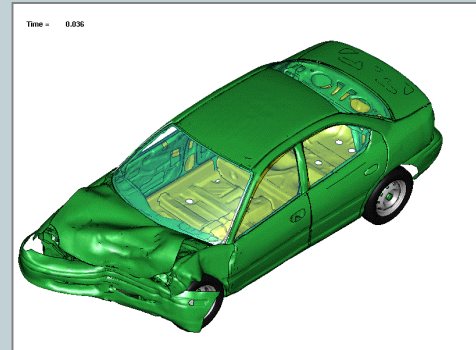


## Explizite Berechnungen mit LS-DYNA Explizit/Implizit Grenzen und Vorteile

### LS-DYNA, LS-OPT und LS-PrePost – Softwareprodukte von LSTC

Die Software LS-DYNA wird typischerweise im Kundenkreis der Automobilindustrie verwendet. Neben Gesamtfahrzeugcrashes kommt LS-DYNA dort u.a. bei der Detailuntersuchung des Verhaltens von sicherheitsrelevanten Komponenten zum Einsatz (siehe Infoplaner 1/2006).



Doch auch Unternehmen außerhalb des Automobilsektors setzen in zunehmendem Maße LS-DYNA in der Produktentwicklung ein. So lassen sich mit LS-DYNA die Auswirkungen des Aufpralls von Gegenständen, sog. Falltestsimulationen, sehr genau am Bildschirm simulieren. Detaillierte Analysen und eine schnelle Wiederholbarkeit unter veränderten Voraussetzungen sind somit möglich (siehe Infoplaner 1/2006), Zeitaufwand und Kosten zur Erstellung von Prototypen werden reduziert.

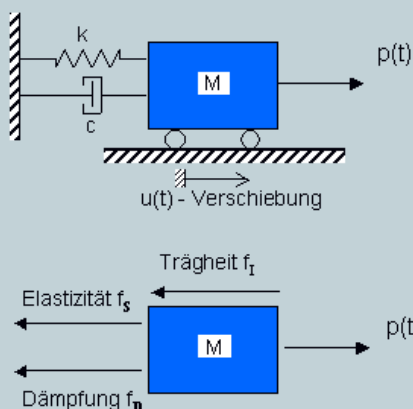
Generell kann LS-DYNA überall dort Entwicklungsprozesse unterstützen, wo Nichtlinearitäten und Dynamik von großer Relevanz sind, z.B. auch bei Explosionen, Metallumformvorgängen oder Erdstößen.

LS-DYNA ist praktisch auf allen Betriebssystemen (Unix, Windows, Linux) sowie unter 32bit und 64bit lauffähig. Als voll parallelisierte Software können Berechnungen auch auf verschiedene CPUs und Knoten verteilt werden, um einen entsprechenden Geschwindigkeitsgewinn zu erzielen. Ergänzend stellt LSTC dem Anwender von LS-DYNA noch das Optimierungstool LS-OPT sowie den Pre- und Postprozessor LS-PrePost kostenlos zur Verfügung - eine sinnvolle und effektive Ergänzung im Simulationsumfeld von LS-DYNA (siehe Infoplaner 2/2005).

## Explizite Berechnungen mit LS-DYNA Explizit/Implizit Grenzen und Vorteile

### Explizite vs. Implizite Zeitintegration – Theory in a Nutshell

Zur Lösung des zeitabhängigen Verhaltens einer Struktur ist neben der räumlichen Diskretisierung mittels Finiter Elemente noch zusätzlich eine Diskretisierung der Zeitachse vorzunehmen. Mittels Methoden der Zeitintegration, explizit oder implizit, kann man sich, bildlich gesprochen, auf der Zeitachse entlang hangeln (siehe Infoplaner 1/2005). Die explizite Zeitintegration von LS-DYNA zeichnet sich gegenüber der impliziten von ANSYS dadurch aus, dass keine globale Gleichgewichtsiteration benötigt wird. Konvergenzprobleme durch große Nichtlinearitäten oder komplexe Kontaktsituationen können erst gar nicht entstehen. Diesen Vorteil „erkaufte“ sich der LS-DYNA Anwender aber durch eine obere Beschränkung der zu verwendenden Zeitschrittgröße (bedingte Stabilität), die durch das Stabilitätskriterium nach Courant-Friedrichs-Levy festgelegt ist. Eingang in das Kriterium findet die kleinste Elementlänge, die Rohdichte als auch der Elastizitätsmodul. Für typische Problemstellungen liegt der resultierende Zeitschritt im Bereich von  $2E-4$  ms. Es lässt sich somit sehr leicht nachvollziehen, dass in einer transient dynamischen Simulation mit LS-DYNA nur ein Zeitfenster begrenzter Größe berechenbar ist, da ansonsten mit der Anzahl der Zeitschritte Rundungseffekte des Computers an Einfluss gewinnen können.



Gleichgewicht:  $f_I + f_D + f_s = p(t)$

Trägheit:  $f_I = M \cdot \ddot{u}$

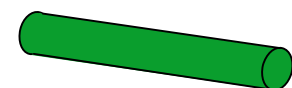
Dämpfung:  $f_D = C \cdot \dot{u}$

Elastizität:  $f_s = K \cdot u$

**Bewegungsgleichung:  $M \cdot \ddot{u}(t) + C \cdot \dot{u}(t) + K \cdot u(t) = p(t)$**

#### Stabilitätskriterium

$l$  Balkenlänge



$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{l}{c}$$

Bewegungsgleichung ist Funktion der Zeit  $t \Rightarrow$  zeitliche Diskretisierung nötig!

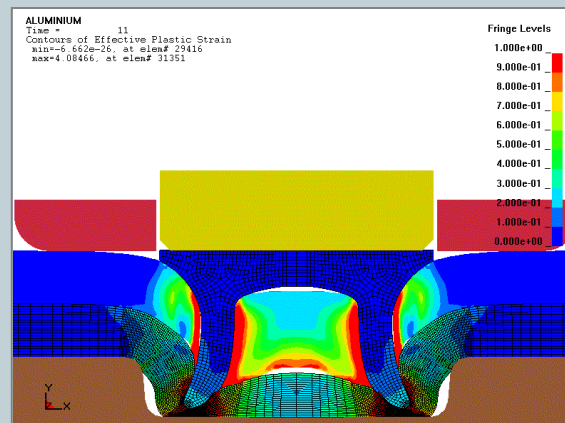
$\Rightarrow$  2 Möglichkeiten: **implizite** oder **explizite** Zeitintegrationsverfahren

## Explizite Berechnungen mit LS-DYNA Explizit/Implizit Grenzen und Vorteile

### Explizite vs. Implizite Zeitintegration – wann ist welche Methode sinnvoll

Infolge der kleinen Zeitschrittweite wird LS-DYNA hauptsächlich für die Berechnung kurzzeitdynamischer Vorgänge wie beispielsweise Crash-, Misuse- und Falltest-Simulationen verwendet. Diese in einem sehr kurzen Zeitfenster stattfindenden Vorgänge benötigen per default schon einen kleinen Zeitschritt, damit hohe Frequenzen im numerischen Modell ausreichend genau erfasst werden. Die implizite Methode kann dies zwar ebenfalls leisten, benötigt allerdings eine größere Gesamtrechenzeit infolge der Gleichgewichtsiterationen in jedem Zeitschritt. Mit LS-DYNA und dessen expliziter Zeitintegration lassen sich für diese Anwendungsgebiete typischerweise deutlich geringere Rechenzeiten erzielen als mit der impliziten Zeitintegration in ANSYS.

Des Weiteren sind mit LS-DYNA hochgradig nichtlineare Vorgänge wie beispielsweise Umform- und Massivumformvorgänge, große Verformungen und komplexe Kontaktsituationen elegant zu berechnen. Da keine Gleichgewichtsiteration zur Lösung des Gleichungssystems nötig ist, können zwangsläufig auch keine Konvergenzprobleme auftreten. Ein angenehmer Vorteil, der allerdings durch die Beschränkung des Zeitschrittes zu erkaufen ist.



Beide Zeitintegrationsmethoden und damit auch ANSYS und LS-DYNA haben ihre Daseinsberechtigung im weiten Anwendungsgebiet der numerischen Simulation. Die gegenseitige Ergänzung in Abhängigkeit der zu berechnenden Aufgabenstellung stellt daher keinen Konflikt, sondern einen logischen Schritt in Richtung Steigerung von Vorhersagegenauigkeit und Effizienz dar.

MHö

## Explizite Berechnungen mit LS-DYNA Explizit/Implizit Grenzen und Vorteile

### Möchten Sie mehr zu LS-DYNA, LS-OPT und LS-PrePost erfahren?

Dann schauen Sie doch auf unserer Homepage <http://www.lsdyna-portal.com> vorbei oder kommen Sie zu einem unserer Schnuppertrainings zu LS-DYNA. Sie erhalten dort innerhalb eines Tages einen kompakten Über- und Einblick in die Berechnungsmöglichkeiten und Anwendungsgebiete von LS-DYNA. In der Teilnahmegebühr ist bereits eine limitierte Kennenlernversion von LS-DYNA enthalten, so dass einem Selbststudium nichts mehr im Wege steht.

[www.cadfem.de](http://www.cadfem.de)

## EXPLIZIT BERECHNEN

Einstieg in die hochgradig nichtlineare, dynamische Simulation mit LS-DYNA

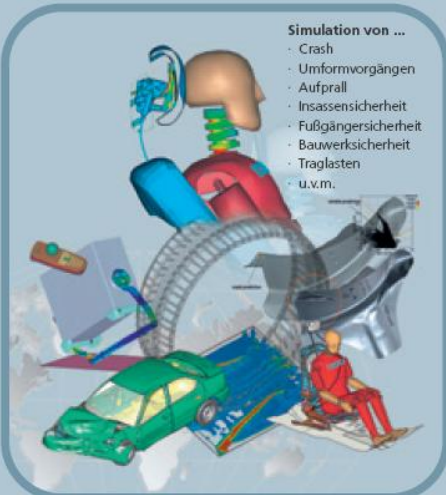
### LS-DYNA: Schnuppertraining und Software

FEM explizit für Einsteiger!

Eintägiges Kompaktseminar zum praxisnahen Einstieg in die explizite Berechnung mit LS-DYNA.  
**Inklusive Kennenlernversion von LS-DYNA!**



Simulation von ...

- Crash
- Umformvorgängen
- Aufprall
- Insassensicherheit
- Fußgängersicherheit
- Bauwerksicherheit
- Traglasten
- u.v.m.



#### TERMINE

15. Februar 2006 in Hannover	24. Juli 2006 in München
06. März 2006 in München	25. September 2006 in Hannover
28. März 2006 in Berlin	16. Oktober 2006 in Stuttgart
24. April 2006 in Stuttgart	21. November 2006 in Berlin
24. Mai 2006 in Chemnitz	11. Dezember 2006 in München
13. Juni 2006 in Frankfurt/M.	

Weitere Informationen zum Schnuppertraining finden Sie unter:

[http://www.cadfem.de/Infoveranstaltungen.5322.0.html?&tx\\_semcf\\_pi1\[single\]=2544&cHash=da20f5f896](http://www.cadfem.de/Infoveranstaltungen.5322.0.html?&tx_semcf_pi1[single]=2544&cHash=da20f5f896)