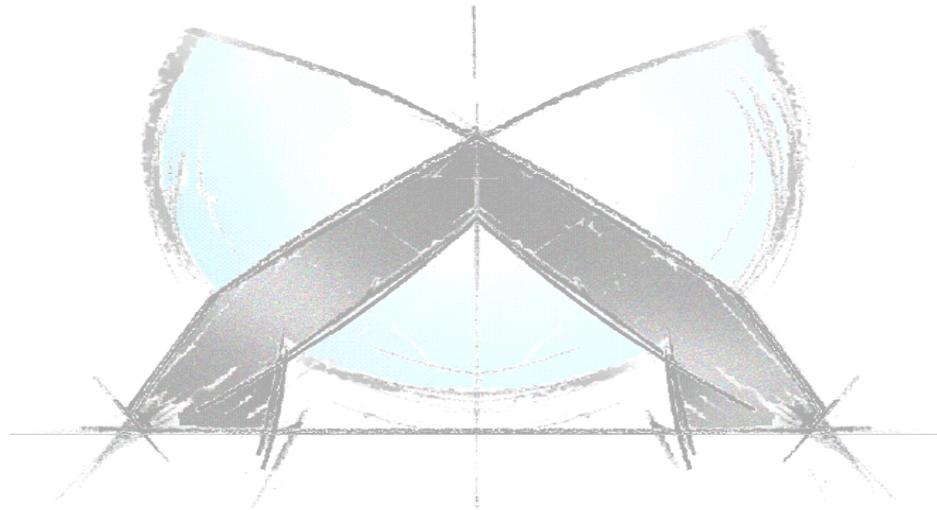
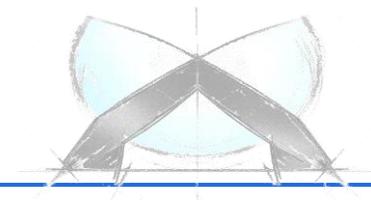


Kurzvorstellung Messmöglichkeiten mit 4a impetus

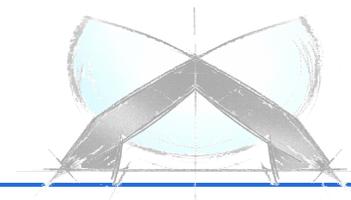
P. Reithofer, M. Rollant, A. Fertschej (4a engineering GmbH)



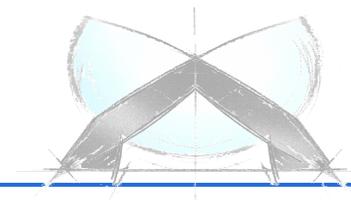
Workshop Kunststoffe, Filderstadt
24. September 2013



- Einleitung
- Messtechnik
- Software
- Reverse Engineering
- Case Studies
- Zusammenfassung



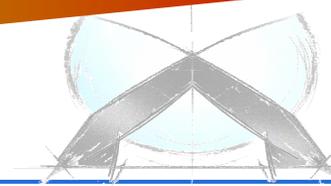
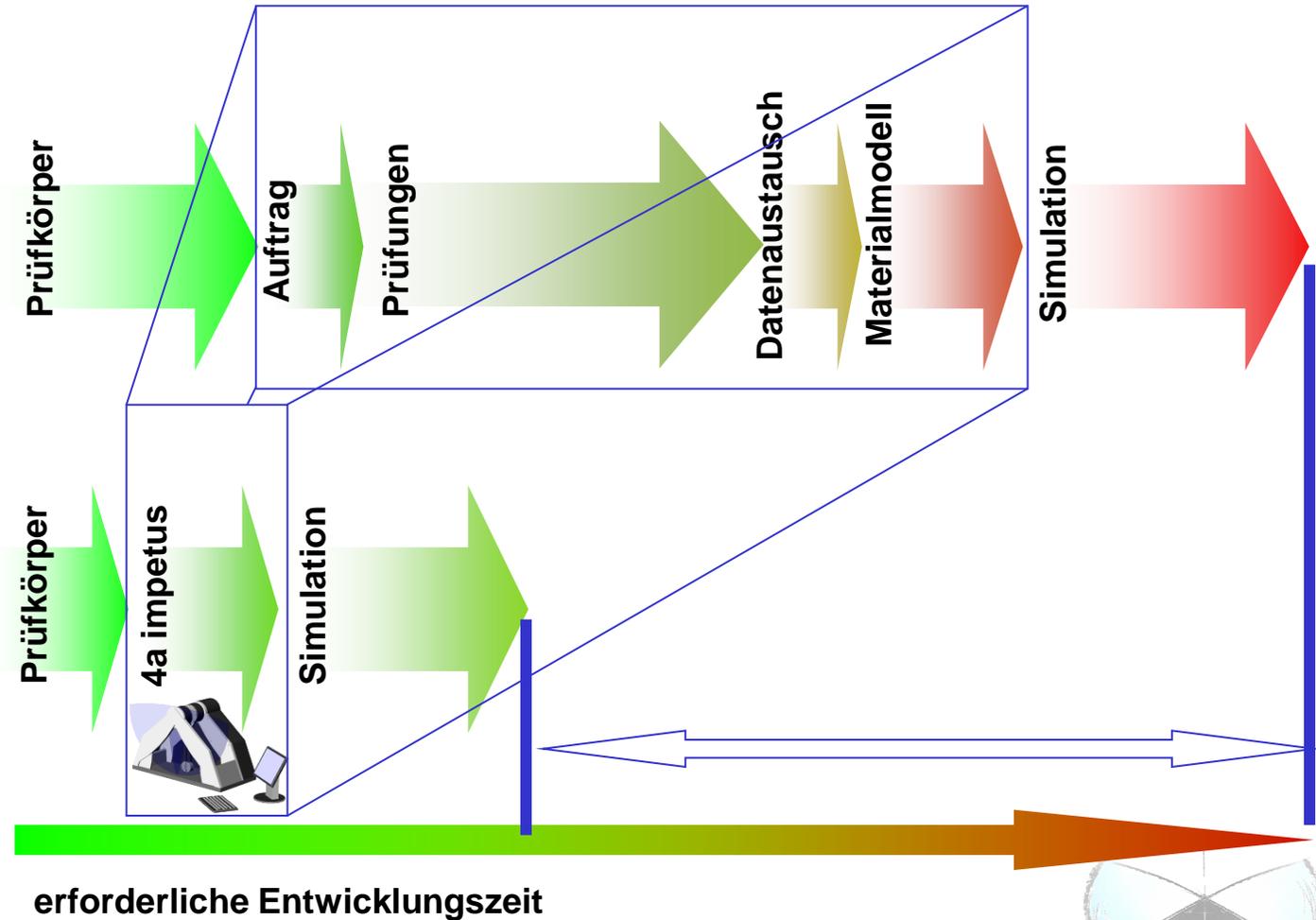
Einleitung



Einleitung

Motivation

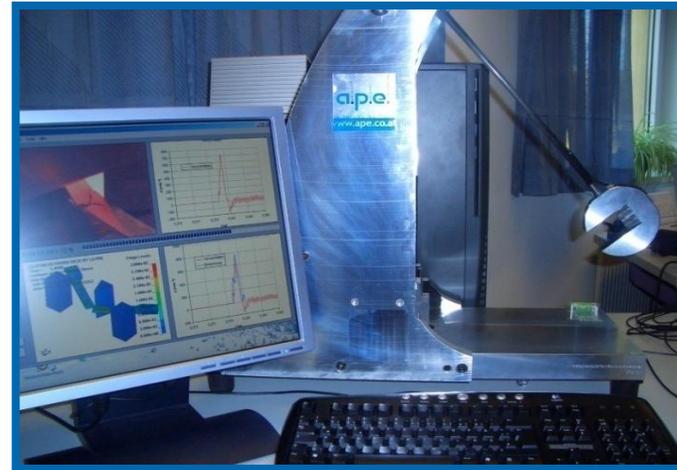
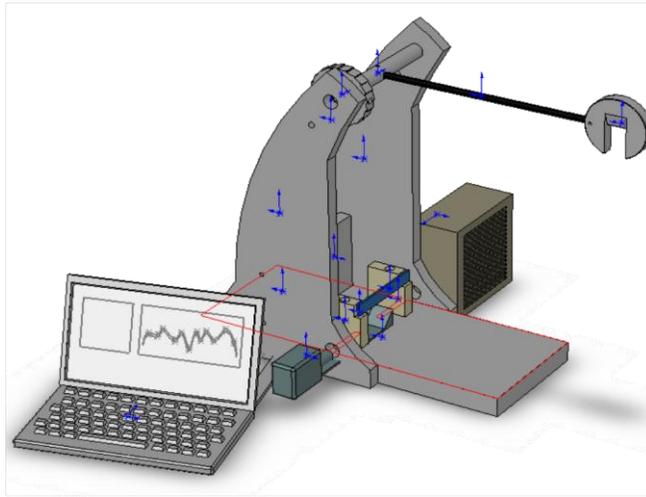
- Entwicklungszeiten und –kosten senken
- Zeitlicher Vorsprung
- Probekörper aus dem Bauteil
 - Realistisches Versagen an der Oberfläche
 - Belastung und Entlastung
 - Spannungsverlauf über den Querschnitt
- Datenbankstruktur
- Auswertung und Validierung in einem System



Einleitung

Historie 4a impetus

2004



2005

2006

2007

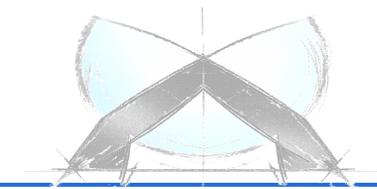
2008

2009



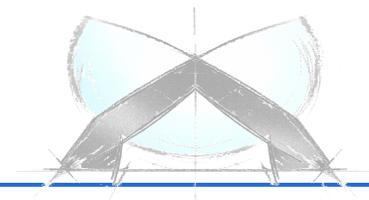
Einleitung

installierte Prüfmaschinen



in physics we trust

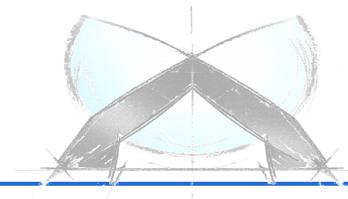
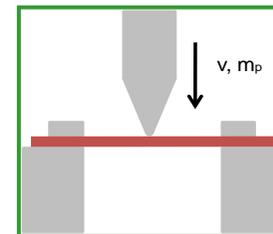
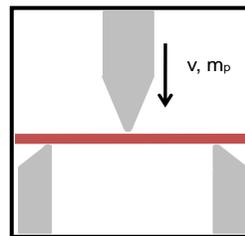
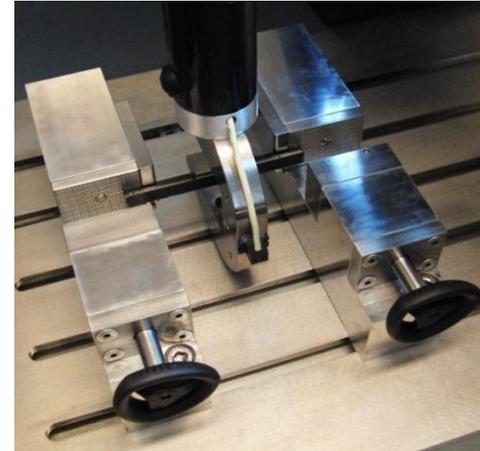
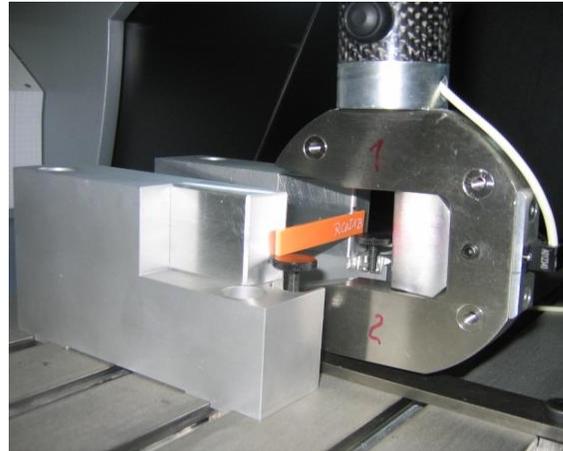
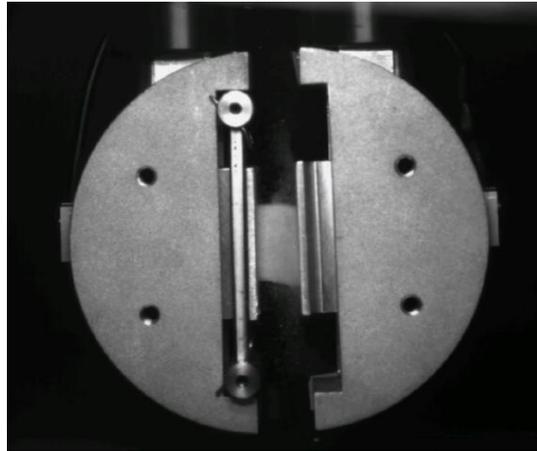
- Prüfungsarten
 - Druckversuch
 - Biegeversuch
 - Durchstoßversuch
 - Komponenten
- Einfachpendelausführung
 - Geschwindigkeitsbereich 500 - 4500 mm/s
 - Maximale Energie 20J
 - Maximal zulässige Beschleunigung 2000 g
- Optionale Doppelpendelausführung
 - Geschwindigkeitsbereich 500 - 9000 mm/s
- Sensoren
 - Temperatur- und Feuchtesensor
 - Tauschbare Beschleunigungssensoren
 - Winkelsensoren
- Optischer Sensor
 - zur Bestimmung von Anfangsgeschwindigkeit und Nullpunkt



Einleitung

Test Möglichkeiten - Materialcharakterisierung

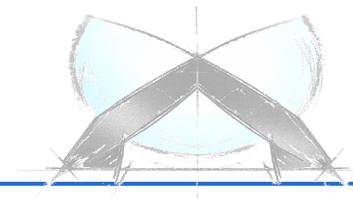
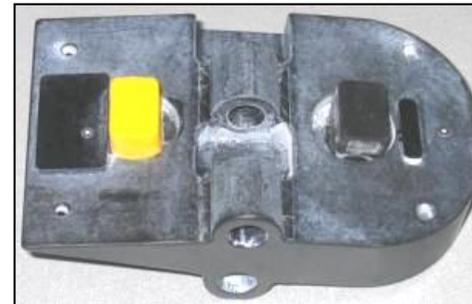
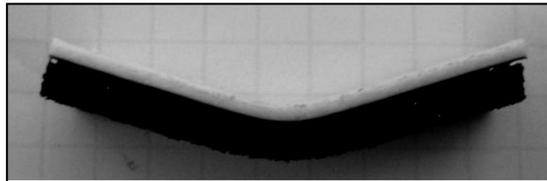
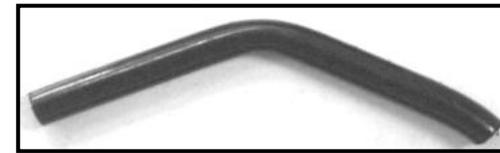
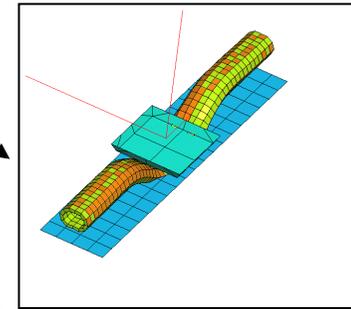
- Druckversuch (Schaumwerkstoffe)
- Biegeversuch (kompakte Werkstoffe)
- Gespannter Biegeversuch (dominierender Zuganteil)
- Quasistatische Tests werden standardmäßig als Ergänzung durchgeführt



Einleitung

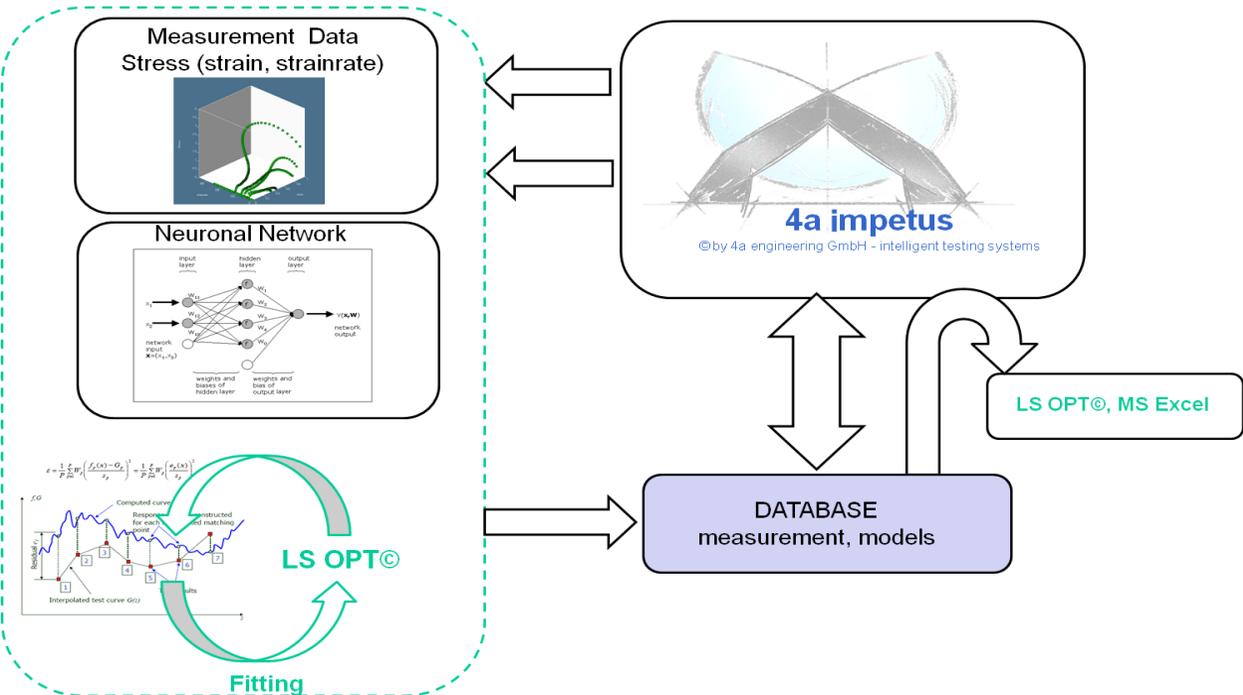
Test Möglichkeiten - Komponenten

- Kabelbaum
- Wasserschläuche
- Bremsleitungen
- Airbag-Modul
- Sonnenblende
- Geschäumte Bauteile
- Wirbelkörper
- Mehrschichtaufbauten



Einleitung

Beispiele Metamodell Neuronale Netze

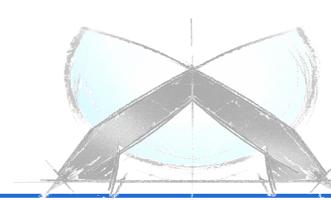


Schäume (EPP, PUR, ...)

- *MAT_LOW_DENSITY_FOAM
- *MAT_FU_CHANG_FOAM
- *MAT_SIMPLIFIED_RUBBER_FOAM

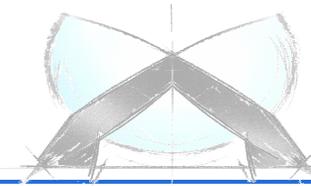
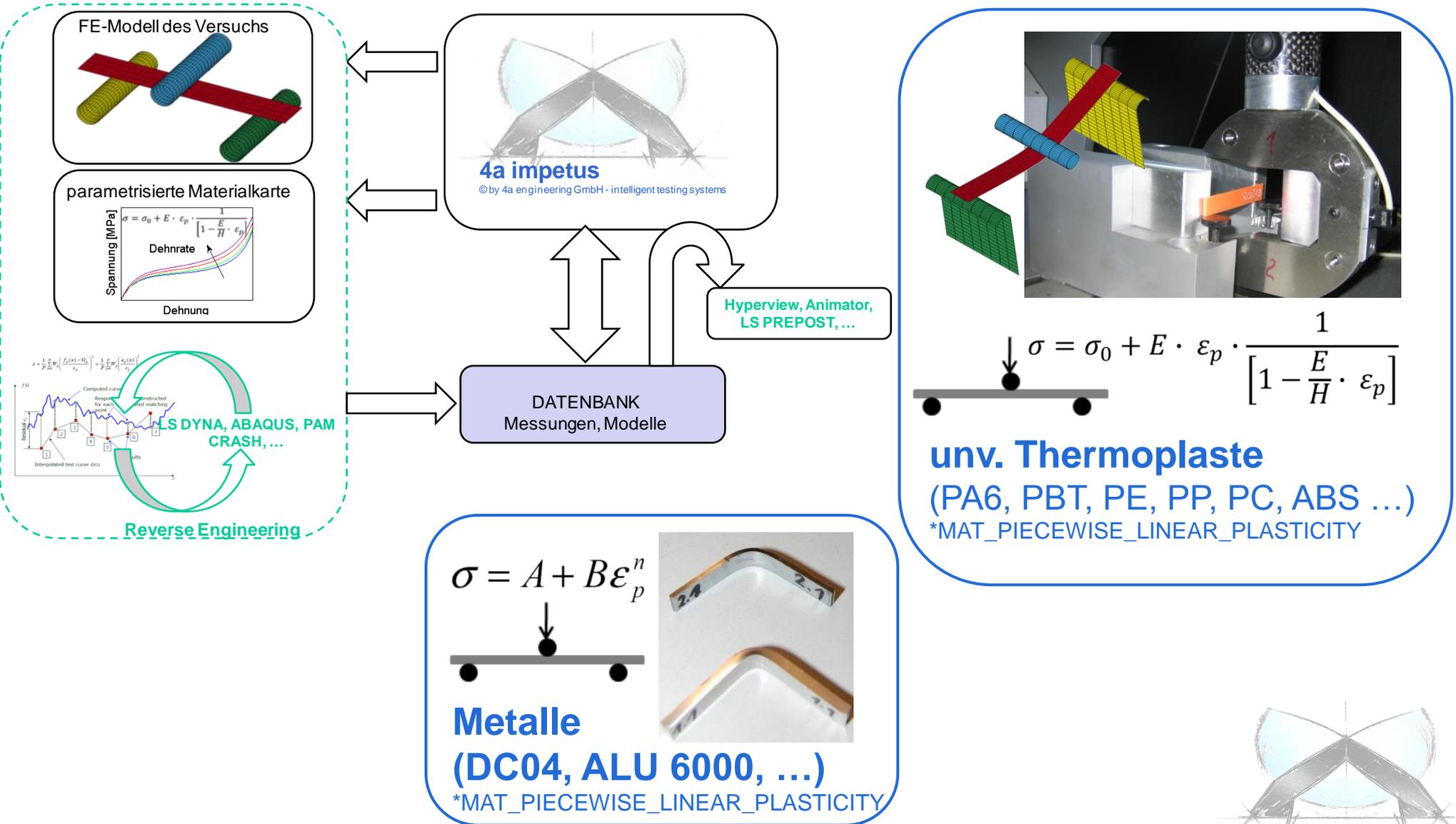
Wabenkerne (Nomex, ...)

- *MAT_LOW_DENSITY_FOAM



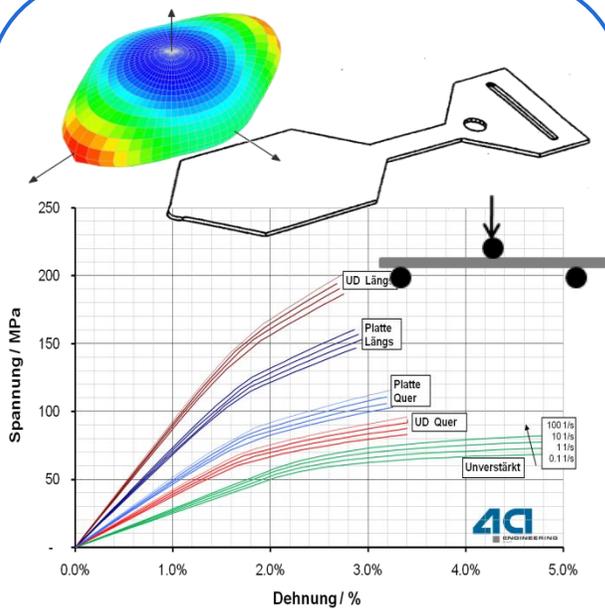
Einleitung

Beispiele Materialcharakterisierung / Reverse Engineering

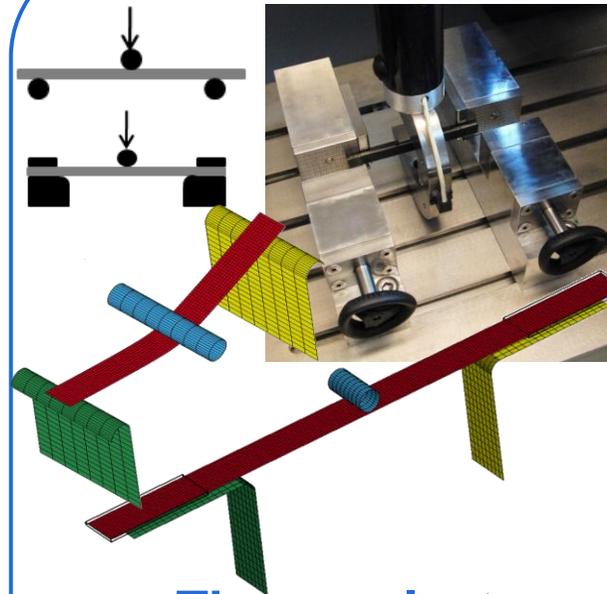


Einleitung

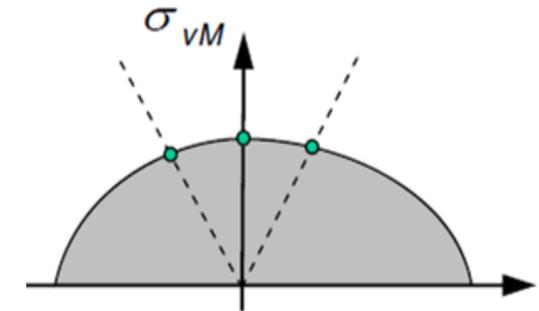
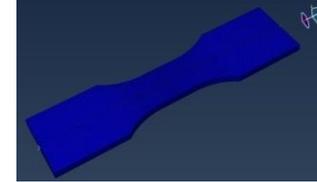
Beispiele Materialcharakterisierung / Reverse Engineering



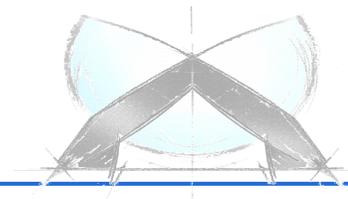
faserverst. Kunststoffe
(PP GF, PA6 GF, PBT GF...)
*MAT_24 für exponierte Richtung



unv. Thermoplaste
(PA6, PBT, ABS, PP ...)
*MAT_PLASTICITY_
COMPRESSION_TENSION

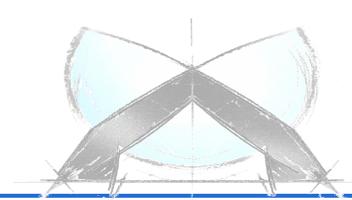
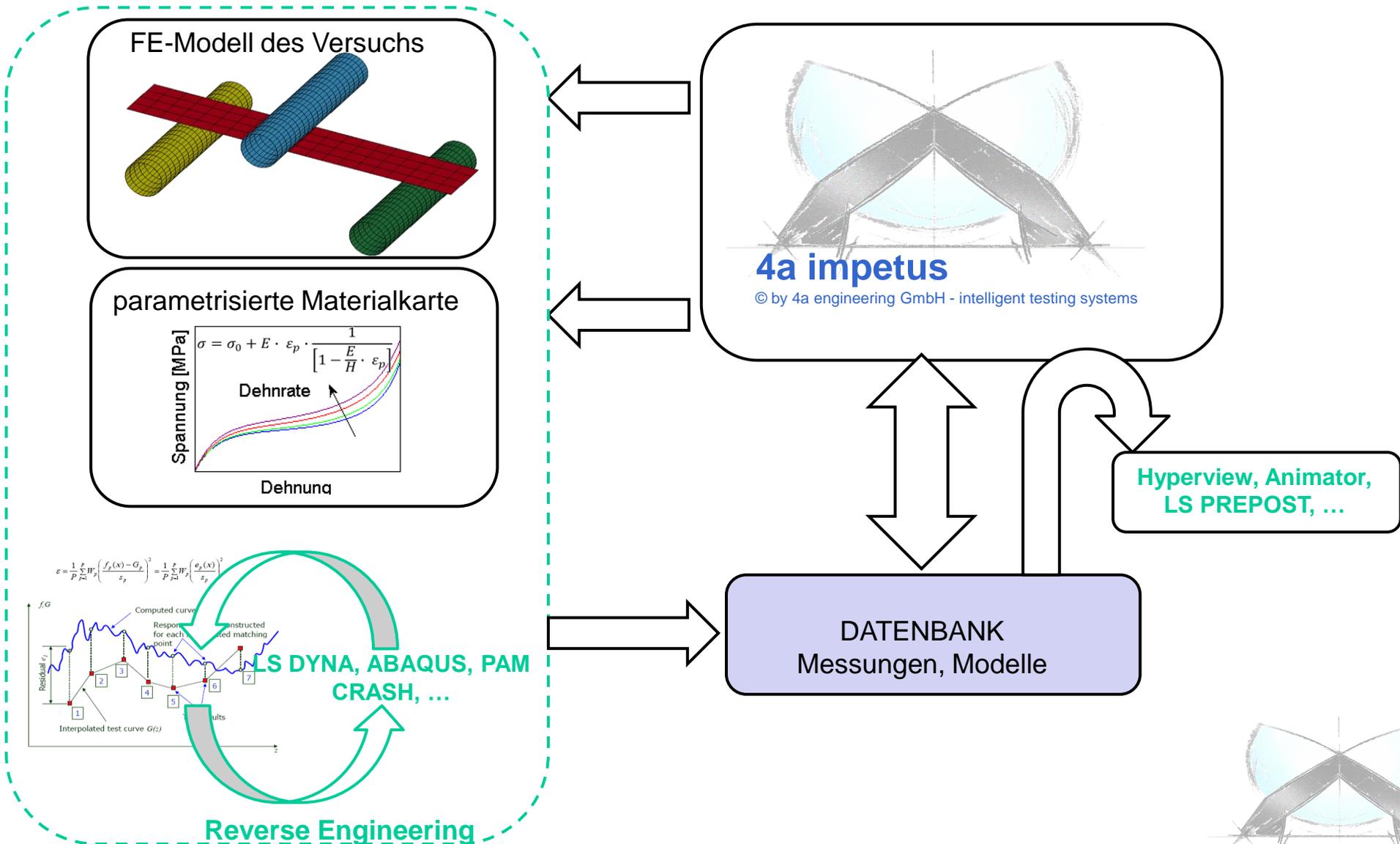


unv. Thermoplaste
(PA6, PBT, ABS, PP ...)
*MAT_SAMP-1



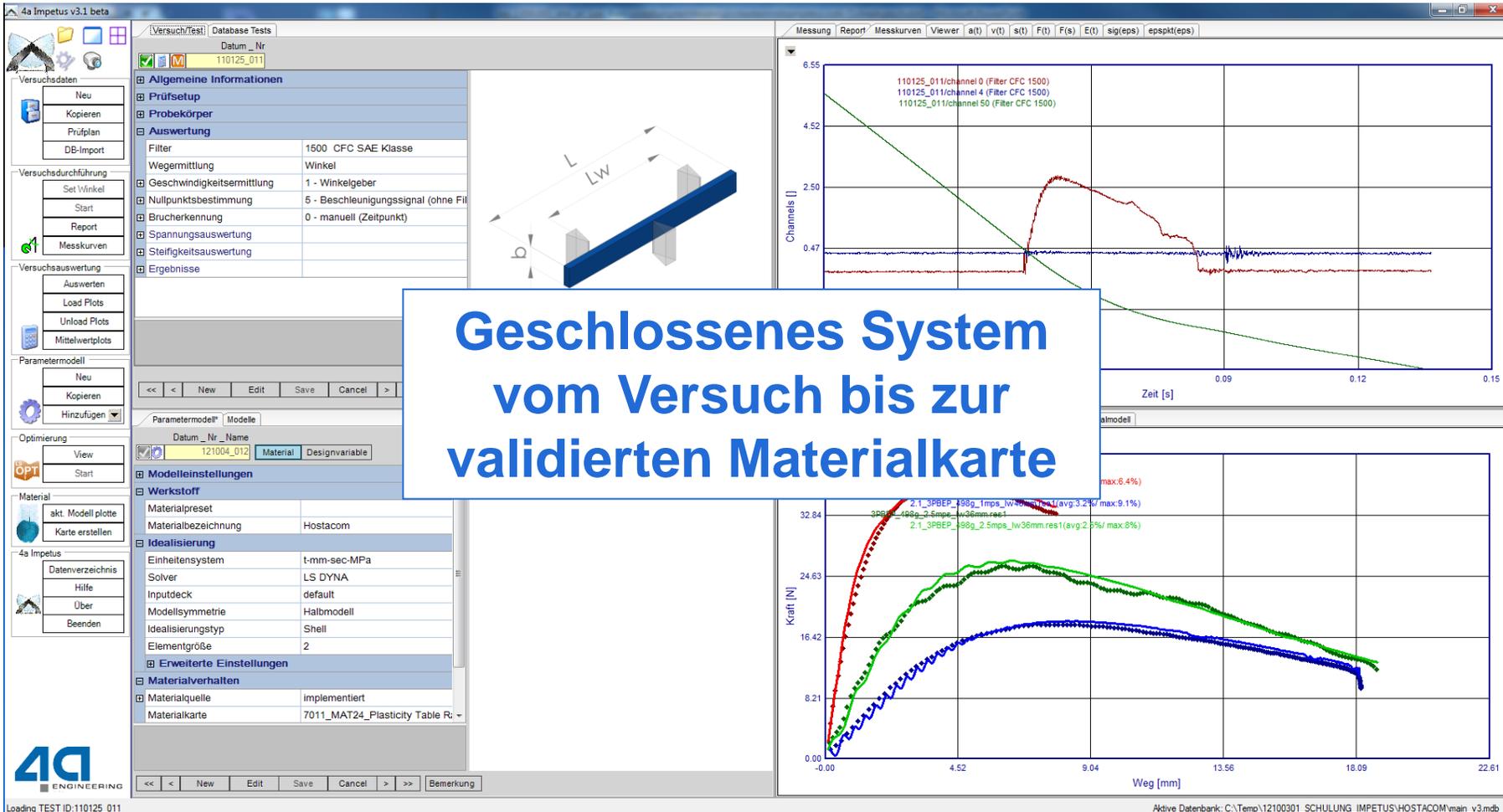
Einleitung

Ablaufdiagramm



Einleitung

Softwarelösung Versuch bis zur Materialkarte



4a Impetus v3.1 beta

Versuchsdaten: Datum_Nr 110125_011

Algemeine Informationen

Filter	1500 CFC SAE Klasse
Wegermittlung	Winkel
Geschwindigkeitsermittlung	1 - Winkelgeber
Nullpunktsbestimmung	5 - Beschleunigungssignal (ohne Fil
Brucherkennung	0 - manuell (Zeitpunkt)
Spannungsauswertung	
Steifigkeitsauswertung	
Ergebnisse	

Parametermodell

Datum_Nr_Name: 121004_012 | Material | Designvariable

Modelleinstellungen

Werkstoff

Materialpreset	
Materialbezeichnung	Hostacom

Idealisierung

Einheitensystem	t-mm-sec-MPa
Solver	LS DYNA
Inputdeck	default
Modellsymmetrie	Halbmodell
Idealisierungstyp	Shell
Elementgröße	2

Erweiterte Einstellungen

Materialverhalten

Materialquelle	implementiert
Materialkarte	7011_MAT24_Plasticity Table R...

Messung

Channels [] vs Zeit [s]

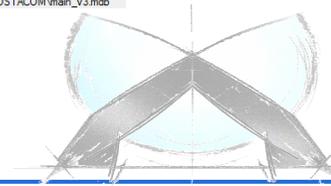
110125_011/channel 0 (Filter CFC 1500)
110125_011/channel 4 (Filter CFC 1500)
110125_011/channel 50 (Filter CFC 1500)

almodell

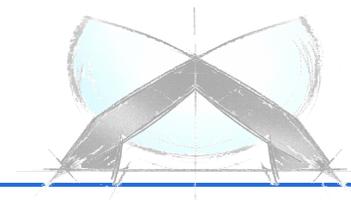
Kraft [N] vs Weg [mm]

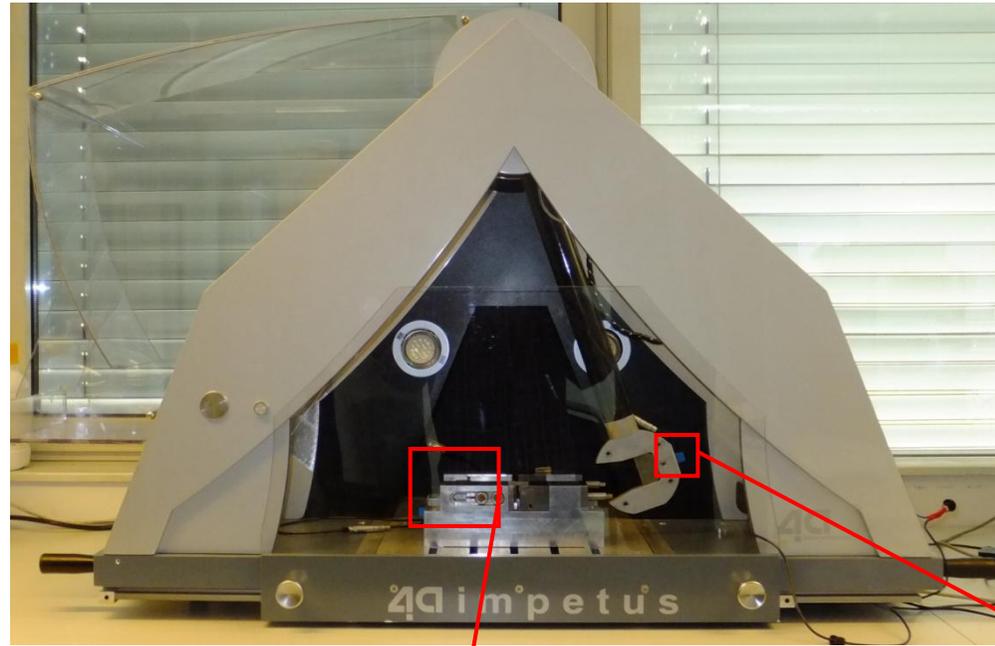
max:6.4%
2.1_3PBEP_198g_1mps_lw10mm.res1 (avg:3.2% max:9.1%)
2.1_3PBEP_198g_2.5mps_lw36mm.res1 (avg:2.5% max:8%)

**Geschlossenes System
vom Versuch bis zur
validierten Materialkarte**



Messtechnik





5 - 50 g Sensor am Widerlager und 25 – 400 g Sensor am Pendelkopf

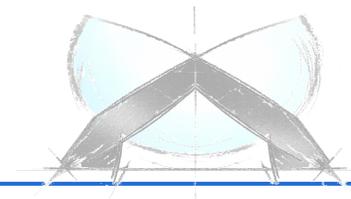
Pendelkopfmasse: 453 - 1977g (Standard)

Prüfgeschwindigkeit: 1 – 4.4 m/s

Finnen- und Widerlagerradius: 2 mm (Standard)

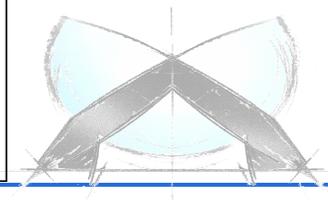
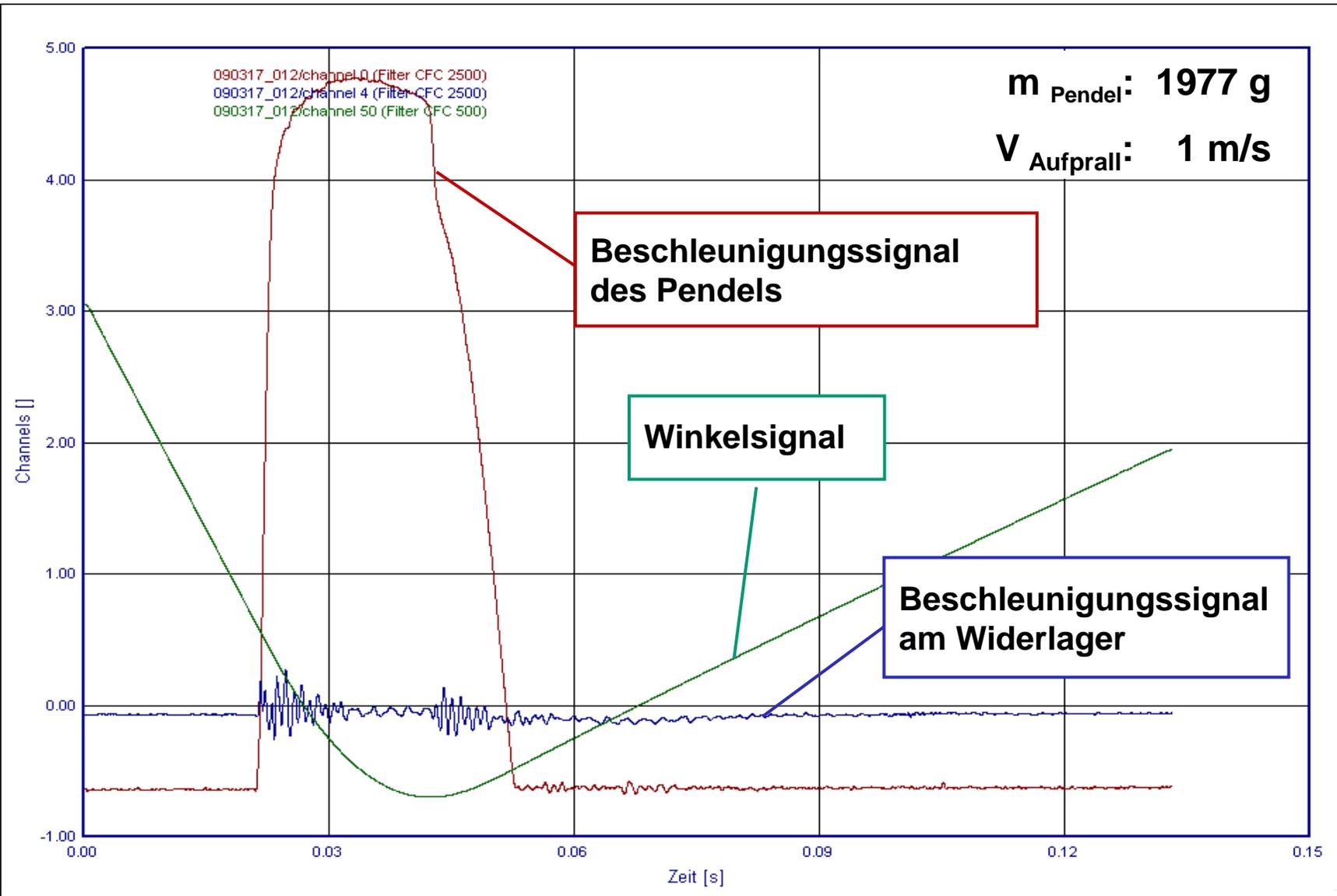
Auflagerbacken aus Stahl

Prüffinne aus Stahl



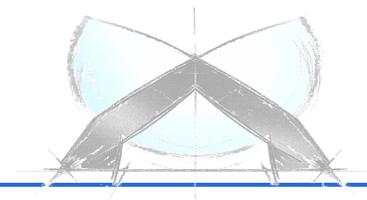
Messtechnik

gemessene Signale



Multifunktions-Datenerfassungsgerät von National Instruments

- **1 MS/s** Summenabtastrate mit 16 bit für analoge Kanäle
- Bei **5 m/s** Prüfgeschwindigkeit ergibt sich eine Auflösung von **50 Samples/mm** (2 Sensoren) → Steigerung zum zuvor verwendeten System um einen Faktor 10 → Prüfung von **spröden Werkstoffen** und Messungen von Eigenschwingungen von Probekörpern möglich.
- Ein separater digitaler 32-bit Counter am Datenerfassungssystem ermöglicht das Betreiben von digitalen Drehgebern und entlastet damit die analoge Abtastung.



Messtechnik

Inkrementeller Drehgeber

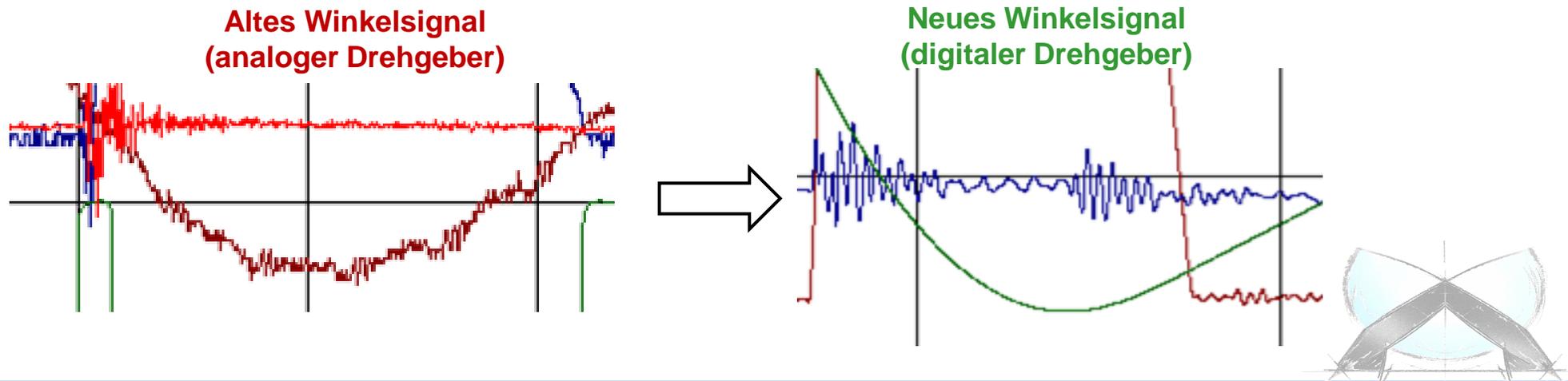
Vorteile

- Sehr genaue Sensor – Auflösung: **320.000 Strich / Umdrehung**
→ theoretische Auflösung **0,01 mm** in der Kreisbahn des Pendels
- Sensor hat keinen Totbereich
- 0-Puls des Drehgebers kann als Trigger für Messung verwendet werden
- Neue Auswertemöglichkeiten zugänglich: Weg über Winkel
- Genauigkeit der Geschwindigkeits-Bestimmung



Nachteil

- Initialisierung bei jeder Messung durch 0-Puls erforderlich



Messtechnik

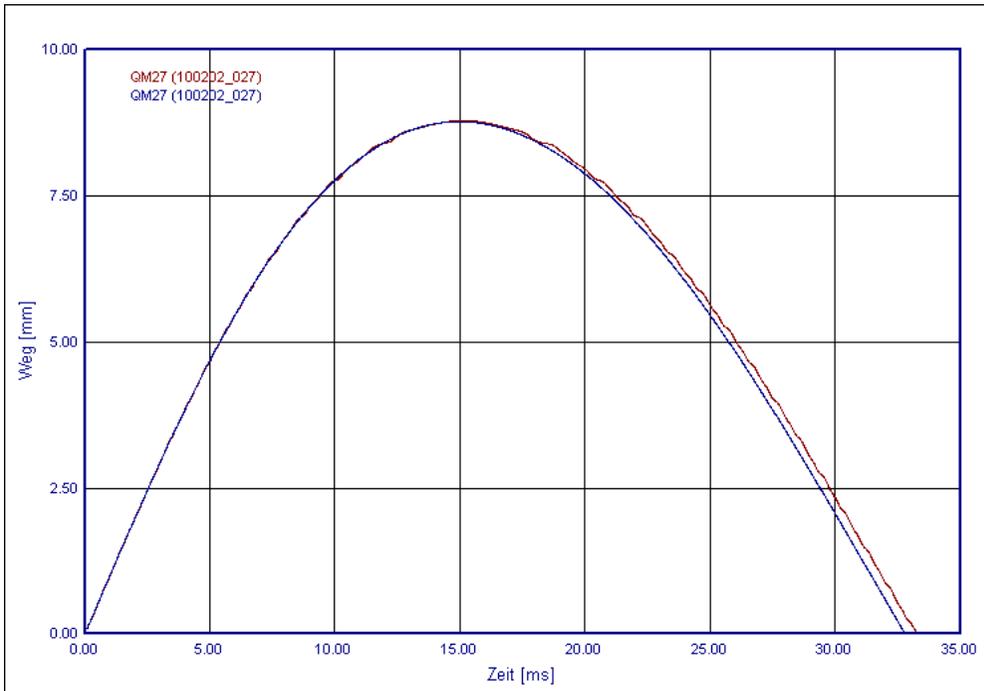
Inkrementeller Drehgeber

Wegbestimmung:

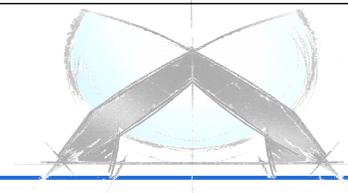
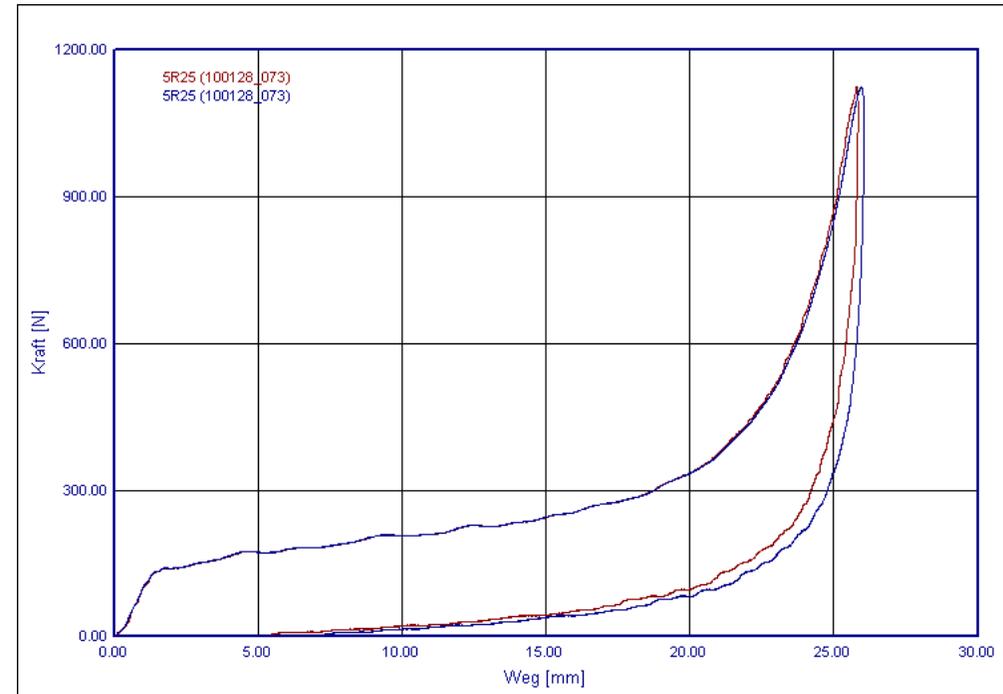
Auswertung über **Winkelsignal** vs. **Beschleunigungssignal**

Kalibrierung des Systems über Winkelsignal vs. Beschleunigung möglich

3-Punkt-Biegeversuch 1 m/s



Druckprüfung Schaum 3.5 m/s



Neue Sensoren von deutschem Sensorhersteller

Vorteile:

- größeres Angebot an Sensoren
 - piezoresistive Sensoren (50g - 1000g)
 - ähnlich der aktuell verwendeten Hardware
 - kapazitive Beschleunigungssensoren
 - Kleiner Bereich möglich (2g – 400g)
 - Temperaturkompensiert, gleiche Bauform
 - Zusatzoption Low Noise
- Kundenservice
 - deutsches KMU → flexibel hinsichtlich Kundenwünsche
 - Kalibrier- und Reparaturservice
 - Zertifiziert von Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS)

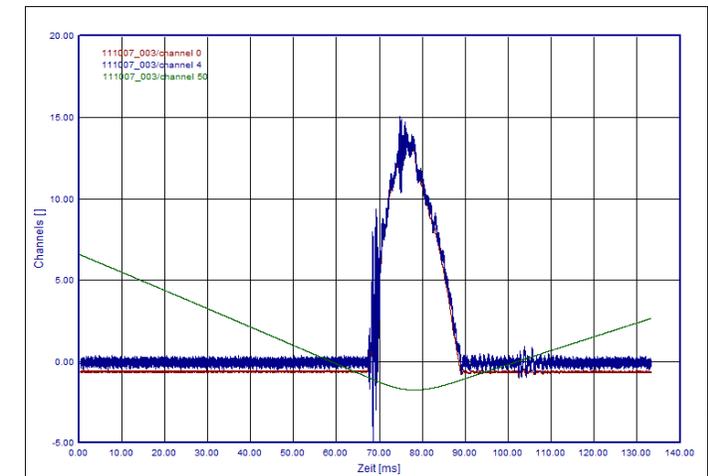
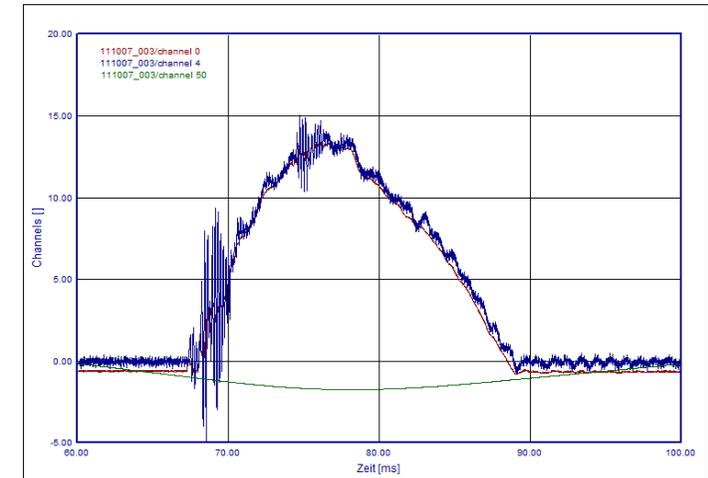
Nachteile:

- Modifikation Elektronik; höherer Preis
- Messsignal kapazitiv ohne Low Noise → Rauschen

Messergebnisse 4a:

50 g kapazitiv ohne LOW NOISE

50 g piezoresistiv (aktuelle Messtechnik)



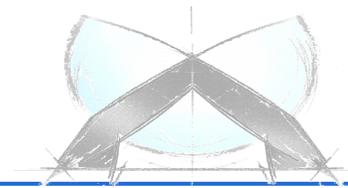
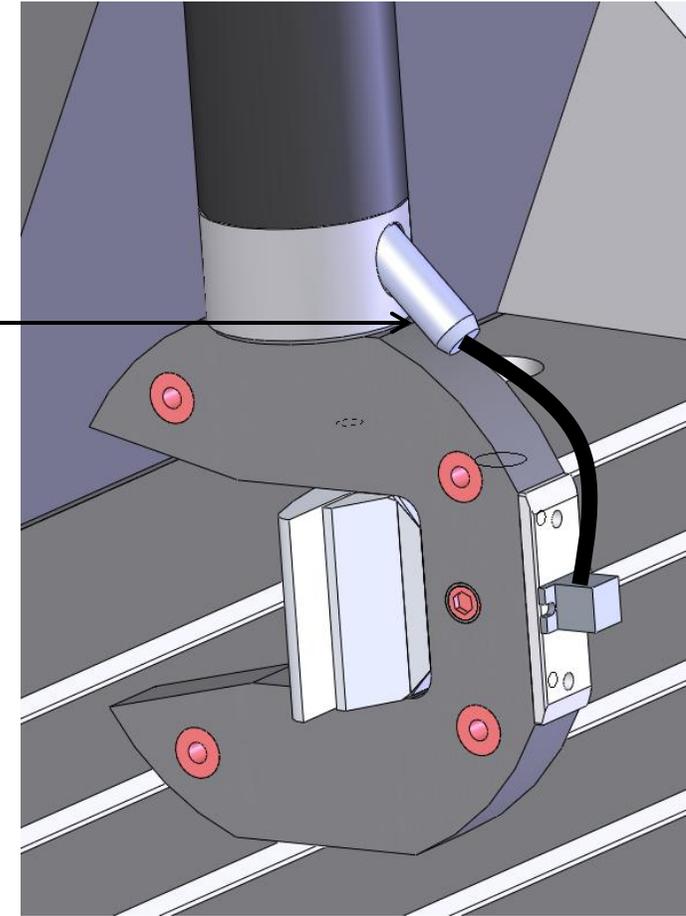
Neues Konzept für steckbare Sensoren konstruiert

Vorteile:

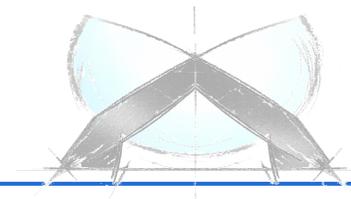
- tauschbare Sensoren → individueller Messbereich
- leichter Versand für Kalibrierung

Nachteile:

- Schwachstelle → jedoch konstruktiv und durch Verwendung hochwertiger Steckerverbindung (Fa. Fischer) gelöst



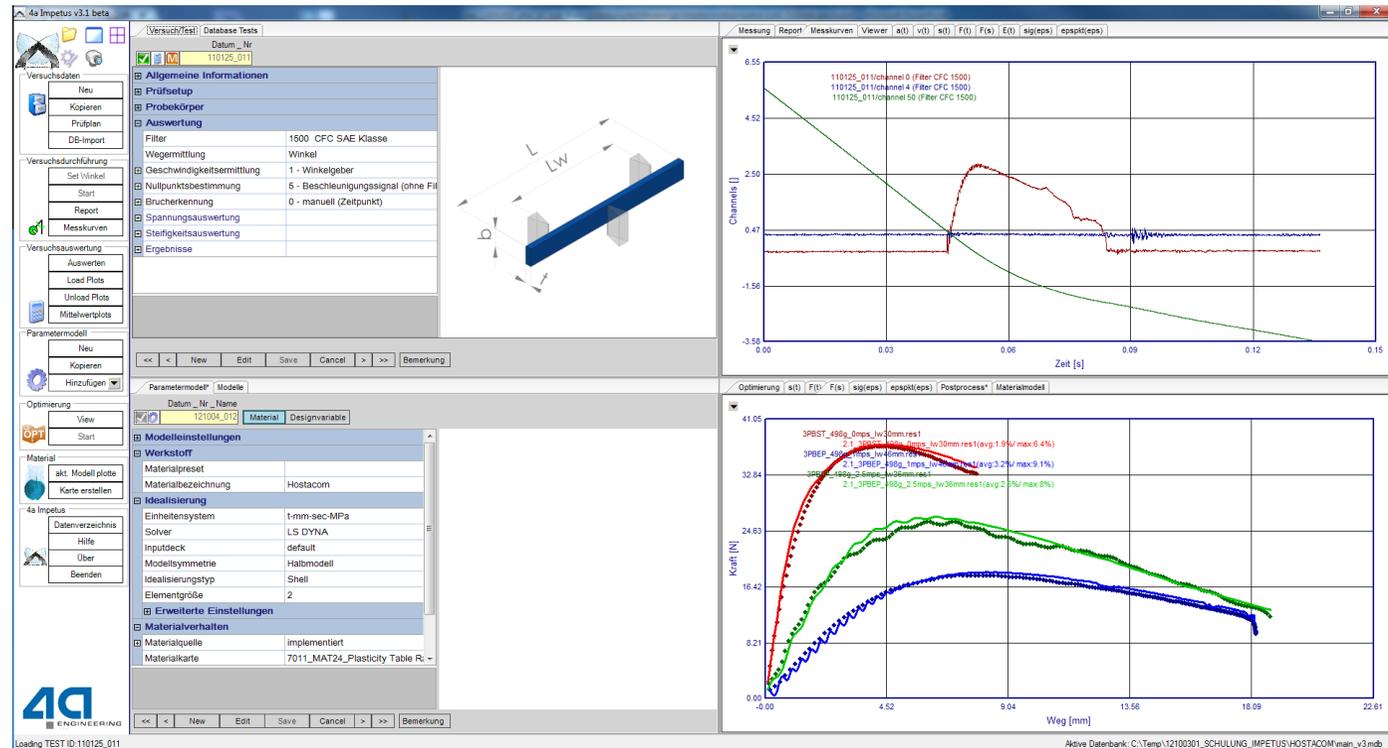
Software



Software

Ablauf / Funktionsumfang

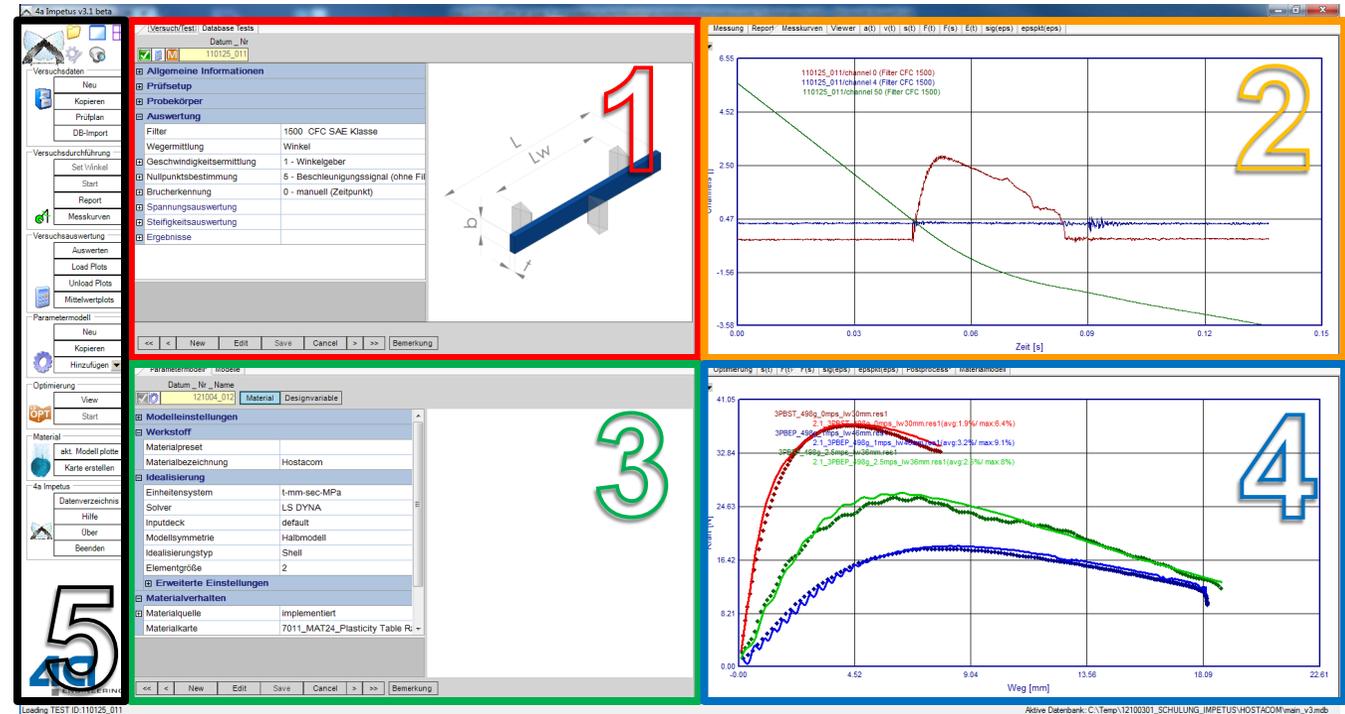
- Prüfplan anlegen
- Versuchsdurchführung
- Versuchsauswertung
- Versuchsergebnisse
- externe Versuchsergebnisse importieren
- Modellbildung
- Materialmodelle
- Optimierung



Software

Softwarelösung Versuch bis zur Materialkarte

Die Bedienoberfläche ist in fünf verschiedene Bereiche unterteilt



Stammenü am linken Rand (5)

Das Fenster links oben (1) → Versuch/Test; Datenbank

Das Fenster rechts oben (2) → Messung; Info; div. Auswertungsergebnisse

Das Fenster links unten (3) → Modellparameter; Optimierungseinstellungen

Das Fenster rechts unten (4) → Optimierung; Optimierungsergebnisse

Das Stammenü stellt den grundsätzlichen Ablauf von der Prüfung bis zum fertigen Materialmodell dar und bietet die Möglichkeit eines einfachen und schnellen Zugriffs auf die wichtigsten Funktionen.

