

Messdatenaufbereitung mit Origin®

Die Messdaten werden üblicherweise in Form von DAT-Dateien (ASCII) generiert. Diese können mit handelsüblichen Tabellenkalkulationsprogrammen bearbeitet werden. Besonders empfehlenswert ist das wissenschaftliche Auswerteprogramm Origin®, weil es viele nützliche Datenanalysemöglichkeiten (z.B.: Fast Fourier Transformation [FFT]) zur Verfügung stellt. Hier sollen kurze Hinweise einiger versuchsspezifischer Anwendungen zum Umgang mit Origin® gegeben werden.

A) Einlesen der Daten:

Das Einlesen der Daten geschieht über die Import-Funktion unter dem Menüpunkt File (Datei). Unter Import den Import Wizard wählen, um damit die Rohdaten in ein Worksheet einzulesen. Hinweis: **Verwenden sie nie die Originaldaten, sondern arbeiten sie immer mit einer Kopie!**

Mit den Spalten und Reihen der Daten ist im Prinzip wie bei Microsofts Excel umzugehen. Für eine bessere Übersichtlichkeit ist es ratsam, das aktuelle Fenster zu maximieren.

B) Allgemeine Hinweise:

Zwischen den einzelnen Fenstern eines Projektes in Origin (Graphik, Worksheet, etc.) lässt sich einfach über den Menüpunkt Windows hin- und herschalten. Es empfiehlt sich, die einzelnen Fenster zusätzlich zu beschriften, um die Übersichtlichkeit zu erhalten. Dies geschieht, indem man mit der rechten Maustaste auf den oberen Rand eines Fensters klickt und den Menüpunkt Rename (Umbenennen) wählt (siehe Abb.1).

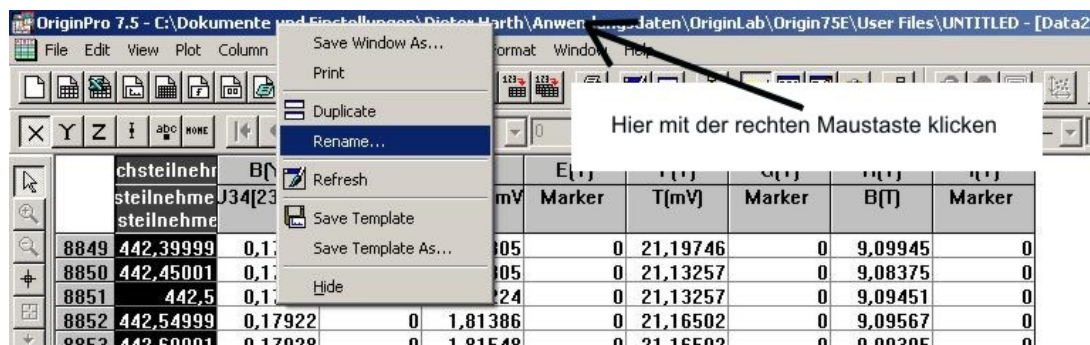


Abb.1: Umbenennen eines Fensters in Origin.

Zur Bearbeitung der Spalten in den Worksheets gibt es eine Gruppe sehr nützlicher Knöpfe, die in Abb.2 umrahmt sind.

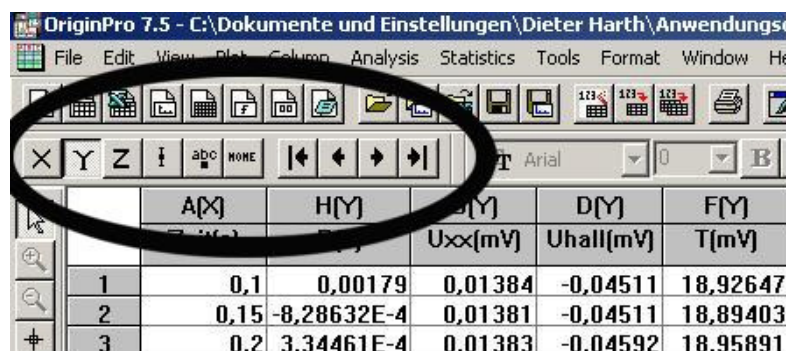


Abb.2: Hilfreiche Knöpfe für Worksheets.

Mit den Pfeilen kann man Spalten in ihrer Position verändern, indem man die markierte Spalte wandern lässt. Mit „X“ und „Y“ lassen sich Abszisse und Ordinate für einen Plot sehr einfach zuordnen.

C) Graphische Darstellung eines Datensatzes

Der Datensatz enthält unter Umständen Spalten, die keine Daten enthalten („Marker“). Diese können entfernt werden, um die Übersichtlichkeit zu erhöhen (Menu über rechte Maustaste). Um z.B. die Hallspannung über das Magnetfeld B aufzutragen, muss die Spalte mit dem Magnetfeld (X-Achse) links von der Spalte mit der Hallspannung (Y-Achse) stehen. Es ist darauf zu achten, dass der B-Spalte der Rang einer Abszisse (X) zugewiesen wird. Eine graphische Darstellung erhält man, indem man die aufzutragende Spalte (hier: Hallspannung) durch Anklicken des grauen Spaltenkopfes markiert und dann über den Menüpunkt Plot die entsprechende Darstellungsform (z.B. Standard: Line) wählt (siehe Abb.3). Origin wählt als Abszisse für den Plot immer die rechts am nächsten stehende X-Spalte. Ist keine X-Spalte definiert, werden die Messgrößen über die Zeilennummer aufgetragen.

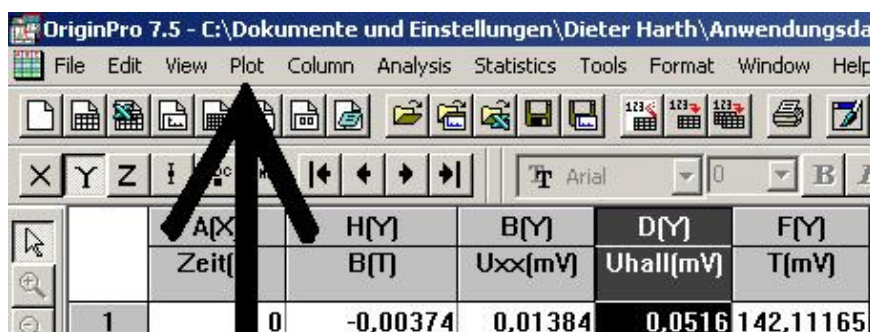


Abb.3: Graphische Darstellung eines Datensatzes.

Zur Beschriftung und Skalierung der Achsen, sowie dem Einzeichnen von Gitternetzlinien, klickt man doppelt auf eine der beiden Achsen in der Zeichnung. Hierdurch öffnet sich das in Abb.4 gezeigte Menu.

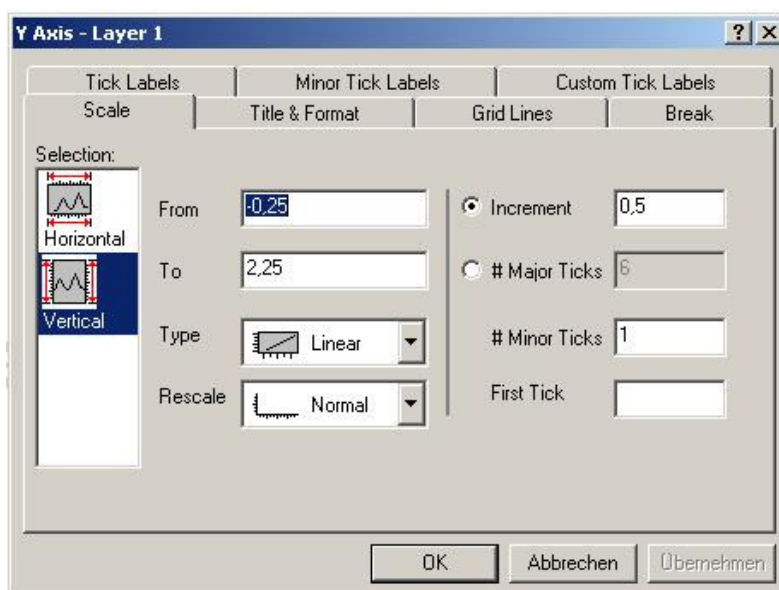


Abb.4: Menu zur Formatierung des Koordinatensystems.

Unter Scale (*Skalierung*) wählt man den anzuzeigenden Bereich, sowie das jeweilige Inkrement aus. Bitte beachten Sie, dass man am linken Rand des Menufensters unter Selection (*Auswahl*) die jeweilig zu bearbeitende Achse wählen kann. Unter Title & Format (*Titel und Format*) wird die Beschriftung der Achsen vorgenommen. Das Menu Grid Lines (*Gitternetzlinien*) bietet die Möglichkeit, die Graphik mit einem Gitternetz zu unterlegen, was für eine spätere Auswertung der Plots zu empfehlen ist.

D) Glätten von Daten

Aufgrund der endlichen Auflösung (hier: 16 Bit) einer Daten-Aquisition (DAQ-Karte) ist den Datensätze ein Rauschanteil überlagert. Zur genauen Auswertung und Anwendung bestimmter Funktionen (Beispiel: Differentiation) ist es sinnvoll, alle Datensätze zu glätten. Um die Glättungsfunktion anwenden zu können, müssen die Daten zunächst graphisch aufgetragen werden. Man kann jeweils nur eine Achse glätten. In dem vorliegenden Experiment müssen die Messgrößen (U_{Hall} und U_{XX}) geglättet werden und die horizontale Achse (Magnetfeld). Die zu glättende Größe wird immer gegen die Zeilennummer aufgetragen. Dies geschieht am einfachsten, indem man keine Abszisse mehr im Worksheet hat (alle Spalten sind „Y-Spalten“). Der Datensatz wird wie oben beschrieben angeklickt und geplottet. Unter dem Menü Tools in der Menüleiste findet sich die Funktion Smooth. Wird diese Funktion aufgerufen erscheint ein Menüfenster, in welchem die Parameter für das Glätten eingestellt werden können:

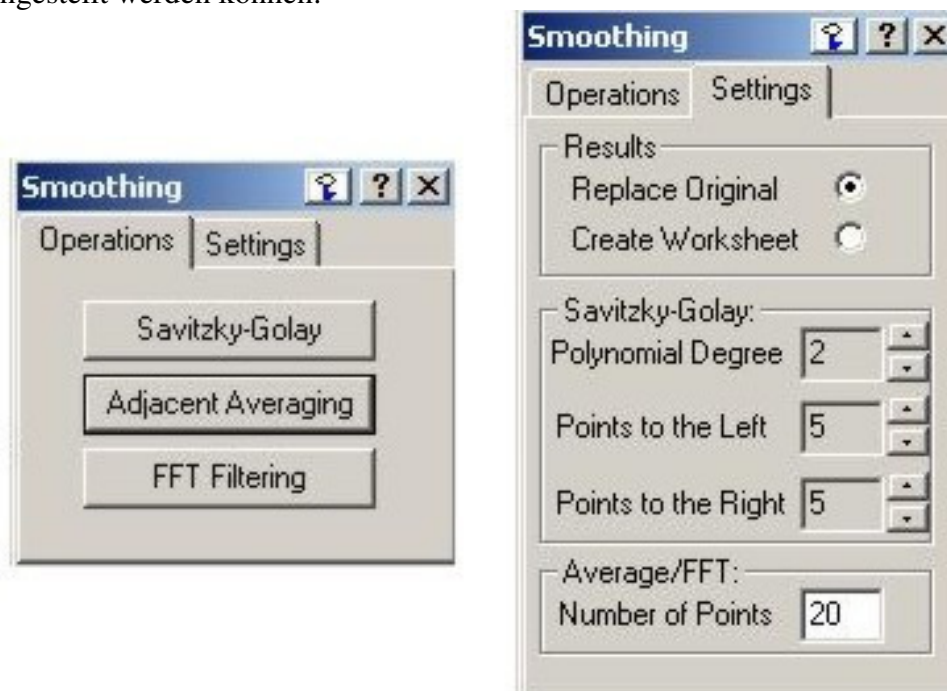


Abb.5: Menü zum Glätten inklusive Untermenü zum Einstellen der Parameter.

Zunächst wechselt man auf den Reiter Settings und trägt dort am unteren Ende bei Number of Points „20“ ein. Der Wert 20 dient nur als Anhaltspunkt. Unter Results sollte die vorgegebene Einstellung mit Replace Original belassen werden. Hierdurch ersetzen die geglätteten Daten die ursprünglichen Daten im Datenblatt (Worksheet).

Nun wechselt man auf den Reiter Operations und führt die Mittelung aus, indem der mittlere Button Adjacent Averaging gedrückt wird. Hierdurch wird über die benachbarten 20 Messwerte gemittelt. Diese Mittelung ist für alle relevanten Messgrößen durchzuführen. Da die beim Glätten verwendeten Graphen nicht mehr benötigt werden, sollten sie aus Gründen der Übersichtlichkeit gelöscht werden.

E) Fourieranalyse der Quantenoszillationen:

In einer Darstellung $U_{XX}(B)$ kann man die Quantenoszillationen erkennen, ihre Periodizität in $1/B$ ist aber nicht offensichtlich. In der Auftragung von U_{XX} über $1/B$ ist die Periodizität augenfällig. Die Periode $\Delta(1/B)$ kann über eine Fourieranalyse (Fast-Fourier-Transformation = FFT) ermittelt werden.

Für die Darstellung von $U_{XX}(1/B)$ wird eine $1/B$ -Spalte benötigt. Man fügt eine neue Spalte im Worksheet hinzu und füllt diese über die Funktion Set Column Values... (rechte Maustaste auf Spaltenkopf) mit den Kehrwerten von B. Im vorliegenden Beispiel (siehe Abb.6) wird die Spalte F mit den Kehrwerten aus Spalte B gefüllt. Es sollte darauf geachtet werden, dass das Vorzeichen der $1/B$ -Spalte positiv ist, damit $U_{XX}(1/B)$ in gewohnter Weise aufgetragen werden kann (siehe Punkt C: Graphische Darstellung eines Datensatzes).

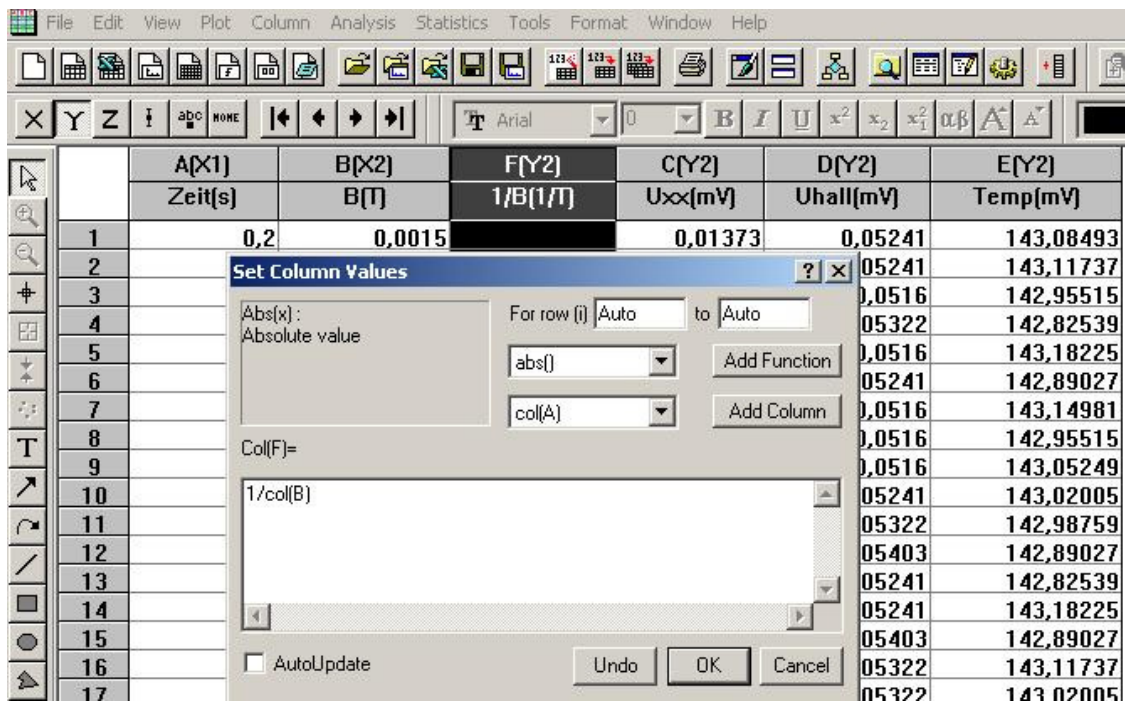


Abb.6: Erzeugung der $1/B$ -Abszisse.

Der sinnvolle Darstellungsbereich für die Auftragung über die $1/B$ -Achse liegt etwa zwischen 0 und 2. Falls notwendig, ändern Sie die Skalierung.

Prinzipiell könnte nun schon mit der Fourieranalyse der Quantenoszillationen begonnen werden. Doch es gibt noch zwei Probleme, die gelöst werden müssen:

1. Bei der Auftragung gegen $1/B$ liegen keine äquidistanten Messpunkte vor, die aber für eine Fourieranalyse benötigt werden. Deshalb ist es erforderlich, zunächst einen Interpolationsschritt durchzuführen. Unter dem Menüpunkt Analysis am oberen Rand des Origin®-Fensters klickt man die Option Interpolate/Extrapolate und wählt dann die in Abb.7 gezeigten Einstellungen.

Den ersten Wert (Make Curve Xmin) sucht sich das Programm selbst. Bei Make Curve Xmax wird die 2 eingesetzt. Oberhalb von 2 liegen keine ausgeprägten Oszillationen mehr vor. Im Feld Make Curve # pts sollte 10000 eingetragen werden. Nach dem Anklicken von OK wird die Originalkurve zusammen mit der interpolierten Kurve dargestellt.

Durch Anklicken der interpolierten Kurve mit der rechten Maustaste erscheint ein Kontextmenü. Wählen Sie die Option Go to InterExtrap1. Dadurch gewinnt man den interpolierten Datensatz, der dann einzeln graphisch dargestellt werden kann.

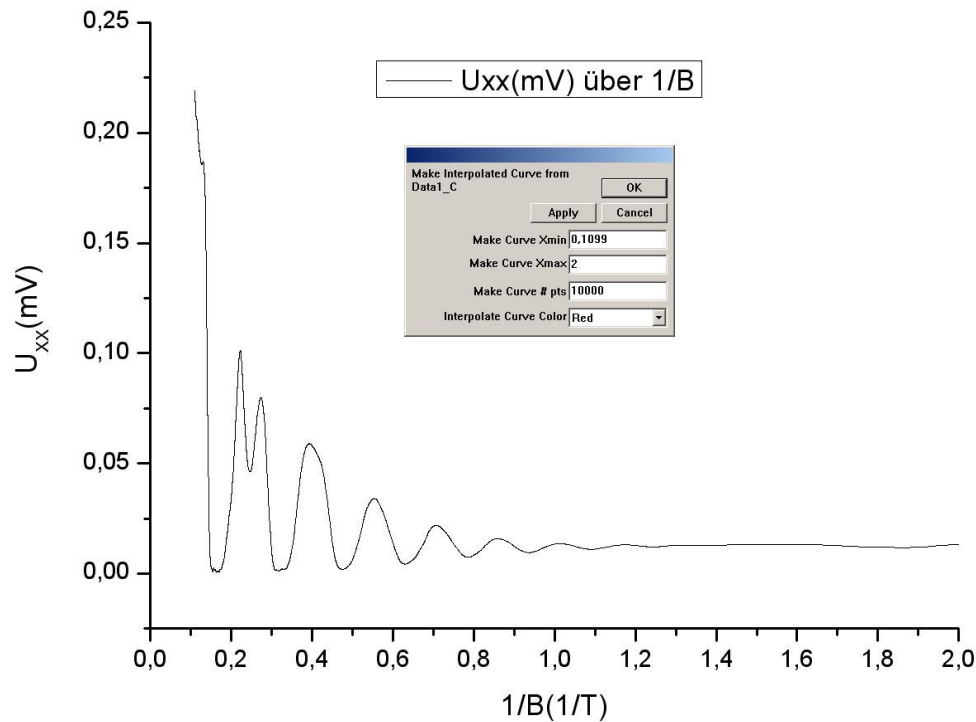


Abb.7: Interpolation der Messergebnisse. Es genügt, den Bereich zwischen 0 und 2 zu interpolieren. Oberhalb von 2 liegen keine signifikanten Oszillationen mehr vor.

2. Ein weiteres Problem ergibt sich aus dem nicht oszillierenden Anteil des Magnetowiderstands in $U_{xx}(1/B)$. Dieser würde bei einer Fourieranalyse zu einem Hintergrund von Fourierkomponenten führen. Man kann diesen unerwünschten Beitrag unterdrücken, indem man die Auftragung $U_{xx}(1/B)$ differenziert. Unter dem Menü Analysis und dem Menüpunkt Calculus findet man die Differentiate-Funktion. Das Ergebnis der Differentiation ist in Abb.8 wiedergegeben.

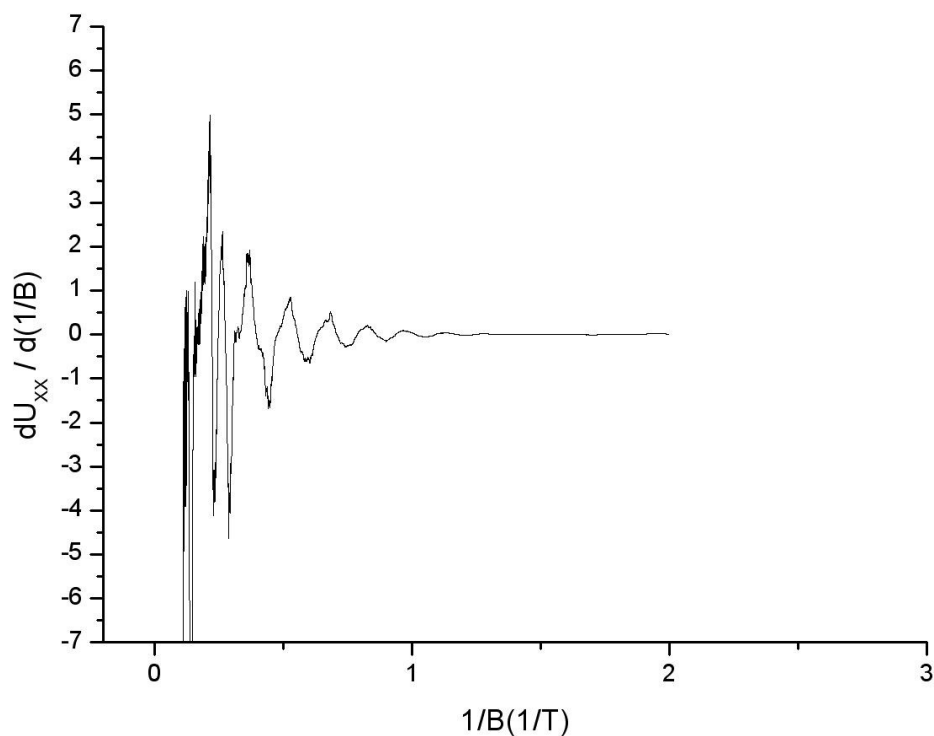


Abb.8: $\langle U_{xx} \rangle$ nach dem Differenzieren.

Nach der Differentiation kann die Fourieranalyse durchgeführt werden (*Analysis* \rightarrow *FFT*). Es ist zu empfehlen, den Variationsbereich der Frequenzachse von 0 bis 50T zu wählen. Ein mögliches Ergebnis zeigt Abb.9:

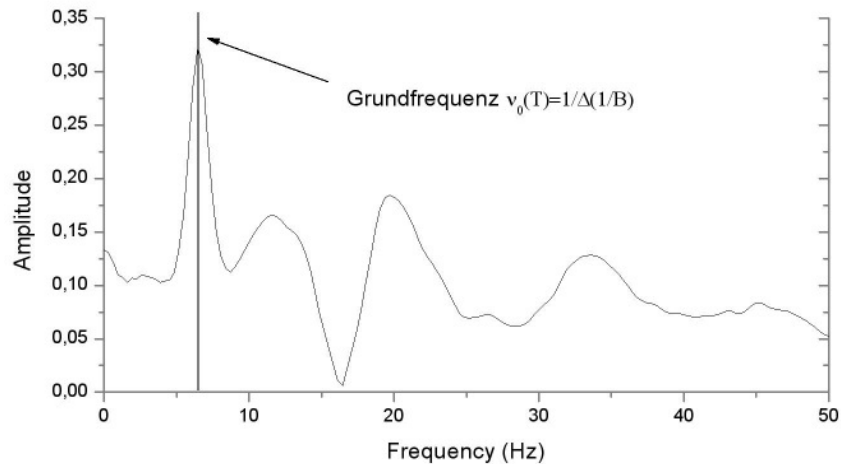


Abb.9: Spektrum der Fourieranalyse (0 bis 50T).

F) Entscheidungshilfe bei der Bestimmung von Extrema

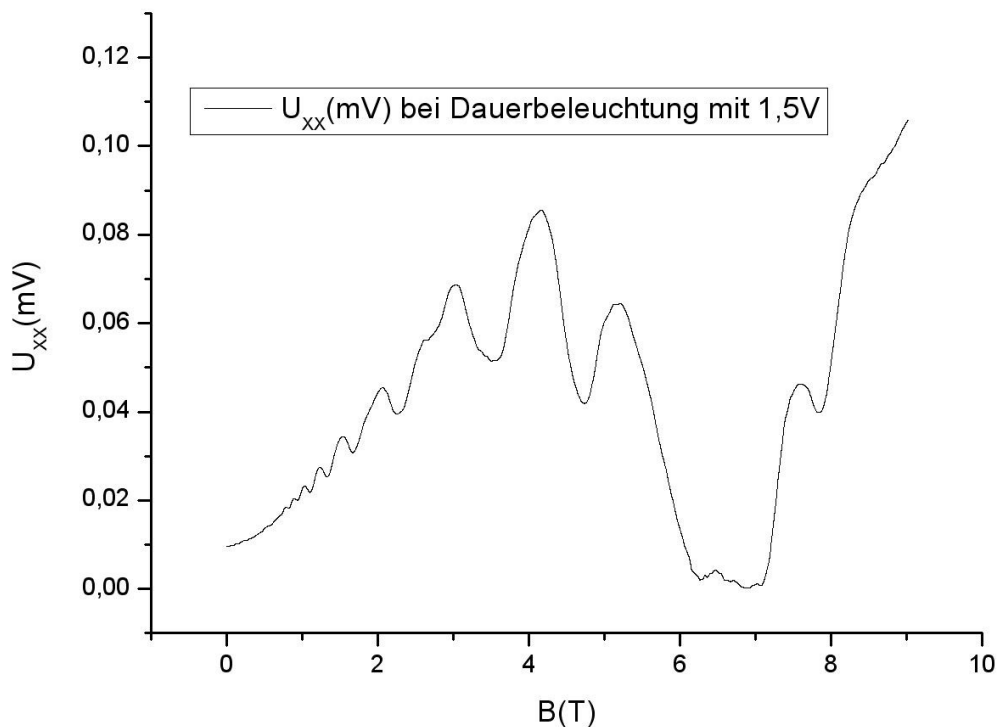


Abb.10: U_{xx} bei 1,5K und Beleuchtung von 1,5V

Ein wichtiger Bestandteil der Auswertung betrifft die Bestimmung von Extrema. Das Beispiel in Abb.10 zeigt eine Messung von U_{xx} , die einen starken Beitrag des nicht oszillierenden Anteils des Magnetowiderstands zeigt. Dies erschwert u.U. die Bestimmung der genauen Lage der Extrema. Eine Entscheidungshilfe dabei kann die Ableitung von U_{xx} darstellen. Wie

die Ableitung bestimmt wird, wurde bereits unter Punkt E) erklärt. Bleibt noch zu diskutieren, wie man die Ableitung und die Ursprungsfunktion in eine Graphik einträgt. Hierzu klickt man mit der rechten Maustaste in das Feld der Graphik der Ursprungsfunktion U_{xx} , worauf sich das in Abb.11 gezeigte Menü öffnet, in welchem man Layer Contents... (siehe Abb.11) wählt.

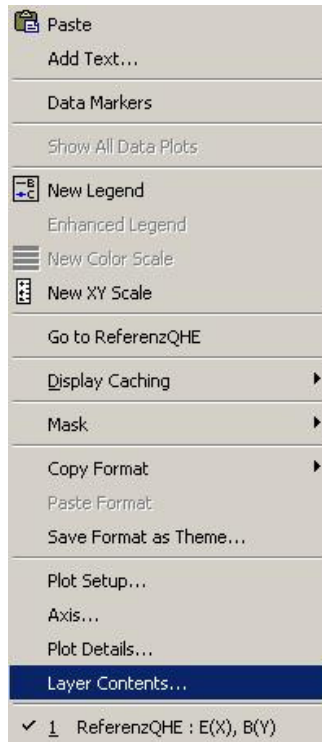


Abb.11: Nach klicken der rechten Maustaste auf die Graphik wird im nun geöffneten Menü der Punkt Layer Contents... ausgewählt.

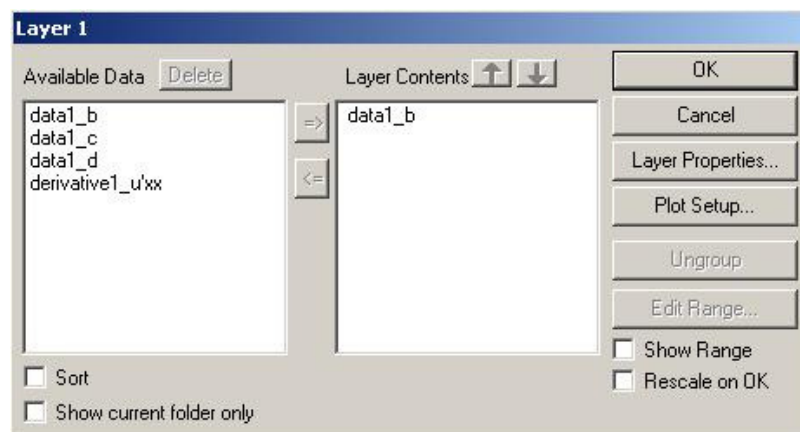


Abb.12: Fenster zur Auswahl der darzustellenden Daten eines Layers.

Wählen sie aus der Rubrik Available Data denjenigen Datensatz aus, der die Ableitung von U_{xx} enthält. Die Namen der angezeigten Datensätze setzen sich aus den Bezeichnungen der entsprechenden Worksheets und dem dazugehörigen Spaltenbuchstaben bzw. Spaltenbezeichnung zusammen (hier: derivative1_u'xx).

Der benötigte Datensatz wird im linken Fenster angeklickt und durch den nach rechts zeigenden Pfeil in das rechte Fenster transferiert. Über Layer Properties... lassen sich noch Farben und Form der einzelnen Graphen bestimmen.

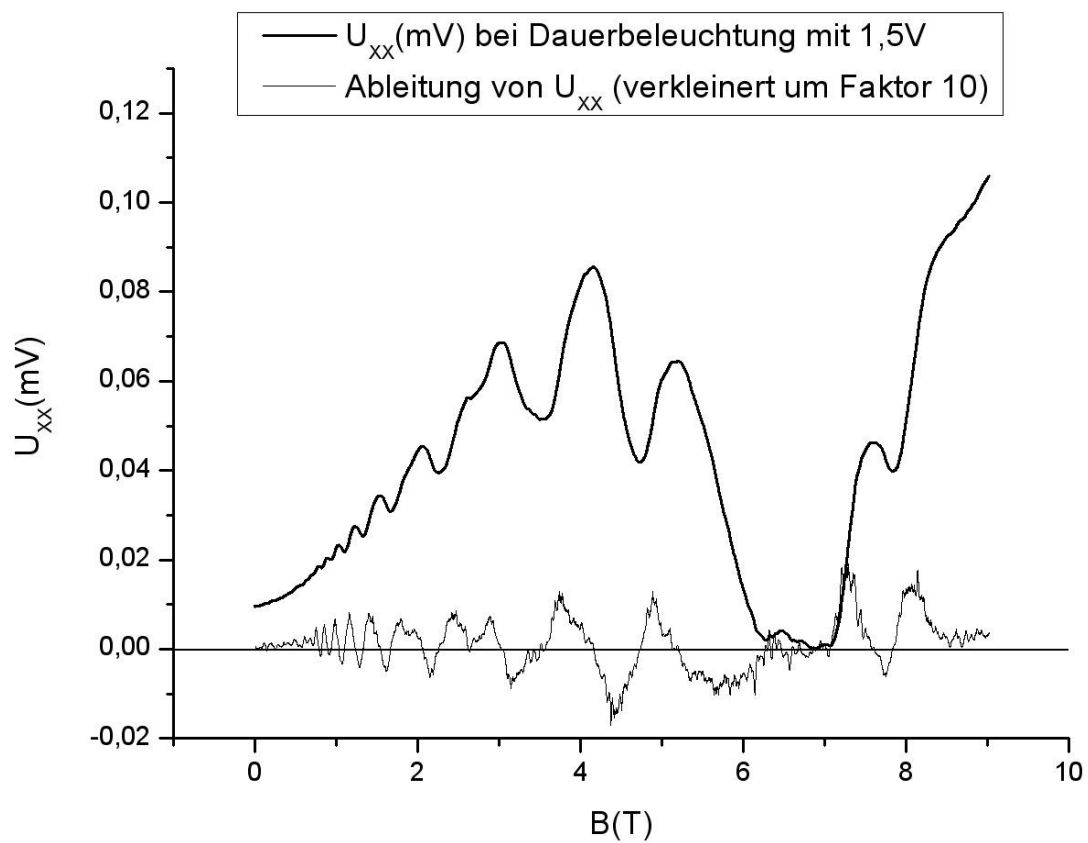


Abb.13: Ursprungsfunktion und Ableitung in einer Darstellung. Aus Übersichtlichkeitgründen wurde die Ableitung um den Faktor 10 verkleinert. Zudem wurde noch eine 0-Linie mit eingezeichnet.