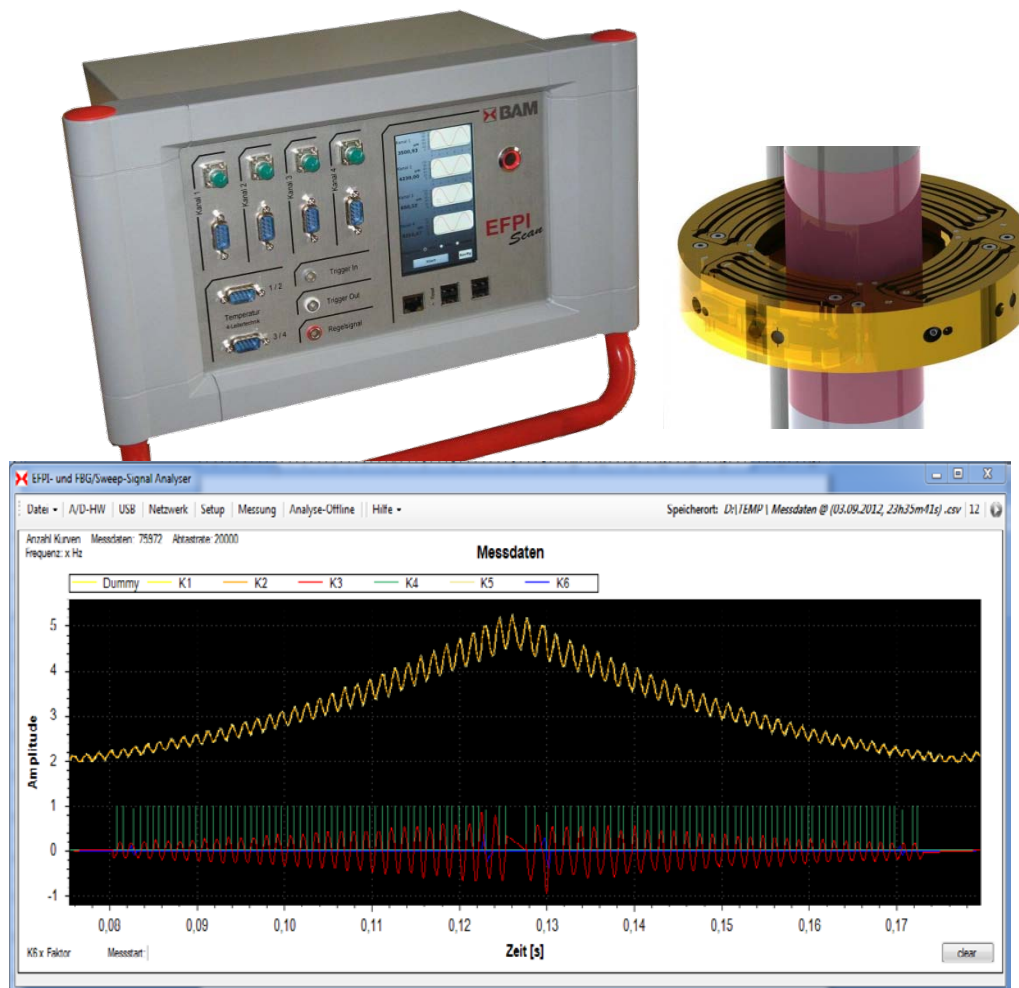


Gerätebeschreibung (Entwurf)

EFPI-Scan Analyse und Auswertegerät & Software



W.Przybilla
E.Köppe

Datei: Gerätebeschreibung_EFPI-Sense_BAM_neu.docx

Inhalt

1	Allgemeine Beschreibung	3
1.1	Anwendungsgebiet:	3
1.2	Frontplatte, Bedien- u. Anzeigeelemente	3
2	Funktion Aufbau EFPI-Scan-Messgerät.....	4
3	Übersicht, Detailinformation Hardware	5
4	Pinbelegungen	6
5	Softwarebeschreibung	7
5.1	Beschreibung des Algorithmus:.....	7
5.2	Menü AD-HW	7
5.3	Menü SETUP:.....	9
5.4	Menü Messung	10
6	Technische Daten	11
7	Anhang	12
	Bilder	13
	Steckertypen	13
	Schematic	14
	Layout Top	18
	Layout Bottom.....	18
	Bestückungsplan.....	19
	Bohrplan	19
	Änderungen	20

1 Allgemeine Beschreibung

Das EFPI-Sense Analyse und Auswertegerät dient zur Auswertung von 4 angeschlossenen EFPI-Sensoren. Hierbei können alle Sensoren absolut ausgelesen werden und eine Langzeitmessung kann mit max. 11 Hz erfolgen.

Zur Auswertung der aufgenommenen Signale ist noch ein PC mit mind. 4 GB Arbeitsspeicher und mind. 3 GHz CPU-Taktrate erforderlich.

1.1 Anwendungsgebiet:

Kleine absolute Weglängenmessung bis 3mm mittels Fabry-Pérot-Sensoren.

1.2 Frontplatte, Bedien- u. Anzeigeelemente

Kanal 1 -4:

(FC-Buchse)

Je Kanal ein Eingang für ein Pigtail mit EFPI-Sensor und einem FC-Stecker

(SUB-D 9pol)

Schnittstelle zum Abgriff des analogen EFPI-Sweep-Signals

Temperatur

(SUB-D 9pol):

Anschluß für Temperatursensor PT100

Trigger IN/OUT

(Lemo 0):

Anschluss für analoge Triggersignale

LCD-Display:

Optional: Anzeige der gemessenen Gapabstände



Bild 1: EFPI-Scan Gerät

2 Funktion Aufbau EFPI-Scan-Messgerät

Die Steuerung der Sensorauswerteeinheit (optischer Teil) erfolgt mit einem MSP430 Mikroprozessor. Die aufgenommenen Daten der A/D-Wandler Platine können im internen RAM des μC 's gespeichert werden. Die Weiterleitung via interner USB-Verbindung und mögliche Analyse der Daten erfolgt mit einer Gumstick-Platine (siehe Bild 2).

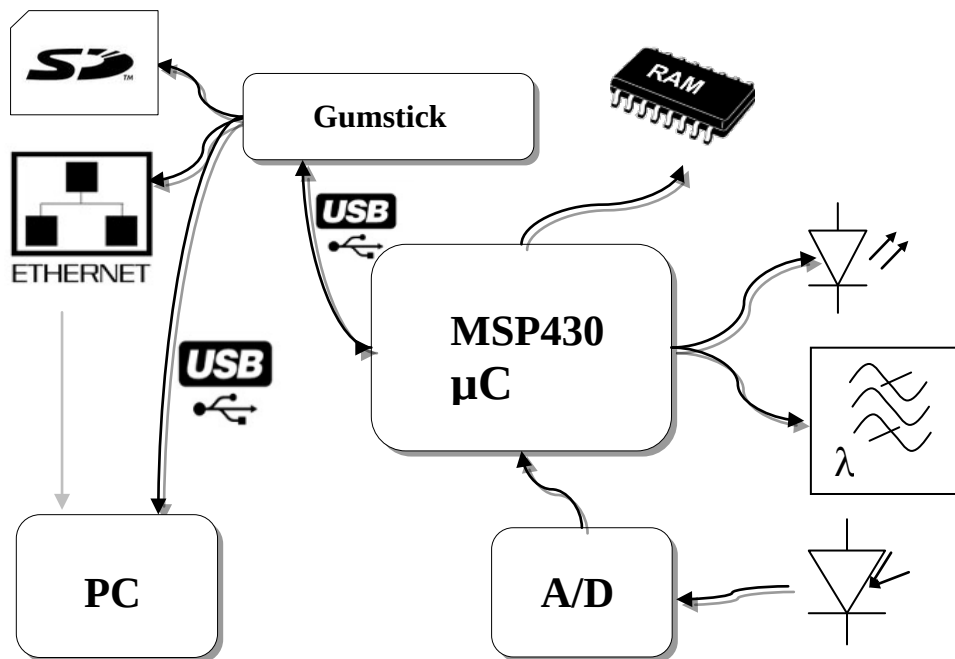


Bild 2: Auswertegerät „EFPI-Scan“ mit möglichen Übertragungskanälen zum PC

Hier werden die Daten mittels USB-Verbindung auf den Analyserechner (PC) übertragen. Weitere optionale Übertragungswege wären eine Ethernet-Verbindung bzw. eine Speicherung der Messdaten auf SD-Karte, bei FELD- oder VOR-ORT-Versuchen.

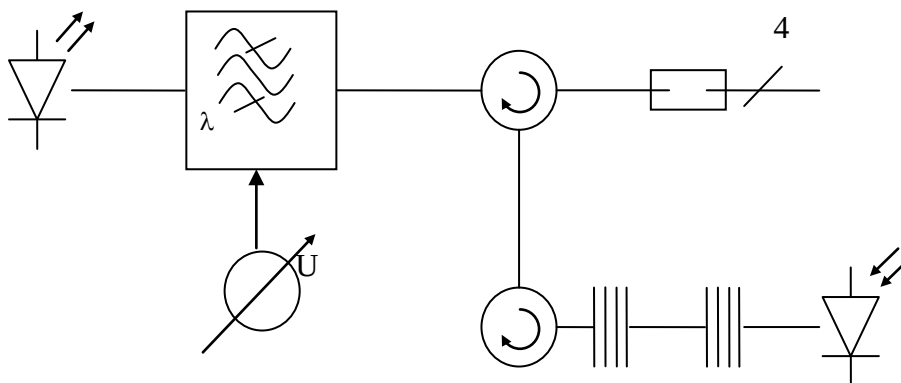
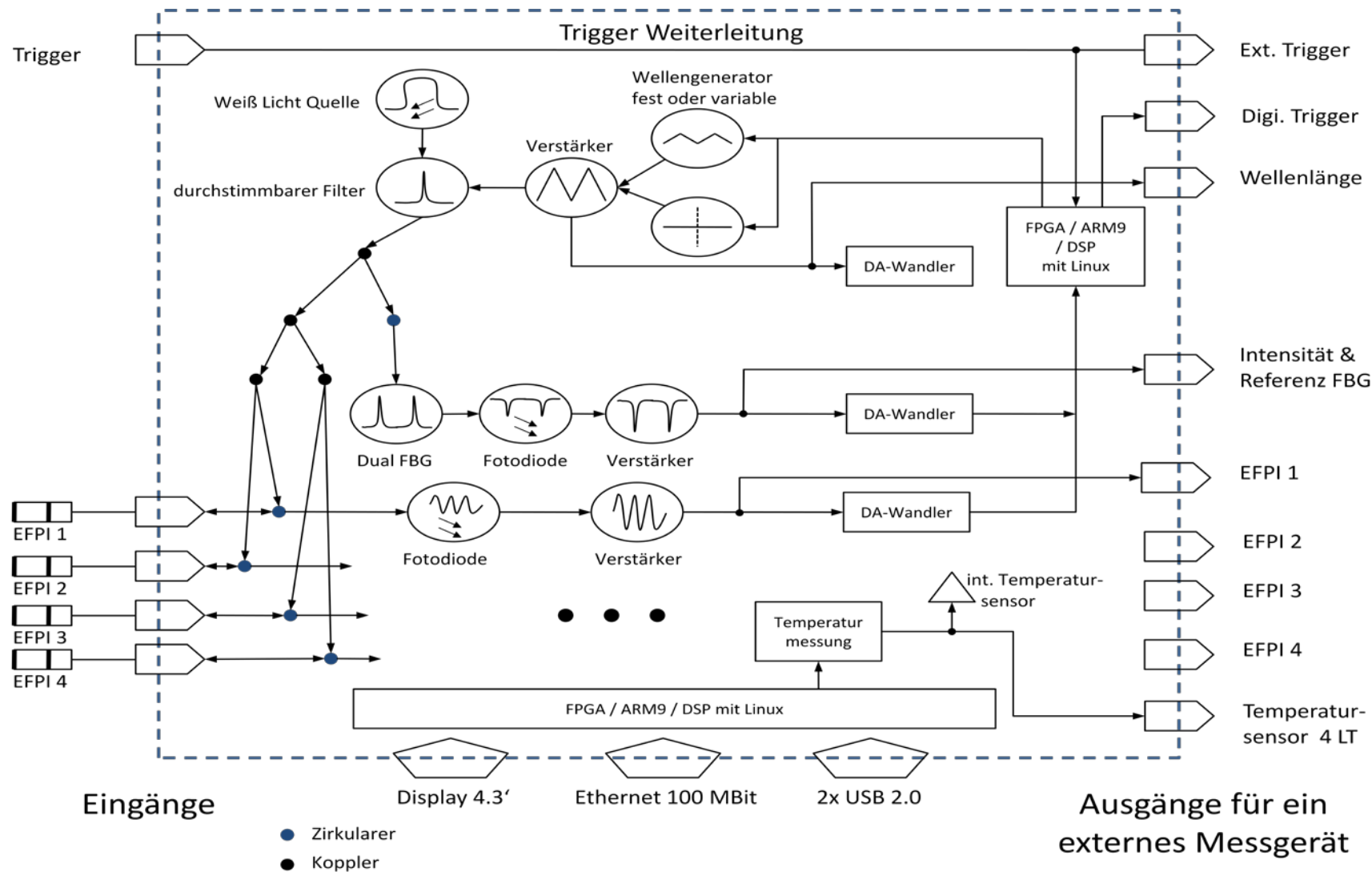


Bild 3: prinzipieller Aufbau des faseroptischen Teils im EFPI-Scan-Gerät

3 Übersicht, Detailinformation Hardware



4 Pinbelegungen

Kanäle 1-4

SUB-D 9 pol Buchse	Name	Funktion
2	Signal	EFPI-Signal (sweeped)
5	GND	Masse

SUB-D 9 pol Buchse	Name	Funktion
2	Signal	EFPI-Signal (sweeped)
5	GND	Masse

Temperatur 1/2

SUB-D 9 pol Buchse	Name	Funktion
1		
2	Signal	Temp-Signal (+)
3	Signal	Temp-Signal (-)
4		
5	GND	Masse

5 Softwarebeschreibung

Die Software ist in C# geschrieben und basiert hauptsächlich auf der Auswertung eines modulierten Sinussignals aus der Interferenz des reflektierten Laserlichtes.

5.1 Beschreibung des Algorithmus:

- Glättung der EFPI + FBG + RAMPE mit einem gleitendem Mittelwert der Fenstergröße 5. (3x)
- Minima und Maxima (Extrema) im EFPI-Signal suchen
- Extrema-Abstand bestimmen
- FBG - Grenzen suchen
- FBG-Abstand bestimmen
- Gap mittels folgender Formel bestimmen:

$$Gap = \frac{1}{4n} \cdot \frac{\lambda_{end} \cdot \lambda_{start}}{\lambda_{end} - \lambda_{start}} N_{Extrema} \cdot \frac{N_{Punkte \text{ zwischen Extrema}}}{N_{Punkte \text{ zwischen FBG-Peaks}}}$$

Formel 1: Gapberechnung mit Einfluss des Brechungsindex

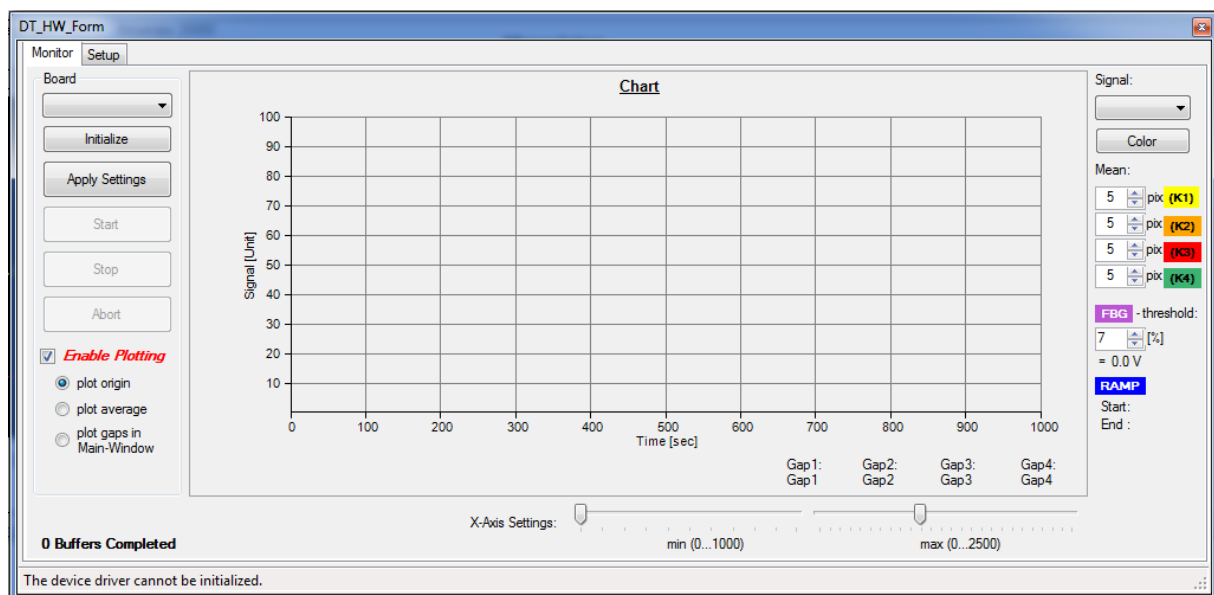


Bild 4 : AD-HW Menü zur Kanalanzeige

5.2 Menü AD-HW

Im Menü **AD-HW** (Analog/Digital-Wandler Hardware) können die aus dem EFPI-Scan-Gerät kommenden Rohdaten der vier Kanäle A0-A3 angezeigt, aufgenommen und abgespeichert werden. Eine Aufnahme bzw. Darstellung der ankommenden Rohdaten bzw. der berechneten Gapabstände erfolgt mit dem Start-Button. Die Daten können in einem selbst definierten Ordner abgespeichert werden. Hierzu gibt es im Kartenreiter **Setup** eine Vorgabe mit der Pfadangabe D:/TEMP. Die Namensgebung der Speicherdatei, die Abtaste sowie alle

Einstellungen bzgl. der Analyseparameter können zudem im Kartenreiter **Setup** erfolgen (Bild 5). Hier kann auf die Auswertung der EFPI-Sweep-Signale Einfluß genommen werden.

Die gleitende Mittelwertbildung, die Anzahl der Mittelungen über die EFPI-Signale sowie die Totzeiten in der doppelte Extrema/Nullstellendetektionen vermieden werden, können je nach Umgebungsbedingungen (und damit geänderten Signalverhältnissen) angepasst werden. Ebenso ist hier die interne Abtastfrequenz, mit der die EFPI-Daten digitalisiert werden, einstellbar. Eine automatische Speicherung aller Rohdaten bei Start einer Messung, wird mit **write data to file** erzwungen. Nur die Ausgabe der Gapabstände in ein Datenfile erfolgt mit **analyse + write to file**. Die Standardeinstellung **no data saving** hat keine automatische Speicherung bei Betätigung des Start-Knopfes zur Folge, und spart Speicherplatz bei Versuchsmessungen am Anfang einer Messreihe.

The screenshot shows the 'EFPI-Scan Setup' dialog box with four main sections:

- Monitor:** Contains buttons for 'Axes color', 'Grids color', 'Autoscale', 'Add Channel', and 'Delete Channel'.
- Board:**
 - Clock Settings:** 'Frequency (Hz):' set to 20000.
 - Buffer Settings:** 'Number of Buffers:' set to 5, 'Samples per Buffer:' set to 2500.
 - Band mode:** Radio buttons for 'Single' and 'Multiple' (selected).
- Data:**
 - Radio buttons for 'no data saving' (selected), 'write data to file:' (set to 'Sicherungsdatei'), and 'analyse + write to file:' (set to 'Sicherungsdatei_Gap').
 - analyzing active:** Checked checkbox.
 - Radio buttons for 'all incoming datapakets' (selected) and 'each' (set to 3) 'Datapakets'.
- Analyze:**
 - 'FBG totzeit:' set to 80 'pix'.
 - 'λ.start' set to 1530,338 'nm' and 'λ.end' set to 1565,461 'nm'.
 - 'η' set to 1,46000.
 - Radio buttons for 'Ol' (selected) and 'Luft'.
 - Checkboxes for 'gl. Mittelwert:' (checked, set to 5 'pix (FBG)') and 'Mittelungen:' (set to 3 'x gl. Mittelwert').

Bild 5: Einstellparameter im Kartenreiter Setup

Das Originalsignal (ohne Mittelung) bzw. die Signale mit beaufschlagtem gleitenden Mittelwert können je nach Bedarf angezeigt werden. Zur Einstellung der Standard-Analyse-Parameter sollte die Ansicht mit gleitendem Mittelwert gewählt werden (plot average), um kleinere Spitzen bzw. Ripple im Signal zu erkennen, und diese mit höherem Mittelwertfenster (am rechten Rand im Bild 4) herauszumitteln. So können Fehlinterpretation der Minima & Maxima im EFPI-Signal bzw. FBG-Signal vermieden werden.

Die Schwelle bei der die FBG-Signale erkannt werden ist in der Standardeinstellung bei 7% von dem Peak-to-Peak Wert der FBG-Signal Amplitude.

Die Buttons Start bzw. Stop aktivieren bzw. deaktivieren den AD-Wandler auf der Hardwareseite. Je nach den Einstellungen bei **enable plotting**, könne die aktuellen Messdaten im original (**plot origin**) oder gemittelt (**plot average**) angezeigt werden.

Eine Darstellung der Messdaten der 4 Kanäle über die Zeit, kann durch die Auswahl im Kartenreiter Monitor mit **enable Plotting** und **plot gaps in main window** (linker Rand, Bild 4) erfolgen.

Soll eine 3D-Probengestalt aufgenommen werden, so ist zunächst eine kurze Zeit, mit den Buttons **Start & Stop**, Messdaten aufzunehmen. Diese aufgenommenen Daten werden im Hauptfenster rechts durch Betätigung von **Einlesen** im Menü **Messung** für jeden Kanal gemittelt und zwischengespeichert. Nun können die aufgenommenen Messdaten mittels 3D-Darstellung per Knopfdruck auf **3D-Anzeige** im gesonderten sich öffnenden Fenster (Bild 9) angezeigt werden.

Es sollte hier die Zuordnung der Messköpfe an den entsprechenden Messebenen im Menü **Setup** vorausgegangen sein.

5.3 Menü **SETUP**:

Hier werden die aktuellen Messkanäle des EFPI-Scan-Gerätes den tatsächlichen Messorten und Messebenen im Druckzylinder zugeordnet, damit die 3D-Anzeige (siehe Bild 6) die Verformung des realen Körpers (Bild 7) widerspiegelt. Wird hierbei nur 1 Messpunkt pro Ebene gewählt, so wird angenommen, dass sich die Probe radial um deren Achse in dieser Messebene verformt. Wird kein Messpunkt in einer Ebene gesetzt wird keine Verformung in dieser Messebene angenommen.

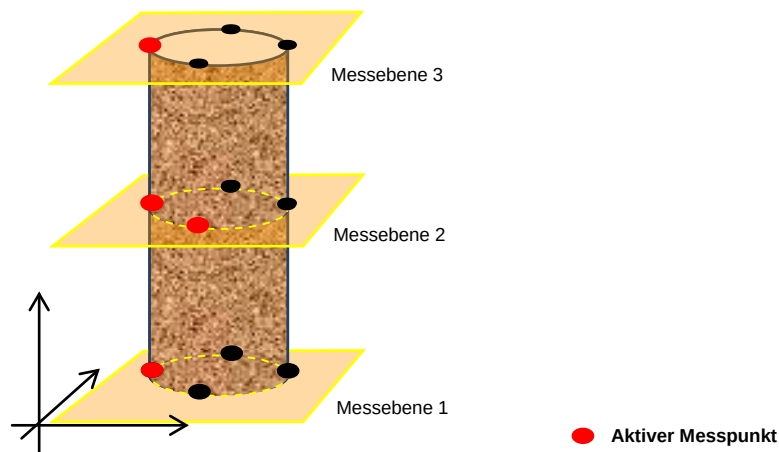


Bild 6: Jeweils 4 mögliche Messpunkte je Messebene

Ansonsten wird zwischen zwei benachbarten Messpunkten eine ellipische Verformung der Probe angenommen. Für diese Verformung ist die Parameterform der Ellipse im Programm realisiert. Hierbei ist die Formel 2 mit einer möglichen Auflösung ($res = 32$) der Kurven implementiert.

$$i = 0 \dots \frac{res}{4}, \quad x = a \cdot \cos\left(i \cdot \frac{2\pi}{res}\right) \\ y = b \cdot \sin\left(i \cdot \frac{2\pi}{res}\right)$$

Formel 2: Parameterform der Ellipse



Grafik: H. Kohlhoff – 8.11

Bild 7: Rahmenhalter und Sensoraufnahme im Modell

5.4 Menü Messung

Hier werden die Mittelwerte der durchgeführten Messung durch Betätigung des Buttons **Einlesen** übernommen. Diese werden für die einzelnen Kanäle in einer Spalte im Hauptfenster (rechte Seite, Bild 8) angezeigt. Bei der Standard-Einstellung **Einzelsschritt** bei eingeschaltetem Menü **Messung**, werden 4 Messwerte pro Betätigung erfasst, entsprechend der 4 EFPI-Messkanäle. Diese 4 Messwerte entsprechen ortographisch den zuvor eingestellten Messpunkten im 3D-Voreinstellungs-Fenster im Menue **Setup**.

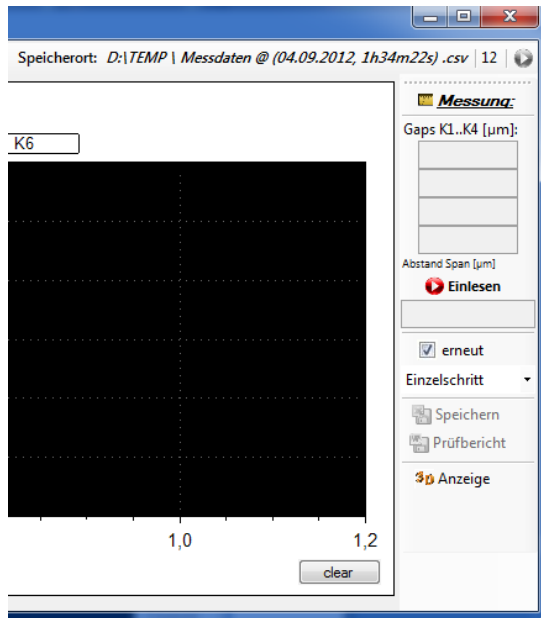


Bild 8 : Menü Messung im Hauptfenster

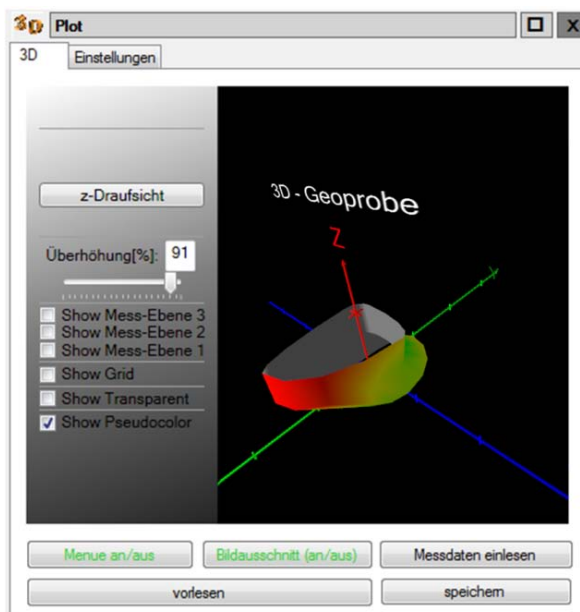


Bild 9: Fenster zur 3D-Darstellung der Gesteinsprobe

Hierbei sollte die Messung im Menü **AD-HW** mit **Stop** beendet sein. Eine 3D-Darstellung kann nun durch öffnen des 3D-Plot Fensters mittels Betätigung der **3D-Anzeige** und nach Übernahme der Messwerte mit **Messdaten Einlesen** erfolgen. Die Verformung der Gesteinsprobe im 3D-Raum wird nun dargestellt und kann von allen Seiten betrachtet werden.

Eine erneute Messung lässt sich nur Starten, wenn im Menü **Messung** bei **erneut** (Bild 8) ein Häkchen gesetzt wird, womit die zuvor gemachten Messdaten verloren gehen.

Erst jetzt lassen sich die aufgenommenen Messdaten mittels **Speichern**-Button in eine *.CSV Datei speichern. Hierbei wird ein Speichername aus einstellbarem Prefix, dem eingestelltem Datenaufnahme-Mode, dem aktuellem Datum und Startzeit der ersten Messung automatisch generiert.

Je nachdem wie stark die Probe verzerrt wurde kann die gewünschte **Überhöhung** in der Darstellung eingestellt werden, bevor die Messdaten eingelesen werden, da die sehr kleinen Toleranzen von einigen µm in den Radien des Probenkörpers nicht sichtbar wären und man nur einen Zylinder als 3D-Darstellung erhalten würde.

Die Visualisierung der Daten als 3D-Körper wird durch Falschfarbendarstellung (**show pseudocolor**) und einer Einblendung der Messwerte in den Messebenen ergänzt.

Das 3D-Model der Probengestalt, kann im CAD-Format (*.stl) anderen Anwendungen zur Verfügung gestellt werden.

6 Technische Daten

Versorgung: ~220V (Kaltgerätestecker)

Schnittstellen:

Kanal 1 -4:

FC-Buchse:

Eingang für ein Pigtail mit EFPI-Sensor

Norm: CECC 86115, IEC 61754-13, NTT-FC

Ferrule: 2,5mm Metall/Keramik

Typische: Einfügedämpfung MM 0,15/SM 0,2dB

Steckzyklen: 1000

Version: Multi/Singlemode, Schrägschliff

SUB-D 9pol:

Schnittstelle zum Abgriff des analogen EFPI-Sweep-Signals des jeweiligen Eingangskanals
(Signal an Pin 2, GND an Pin 5)

Daten:

USB 2.0: (Stecker) Zum Empfangen von Steuerbefehlen vom PC zum EFPI-Scan-Gerät

Signals: RxD, TxD, GND

Mode: Full-duplex, serielle Kommunikation für Verstärkereinstellungen, Kontroll-Befehle und Statusanzeigen

Speed: 9600 bis 115200 Baud

Protocol: ASCII - Format

USB 2.0:(Stecker) Zum Senden der digitalisierten EFPI-Scan-Signale zum PC (digitalisierte Kanäle 1-4, sowie FBG und Sweep-Signal)
(Abtastrate 750KB/s)

Temperatur:

SUB-D 9pol: Anschluß für Temperatursensor PT100
(4-Leitertechnik, Anschlussbelegung)

Trigger IN/OUT

Lemo 0: Anschlus für analoge Triggersignale
(0-5V)

Bauform:

19“- Tischgerät
(Breite 24TE)

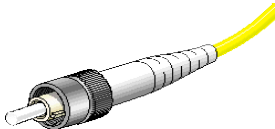
7 Anhang

Bilder



Abb.1: EFPI-Scan Frontansicht

Steckertypen

Stecker- /Buchsen- Bezeichnung	Kontakt- positionen	Kontakte	Benutzt als	Pin-Nr. Buchse / Stecker
FC -Stecker	1	1	LWL	
Lemo 00	1	1	Trigger Signal	
SUB-D 9pol - BU	9	9	EFPI-Signal Temperatur	