

TrainBraC – Bremsberechnungsprogramm für Auslegung und Nachweisführung

In einem konsortialen Projekt wurde ein leistungsfähiges, zu aktuellen Richtlinien und Normen konformes Auslegungs- und Nachweisprogramm für die Bremsberechnung von Schienenfahrzeugen entwickelt. Es steht nach intensiver Erprobung nunmehr Bahnindustrie und Fachwelt zur Verfügung.

➔ Für die Auslegung neuer Schienenfahrzeuge und die Beurteilung eingesetzter Fahrzeuge unter veränderten Randbedingungen werden in den beteiligten Häusern Knorr-Bremse Sfs GmbH, Siemens AG und Deutsche Bahn AG eine Vielzahl haus-eigener Berechnungsprogramme von den verschiedenen am Prozess beteiligten Parteien eingesetzt. Oft sind dies einfache, selbst erstellte Programme, welche über die Jahre den jeweiligen Bedürfnissen des Anwenders folgend gewachsen sind. Bedienoberfläche und Struktur sind daher individuell. Folglich kann meist nur der Ersteller das Programm korrekt bedienen. Eine eventuell erforderliche Weiterentwicklung kann oftmals nicht oder nur sehr aufwändig sichergestellt werden.

Viele dieser individuellen Berechnungsprogramme sind an spezielle Einsatzgebiete, wie Vollbahnen, Straßenbahnen oder Metros angepasst. Dies schränkt eine Anwendung bei neuen Fahrzeugkonzepten ein. Auch ist eine Erweiterung um neuartige Bremssysteme wie z.B. die Wirbelstrombremse oft nicht vorgesehen. Daher muss folglich sukzessive manuell „hinzugestrickt“ werden. Die in heutigen Programmen noch weit verbreitete Auslegung mittels empirischen Ersatz- und Mittelwerte ist den zukünftigen Anforderungen kaum gewachsen.

Insbesondere das zunehmend komplexere Zusammenspiel mechatronischer Einzelkomponenten und das gleichzeitige Zusammenwirken mehrerer Bremssysteme in standardisierten Plattform-Fahrzeugkonzepten erfordern ein allgemein gültiges und aner-

kanntes Berechnungsverfahren, welches das Bremsen mit seinen Einflussgrößen und Ergebnissen als Vorgang abbildet und physikalisch nachvollziehbar beschreibt.

Neben den Erfordernissen aufgrund fahrzeugtechnischer Entwicklungen erfordern äußere Einflüsse die Neuentwicklung eines leistungsfähigen Auslegungswerkzeugs. Auch die Liberalisierung des Eisenbahnverkehrsmarktes, der zunehmende Ersatz nationaler durch internationale Richtlinien, internationale Standardisierungs- und Normvorhaben sowie die sich ergebenden neuen Rollen von Aufsichtsbehörden, Gutachtern, Betreibern, Herstellern, Systemhäusern und Bremssystemlieferanten lassen den Mangel der oftmals fehlenden Vergleichbarkeit von einzelnen Auslegungsprogrammen zu einem wachsenden Problem werden.

Die genannten Einflüsse wie auch neue technische Lösungen führen dazu, dass das Bremssystem technisch und organisatorisch schnittstellenintensiver ist, als noch vor Jahren. Es stellt heutzutage mehr denn je ein Gemein-

schaftsprodukt vieler beteiligter Fachleute in verschiedenen Unternehmen und Institutionen dar.

Neben dem Fokus auf dem Bremsverhalten muss der Anwendungsbereich klassischer Bremsauslegungen für das komplexer werdende Zusammenspiel von Fahrzeug und Fahrweg, beispielsweise im Bereich Zugsicherungssysteme, erweitert werden. Dies erfordert zusätzliche Betrachtungen und Bewertungsmöglichkeiten der Fahrzeuge.

Vor dem Hintergrund dieser vielseitigen He-

Die heute noch verbreitete Auslegung mittels Ersatz- und Mittelwerten ist den zukünftigen Anforderungen kaum mehr gewachsen.



Dipl.-Ing. Florian Sumpf
Projekt-Ingenieur im System-Engineering Bremse bei Siemens AG Industry Mobility, Erlangen

Florian.Sumpf@Siemens.com



Dipl.-Ing. Falk Hähle
Teamleiter Application Tools bei Knorr-Bremse Sfs GmbH, München

Falk.Haehle@Knorr-Bremse.com



Dipl.-Ing. Ernst Hohmann
Senior System-Ingenieur bei Knorr-Bremse Sfs GmbH, München, Gesamtprojektleiter TrainBraC

Ernst.Hohmann@Knorr-Bremse.com



Dipl.-Ing. Robert Karbstein
Referent für Bremsbetrieb und Simulation bei DB Systemtechnik, Minden

Robert.Karbstein@Deutschebahn.com

ausforderungen haben die drei Partner eine Zusammenarbeit beschlossen, in die die unterschiedlichen Sichtweisen eines Bremssystem-Lieferanten, Fahrzeug-Systemhauses und Betreibers bei der Neuentwicklung eingeflossen sind. Das Ergebnis ist: *TrainBraC* - Train Brake Calculation. Es soll hiermit einem weiteren Nutzerkreis ein Zugang zu dem Programm ermöglicht werden.

1. ANFORDERUNGEN AN TRAINBRAC

Folgende Anforderungen und Ziele lagen der Entwicklung zugrunde: ➔

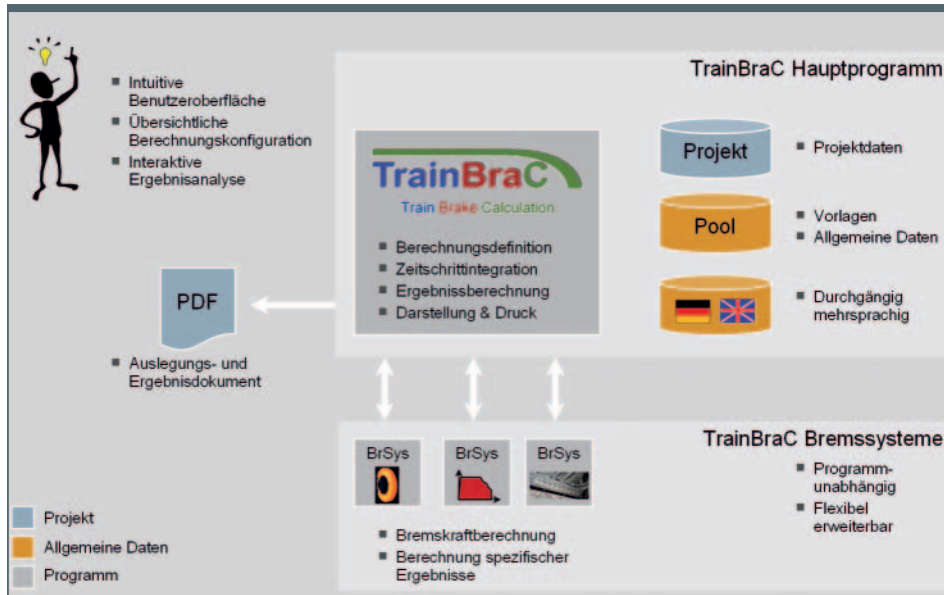


BILD 1: Programmstruktur von *TrainBraC*

(Quelle: *TrainBraC*)

- Allgemeine, physikalische Berechnung mittels Zeitschrittintegration.
- Generischer Programmaufbau hinsichtlich der Fahrzeugarchitektur.
- Freie Gestaltung von Untersuchungsszenarien und Randbedingungen.
- Alle denkbaren Optionen zur grafischen und tabellarischen Darstellung der Ergebnisse.
- Standardisierte Import-, Export- und Dokumentationsfunktionen.
- Mehrsprachigkeit.
- Erweiterbarkeit.
- Große Akzeptanz bzw. hoher Verbreitungsgrad der Software.

Der bewusst weite Rahmen möglicher Fahrzeuganwendungen schließt gleichzeitig aus, die zugehörigen Auslegungsabläufe festzulegen. Die Abbildung aller zu berücksichtigenden Bewertungs- und Abnahmekriterien war daher nicht Gegenstand der Entwicklung. *TrainBraC* entlässt demnach den Benutzer auch nicht aus seiner Rolle des fachlich kompetenten Bremssystem-Ingenieurs!

Mit seiner Funktionalität deckt das neue Programm die genannten Anforderungen ab und erlaubt es, Schienenfahrzeuge ohne konzeptionelle Einschränkung zu modellieren und zu untersuchen. *TrainBraC* ist in allen Bereichen des schienengebundenen Verkehrs einsetzbar.

2. AUFBAU

TrainBraC ist ein modular aufgebautes Auslegungsprogramm. Im Kern enthält es einen Berechnungsalgorithmus zur Abbildung und

Auswertung von Bremsvorgängen in Form einer Einmassen-Bewegungsgleichung. Das Bewegungsverhalten des Fahrzeugs wird im Zeitschritt-Integrationsverfahren berechnet, womit die für jeden diskreten Zeitpunkt vorliegenden physikalischen Größen ausgewertet werden können. Die für die Berechnung notwendigen Daten werden in verschiedenen Datenbanken abgelegt. Projektspezifische Daten werden stets in einer eigenständigen, mit jeder *TrainBraC*-Installation zu öffnenden Projektdatei gespeichert. Neben der jeweils projektspezifischen Datei gibt es eine Sprach- und eine Pool-Datenbank, welche Sprachelemente und Voreinstellungen der häufig genutzten Datensätze enthält. Letztere ist insbesondere für die Anlage nutzerspezifischer, standardisierter Bibliotheken (z.B. Bremssystemkonfigurationen, Kennlinien, Messwerte) verwendbar (Bild 1). Den Einbezug unterschiedlicher Bremskraft-Erzeugungssysteme mit den ihnen inhärenten Eigenschaften und Charakteristiken realisiert *TrainBraC* in Form von Bremssystem-dll's (Dynamic Link Library). Die Ergänzung neuer Bremssysteme ist damit möglich, ohne das Programm selbst abzuändern und ohne dass bestehende Projektdateien ihre Gültigkeit verlieren.

3. ANWENDUNG

Die Bremsberechnung dient der Vorausberechnung des statischen und dynamischen Bremsvermögens eines Schienenfahrzeuges auf der Grundlage aller damit verbundenen Angaben von Eingabedaten und letztlich der Ausgabe von charakteristischen Ergebnissen, wie z. B. Kräften und Verzögerungen.

Sie erfordert einen Mindestumfang an Modellbildung und -Parametrierung um brems-technisch relevante Vorgänge überhaupt untersuchen zu können. Somit ist vom Nutzer ein bestimmter Arbeitsfluss zu befolgen, der aus den folgenden 3 Schritten besteht:

3.1. FAHRZEUGDEFINITION/ -KONFIGURATION

TrainBraC bildet Fahrzeugstrukturen als Baumstrukturen ab. Die Fahrzeugstruktur besteht aus einzelnen Massen (Fahrzeugteilen). Mit diesem allgemeinen Ansatz kann eine Modellbildung von einer einzelnen Punktmasse bis hin zu feingliedrigen Fahrzeugstrukturen ohne Beschränkung hinsichtlich der Anzahl der Teile und Ebenen vorgenommen werden:

- Gesamtfahrzeug als Punktmasse.
- Fahrzeugstruktur aus Zug-, Wagen-, Drehgestell-, Radsatzmassen.
- Einzelradfahrwerke, Schwungmassenprüfstände etc.

Die Modellierungstiefe wird vom Nutzer entsprechend der benötigten Untersuchungstiefe als Hierarchie von Fahrzeugteilen oder hierin zu definierenden Bremssystemen gewählt. Werden lediglich globale Betrachtungen des Gesamtverhaltens eines Fahrzeuges benötigt, kann ein komplexer Zug durch eine Punktmasse reduziert dargestellt und berechnet werden. Sind für sich nicht zusammenfassbare Fahrzeugteile oder Bremssysteme vorhanden, oder werden dezidierte Auswertungen zu Einzelverhalten und Ausfällen benötigt, können die hier beteiligten Fahrzeugteile und Bremssysteme entsprechend feingliedrig modelliert werden (Bild 2).

Die durch die Verzögerung entstehenden Trägheitskräfte können wahlweise durch Trägheitsmomente, rotierende Massen oder Masseanteile berücksichtigt werden. *TrainBraC* stellt neben der generischen Fahrzeugarchitektur auch für die Abstrahierung von Bremssystemen Möglichkeiten zur Verfügung. So können allgemeine Bremskraftreize für kraftschlussabhängige und -unabhängige Bremskräfte durch Konstanten oder Kennlinien(-Import) modelliert werden. Ein Fahrzeugmodell kann folglich von einem zu Beginn einfachen, abstrakten Punktmassemodell mit der Projektdauer zu einem die komplexe Architektur abbildenden Modell wachsen.

Allen Fahrzeugteilen können alle in *TrainBraC* vorhandenen Bremssysteme zugeordnet werden, inkl. des Zugwiderstands, welcher in *TrainBraC* gleichberechtigt neben allen anderen Bremskraftreizern als Bremssystem behandelt wird.

Alle in *TrainBraC* verfügbaren Bremssysteme sind individuell parametrierbar. Damit wird eine Unabhängigkeit der Bremskraftreize-

ger von konkreten Produktausprägungen gewährleistet.

Die für die Definition der Eigenschaften und Charakteristiken der Bremssysteme erforderlichen Parameter können vom Nutzer zentral angelegt und verwaltet werden. Mittels zentraler Datenhaltung wird eine effiziente Pflege der Projektparameter ermöglicht. Sie gibt zusätzlich eine Aufstellung der jeweiligen Daten-Verwendungen im Projekt und verfügt über eine Import-/Export-Schnittstelle zur Office-Zwischenablage.

Bereits angelegte Fahrzeugteile können mit ihrer Parametrierung kopiert und damit beliebig vervielfältigt werden.

3.2. DEFINITION VON BERECHNUNGSFÄLLEN UND ERGEBNISSEN

Von der Anlage und Parametrierung des Fahrzeugmodells unabhängig werden in *TrainBraC* Untersuchungsszenarien (Bremsfälle) definiert. Ein Bremsfall definiert alle für die physikalische Berechnung des Bremsvorgangs notwendigen Randbedingungen, wie

- zu untersuchender Fahrzeugteil,
- dynamischer oder statischer Berechnungsweg,
- Ausgangs- und Endgeschwindigkeit und

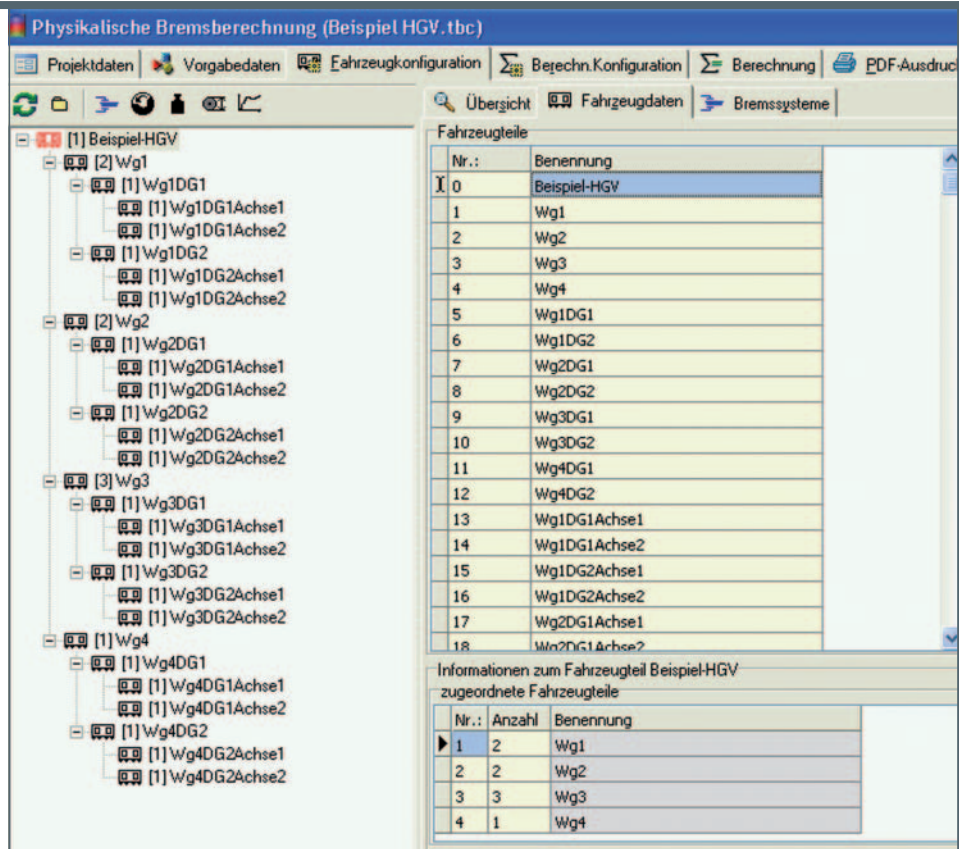
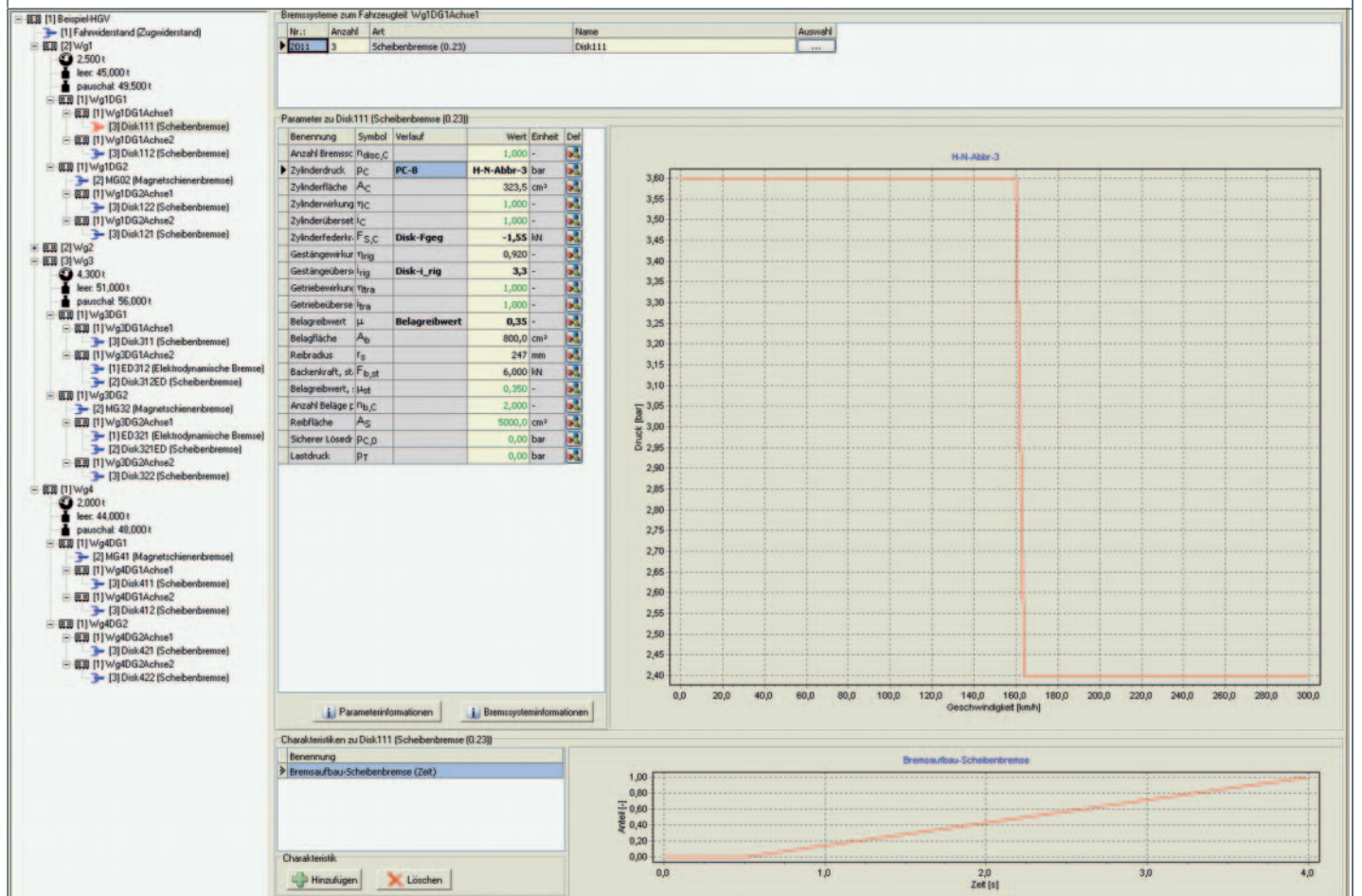


BILD 2: Fahrzeugstruktur in *TrainBraC*

(Quelle: *TrainBraC*)

BILD 3: Beispiel *TrainBraC*-Benutzeroberfläche

(Quelle: *TrainBraC*)



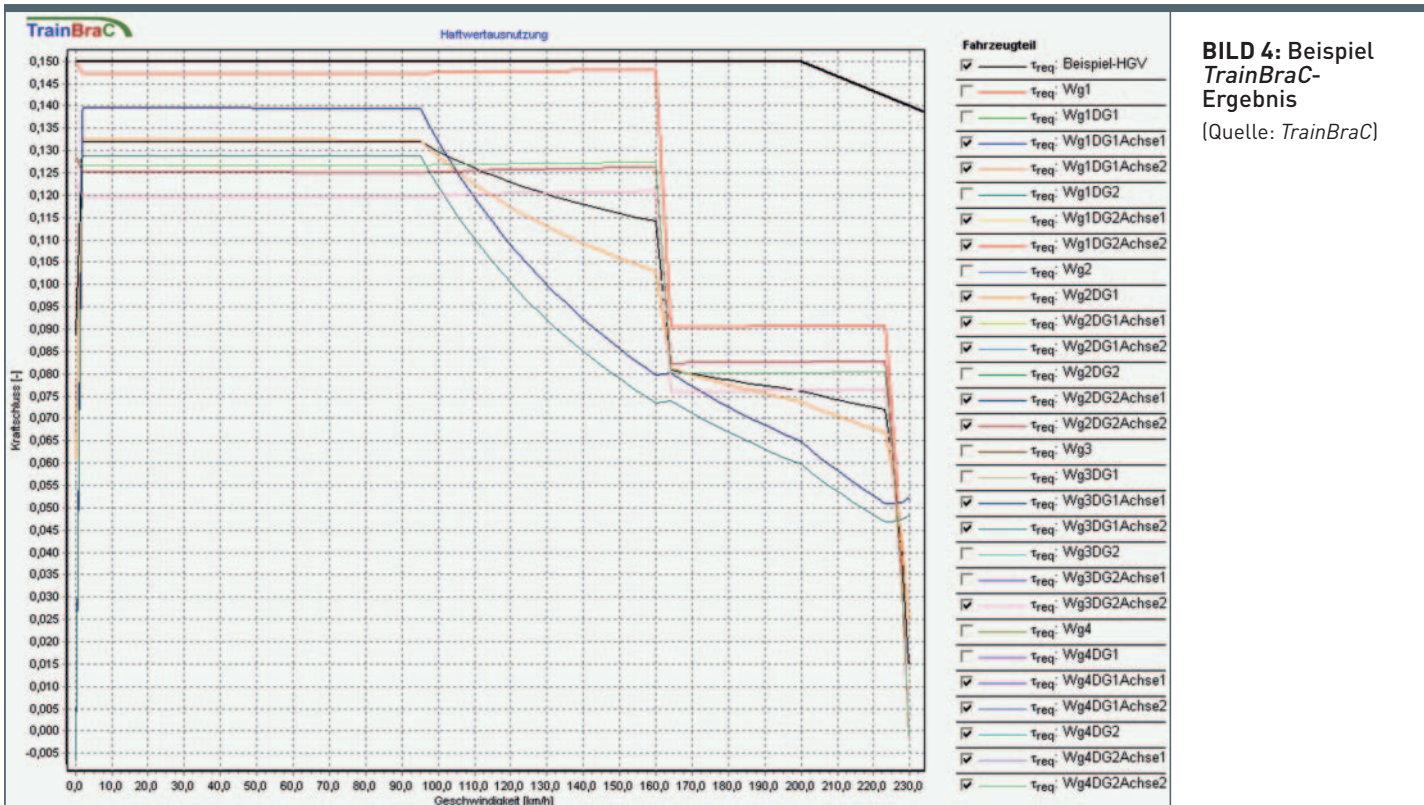


BILD 4: Beispiel TrainBraC-Ergebnis (Quelle: TrainBraC)

→ Streckenneigung bzw. weitere externe Kräfte.

Darüber hinaus erfolgt für jeden angelegten Bremsfall eine Festlegung, welche zum zu untersuchenden Fahrzeugteil zugehörigen Bremssysteme wirksam sind und welche nicht. Ferner kann der Bediener bremsfall-spezifisch Einfluss auf die Bremssystemparameter nehmen. Zusammen mit der zentralen Parameterverwaltung stellt TrainBraC bei Definition weniger Parameter ein Werkzeug bereit, das umfassende Studien am Brems-system (z. B. die Variation von Bremszylinderdrücken oder Reibwertverläufen) ohne Eingriffnahme in die Fahrzeugstruktur erlaubt.

Aus dem Gesamtumfang der möglichen Berechnungen (statisch oder dynamisch) und Auswertungen (Ergebnisse, Darstellungsformen) wählt der Nutzer nur diejenigen aus, die im konkreten Fall benötigt werden. Nach Ausführung der Berechnung können jederzeit weitere Auswertungen hinzugefügt bzw. Aktualisierungen berechnet werden.

Neben den der Bremsberechnung ureigensten Ausgabedaten zum Bremsvermögen, welche für sich schon sehr umfangreich sind, können auch interne (Zwischen-)Größen wie z. B. die Zangenkräfte berechnet und ausgegeben werden.

Auch die Ergebnisse werden in einer Baumstruktur, den Bremsfällen zugeordnet, verwaltet. Jedem Bremsfall können die hierzu plausibel berechenbaren Ergebnisse (dynamischer Bremsfall = dynamische Ergebnisse, statischer Bremsfall sinngemäß) zugewiesen werden. Dabei kann stets eine Darstellungs-

form als Einzelwert, in Tabellen- oder Diagrammform ausgewählt werden.

3.3. AUSGABE

TrainBraC berechnet die in einer Projektdatei definierten Ergebnisse auf Knopfdruck und gibt sie entsprechend der definierten Darstellung in einer Ergebnisansicht aus. Ergebnisse können hier vom Nutzer in Details der Darstellung, Formatierung etc. nachbearbeitet und als Grafik- oder Datendateien exportiert werden. Neben dieser Online-Ausgabe steht dem Nutzer eine PDF-Erstellungsfunktion zur Verfügung. Hierbei ist individuell festzulegen, welche Ergebnisse gedruckt werden sollen. Die PDF-Ausgabe verwendet die stets auch online sichtbaren Ergebnisse und stellt sie, in standardisierter Abfolge, auf einheitlichem Layout mit der gewünschten Dokumentations-tiefe entsprechend dar.

4. BEISPIEL

TrainBraC ermöglicht eine übersichtliche Erstellung der Fahrzeugarchitektur mitsamt den zugehörigen Bremssystemen durch den entsprechenden Aufbau der Bedienoberfläche. Der Nutzer erstellt Schritt für Schritt zunächst Fahrzeug, Bremssysteme und Parametrierungen und kann hierbei stets Übersichten sowie Hilfsmittel zur Verwaltung der Parameter und Kennlinien heranziehen. Die Fahrzeugstruktur und -Parameter wie auch die Bremssysteme, Bremsfälle und Ergebnisse werden hierarchisch dargestellt und können in spezifischen Arbeitsflächen (auf ver-

schiedenen Reitern) angelegt und gepflegt werden (Bild 3).

Die definierten Bremsfälle und Ergebnisse können in TrainBraC schnell berechnet und ausgegeben werden. Das Berechnungsverfahren ist hierbei ebenso durch den Nutzer beeinflussbar wie auch die Ausgabe. TrainBraC stellt die berechneten Ergebnisse grundsätzlich unmittelbar nach der Berechnung in einem Ergebnisbereich des Programms dar (Bild 4). Die Darstellungen in diesem Bereich sind vom Nutzer teilweise editierbar, indem beispielsweise Skalierungen individuell angepasst oder Farben und Schriften verändert werden können. Hierzu steht ein Menü zur Verfügung, welches auch die unmittelbare Exportfunktion der Daten in Standardformate bereitstellt.

Zusätzlich kann ein in der Struktur stets gleich bleibendes PDF erzeugt werden. Der Dokumentgenerator führt alle Benutzerkommentare mit den TrainBraC eigenen Erklärungen zu den verwendeten Bremssystemen und der Projektdokumentation der Fahrzeugteile, Bremsfälle und beteiligten Einflussgrößen zusammen. Dabei kann die Abfolge und Gliederung der Bremsfälle und Ergebnisse vom Nutzer frei gestaltet werden. Das in seiner Struktur standardisierte PDF bietet sich hiermit für die Zulassungsdokumentation an. Bild 5 zeigt die Ansicht des PDF-Dokuments nach der Erstellung in TrainBraC: dargestellt ist die Übersichtsseite mit der Fahrzeugstruktur des Projektes.

TrainBraC erlaubt mit seinem Programmaufbau letztlich komplexe Untersuchungen mit individueller Ergebnisdarstellung, womit auch ausgehend von ein und derselben Pro-

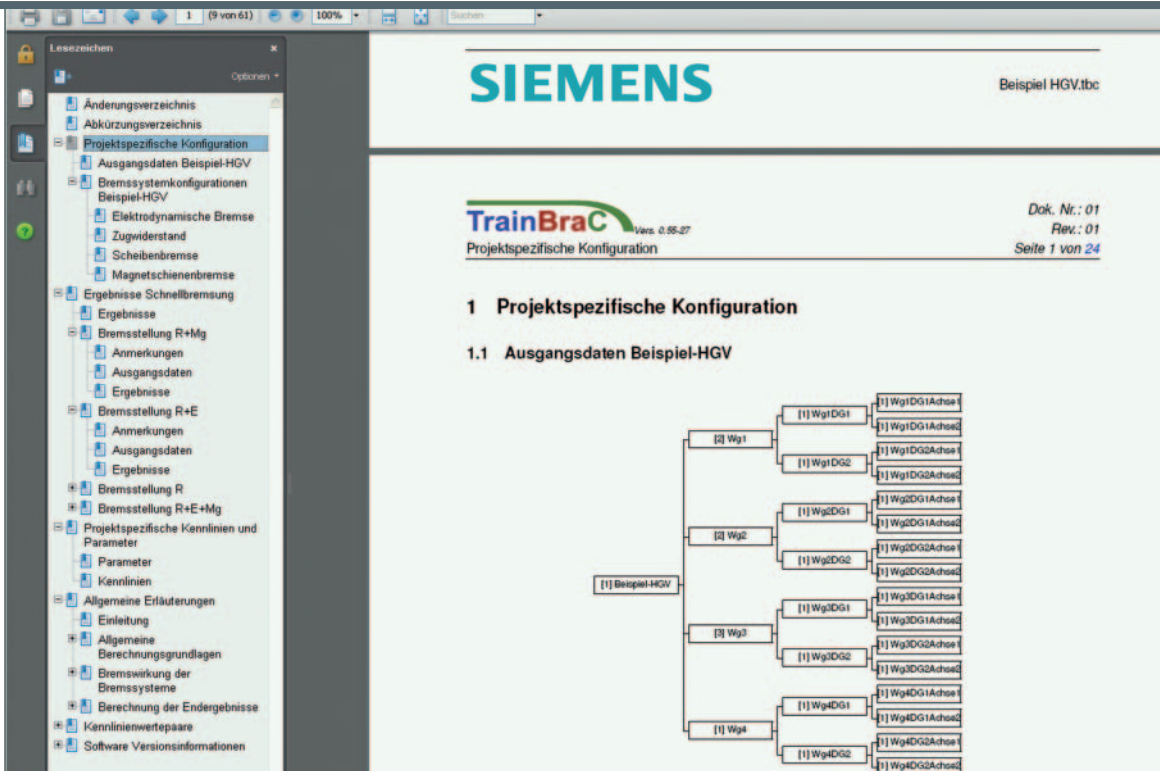


BILD 5: Beispiel TrainBraC-Ausdruck

jektdatei verschiedenen Nutzungsinteressen nachgekommen werden kann. Auswertung und Dokumentation können je nach Erfordernis gestaltet werden, so dass unterschiedliche Dokumente (klassische Bremsberechnung, Parameterstudie, Verifikation von Messdaten, usw.) erzeugt werden können. Der generische Aufbau in der Fahrzeugmodellierung, Gestaltung der Untersuchungen und der Ergebnisausgabe erlaubten eine schnelle Einführung von TrainBraC in die Projektarbeit der am Konsortium beteiligten Häuser. Wo vormalig verschiedene „Spezialprogramme“ in Benutzung waren, kann jetzt mit einem zentralen Programm für Systemauslegung, Zulassungsvorbereitung und Betriebs-Verifikation gearbeitet werden.

5. AKTUELLER STAND, DERZEITIGE UND ZUKÜNFTIGE NUTZUNG

TrainBraC wurde einem umfangreichen Test unterzogen. Zum einen wurden die Funktionen, Methoden und Eigenschaften der Software einzeln im Detail auf ihre Richtigkeit hin überprüft. Ein Schwerpunkt des Tests war der Nachweis der Berechnungsergebnisse, der durch Vergleiche mit analytischen Lösungen verschiedener Fahrzeugmodelle durchgeführt wurde. Für Tests bezüglich Eingabeoberfläche und Benutzerfreundlichkeit wurde TrainBraC parallel zur Programmentwicklung in mehreren Pilotprojekten eingesetzt. Hier zu Tage getretene Probleme und Verbesserungspotentiale konnten für die zur Veröffentlichung bereitstehende Programmversion berücksichtigt werden. Im Rahmen des bisherigen Einsatzes des

Programms fand neben der nachträglichen Abbildung von Bestandsfahrzeugen bzw. Verifikation gegen Fahrzeugmessungen auch

fließend eine Verwendung in aktuellen Fahrzeugprojekten statt. Hierbei kommt es bereits zur firmenübergrei- ➔

REO

INDUCTIVE COMPONENTS

REO Nieke –Gesamtlösungen für die Bahntechnik



Erleben Sie mehr auf der Expo Ferroviaria 2010 – Halle 1, Stand 300

Für die Bahntechnik bietet REO unter anderem:

- NTT BW – Brems-, Dämpfungs- und Filterwiderstände,
- NTT – Netzdröseln, Motordröseln, Entstördröseln, Saugkreisdrosseln, EMV-Drosseln, du/dt-Drosseln, AC/DC-Drosseln
- RFI-Filter, Sinusfilter, Harmonic-Filter
- NUT – Umrichtertransformatoren, AC-Transformatoren, Leistungstransformatoren, HF-Transformatoren
- Stromwandler, spezielle Komponenten zur Energieregeneration
- NPT – Prüfdröseln zur Belastungsprüfung von Frequenzumrichtern
- REOLAB mobil – Mobile Stromversorgung für die Bahnwerkstatt
- REOLAB – Prüfgeräte für Dauer- und Funktionsprüfung

REO INDUCTIVE COMPONENTS AG
 Tel. +49 (0) 212 - 88 04 - 0
 main@reo.de | www.reo.de

HighTech aus Deutschland

fenden Nutzung von *TrainBraC*-Projektdateien innerhalb des Konsortiums. Dies kommt der Zusammenarbeit bei der Systemgebung durch unkomplizierte und transparente Darlegung der Bremssystemarchitektur zugute und fördert so letztlich die Kommunikation zwischen Kunden, Systemhaus und Brems-systemlieferanten.

Die bei der bisherigen Verwendung des Programms gemachten Erfahrungen bestätigen die erfolgreiche Behebung der Bruchstelle zwischen verschiedenen an der Systemgebung beteiligten Häusern sowie dem Kunden. Mit *TrainBraC* ist eine nach anerkannten Grundsätzen erstellte physikalische und zum Regelwerk konform anwendbare Software entstanden, die bei aktuellen Ausschreibungen der DB AG zur Anwendung kommt.

6. BEZUGSMÖGLICHKEIT UND LIZENZIERUNG

Das Programm wird entsprechend der Erstellung seinen Anwendungsbereich von der Systementwicklung über Angebotserstellung, Designprozess im Auftragsfall, Zulassungsvorbereitung und -Nachweise sowie die Fahrzeugbegleitung im Betrieb erstrecken.

TrainBraC ist als lizenzierte Vollversion und als „Demoprogramm“ mit deutlich eingeschränktem Leistungsumfang frei per Download beziehbar. Das Demoprogramm ermöglicht einen Einblick in den Aufbau, die Bedienung und die Analysemöglichkeiten. Weiterhin können mit der Demoversion bereits bestehende, im Umfang begrenzte Projektdateien geöffnet, berechnet und ausgedruckt werden.

Für die professionelle, kommerzielle Nutzung ist eine Lizenznahme erforderlich.

7. SCHULUNGEN

Für Lizenznehmer bietet das *TrainBraC*-Konsortium Schulungen an. Der Umfang und die Durchführung von Schulungen, deren Inhalt sowie Kosten sind der *TrainBraC*-Homepage zu entnehmen.

8. INDIVIDUELLE PROGRAMMANPASSUNG

Die Vollversion wird nicht für jeden Lizenznehmer individuell angepasst, jeder Nutzer erhält prinzipiell dasselbe Programm hinsichtlich Aufbau, Benutzeroberfläche, Datenstruktur und Funktionsumfang. *TrainBraC* erlaubt jedoch eine für die kommerzielle Nutzung notwendige individuelle Anpassung der generierten Dokumente (z.B. Firmenlogo und Disclaimer). Es stellt dabei weiterhin sicher, dass die Projektdateien von allen *TrainBraC*-Vollinstallationen vollumfänglich geöffnet und bearbeitet werden können und die standardisierten PDF-Ausdrucke grundsätzlich gleichbleibende Gliederungen aufweisen.

9. KONTAKT

Für Informationen über *TrainBraC* ist die Homepage www.trainbrac.de eingerichtet. Lizenzanfragen können an trainbrac@deutschebahn.com gerichtet werden.

10. ZUSAMMENFASSUNG

Mit *TrainBraC* wurde ein in der Industrie, bei Betreibern sowie durch Zulassungsbehörden

für nahezu alle Fahrzeugtypen und Anwendungsfälle nutzbares Programm geschaffen. Der generische Aufbau (vom Einzelwagen bis zum gemischten Güterzug) nach anerkannten Grundlagen erlaubt Berechnungen als Zeitschrittintegration gemäß Normenreihe EN 14531, sowie unter Einbezug bewähr-

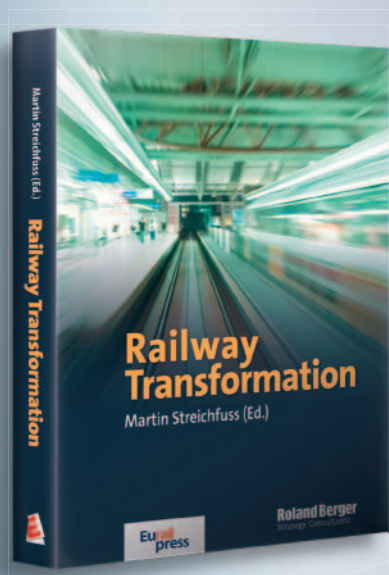
ter Verfahren der Bremsbewertung (TSI HGV, UIC 544-1) und ermöglicht Auslegungen im Vollbahn- wie auch im BO-Strab- und Metro-Bereich. *TrainBraC* gestattet damit einen problemlosen Austausch von Auslegungsberechnungen innerhalb von Unternehmen, zwischen Projektpartnern, mit der Zulassungsbehörde sowie in Forschung und Entwicklung. ←

***TrainBraC* ist eine nach anerkannten Grundsätzen erstellte Software, die bereits bei aktuellen Ausschreibungen der DB AG zur Anwendung kommt.**

SUMMARY

***TrainBraC* – a universal brake computation program for design and evidence purposes**

The authors report on a project carried out by a consortium composed of Knorr-Bremse, Siemens AG and DB Systemtechnik to create a powerful program for computing the brakes of railway vehicles for both design and evidence purposes in conformity with the currently applicable standards and the railway's internal rules. The specialist world has now been given access to this program.



Railway Transformation

Setting the course for a new direction!

Railway companies around the world are being transformed from public-sector monopolies into service-oriented companies with a strong customer focus, operating in liberalised markets.

Outlining the current position and major challenges for the rail sector, this handbook is an essential read. Using examples of the best practice, it provides a unique look 'behind the scenes', to show how operators can benefit from the experience of the leading players in the market.

Technical Data: ISBN 978-3-7771-0406-5, 264 pages, size 170x240 mm, Price: € 54,- + postage

Contact: DVV Media Group GmbH | Eurailpress

Telephone: +49 (40) 237 14 - 440 · Fax: +49 (40) 237 14 - 450 · email: book@dvvmedia.com

Out now!