



Anwendungsgerechte Kunststoffcharakterisierung

4. LS-DYNA Forum, 20. - 21. Oktober 2005 in Bamberg

advanced polymer engineering GmbH
Peter Tunner Str. 4, A- 8700 Leoben, www.ape.co.at

advanced polymer engineering
a.p.e.


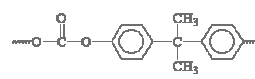
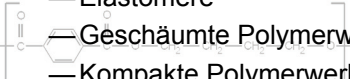
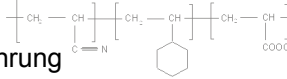

© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved

concepts
simulation
plastics
fibres
nonlinear
physics
mechanics

dynamic
anisotropic
fracture
testing

advanced
polymer
engineering
a.p.e.

Überblick

- **Einleitung** 
- **Anwendungsbeispiele**
 - Elastomere 
 - Geschäumte Polymerwerkstoffe 
 - Kompakte Polymerwerkstoffe
- **Testsystem: Impetus II**
 - Zielsetzung 
 - Versuchsdurchführung
 - Möglichkeiten
- **Zusammenfassung** 

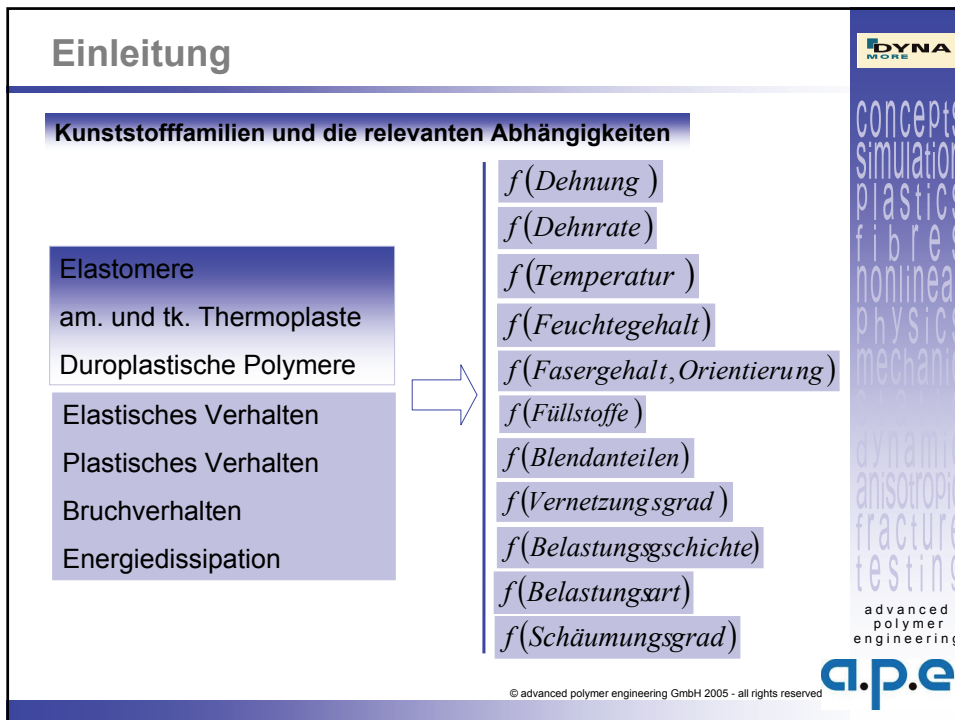
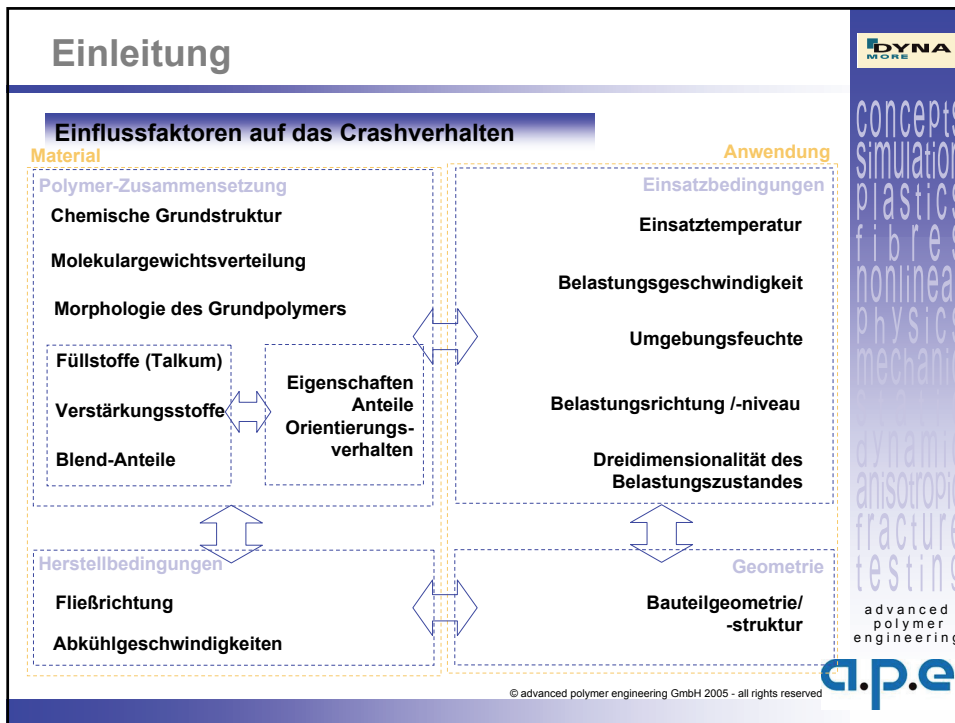
advanced polymer engineering
a.p.e.

© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved

concepts
simulation
plastics
fibres
nonlinear
physics
mechanics

dynamic
anisotropic
fracture
testing


advanced
polymer
engineering
a.p.e.

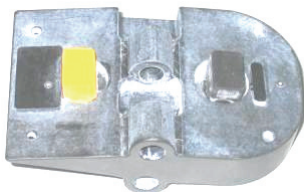


Anwendungsbeispiele

Druckversuche an Elastomeren

- Dämpfungselemente im Wirbelbereich des BioRID II
- Dynamische Charakterisierung
- Angepasste Prüfbedingungen



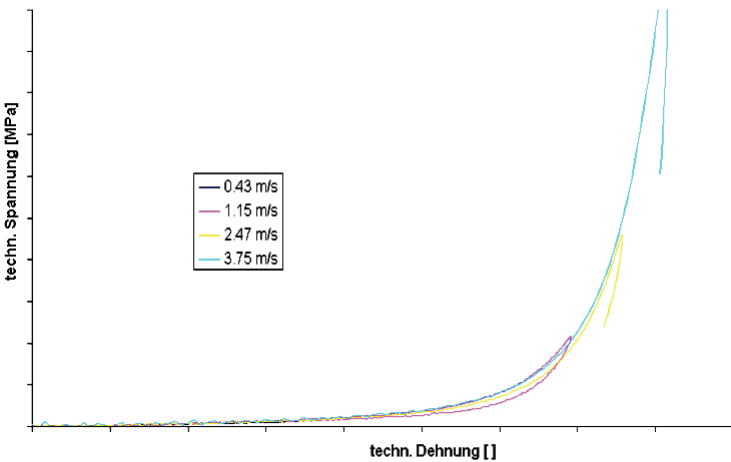


DYNAmore
 concepts
 simulation
 plastics
 fibres
 nonlinear
 physics
 mechanics
 dynamic
 anisotropic
 fracture
 testing
 advanced
 polymer
 engineering
a.p.e.

© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved

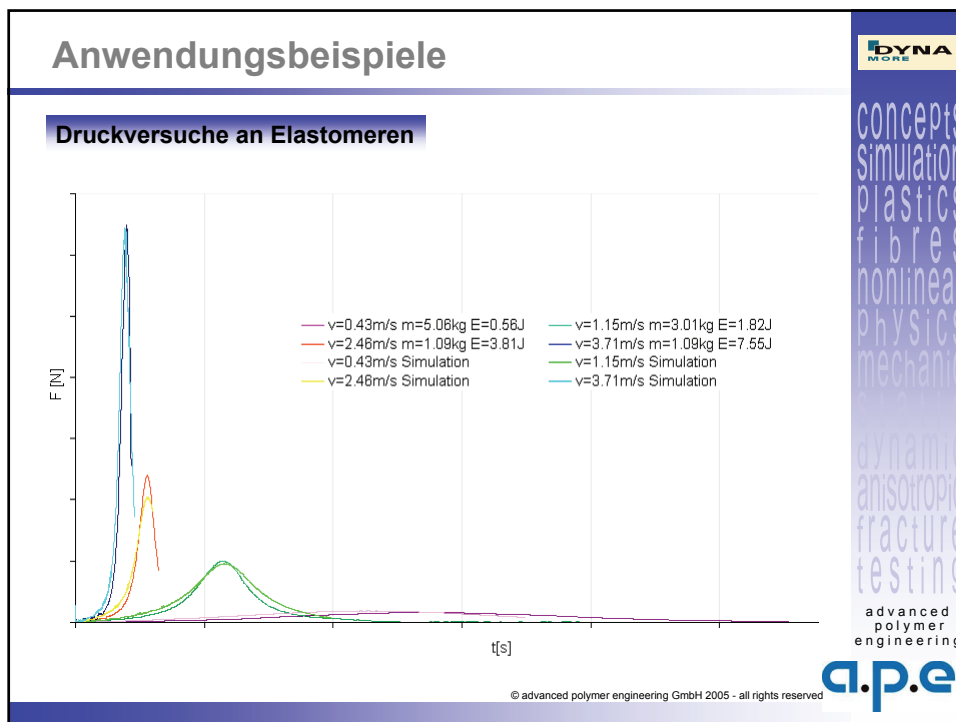
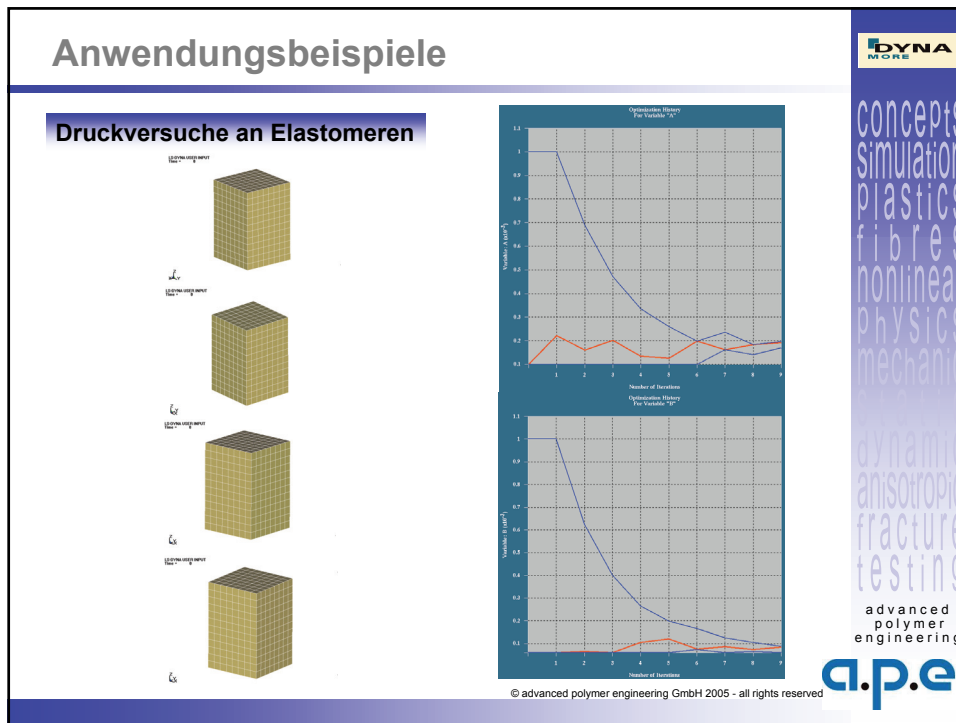
Anwendungsbeispiele

Druckversuche an Elastomeren



DYNAmore
 concepts
 simulation
 plastics
 fibres
 nonlinear
 physics
 mechanics
 dynamic
 anisotropic
 fracture
 testing
 advanced
 polymer
 engineering
a.p.e.

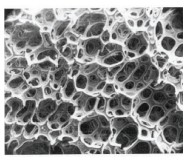
© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved



Anwendungsbeispiele

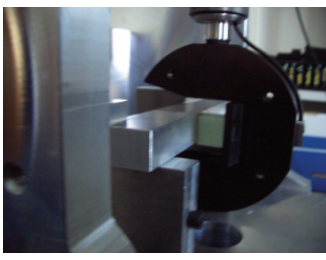
Druckversuche an geschäumten Polymerwerkstoffen

- großes freies Volumen
- hochkompressibel
- Querkontraktion → 0
- geringe Dichte
- Impaktoren, Energieaufnahme, Komforelemente



PENDELTEST_SCHAUM_002
Time = 0





© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved



concepts
simulation
plastics
fibres
nonlinear
physics
mechanics

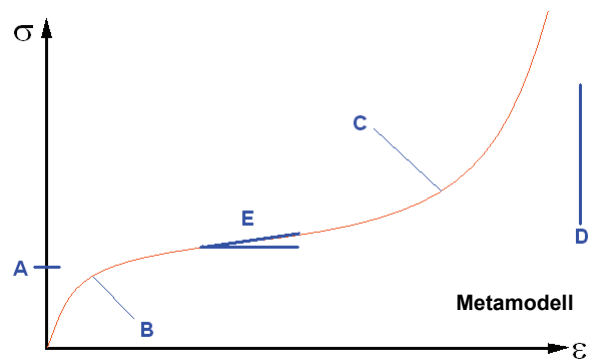
dynamic
anisotropic
fracture
testing

advanced
polymer
engineering
a.p.e.

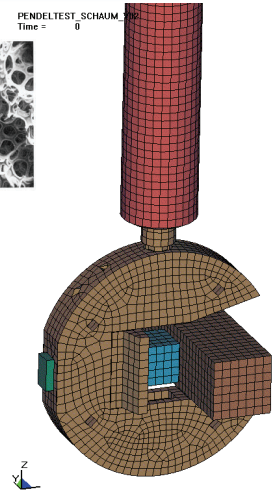
Anwendungsbeispiele

Druckversuche an geschäumten Polymerwerkstoffen


$f(\text{Dehnung})$

$$A \cdot \left(1 + E \cdot \varepsilon - e^{-\frac{\varepsilon}{B}} \right) \cdot \frac{D}{D - \varepsilon^C} - 1$$


Metamodell



© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved



concepts
simulation
plastics
fibres
nonlinear
physics
mechanics

dynamic
anisotropic
fracture
testing

advanced
polymer
engineering
a.p.e.

Anwendungsbeispiele

Druckversuche an geschäumten Polymerwerkstoffen

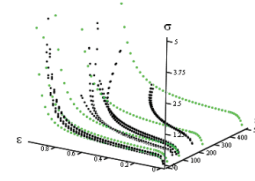
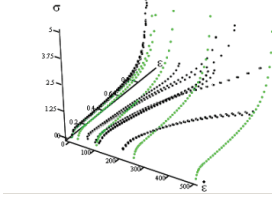
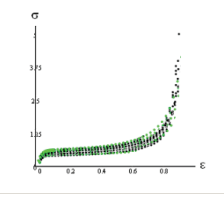
$f(\text{Dehnung})$

$f(\text{Dehnrade})$


$$A \cdot \left(1 + E \cdot \varepsilon - e \frac{-\varepsilon}{B} \right) \cdot e^{\frac{D}{D-\varepsilon} - C}$$

$$A(\dot{\varepsilon}) = A \cdot \left(\log\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{F}\right) + 1 \right)$$

$$C(\dot{\varepsilon}) = C \cdot \log\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{G}\right)^{-1}$$

© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved



concepts
simulation
plastics
fibres
nonlinear
physics
mechanics

dynamic
anisotropic
fracture
testing

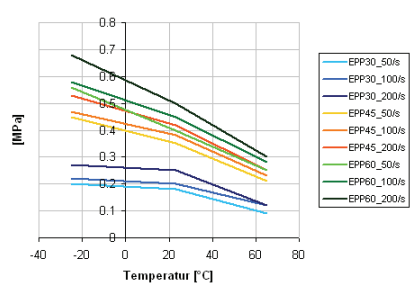
advanced
polymer
engineering

Anwendungsbeispiele

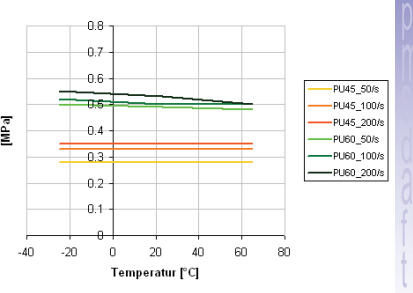
Druckversuche an geschäumten Polymerwerkstoffen

$f(\text{Temperatur})$


Plateauspannung bei 10% Dehnung
EPP



Plateauspannung bei 10% Dehnung
PU



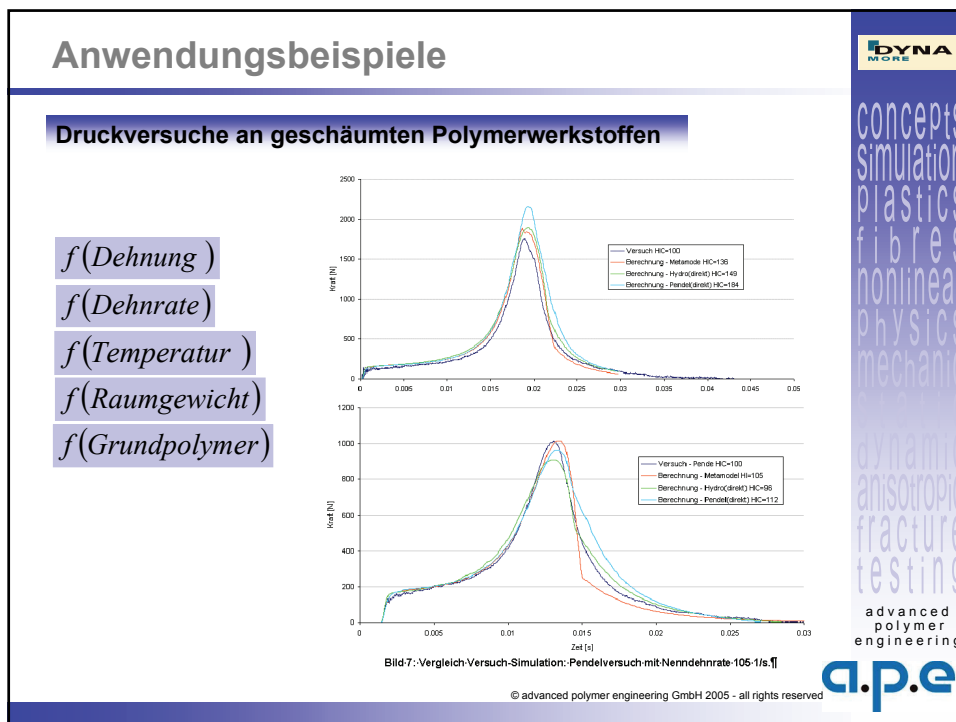
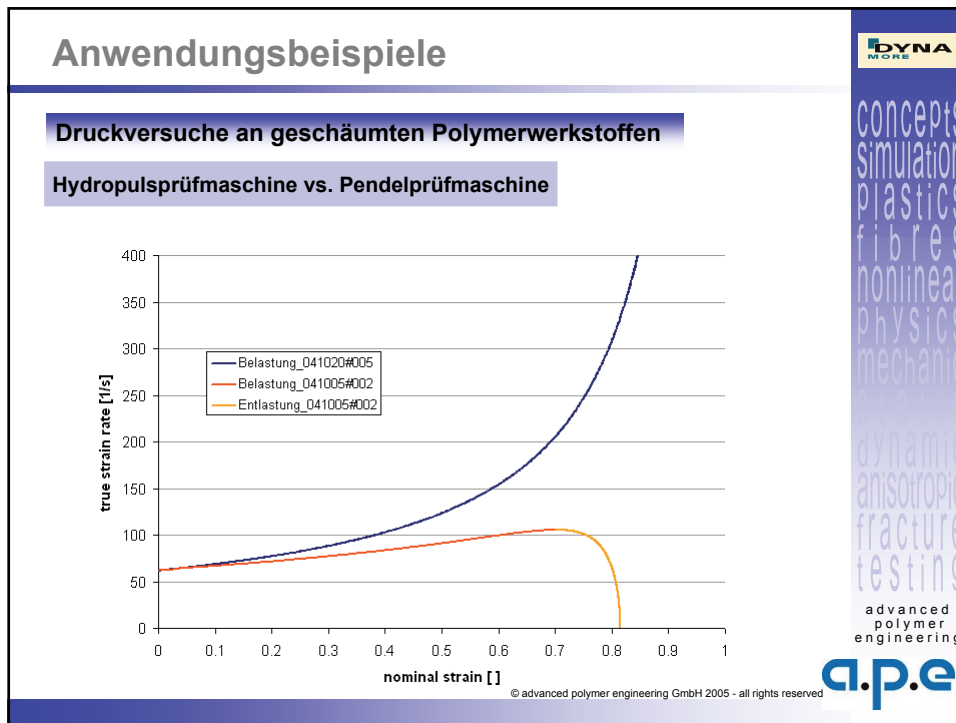
© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved



concepts
simulation
plastics
fibres
nonlinear
physics
mechanics

dynamic
anisotropic
fracture
testing

advanced
polymer
engineering



Anwendungsbeispiele

Biegeversuche an kompakten Polymerwerkstoffen

Biegeversuche (v, l) mit Pendelprüfgerät

Messdatenverarbeitung

Steifigkeit und Fließspannung

Masterkurve für die Fließspannung

Dehnratenparameter (Cowper Symonds, Johnson Cook..)

Bruchdehnungen

Materialkarte

ANWENDUNGSGERECHTE WERKSTOFFPRÜFUNG

Analytische Auswertung

Optimierung mit expliziter FE

Vorteile dieser Methodik

- Belastungsadäquate Prüfung (Biegung ist der häufigste Belastungsfall)
- Vergleichbare Morphologie (Spritzgussteil – Prüfkörper)
- Vergleichbares Versagen (Spannungsverteilung über den Querschnitt)
- Integrale Berücksichtigung von Zug, Druck- und Schub Eigenschaften (Steifigkeiten, Fließspannungen, Versagen)

concepts simulation plastics fibres nonlinear physics mechanic dynamic anisotropic fracture testing

advanced polymer engineering

© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved

Anwendungsbeispiele

Biegeversuche an kompakten Polymerwerkstoffen

- Hohe Dehnraten bei niedrigen Geschwindigkeiten
- Belastungsadäquate Messmethode
- Viskoelastische, -plastische Eigenschaften, Fließgrenze
- Energieaufnahmevermögen
- Bruchverhalten

ANWENDUNGSGERECHTE WERKSTOFFPRÜFUNG

Analytische Auswertung

Optimierung mit expliziter FE

Kraft-Weg

Kraft-Zeit

concepts simulation plastics fibres nonlinear physics mechanic dynamic anisotropic fracture testing

advanced polymer engineering

© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved

Anwendungsbeispiele

Biegeversuche an kompakten Polymerwerkstoffen

LS-DYNA USER INPUT

LS-DYNA USER INPUT

LS-DYNA USER INPUT

© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved

concepts
simulation
plastics
fibres
nonlinear
physics
mechanics

dynamic
anisotropic
fracture
testing

advanced
polymer
engineering

a.p.e.

Impetus II

Doppelpendel

Impetus II

(c) by ape - intelligent testing systems

hreuerhonn

© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved

concepts
simulation
plastics
fibres
nonlinear
physics
mechanics

dynamic
anisotropic
fracture
testing

advanced
polymer
engineering

a.p.e.

© 2005 Copyright by DYNAmore GmbH

H - I - 45

Impetus II

Versuchsablauf

Probe-
körper-
herstellung

Versuchs-
durch-
führung

Aus-
werte-
verfahren

Werte-
rückgabe

seriennaher Probekörper
(Flachprobe aus realen Herstellungsverfahren)

realitätsnahe Belastungsart
(dynamische Biegebelastung)

kostengünstige antriebsfreie Belastung der Probekörper
(Pendelmasse – potentielle und kinematische Energie)
rechnergesteuerte Messtechnik
(umfassende Instrumentierung des Meßsystems)

Lösung der entstehenden komplexen Belastungssituation durch simultane Simulation
(explizite Simulation)

zusätzliche unterstützende Auswerteverfahren
(analytische Auswerteverfahren sowie eventuelle Verwendung von Neuronalen Netzwerken zur schnelleren Startwertfindung, Auswerteverfahren durch Bildanalyse,)

Rückgabe von Materialdaten für die Simulation oder direkte Verwendung
(Ausgabe im entsprechend optimalen Format –
Messkurven – Materialkarten – stochastische Ausgabemöglichkeiten)

© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved

concepts
simulation
plastics
fibres
nonlinear
physics
mechanics

dynamic
anisotropic
fracture
testing

advanced
polymer
engineering
a.p.e.

Impetus II

das System Impetus II

concepts
simulation
plastics
fibres
nonlinear
physics
mechanics

dynamic
anisotropic
fracture
testing

advanced
polymer
engineering
a.p.e.

© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved

Impetus II

technische Daten / features

- Druck-, Biege-, Durchstoß- und Zugprüfungen
- quasistatische bis hochdynamische Prüfungen
- Geschwindigkeitsbereich 0.1 - 10000 mm/s
- Elastomere, geschäumte Polymere, unverstärkte und verstärkte Thermoplaste, Duroplaste, Faserverbundwerkstoffe
- Teilautomatisierte Auswertung bis zur Erstellung validierter Materialkarten

© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved

advanced polymer engineering
a.p.e.

concepts
simulation
plastics
fibres
nonlinear
physics
mechanics
dynamic
anisotropic
fracture
testing

Zusammenfassung / Ausblick

- **Entwicklungszeiten und -kosten senken**
=> Kernziel in der F&E der nächsten Jahre und Jahrzehnte
- **virtuelle Simulation**
=> entwickelt sich zum wichtigsten Tool für die F&E
- **Kunststoffe**
=> erfahren laufende, immer schneller werdende Weiterentwicklung durch die Vielfalt der Anforderungen
=> immer mehr Typen auch für den Crashbereich
- **Lösungsansatz**
=> Verständnis der Zusammenhänge und Hintergründe des Werkstoffverhaltens sowie
=> intelligente, flexible, anwendungsgerechte neue Methoden sind essentiell für zukünftige Entwicklungserfolge

© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved

advanced polymer engineering
a.p.e.

concepts
simulation
plastics
fibres
nonlinear
physics
mechanics
dynamic
anisotropic
fracture
testing

