

Festigkeitsberechnung einer Karosserie-Trägergruppe mit COSAR

Armin Korm

1. Aufgabenstellung

Die im folgenden vorzustellende Trägergruppe ist Bestandteil der Karosserie des PKW Trabant 1.1. Durch den geplanten Einbau eines 4-Takt-Ottomotors mußte auch das gesamte Konstruktionskonzept dieses Fahrzeugbereiches vollkommen verändert werden. Der bisher nach vorn freikragende Hilfsrahmen, der u. a. hauptsächlich den Motor und die Vorderachse aufnimmt, mußte wegen der künftig wesentlich höheren Belastung im vorderen Teil der Karosserie nochmals befestigt werden. Als Folge daraus ergab sich für die vordere Trägergruppe eine geringere Belastung als bei den gegenwärtigen Serienfahrzeugen mit 2-Takt-Ottomotor. Damit war eine Voraussetzung zur Materialeinsparung an dieser Baugruppe gegeben. Es galt deshalb, das konkrete „Wie“ herauszuarbeiten.

2. Lösungsweg

Mit der Finite-Elemente-Methode, später FEM, sollte anhand verschiedener Rechenmodelle diese Trägergruppe festigkeitsmäßig analysiert werden. Durch das Entfernen jeweils eines oder mehrerer Bauteile gleichzeitig, die konstruktiv sinnvoll erschienen, unterschieden sich diese Re-

chenmodellvarianten. Im Vordergrund standen hierbei zwei Verstärkungsbleche. Ein Vergleich der Rechenergebnisse dieser Kombinationen sollte Schlußfolgerungen auf den Festigkeitsanteil der einzelnen Bauteile zulassen. Um günstige Vergleichsmöglichkeiten zu schaffen, wurden alle Varianten bei gleicher Belastung mit gleichen Randbedingungen fixiert. Die Festhaltungen dieser Rechenmodelle waren insofern problematisch, weil sie ein Teilstück einer Gesamtkarosserie darstellten. Die angrenzenden Steifigkeitsverhältnisse konnten in den Randbedingungen aber nur im Symmetrieschnitt exakt berücksichtigt werden. Im übrigen wurde durch eine genügend große Entfernung der Rechenmodellberandung vom interessanten Bereich versucht, den verfälschenden Einfluß zu minimieren.

Als Rechenprogramm stand uns zu dieser Zeit COSAR mit seiner Version von 1987 zur Verfügung.

3. Rechenmodelle

Das Basis-Rechenmodell der Karosserie-Trägergruppe ist durch die perspektivische Ansicht auf Bild 1 wiedergegeben. Um dabei alle beteiligten Bauteile darstellen zu kön-

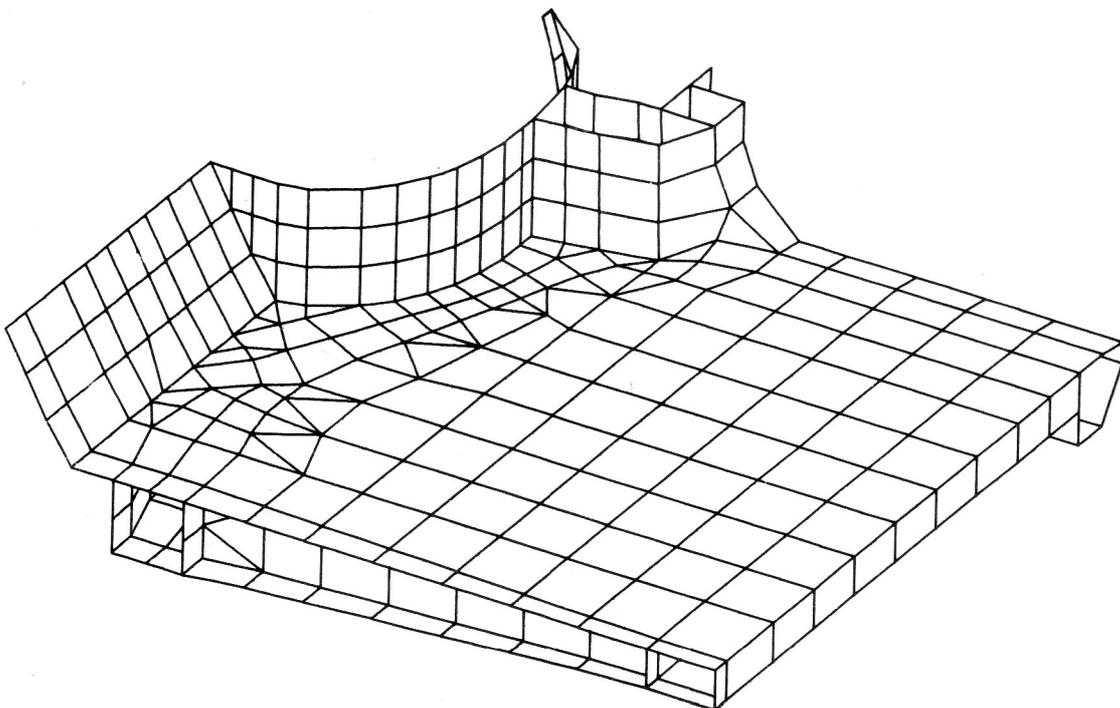


Bild 1
Perspektivische Ansicht des Rechenmodells der Karosserie-Trägergruppe

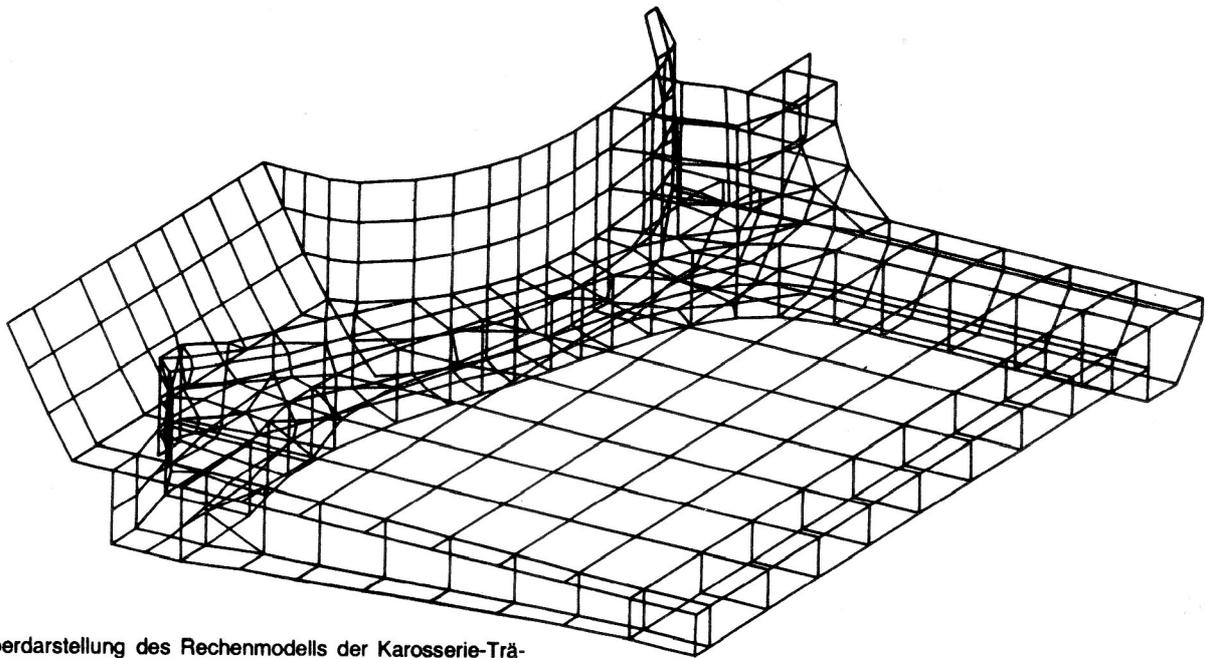


Bild 2
Glaskörperdarstellung des Rechenmodells der Karosserie-Trägergruppe

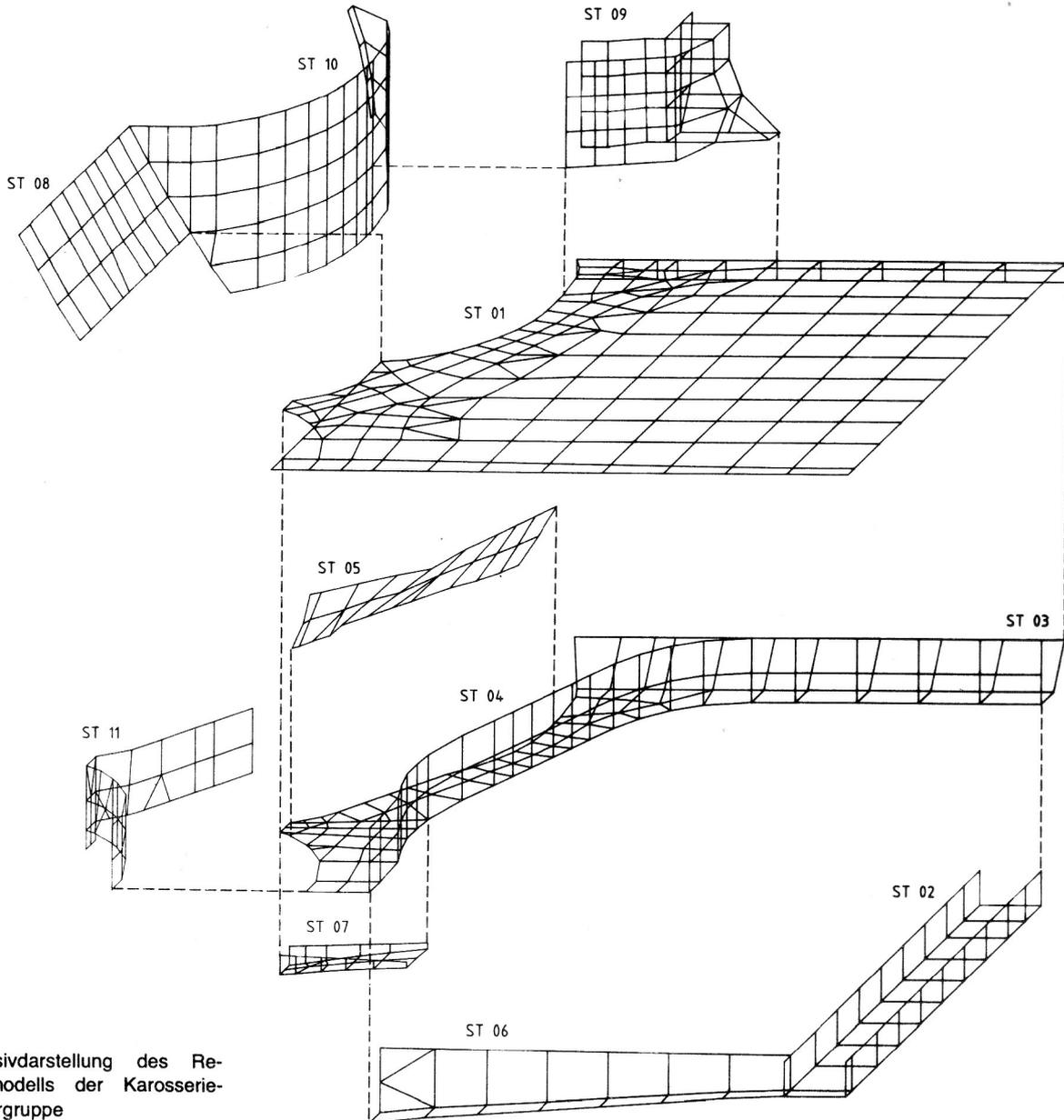


Bild 3
Explosivdarstellung des Rechenmodells der Karosserie-Trägergruppe

nen, erforderte dies die Glaskörperdarstellung, die in der gleichen Perspektive auf Bild 2 die Komplexität dieses Rechenmodells erkennen läßt. Erst die Explosivdarstellung in ähnlicher Perspektive verdeutlicht auf Bild 3 den Aufbau des gesamten Rechenmodells. Hauptbauteile waren dabei das teilweise Bodenblech ST 01 und der vordere Träger ST 04, die durch Ausnutzung der Symmetrie jeweils bis zum Fahrzeugmittelschnitt Berücksichtigung fanden. Weiterhin waren noch die Teile Sitzquerträger ST 02, Längsträger ST 03, Spritzwand ST 08, Türsäule ST 09, Radschale ST 10 und Steg ST 11 als wichtige Funktionsbauteile bei allen Rechenmodellvarianten integriert. Als „Variable“ im Sinne eventuell überflüssiger Bauteile verblieben noch das Verstärkungsblech ST 05, der Mittelsteg ST 06 und die Verstärkung ST 07.

Das systematische Herauslassen eines oder mehrerer dieser 3 Bauteile bei den 8 Rechenmodellen soll nicht Gegenstand dieses Beitrages sein.

Die jeweils verbliebenen Bauteile wurden über eine Hyperstruktur ST 12 gekoppelt. Somit bewegte sich die Anzahl der verwendeten Semiloof-Schalenelemente bei den verschiedenen Varianten zwischen 437 und 487.

Als Randbedingungen wurden einmal die feste Einspannung der hinteren Kante des Sitzquerträgers ST 02 und die Symmetriekriterien an den Bauteilen ST 01, ST 02, ST 04, ST 06, ST 08 und ST 11 im Fahrzeugmittelschnitt vereinbart. Um den Einfluß der etwas unrealen Festhaltung der ST 02 gering zu halten, wurde ein großer Abstand zum interessanten Bereich um die ST 04 herum gewählt.

Die äußere Belastung wurde entsprechend der Realität im vorderen Flansch der ST 11 eingeleitet. Alle Schnittlasten an der Rechenmodellberandung konnten aus den Ergebnissen einer früheren Gesamtkarosserieberechnung [1] entnommen werden. Komplettiert wurden die Rechenmodelle noch durch die üblichen Materialkennwerte von Stahlblech.

4. Berechnung

Alle 11 Substrukturen wurden mittels einem 32-Bit-Rechner einzeln generiert und mittels grafischer Darstellungen (Terminal und Plotter) und Listen bis zur Fehlerfreiheit kontrolliert. Die anschließenden eigentlichen FEM-Analyse-Berechnungen auf derselben Rechenanlage erforderten jeweils ca. 480 Minuten CPU-Zeit pro Variante.

5. Ergebnisauswertung

Wie allgemein üblich, wurden die Deformation und die Vergleichsspannung (nach der Gestaltänderungshypothese) ausgewertet und aller 8 Rechenmodellvarianten gegenübergestellt. Dabei wurde offensichtlich, daß die Deformationsergebnisse aller Varianten in der gleichen Größenordnung lagen und somit eine Aussage bezüglich Festigkeitsanteil der einzelnen Bauteile nur schlecht ermöglichen.

Beim Vergleich der Spannungen auf den Bauteilflächen traten hingegen deutliche Unterschiede auf. Durch das Eliminieren der beiden Teile – Verstärkungsblech ST 05 und Verstärkung ST 07 – stiegen die Werte gegenüber der Basisvariante nur unbedeutend an. Beim Weglassen des Mittelsteiges ST 06 erhöhten sich dagegen die Spannungen in einigen verbliebenen Bauteilen bis teilweise zum Fünffachen. Da dies außerdem in Gebieten mit bereits hohem Niveau auftrat, mußten alle Varianten mit fehlendem Mittelsteg ST 06 aus den weiteren Untersuchungen gestrichen werden.

Wie aus den Ergebnissen der Varianten mit herausgelöster ST 05 bzw. ST 07 zu erwarten war, stiegen auch beim gemeinsamen Fehlen die Spannungswerte nur unwesentlich über die der Basisvariante.

Aus dem vorstehenden Vergleich wurde deshalb geschlossen, daß die letztgenannte Variante vorrangig bei der weiteren Karosserieentwicklung zu behandeln ist.

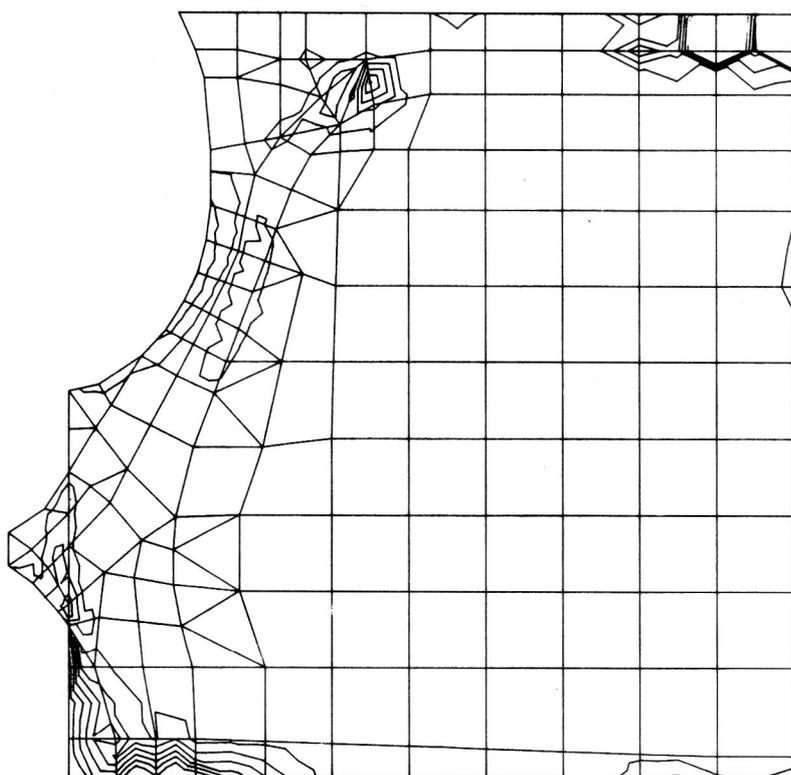


Bild 4

Iso-Spannungslinien auf dem Bodenblech der Karosserie-Trägergruppe

Bei all diesen Bewertungen dienten dabei auf dem Bildschirm der COSAR-Postprozessor PPMAIN mit der farblichen Abstufung der Iso-Spannungsfelder und zum Plotten der Iso-Spannungslinien COSAR:POSTGRA3. Ein Beispiel für letzteres zeigt Bild 4, wobei die farblichen Unterschiede der einzelnen Linien durch die verwendete Drucktechnik nicht dargestellt werden konnten.

6. Zusammenfassung

Mit der vorliegenden Arbeit wurde nachgewiesen, daß sich die FEM sehr gut für den Variantenvergleich unterschiedlicher Baugruppenauslegungen eignet. Vor allem gilt dies, wenn der Anteil der einzelnen Bauteile an der Gesamtfestigkeit zu bestimmen ist. Konkret wurde mit dem Programmsystem COSAR nachgewiesen, daß an einer künftig geringer belasteten Karosserie-Trägergruppe Materialersparungen möglich sind. Zur Entscheidungsfindung dienten dabei vor allem die Iso-Spannungsfelder auf den Bauteilflächen. Zur Entscheidungsfindung dienten dabei vor allem die Iso-Spannungsfelder auf den Bauteilflächen.

LITERATUR

- [1] Korm, Á., Schoppe, D.: Theoretische Festigkeitsbetrachtungen zur Karosserie des Trabant 601 L. Z. Kraftfahrzeugtechnik (1985) H. 3, S. 75 – 76.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Armin Korm
VEB Barkas-Werke
Stammbetrieb des IFA-Kombinates PKW
Abt. TCA
PSF 64
Karl-Marx-Stadt
9040