

# Implementierung von visko-plastischen Stoffgesetzen für Thermoplaste in LS-DYNA



Brandenburgische Technische Universität Cottbus

Lehrstuhl Statik und Dynamik  
Prof. Dr.-Ing. Peter Osterrieder

DaimlerChryslerAG, Sindelfingen  
Dr.-Ing. Stefan Kolling

Diplomarbeit Matthias Vogler

SS2005

Kunststoffe gewinnen im Automobilbau zunehmend an Bedeutung. Der Einsatz von Thermoplasten gerade auch in sicherheitsrelevanten Bauteilen nimmt von Jahr zu Jahr stetig zu.

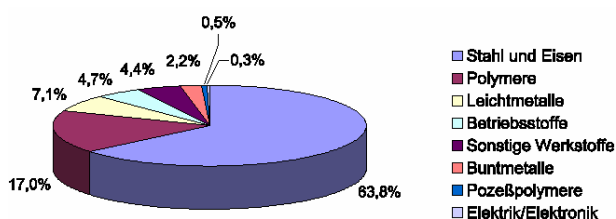


Abbildung 1: Materialzusammensetzung einer C-Klasse

Gleichzeitig sind die gesetzlichen Anforderungen zum Insassenschutz und zum passiven Fußgängerschutz gestiegen. Bauteile, bei denen Kunststoffe wesentliche Aufgaben bezüglich der passiven Sicherheit zu erfüllen haben, sind zum Beispiel die Innenraumverkleidungen und die Stoßfängerverkleidungen. Hierfür liefern die gesetzlichen Forderungen zum Kopfaufprall und zum Knieschutz die entsprechenden Vorgaben. Zur Zeit existieren jedoch in kommerziellen Simulationsprogrammen keine Werkstoffmodelle, die gezielt für die Belange der Crashsimulation thermoplastischer Kunststoffe entwickelt worden sind. Die meisten Kunststoffe werden daher mit einem von Mises Plastizitätsmodell abgebildet. Mit einem von Mises Modell können zwar Metalle sehr gut modelliert werden, das äußerst komplexe mechanische Verhalten von Kunststoffen jedoch kann nur unzureichend abgebildet werden. Insbesondere ist es nicht möglich, das unterschiedliche Verhalten bei uniaxialer Zug- und Druckbelastung sowie bei einer reinen Schubbelastung zu berücksichtigen.

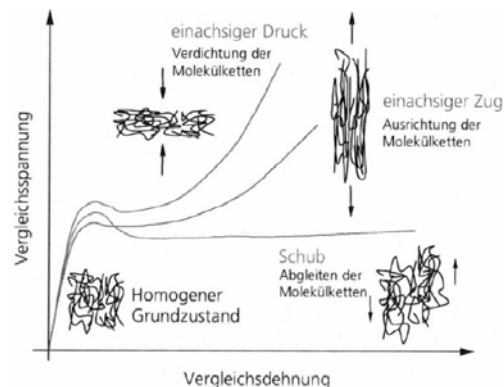


Abbildung 2: Darstellung der molekularen Deformationsmechanismen unter Druck-, Zug- und Schubbelastung

Im Mittelpunkt der Diplomarbeit stand die Implementierung eines viskoplastischen Stoffgesetzes für Thermoplaste in den expliziten FE-Code LS-DYNA, wie er in der Crashsimulation in der Automobilindustrie genutzt wird. Folgende Punkte sind dabei umgesetzt worden:

- Dehnratenabhängigkeit
- Eingabe der Materialverfestigung über LOADCURVES
- Berücksichtigung unterschiedlichen Materialverhaltens auf Zug, Druck, Schub, sowie unter biaxialer Zug- und Druckbelastung
- Duktile Schädigung: (1-d)-Ansatz
- Iteration des ebenen Spannungszustandes
- Elementversagen

Durch die Berücksichtigung der Dehnratenabhängigkeit ist es möglich, das Materialverhalten in Abhängigkeit von der Belastungsgeschwindigkeit zu erfassen. Dazu werden Zugversuche mit unterschiedlichen Abzugsgeschwindigkeiten (von quasistatisch bis hochdynamisch) durchgeführt. Die somit bei unterschiedlichen Dehnraten ermittelten Verfestigungskurven können in einer TABLE zusammengefasst und direkt in das FE-Programm eingegeben werden. Die kurvenbasierte Eingabe erlaubt die direkte Eingabe der in den Versuchen ermittelten Verfestigungskurven. Ein zeitaufwendiges Anpassen von Parametern ist nicht notwendig. Für die duktile Schädigung wurde ein (1-d)-Ansatz gemacht, dadurch gelingt es, das viskoelastische Entlastungsverhalten näherungsweise zu berücksichtigen. Dies ist vor allem für den Lastfall „Beinaufprall“ wichtig, denn das elastische Rückfedern des Stoßfängers bestimmt maßgeblich die auf den Beinimpaktor wirkenden Kräfte und Beschleunigungen. Durch die Berücksichtigung biaxialer Zugspannungszustände ist es möglich, das sog. Crazing zu erfassen. Durch die Iteration des ebenen Spannungszustandes ist es möglich, das Materialmodell sowohl für Volumen-, als auch für Schalelemente zu verwenden.



Abbildung 3: Lastfall Beinaufprall