

## **Automatisierte Datenauswertung unter Verwendung von Standardtechnologien im größten Klimawindkanal der Welt**

Ingenieure und Techniker stehen heute vor der Herausforderung, neue Produkte in immer kürzerer Zeit bei gleichzeitig steigenden Qualitätsansprüchen zu entwickeln. Der zunehmende Wettbewerbsdruck sowie strengere gesetzliche Bestimmungen erfordern immer umfangreichere Prüfungen, sei es zur Designvalidierung beim Prototypentest oder zur Qualitätssicherung in der Produktion. Aber auch in nicht-industriellen Bereichen, wie z. B. der Klimaüberwachung oder der Grundlagenforschung fallen mit zunehmender Leistungsfähigkeit und Kapazität moderner Meßhardware immer größere Datenmengen an.

Verwaltung und effiziente Nutzung dieser Daten stellen für Unternehmen und Forschungseinrichtungen zunehmend eine Herausforderung dar. Angesichts des harten internationalen Wettbewerbs ist es für Unternehmen und Institutionen überlebenswichtig geworden, jederzeit auf alle archivierten Daten zugreifen und aus ihnen ohne Zeitverlust die aktuell benötigten Informationen extrahieren zu können. Stehen einem Ingenieur beispielsweise die für wichtige Designentscheidungen benötigten Daten erst nach langem Suchen und aufwendigen Aufbereitungen zur Verfügung, führt dies unweigerlich zu Effizienzeinbußen und damit verbundenen Wettbewerbsnachteilen.

Immer mehr Unternehmen und Forschungseinrichtungen setzen deshalb auf die durchgängige Einführung von Standardtechnologien und Standardsoftware. Eine breite Anwenderbasis gewährleistet dabei sowohl niedrige Kosten im Vergleich zu Eigenentwicklungen als auch Zuverlässigkeit und Zukunftssicherheit durch die kontinuierliche Pflege und Weiterentwicklung.

Seit 2003 ist der größte Klimawindkanal der Welt bei der RTA Rail Tec Arsenal Fahrzeugversuchsanlage GmbH in Wien-Floridsdorf in Betrieb. In der 65 Mio. Euro teuren High-Tech-Anlage kann jedes Wetter der Erde auf Knopfdruck produziert werden. Von arktischer Kälte bei minus 50°C bis zu tropischen Gewittern bei plus 60°C ist alles möglich. Allein das Gebläse im großen Klimawindkanal hat einen Durchmesser von 6,3 Meter und eine Anschlußleistung von 4,75 Megawatt, die Kälteanlage sogar 6,25 Megawatt. Ein Wärmetauscher, dessen Wärmeübergangsfläche mit 7.707 m<sup>2</sup> größer als ein Fußballfeld ist, überträgt die Heiz- bzw. Kühlleistung. In zwei Klimakammern werden Schienenfahrzeuge aus der ganzen Welt, aber auch Autobusse, Lkws und Pkws unter extremen Witterungsbedingungen getestet, um das Bahn-, Bus- oder Autofahren sicher und komfortabel zu machen. Während der Fahrtwind mit bis zu 300 km/h um das Fahrzeug heult und auf Knopfdruck jedes Wetter „zusammengebraut“ wird, zeigt im Wageninneren die Klimaanlage, was sie kann. Die Techniker der Betreibergesellschaft kontrollieren die Leistung der Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage genauso wie das reibungslose Funktionieren wichtiger Teile des Zuges wie Türen, Bremsen und Scheibenwischer.



Abb. 1 Schienenfahrzeug unter extremen Klimabedingungen im Klimawindkanal

Einen wesentlichen Platz bei den Versuchen gerade an Schienenfahrzeugen nehmen Aussagen zur thermischen Behaglichkeit ein, geht es doch angesichts der sich verschärfenden Verkehrs- und Klimaproblematik darum, die Attraktivität des öffentlichen Personennahverkehrs auch durch Verbesserung des Komfortangebots zu steigern. Angesichts der Vergleichsmöglichkeiten der Fahrgäste mit dem eigenen klimatisierten Pkw stehen Schienenfahrzeuge hier in einem harten Wettbewerb, den sie auf Dauer nur bestehen können, wenn sie den anspruchsvollen Vorgaben der Automobilindustrie Angemessenes entgegensetzen können.

Thermische Behaglichkeit ist gegeben, „wenn eine Person die Lufttemperatur, die Luftfeuchte, die Luftbewegung und die Wärmestrahlung der Umgebung als optimal empfindet und weder wärmere noch kältere, weder trockenere noch feuchtere Raumluft wünscht“. Die thermische Behaglichkeit wird beeinflusst durch persönliche Faktoren, wie Aktivitätsgrad, Bekleidung und Aufenthaltsdauer, räumliche Faktoren, wie Strahlungstemperatur und Temperatur der Umschließungsflächen sowie raumlufttechnische Faktoren, wie Lufttemperatur, Luftgeschwindigkeit und Luftfeuchte. Da diese Faktoren in komplexer Weise auf den Wärmehaushalt des Menschen einwirken, ist nur unter Berücksichtigung aller Einflußgrößen ein Zustand erreichbar, der von einem möglichst hohen Prozentsatz der Fahrzeuginsassen als behaglich empfunden wird.

Auch wenn noch zahlreiche weitere Einflußfaktoren die thermische Behaglichkeit beeinflussen, so lassen sich doch anhand einiger normierter und gut meßbarer Behaglichkeitsparameter - Lufttemperatur, Oberflächentemperatur, Strömungsgeschwindigkeit, relative Luftfeuchte Frischluftmenge und Gesamtwärmedurchgangskoeffizient ( $k$ -Wert) - wesentliche Aussagen zur voraussichtlichen Akzeptanz des Fahrzeugklimas durch die Passagiere treffen.

Die Erfassung der genannten Größen verlangt angesichts der teilweise erhebliche Dimensionen der zu bewertenden Fahrzeuge und der zahlreichen möglichen Aufenthaltsorte der Reisenden eine Vielzahl von Meßstellen sowohl im Innenraum, wo sich möglichst jeder Passagier an seinem Platz wohlfühlen soll, als auch auf der Außenhaut des Prüflings. Doch nicht nur aus der schiereren Zahl der Meßsignale resultieren erhebliche Datenmengen; die einschlägigen Normen für den Nah- und Fernverkehr sowie für die Auslegung von Führerständen schreiben eine teilweise erhebliche Versuchsdauer vor. Diese beträgt, je nach gewünschter Aussage, mindestens drei bis acht Tage.

Die so aufwendig gewonnenen Versuchsergebnisse erhalten ihren Wert für Hersteller und Betreiber der Fahrzeuge jedoch erst, wenn sie adäquat aufbereitet und dokumentiert werden. Und so umfaßt eine Versuchsauswertung neben einer ausführlichen schriftlichen Darlegung der Ergebnisse zahlreiche Berechnungen und vor allem Diagramme, die die zeitlichen Verläufe der erfaßten physikalischen Größen visualisieren.

Typischerweise nehmen solche Auswertungen eine ganze Menge Zeit in Anspruch, gilt es doch, eine Vielzahl von erfaßten Größen zu sichten, miteinander zu verrechnen, in geeigneter Form graphisch darzustellen und schließlich dem Testbericht hinzuzufügen. Andererseits ähneln sich die meisten Auswertungen, beziehen sie sich doch auf ähnliche Prüflinge und prinzipiell gleiche physikalische Vorgänge. Und schließlich ist die Zahl der Hersteller von Schienenfahrzeugen, Bussen oder auch Pkw vergleichsweise übersichtlich und damit auch der Kundenkreis für solche Versuche. In der Regel sind also die Anforderungen an die Auswertung zumindest ähnlich. Anhand dieses Anforderungsprofils entstand vor geraumer Zeit bei RTA eine eigenentwickelte Softwarelösung, die es erlaubte, typische Auswertungen vorzukonfigurieren und auf der Basis dieser Konfigurationen auf Knopfdruck die notwendigen Darstellungen zu erzeugen.

Mit wachsendem Erfolg des Unternehmens und damit steigender Zahl von Versuchen fehlte jedoch die Kapazität für Anpassungen und Erweiterungen des Systems, ja selbst für die notwendigen Anpassungen an neue PC-Hardware und Betriebssysteme. Deshalb fiel die Entscheidung zum Wechsel auf eine Standardsoftwareplattform, die eine kontinuierliche Weiterentwicklung mit minimalem Aufwand gewährleisten sollte. Dabei mußte diese Software neben der Kompatibilität zu den jeweils aktuellen Betriebssystemen auch anpaßbar sein an die Spezifika im Hause RTA, vor allem hinsichtlich der verwendeten selbstdefinierten Datenformate. Nach einer umfangreichen Evaluierung fiel die Entscheidung zugunsten von *DIAdem*<sup>®</sup>, das als Datenplattform von National Instruments speziell auf die automatisierte und interaktive Verarbeitung unterschiedlichster Datenformate optimiert ist.

Die *DIAdem*<sup>®</sup>-Applikation selbst besteht aus zwei voneinander unabhängigen Modulen, eines zur Erstellung von Konfigurationen und eines zur automatisierten Erzeugung von grafischen Versuchsauswertungen. Der zweiteilige Ansatz trägt der Tatsache Rechnung, daß einmal erstellte Konfigurationen nur selten geändert werden, während Versuchsauswertungen häufiger, nämlich jeweils nach Ende eines Versuchs, durchgeführt werden. Die beiden Teilapplikationen wurden jeweils in Visual Basic Script, der Automatisierungssprache von *DIAdem*<sup>®</sup> erstellt und greifen auf zahlreiche Standardfunktionen der Software, wie die sogenannten *DataPlugIns* (universelle Datenimportschnittstellen), eine umfangreiche Bibliothek mathematischer Funktionen und flexible Reportlayouts zurück.

Eine Konfiguration beinhaltet mehr als 10000 Parameter, die allerdings nicht alle stets angegeben werden müssen. Für viele Anwendungsfälle genügt ein Bruchteil. Wird hingegen der gesamte Parameterumfang ausgenutzt, entstehen 10 Blätter mit jeweils bis zu 10 Diagrammen und zahlreichen ergänzenden Informationen. Eine Erweiterung auf 50 oder 100 Seiten ist jederzeit machbar. Die Erzeugung einer Konfiguration beginnt mit allgemeinen Angaben zum Versuch. Danach ist das Layout der einzelnen Blätter auszuwählen. Anschließend erfolgt die Vorgabe der darzustellenden Größen. Für jedes Diagramm werden Kurvenpaare und deren Farben, Skalierungen, Achsenbeschriftungen und Überschriften, Achsentexte und Schraffuren definiert.

Dargestellt werden können sowohl gemessene als auch berechnete Größen. Letztere werden zur Laufzeit der Applikation generiert, wobei auch hier die Berechnungsvorschriften in der Konfiguration angegeben werden. Der Anwender hat dabei die Wahl zwischen vordefinierten Berechnungen, bei denen nur Quell- und Ergebniskanäle angegeben werden müssen und freien Berechnungen, für die auch die Berechnungsvorschrift anzugeben ist. Die vordefinierten Berechnungen umfassen u.a. Mittelwerte, Summen, Differenzen und Spannweiten, für freie Berechnungen kann eine Vielzahl mathematischer Funktionen verwendet werden. Zudem existiert eine Funktion zur Sollwertberechnung, die es erlaubt, Kanäle mit abschnittsweise wechselnden Generiervorschriften (Konstanten, lineare und gemessene Funktionen) zu erzeugen, die vor allem der Darstellung von Grenzwerten dienen.

Wurde die Konfiguration einmal gespeichert, genügen zur grafischen Versuchsauswertung wenige Schritte. Nach dem Start der entsprechenden Teilapplikation sind lediglich der darzustellende Datensatz und die auf diesen Datensatz anzuwendende Konfiguration auszuwählen. Danach entstehen

quasi wie von Geisterhand binnen weniger Sekunden Blätter mit Diagrammen und beschreibenden Texten, die als pdf-Datei sowie in beliebigen Grafikformaten in Versuchsberichte eingebunden werden können.

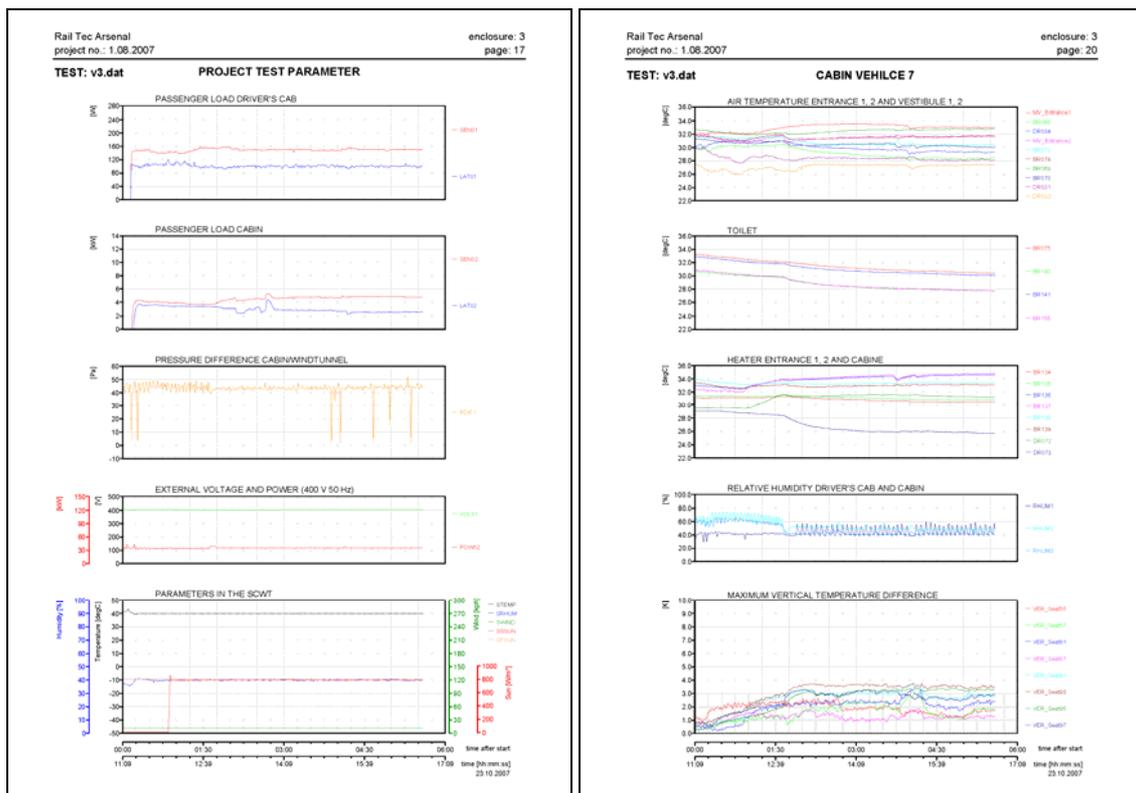


Abb. 2 Typische Darstellungen der Versuchsergebnisse, erstellt auf Knopfdruck

Ohne weiteren Aufwand für die Darstellung kann sich der Versuchsingenieur auf die Auswertung der Ergebnisse konzentrieren und aus den zahlreichen Kurven Aussagen auch und gerade zum Thema thermische Behaglichkeit ableiten. Diesen Teil der Arbeit kann ihm die Applikation - zumindest zum jetzigen Zeitpunkt - nicht abnehmen. Durch die Verringerung des zeitlichen Aufwands für die formale Darstellung der Versuchsergebnisse bleibt dem Ingenieur aber mehr Zeit für diese, seine Kernaufgabe.

#### Literatur:

[1] Haller G.: Thermische Behaglichkeit in Schienenfahrzeugen: Fachpublikation September 2006: RTA Rail Tec Arsenal Fahrzeugversuchsanlage GmbH