for the measured vehicle must be present. Recording of:
 - Vertical acceleration of the four wheels / wheel carriers (sensors can be rented)

Caution: Via two aerodynamic springs, constant aerodynamic forces can be simulated, but no pitching and rolling movements by longitudinal or transverse acceleration. This requires a 7post track replay.

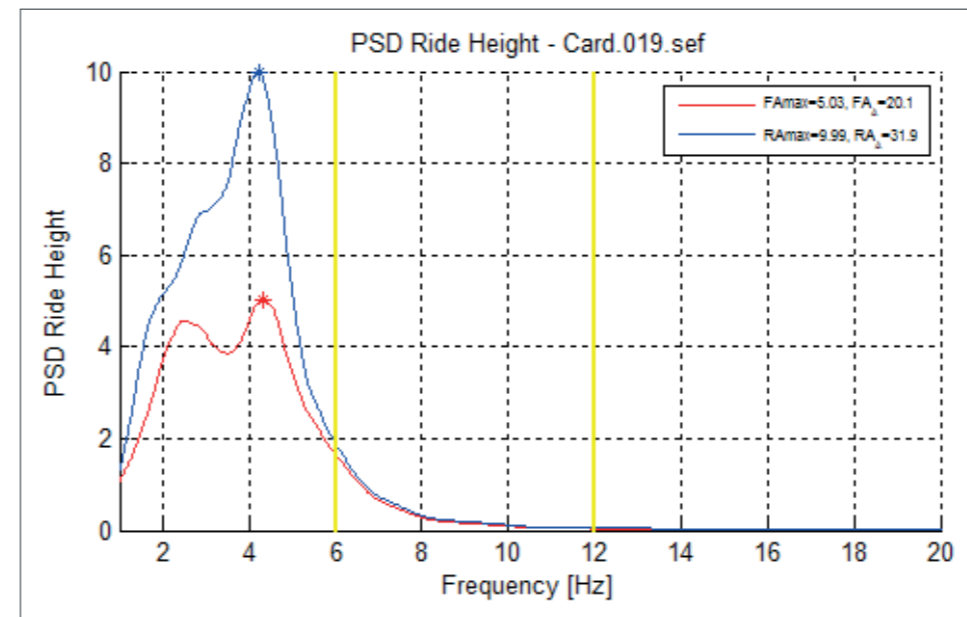




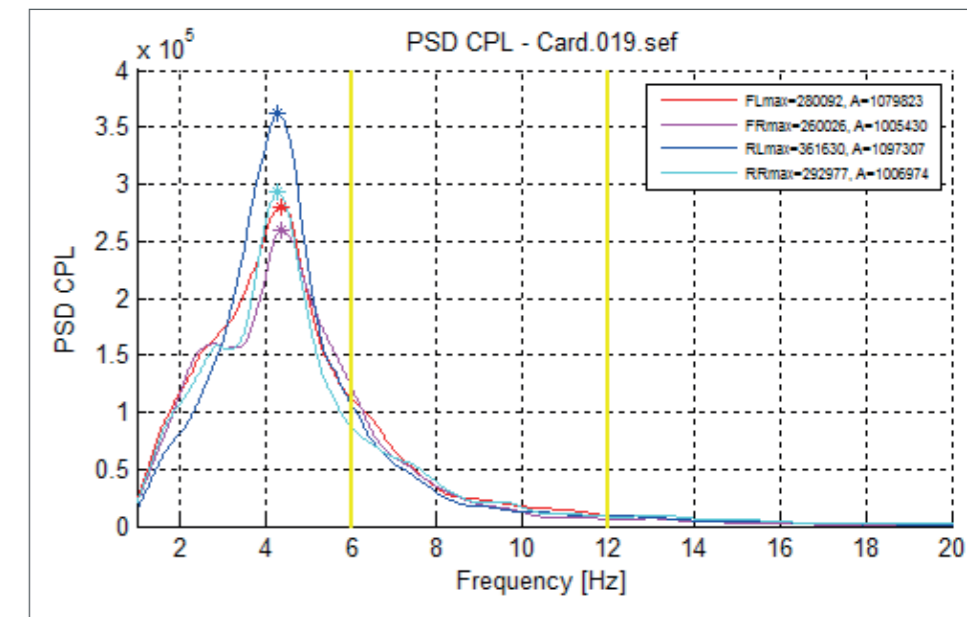
Analyse der Federwege.
Analysis of the spring travel.



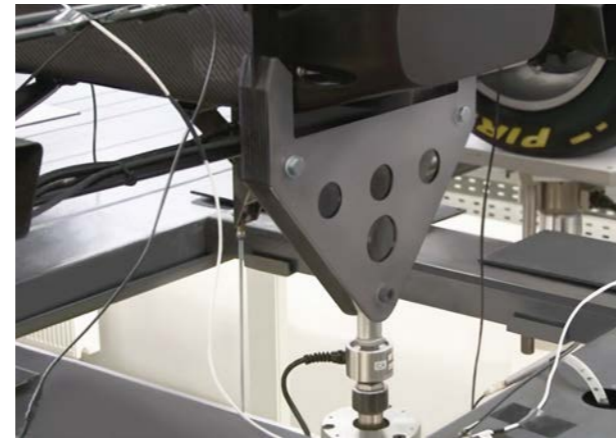
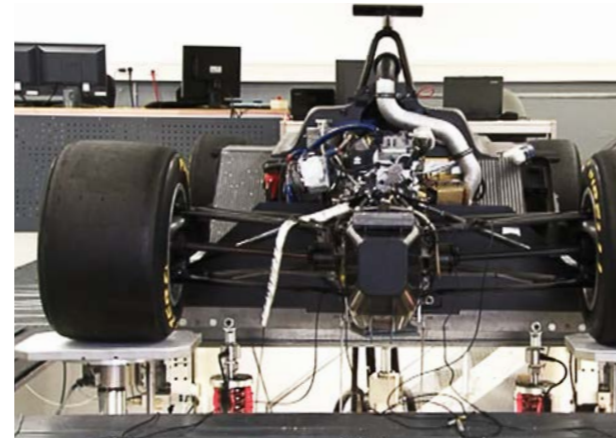
Spektrale Leistungsdichte der Aufbaubeschleunigung.
Spectral power density of the body acceleration.



Spektrale Leistungsdichte der Fahrzeughöhe.
Spectral power density of the vehicle height.



Spektrale Leistungsdichte der dynamischen Radlasten.
Spectral power density of dynamic wheel loads.



7POST TRACK REPLAY

Testablauf

Neben dem Betrieb der vier Rad-Stempel werden durch drei zusätzliche Aktuatoren Trägheits- und Abtriebskräfte direkt in den Fahrzeugaufbau eingeleitet. Anregung der Aktuatoren über ein Drive File, das mittels Streckeniteration aus realen Streckendaten und einer Aeromap erstellt wurde. Die Analyse erfolgt global und sektorweise.

Leistungen / Analyse

- Datenaufbereitung und Iteration der Streckendaten zur Erstellung des Drive Files am Prüfstand
- Simulation von aerodynamischen Lasten nach Angabe bzw. Aeromap
- Definition von Streckensektoren mit Problembereichen zur differenzierten Auswertung bei unterschiedlichen Fahrzuständen
- Streckensektorbezogene Optimierung der Aufbau- und Nickbewegung
- Streckensektorbezogene Optimierung der Radlastschwankungen
- Streckensektorbezogene Optimierung der dynamischen Fahrzeughöhe
- Optional: Durchführung einer 4-post-sweep-Analyse mit konstanten Abtriebskräften

Test procedure

In addition to the operation of the four wheel posts, inertia, and output forces are directly transferred into the vehicle body by three additional actuators. Excitation of the actuators via a drive file, which was created from real track data and an aeromap. The analysis is carried out globally and sector-wise.

Services / Analysis

- Data processing and iteration of the track data to create the drive file on the test rig
- Simulation of aerodynamic loads according to specification or aeromap
- Definition of track sectors with problem areas for a differentiated evaluation at different driving conditions
- Track sectoral-related optimization of the body and pitch movements
- Track sectoral-related optimization of the wheel load variations
- Track sectoral-related optimization of the dynamic vehicle ride height
- Optional: implementation of a 4post sweep analysis with constant driving forces



Zusätzliche Voraussetzungen

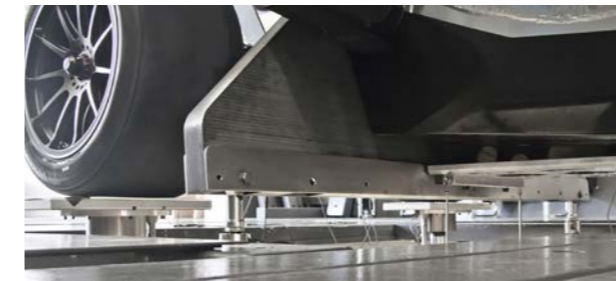
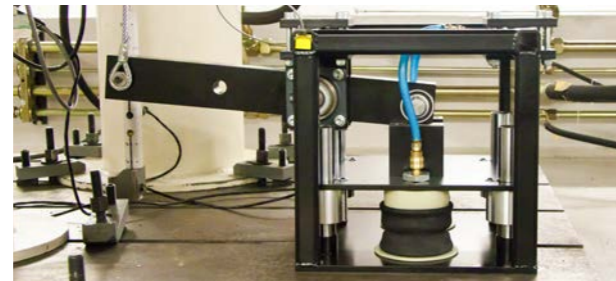
- Daten für Aerodynamik müssen vorhanden sein
- Position des Fahrzeugschwerpunktes muss bekannt sein
- Streckendaten für das zu messende Fahrzeug müssen vorhanden sein.
- Aufzeichnung von:
 - Vertikalbeschleunigung der vier Räder / Radträger (Sensoren können gemietet werden)
 - Fahrzeuggeschwindigkeit
 - Längsbeschleunigung
 - Querbeschleunigung
- Brackets für Aeroaktuatoren und LVTs

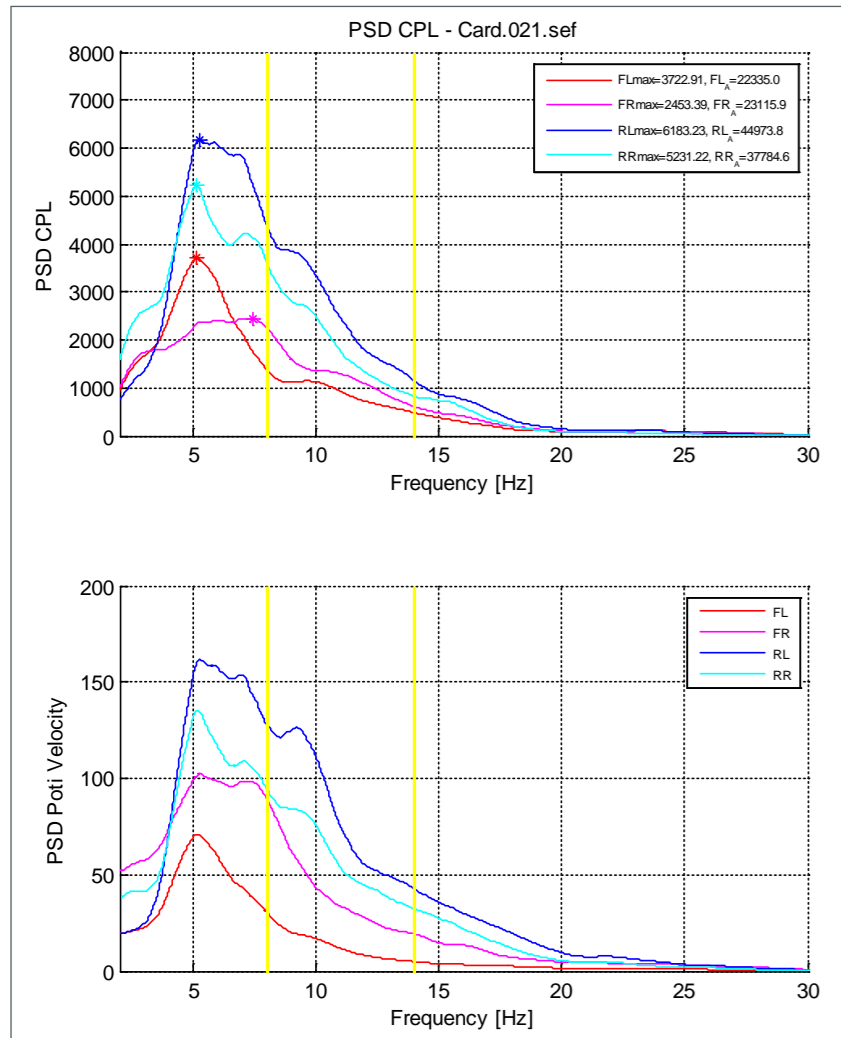
Eine detaillierte Checkliste ist auf Anfrage erhältlich.

Additional requirements

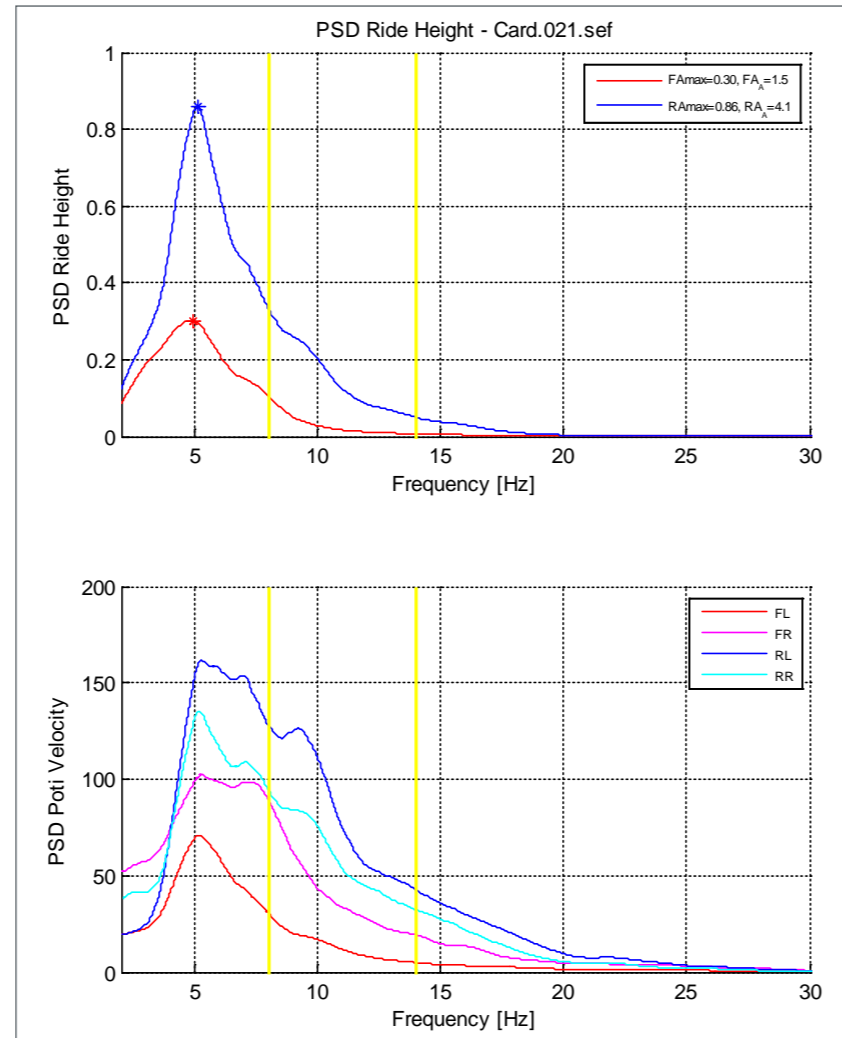
- Data for aerodynamic must be present
- Position of the vehicle center of gravity must be known
- Track data for the measured vehicle must be present.
- Recording of:
 - vertical acceleration of the four wheels / wheel carriers (sensors can be rented)
 - Vehicle speed
 - Longitudinal acceleration
 - Lateral acceleration
- Brackets for aero actuators and LVTs

A detailed checklist is available upon request.

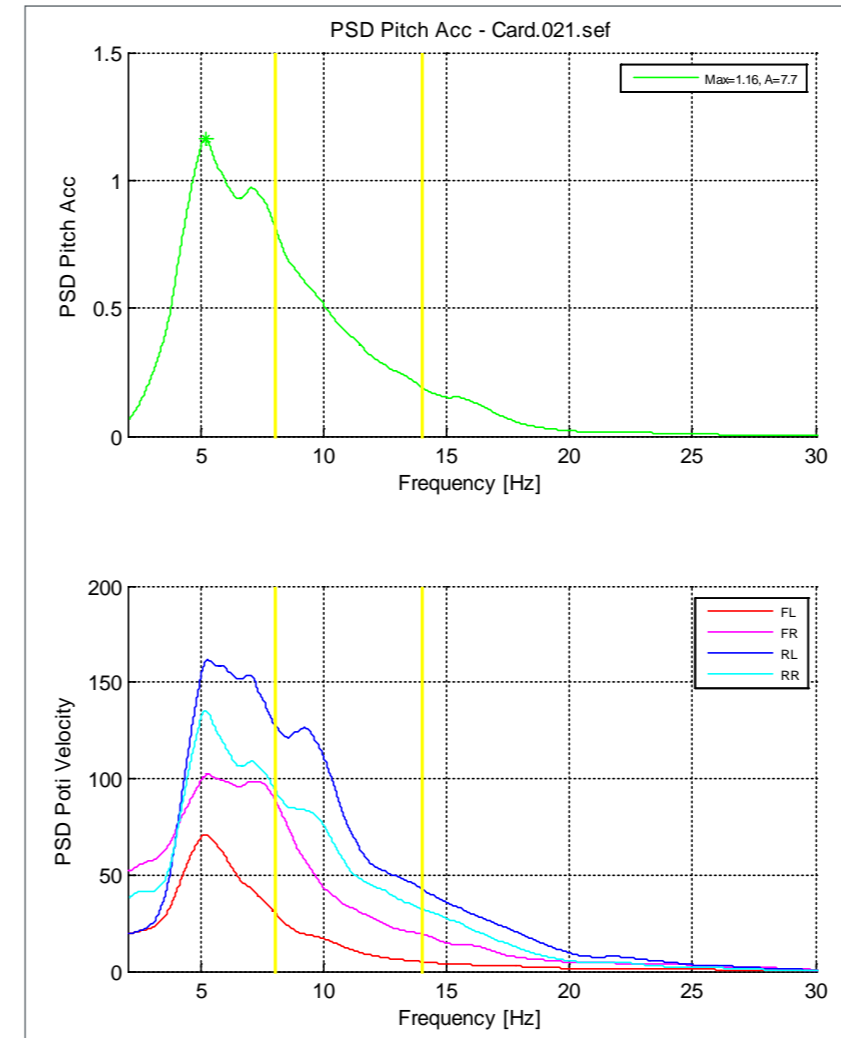




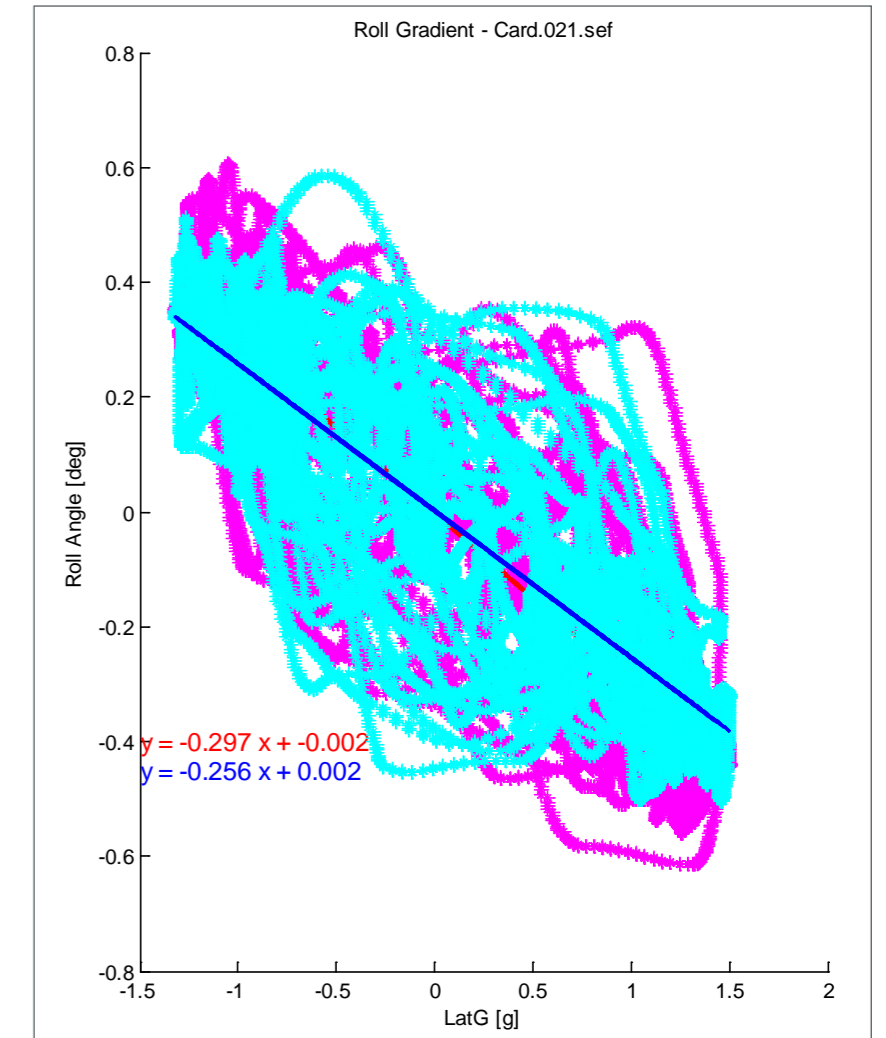
Spektrale Leistungsdichte der dynamischen Radlasten in Abhängigkeit der Dampfergeschwindigkeit.
Spectral power density of dynamic contact patch loads related to damper velocity.



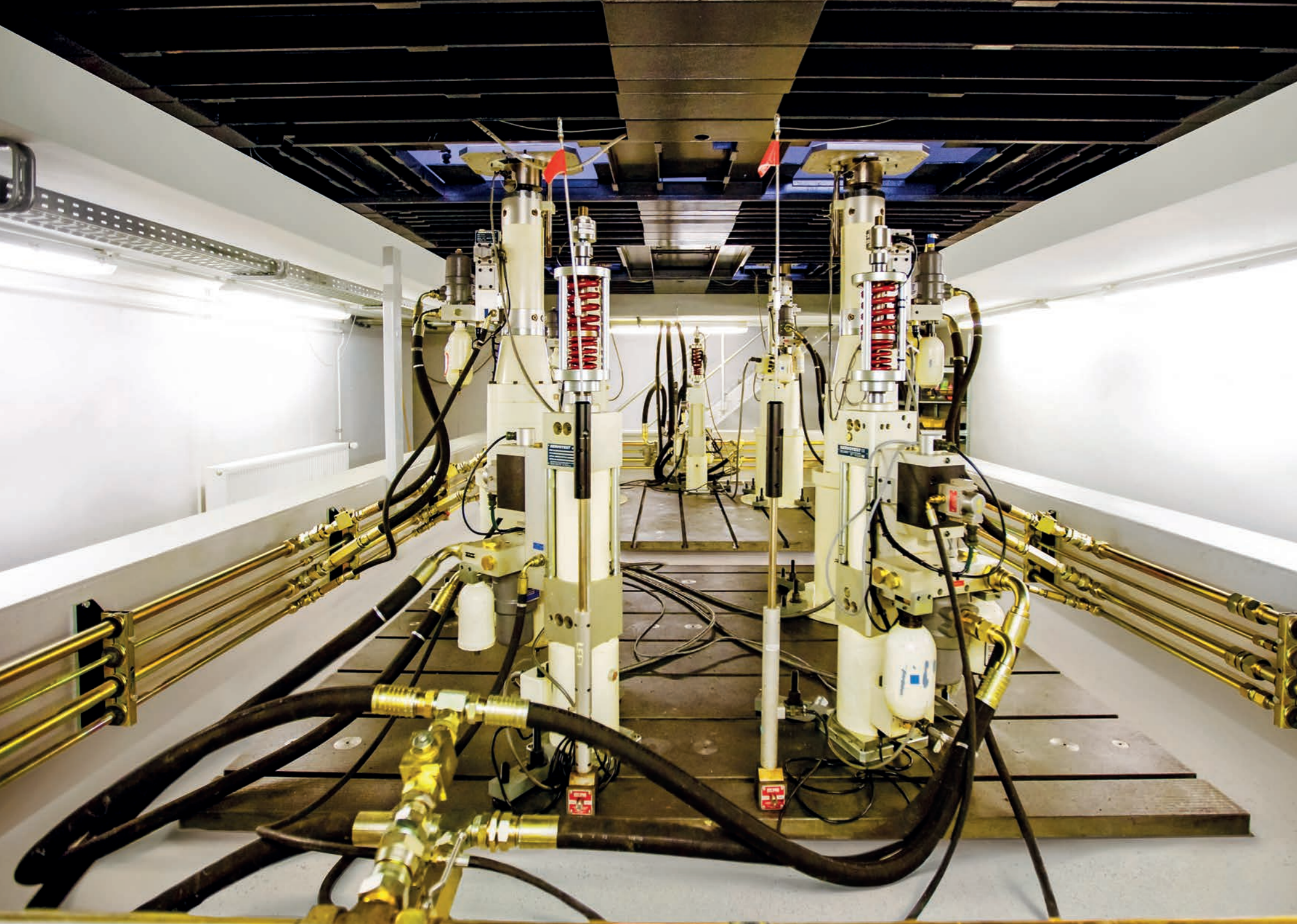
Spektrale Leistungsdichte der dynamischen Fahrzeughöhe in Abhängigkeit der Dampfergeschwindigkeit.
Spectral power density of the dynamic ride height related to damper velocity.



Spektrale Leistungsdichte der Nickbeschleunigung in Abhängigkeit der Dampfergeschwindigkeit.
Spectral power density of the pitch acceleration related to damper velocity.



Rollgradient (Rollwinkel über Querbeschleunigung).
Roll gradient (roll angle via lateral acceleration).



TECHNISCHE DATEN / TECHNICAL DATA

Servotest 7-Post Fahrdynamikprüfstand

Hersteller: Servotest Testing Systems Ltd
4 Rad-Aktuatoren Amplitude ± 75 mm / max. Kräfte 25 kN
3 Aero-Aktuatoren Amplitude ± 100 mm / max. Kräfte 16 kN
24 analoge Kanäle (± 10 V)
maximale Abtastrate: 1024 Hz
Steckertyp: LEMO PHG.1B.304.CLLD62Z
Inbetriebnahme KW automotive GmbH, Oktober 2006

Servotest 7post rig

Manufacturer: Servotest Testing Systems Ltd
4 wheelpan actuators amplitude ± 75 mm / maximum force 25kN
3 aerolader actuators amplitude ± 100 mm / maximum force 16kN
24 analog channels (± 10 V)
maximum sampling rate: 1024 Hz
Plugtype: LEMO PHG.1B.304.CLLD62Z
Initial operation at KW automotive GmbH, October 2006





KW AUTOMOTIVE GMBH

Aspachweg 14 · 74427 Fichtenberg / Germany

Phone: +49 (0) 79 71 / 96 30 - 713

eMail: info@KWautomotive.de · www.KWautomotive.de