

SIMPACK News

3. Jahrgang / 3. Ausgabe

SIMPACK-User-Meeting 98

Das SIMPACK-User-Meeting 98 stand für perfekten Informationsaustausch zwischen Entwickler, Anbieter und Anwender. Neben der guten Stimmung, dem gelungenen Ambiente, den über siebzig Teilnehmern und den außerordentlich interessanten und vielseitigen Vorträgen kann man vor allem ein Resümee ziehen: SIMPACK wird weiterhin die Anforderungen seiner Anwender voll erfüllen.

Das zweitägige SIMPACK-User-Meeting 98 fand im Orangerie-Kongreßzentrum Fulda statt. Am ersten Tag präsentierten INTEC und DLR ihre Pläne zur Softwareentwicklung und zum Vertrieb. Die Anregungen der Anwender nach den jeweiligen Vorträgen und während der entsprechenden Diskussionsrunde ergaben sehr wichtige Impulse für das Entwicklungsteam und bestätigten den eingeschlagenen Kurs.

Die Anwendervorträge des zweiten Tages waren äußerst interessant und gaben den hohen Stellenwert wieder, den SIMPACK bei den jeweiligen Unternehmen einnimmt.

INTEC auf Expansionskurs

Dr. Eichberger leitete die Vorträge des ersten Tages mit einer Darstellung der Marktposition von SIMPACK und INTEC ein. SIMPACK wird derzeit an ca. fünfzig Standorten und an ebenso vielen Hochschulen und Forschungseinrichtungen eingesetzt. Durch Kooperationen mit lokalen Partnern in England (*CAM UK*) und Korea (*Sound and Vibration Korea*) sowie in Kürze die Aufnahme von Vertriebsaktivitäten in den USA soll die internationale Präsenz von SIMPACK mit der Stellung in Mitteleuropa gleichziehen. Dr. Eichberger zeigte die Meilen-



steine der Entwicklung in den letzten Jahren auf und erwähnte die nationalen und internationalen Förderprojekte, an denen INTEC beteiligt ist: Beim Projekt MechaSTEP wird eine standardisierte Modellbeschreibung für mechatronische Simulationsprogramme entwickelt. Beteiligt sind deutsche Automobilunternehmen, Zulieferer und Hochschulen. Eine ähnliche Zielsetzung verfolgt das Projekt EUMECH, jedoch liegt der Schwerpunkt hier weniger auf der Austauschbarkeit von Daten, sondern viel mehr auf den Methoden und Werkzeugen zur integrierten Produktentwicklung mechatronischer Systeme im Automobilbereich. Beim Projekt

Mechatronic Train schließlich sollen aus der Verbindung mechanischer Konstruktion und elektronischer Regelungstechnik neue Konzepte u.a. der Spurführung und der aktiven Federung erarbeitet werden.

Während des User Meetings kam zudem ein Kooperationsvertrag zwischen INTEC und den niederländischen Forschungseinrichtung TNO über die Verwendung der *Delft-Tire*-Produktfamilie in SIMPACK zustande (siehe Seite 11 in dieser SIMPACK News). Die verschiedensten Reifen können damit in SIMPACK modelliert und zuverlässig mit Daten versorgt werden.



Die Weiterentwicklung von SIMPACK im DLR

Professor Kortüm gab in seinem Vortrag einen Überblick über die Abteilung Fahrzeug-Systemdynamik – den SIMPACK-Entwickler. Die Betätigungsfelder der Abteilung liegen in den Bereichen Luftfahrt und Bahntechnologien; aber auch die Bereiche Raumfahrt, Robotik, Biomechanik und Automobiltechnik spielen eine wichtige Rolle. Die vorhandene Kompetenz für die Mechanik der Mehrkörpersysteme, Strukturmechanik und Regelung, kurz: Kompetenz für mechatronische Systeme, findet Anwendung in methodischen Entwicklungen, bei programmatischen Anwendungen und schließlich der Entwicklung entsprechender Software, wobei sich der Werdegang der Abteilung in der Software widerspiegelt: Vom anfänglichen Mehrkörpersystem bis hin zum Mechatronik-Simulationsprogramm durchlief SIMPACK eine beachtliche Entwicklung. Und die Entwicklung geht weiter: Demnächst ist ein Modul zur mehrzieligen Parameteroptimierung verfügbar, auf das Prof. Kortüm im Detail einging, und die laufende Integration von Aerodynamik- und Aeroelastik-Modulen in SIMPACK wird neben Wheel/Rail und Automotive[®] zu einem SIMPACK Air führen.

Prof. Kortüm legte anhand von Beispielen dar, wie sehr SIMPACK bereits bei der Entwicklung in industrielle An-

wendungsprojekte eingebettet ist. Flexair, ein Gemeinschaftsprojekt von Airbus, Liebherr Aertechnik und DLR zur Fahrwerksauslegung für große elastische Flugzeuge oder die Parameteridentifizierung für Simula-



tionsmodelle des Rollprüfstands der DB AG seien hier nur als Beispiele genannt.

Neue SIMPACK Versionen

Nachdem die Neuerungen der beiden letzten SIMPACK-Versionen 7.0 und 7.1 dargestellt wurden, präsentierte Dr. Wolfgang Rulka die langfristigen Ziele der SIMPACK-Entwicklung und die Eigenschaften der nächsten beiden Versionen im Detail. Die Entwicklungsziele im Allgemeinen umfassen den applikationsspezifischen Ausbau (Automotive[®], Air, Biomechanik, etc.), das *Graphical User Interface* und Fragen des Handlings, die Anpassung an neue Computertechnologie (3D-Grafik, Betriebssysteme) und – wie man es von SIMPACK gewohnt ist – eine ständig verbesserte Simulationstechnologie und –methodik. Nicht zuletzt soll auch der Entwicklungsprozeß selbst im Sinne eines Qualitätssicherungssystems vorwärts gebracht werden. In diesem Sinne versteht sich SIMPACK 7.2 als Evolutionsstufe, durchaus noch im Stil der beiden Vorgänger und optimiert im Detail. Version 8 verspricht ein Meilenstein zu werden wie zuvor 6 und 7.

SIMPACK Wheel/Rail wird in Version 7.2 entlang der Trasse variable Profile erlauben und damit die Simulation der Weichenfahrt ermöglichen. In Version 8 folgen der sog. nichtelliptische Kontakt und räumliche Trassierungselemente. Sowohl Wheel/Rail als auch Automotive[®] werden von dem Konzept der



sog. beweglichen Marker auf elastischen Körpern (wandernde Lasten) profitieren, wie sie etwa bei der Simulation der Fahrt über elastische Brücken und elastischer Bremsscheiben mit Reibung benötigt werden. Ebenso werden auf der linken und rechten Fahrzeugseite unterschiedlich korrelierte Fahrbahn- und Gleislagestörungen in Version 7.2 enthalten sein. SIMPACK Automotive[®] selbst wird endgültig in Version 7.2 allgemein verfügbar und den an der Ausarbeitung der Entwicklungsziele beteiligten Unternehmen präsentiert werden. Abgeschlossen und bereits in 7.1 verwendbar sind folgende Elemente von Automotive[®], siehe Seite 7:

- Definition von Straßen und Unebenheiten,
- trassengebundene Gelenke,
- Reifenmodelle sowie das *Standard-Tyre-Interface* und eine SIMPACK-spezifische, sehr leistungsstarke Schnittstelle für Reifen
- zahlreiche Modelle für Standard-Radaufhängungskonstruktionen, Stabilisatoren, Antriebsstränge und Motoren.

SIMPACK Air wird ein Produkt sein, für das es im Moment keine Entsprechung auf dem Markt gibt. Teile davon sind Gegenstand der DLR-Forschung. In Version 7.2 bereits werden ein Atmosphären- und Windmodell enthalten sein, sowie Modelle für Klappenantriebe. Zur Modellierung stationärer und quasistationärer Aerodynamik sind in 7.2 bereits



entsprechende Kraftgesetze enthalten, aufwendigere Aerodynamikmodelle für stationäre und instationäre Strömung sind für Version 8 geplant und werden zum Teil durch Co-Simulation mit SIMPACK realisiert.

Handling

7.2 kann mit einem *Movie Player* aufwarten, d.h. Animationen laufen nicht mehr notwendigerweise im Online-Modus, sondern lassen sich vorab als Filmsequenz berechnen und entsprechend exportieren. Definition und Verwaltung von *Views* wurden überarbeitet, 2D-Plots sind in Version 7.2 um ein vielfaches schneller und Filter lassen sich in beliebiger Zahl sowohl für die Parameter-

variation, als auch beim Plotten zu Makros zusammenfassen. Eine generelle Überarbeitung der Oberfläche von SIMPACK steht für Version 8 an. Zwar werden sich SIMPACK-User auch danach sofort wieder zurechtfinden, aber die Bedienung wird auf eine geringere Anzahl von Fenstern zurückgreifen. Prozesse lassen sich dann auch ohne *Reload*, d.h. in ihrem aktuellen Bearbeitungszustand aus dem Hauptspeicher heraus starten.

Simulationstechnologie

Für die Berechnung nomineller Schnittkräfte und Gleichgewichtslagen steht ab Version 7.2 ein völlig neues Verfahren zur Verfügung, das nicht mehr auf der Zeitintegration aufsetzt und sehr schnell arbeitet. Auch das Linearisieren von Modellen funktioniert sehr viel schneller. Schnelligkeit und Zuverlässigkeit der Zeitintegration, auf dem User Meeting in beinahe jedem Anwendervortrag ausdrücklich gelobt, werden durch ein verfeinertes Handling ergänzt. Absolute und relative Genauigkeitsschranken lassen sich ab Version 7.2 selektiv, d.h. für jede Zustandskoordinate separat setzen, und an einem Diagnostik-System zur Analyse von Integratorabbrüchen wird für Version 8 gearbeitet. Der Technologiesprung kommt mit Version 7.2 in Form der automatischen Parameteroptimierung. Die Definition und Verwaltung verschiedener Modellierungszustände in ein und demselben Modell rundet die anstehende Weiterentwicklung der Methodik ab: Auf Knopfdruck läßt sich in Version 8 zwischen mehreren Modellierungsvarianten wählen, etwa der Abbildung eines Gelenks als echtem

Joint oder mit Federn einer bestimmten, endlichen Steifigkeit. Stefan Dietz stellte darauf die neue SIMPACK-FEM-Schnittstelle FEMBS 5 vor, die mit SIMPACK 7.2 verfügbar sein wird. In FEMBS 5 können unabhängig vom jeweiligen FEM-Programm *Static Modes* direkt berechnet werden. Somit ist man bei der Simulation lokaler Deformationen elastischer Körper in SIMPACK nicht mehr auf die Berücksichtigung zahlreicher dynamischer *Modes* mit gegebenenfalls sehr hohen Frequenzen oder die mitunter mühsame Berechnung von *Static Modes* im FEM-Programm angewiesen. Die Verwendung in SIMPACK berechneter Lasten auf elastische Bauteile im FEM-Programm über den Postprozessor LOADS schloß die Prozeßkette zwischen MKS- und FEM-Welt. Mit FATIGUE erreicht nächstes Jahr die Lebensdauerberechnung mit SIMPACK noch eine weitere Ausbaustufe: Der einmal in SIMPACK integrierte elastische Körper kann nach der Berechnung eines Lastkollektives, das aus verschiedenen Berechnungsverfahren (z.B. Zeitintegration und Spektralanalyse) hergeleitet werden kann, einer Lebensdaueruntersuchung unterzogen werden. Claus Schwientek stellte zum Ende des ersten Tages des User-Meetings eine neu eingeführte *Mailing Group* für SIMPACK-Anwender vor. Dort sollen beispielsweise Modellierungs-KnowHow, Information über neue Programmversionen und benötigte Updates für Betriebssysteme oder Anfragen von allgemeinem Interesse veröffentlicht werden, siehe Seite 15.



ADtranz

Vorträge von Anwendern

Gleich zu Beginn des zweiten Tages stellten Stefan Nestele und Andreas Straßer von ADtranz Nürnberg Simulationen von Stadtbahnen mit SIMPACK vor. Bei der neuen Fahrzeugfamilie *Incentro* wurde SIMPACK bereits für zahlreiche Standardberechnungen verwendet: Eigenwertanalysen, Berechnungen des Fahrkomforts, Entgleisungsuntersuchungen und Ermittlung der Fahrzeugverwindung, z.B. bei Bogeneinfahrt am Berg. Zwei weitere Projekte wurden vorgestellt, die eine gute Referenz für die Flexibilität und Leistungsstärke von SIMPACK WHEEL/RAIL sind: Aus Kostengründen speisen bei Stadtbahnen Stromrichter mehrere Antriebsmotoren. Die somit elektrisch verkoppelten Motoren können entweder in verschiedene Fahrwerke oder an verschiedenen Fahrzeugseiten eingebaut werden und üben entsprechende Einflüsse auf das Fahrverhalten aus. Mit SIMPACK CONTROL und SIMPACK Wheel/Rail ließ sich das Gesamtsystem aus elektrischem Antrieb und Fahrzeug basierend auf bestehenden Modellen einfach und zuverlässig optimieren. Ein weiteres Projekt befaßt sich derzeit mit der Entwicklung einer hydraulischen Fahrwerkssteuerung. Bei viergliedrigen Gelenkfahrzeugen mit einem Drehfreiheitsgrad um die Hochachse an den äußeren Gelenken und einer Koppelstange am mittleren Gelenk kann damit eine Optimierung des Lichtraumbedarfs und

eine optimale Stabilität beim Schieben und Schleppen realisiert werden. Die Hydraulikelemente, die ADtranz zur wechselweisen Beeinflussung der Drehgestellausdrehwinkel entwickelt, wurden mit SIMPACK USER programmiert.

Christian Brandstätter stellte den Einsatz von SIMPACK in der Gruppe Lauftechnik der Siemens SGP Verkehrstechnik dar. Neben der raschen Bewältigung von Standardsimulationsaufgaben bei der Laufdynamikauslegung von

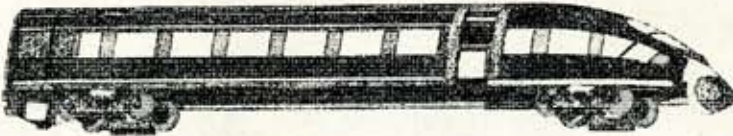


Drehgestellen (bei SGP wurden in den letzten Jahren über achtzig Drehgestelle konstruiert und pro Jahr liegen etwa 40 Fertigungsaufträge für Drehgestelle vor), spielt vor allem die Simulation von Gesamtsystemen aus Mechanik, Regelungstechnik und Elektrotechnik eine Rolle: Zur Simulation des Neigetechniktriebzugs VT 605 der DB AG kamen SIMPACK Control und SIMPACK Wheel/Rail zum Einsatz und zur parallelen Si-

mulation des elektrotechnischen, regelungstechnischen und mechanischen Systems wurde das haus-eigene System SIBAS® an SIMPACK gekoppelt, wobei der originale Reglercode des Fahrzeugs in die Simulation integriert wurde. Damit entstanden Modelle, die auf Seite der Mechanik übliche Laufdynamikmodelle aus Radsätzen, Drehgestellen und Kasten beinhalten, aber auch z.B. Asynchronmotoren, Pulswechselrichter Zwischenkreis, Vierquadrantensteller, Transformator und Antriebssteuergerät, sowie Zugkraft- und Maschinenregelung. Als Beispiele für derartige Gesamtsystemsimulationen nannte Herr Brandstätter die Optimierung der Längsdynamik des ICE3 durch Wagenkastenkoppeldämpfer, Längsmitnahme und Zugkraftregelung, die Simulation der Lokomotive BR 152, um einen Hohlwellen- mit einem Tatzla-

gerantrieb zu vergleichen, Parametereinflüsse auf Ratterschwingungen zu untersuchen und den Optimalschlupfsucher zu optimieren sowie eine Momentgegentaktsteuerung bei der mit Losradfahrwerken ausgestatteten Niederflurstraßenbahn ULF, um mit einer Art „elektrischen Welle“ das erwünschte Sinuslaufverhalten eines starren Radsatzes zu erzielen.

Dr. Andreas Kunert zeigte in seinem Vortrag die Anwendung von SIMPACK bei der IABG. Die Firma aus Ottobrunn bei München, welche für die ver-

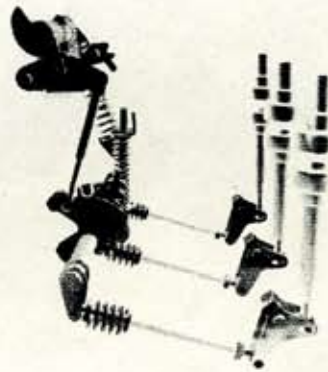


schiedensten Kunden und Produkte Ingenieurdienstleistungen anbietet, zieht vollen Nutzen aus der *Connectivity* und Anpassungsfähigkeit von SIMPACK. Pro/Engineer-CAD-Daten und elastische Strukturen aus FE-Programmen werden mit ProSIM und FEMBS nach SIMPACK exportiert und geregelte mechanische Systeme mit SIMAT simuliert. Als Referenzprojekt nannte Dr. Kunert die Optimierung des Fahrkomforts des neuen ICE3 mit kombinierten FEM- und MKS-Modellen (wie in der letzten SIMPACK News berichtet) und als Projekt für die nahe Zukunft die Verwendung von SIMPACK SYMBOLIC CODE zur *Hardware-in-the-Loop-Simulation*: Über SIMAT sollen SIMPACK-Modelle als symbolischer Code nach MATLAB SIMULINK exportiert und von dort direkt auf ein *dSPACE*-Board gespielt werden. Als Pilotanwendung käme ein Prüfstand für Materialermüdungsuntersuchungen an Flugzeugen von Airbus in Frage.

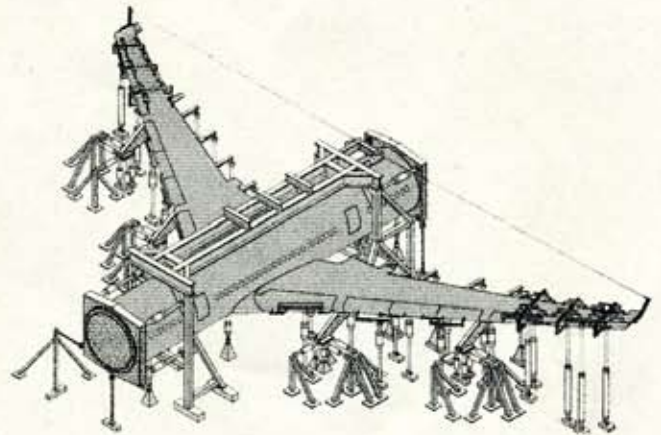
Herr Freund von der Firma Siemens Schaltwerke in Berlin stellte die Simulation von Leistungsschaltern mit SIMPACK, bzw. ProSIM vor. Leistungsschalter sind auf Grund der komplexen Kinematik, den hochdynamischen Abläufen während des Schaltvorgangs

und der Notwendigkeit Kontaktvorgänge zu berücksichtigen, sehr anspruchsvolle Mehrkörpermodelle. Um so beeindruckender ist die Tatsache,

daß die Konstruktionsphase einer neuen Generation von Schaltern mit SIMPACK deutlich verkürzt wurde, ohne daß neben den Konstrukteuren eine spezialisierte Berechnungsabteilung mit der Simulation befaßt gewesen wäre.



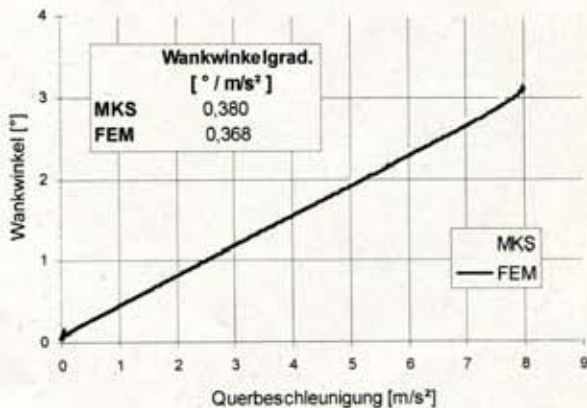
Dr. Thomas Klich, früher beim DLR im SIMPACK-Entwicklungsteam, inzwischen bei BMW, erklärte in seinem Vortrag die mathematischen Grundlagen der Simulation von Kontaktvorgängen mit schaltbaren Gleichungen. Das Auftreffen, bzw. Abheben bestimmter Kontaktelemente wird dabei kinematisch und nicht durch nichtlineare Kraftgesetze modelliert, d.h. bei jedem Kontaktvorgang wird zwischen strukturell verschiedenen, am Anfang der Simulation aufgestellten Gleichungen umgeschaltet. Die entsprechende Software wird in SIMPACK 7.2 verfügbar sein.



Valentin Keppler und Helmut Mutschler, wissenschaftliche Angestellte am Institut für Astrophysik der Universität Tübingen, zeigten beeindruckende Simulationen von biomechanischen Vorgängen bei Menschen. Wie in der letzten SIMPACK News zu lesen war, wird innerhalb des Projekts *Homunkulus* ein Menschmodell entwickelt, das sich zur Simulation verschiedenster Bewegungsvorgänge eignet, beispielsweise der Landung von Turnern auf dem Hallenboden, Kollisionen zwischen Menschen und Autos und Pkw-Unfallsimulationen. Die gezeigten Filme vom Sprung eines Menschen aus einer bestimmten Höhe und entsprechenden SIMPACK-Animationen zeigten eine erstaunliche Ähnlichkeit. Eine weitere Annäherung der Ergebnisse an die Realität verspricht man sich durch die Erweiterung der Menschmodelle um sog. Schwabbelmassen und die Verfeinerung der Muskelmodelle.

Der Einfluß der Modellierung einer PKW-Verbundlenkerachse als strukturelastisches Bauteil in SIMPACK war das Thema eines Vortrags von Michael Sagefka von der RWTH Aachen.





Das beispielhafte Modell eines typischen Kleinwagens wurde zur Simulation typischer Fahrmanöver herangezogen, einmal mit einem im FEM-Programm ANSYS strukturelastisch modellierten Verbundlenker der Hinterachse, einmal mit einem einfachen Ersatzmodell aus zwei starren Körpern und einer Torsionsfeder. Die Abweichungen erwiesen sich auf den ersten Blick als klein, allerdings durchaus groß genug, um für eine detaillierte Fahrdynamikanalyse von Bedeutung zu sein.

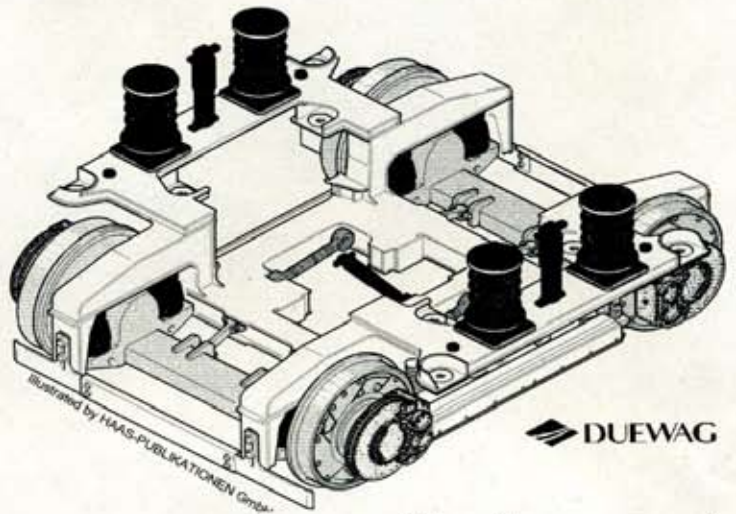
Einen weiteren Beitrag zum Thema Automobilsimulationen brachte Herr Lupker von TNO. Demnächst werden die MF-Tyre-Modelle in SIMPACK verfügbar sein. Wie auf Seite 11 im Detail berichtet, wurde auf dem User-Meeting ein Kooperationsvertrag zwischen INTEC und TNO unterzeichnet.

Dr. Helmut Netter stellte eine Paradeanwendung der mit SIMPACK 7 eingeführten Datenbank vor: Die Auslegung der Stadtbahnen der DUEWAG, *Combino* und *City Sprinter*. Modulare Wagenkastenelemente und verschiedene Laufwerke, welche sich zu variablen Fahrzeugtypen kombinieren lassen, wurden der Realität gemäß in entsprechende SIMPACK-Substrukturen aufgeteilt. Die Gliede-

rungstiefe der Datenbankelemente umfaßte Teilmodelle für Fahrwerkrahmen, Achsbrücken, Einzelräder, Anlenkungen/Lagerungen, Feder- und Dämpfersysteme, Radblockantriebe und den Rad/Schiene-Kontakt selbst. Kundenspezifische Fahrzeugtypen ließen sich damit sehr effektiv bezüglich

Berechnung der Komfortwerte wurde die gesamte Palette an Berechnungsverfahren herangezogen.

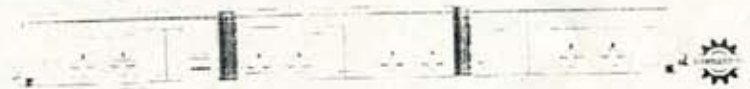
Clemens Höpfe von der Deutschen Bahn AG programmierte mit SIMPACK USER aerodynamische Kraftelemente, um Erkenntnisse über die Seitenwindempfindlichkeit leichter



der klassischen Auslegungsberechnungen von der linearen Systemanalyse bis zur Fahrkomfortberechnung im Zeitbereich optimieren.

Dr. Ferdinand Beranek und Thomas Schwiegel von Bombardier Transportation gaben einen Überblick über Simulationen zur Auslegung der Straßenbahnen der Städte Essen,

Schienenfahrzeuge zu gewinnen. Die Untersuchungen gaben Aufschluß, ob und bis zu welcher Geschwindigkeit Fahrzeuge beispielsweise problematische Tunnel-Brückenübergänge befahren können, gemessen an bestimmten Kipp- und Entgleisungskriterien und der zulässigen Gleisrostverschiebung. Fahrversuche ohne



Kassel und Krakau. Der Vortrag zeigte ein besonders breites Anwendungsfeld der Schienenfahrzeugsimulation mit SIMPACK: Zur Analyse der Stabilität und der Eignung bestimmter Rad/Schiene-Profilkombinationen, zur Bestimmung einer optimalen Feder- und Dämpferabstimmung, zur Ermittlung der Resonanzfrequenzen und Entgleisungs- und Bauteildimensionierungssicherheiten und schließlich zur

Wind dienen zur Verifikation der Fahrzeugmodelle. Die Aufgabenstellung hätte allein durch Fahrversuche nur mit immensem Aufwand bewältigt werden können, denn die in der Realität kritische Situation starker Böen an ganz bestimmten Stellen des Streckennetzes der Deutschen Bahn tritt nicht zu häufig auf.

Johannes Gerl, INTEC GmbH