

Kommentar zu: An Explanation of Dayton Miller’s Anomalous “Ether Drift” Result

Sebastian Pliet*

1. Oktober 2021 / 1.0

Thomas J. Roberts veröffentlichte 2006 einen Artikel [1], in dem er behauptet, daß Dayton C. Miller in seinen Experimenten kein echtes Signal gemessen hat. In dieser Arbeit werden die verwendeten Methoden untersucht und es wird gezeigt, daß alle Behauptungen falsch sind.

1. Einleitung

Roberts behauptet in seinem Artikel, daß er Millers abweichende Ergebnisse [2] vollständig erklären kann. Er behauptet: a) Millers Ergebnisse sind nicht signifikant, b) Millers Algorithmus zur Datenreduzierung erzeugte ein Signal nur aus Rauschen, c) ein Modell des systematischen Fehlers kann zeigen, daß kein echtes Signal in den Daten ist.

Wir werden die Methoden von Roberts untersuchen, um seine Behauptungen zu prüfen. In dieser Arbeit wird das Aetherise-Projekt 1.1 verwendet.¹ In diesem Projekt befinden sich auch die Datenblätter von Millers Experimenten auf dem Mount Wilson. Einzelne Datenblätter werden durch ein Epochenkürzel (Monatsname) und eine Nummer angegeben. Zum Beispiel steht Sep-79 für das Datenblatt Nummer 79 aus der Epoche September.

2. Analyse der Methoden

In dieser Analyse wird davon ausgegangen, daß ein gemessenes Signal sich aus den folgenden Bestandteilen zusammensetzen kann: Dem Versatz C , der Drift D , dem einfach periodischen systematischen Fehler E_1 , dem doppelperiodischen systematischen Fehler E_2 , dem ebenfalls doppelperiodischen theoretischen Signal S und einem statistischen Fehler ε .

In Abbildung 1 ist symbolisch ein Datenblatt von Miller dargestellt. Es werden die Bestandteile einer einzelnen Messung gezeigt, welche sich überlagern. Die unteren drei Markierungen geben einen Azimut an. Azimut 1 liegt im Norden, Azimut 9 im Süden.

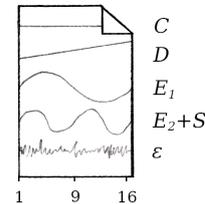


Abbildung 1: Signalbestandteile

2.1. Datenreduzierung

Millers Algorithmus zur Datenreduktion arbeitet wie ein Frequenzfilter. Das niedrigste Signal was durch den Filter geht hat die Frequenz 2. Mit *Frequenz* ist hier die Anzahl der Perioden je Umdrehung des Interferometers gemeint.

Roberts argumentiert nun, daß Millers Algorithmus aus $1/f$ -Rauschen ein Signal mit einer Frequenz ~ 2 isolieren würde. Das ist nicht falsch, aber nur ein ganz allgemeines Argument. Ob wirklich ein Signal in den Daten ist, lässt sich mit einer Fourier-Analyse feststellen.

Roberts erstellt ein Spektrum mit den Rohdaten, welche noch die Drift enthalten. Es ergibt sich das Spektrum in Abbildung 2. Er erkennt eine Ähnlichkeit mit dem $1/f$ -Rauschen.²

In Abbildung 3 wurde das Spektrum erst erstellt, nachdem von den Messwerten jeder Umdrehung die Fehler C und D entfernt wurden. Was auch Millers Algorithmus tut. Man erkennt die herausragenden

²Warum bei Datenblatt Sep-79 und bei allen Datenblättern 75–83 des September 1925 die Frequenz 1 im Spektrum der Rohdaten eine auffallend kleine Amplitude hat, ist mir nicht klar. Es ist eine Besonderheit, welche andere Datenblätter nicht aufweisen.

*sebastian.pliet@gmail.com

¹<https://github.com/aetherise/aetherise>

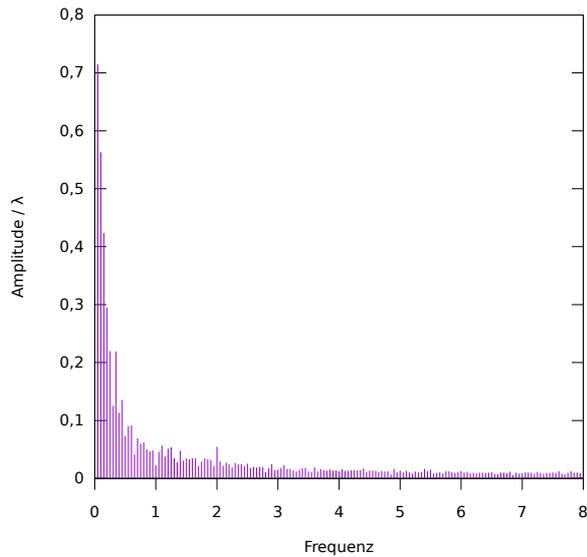


Abbildung 2: Spektrum von Sep-79 mit Drift ^{A1}

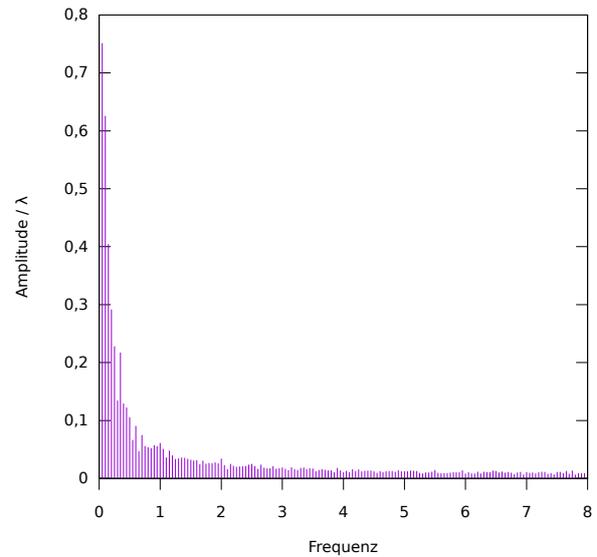


Abbildung 4: Spektrum einer Simulation ^{A3}

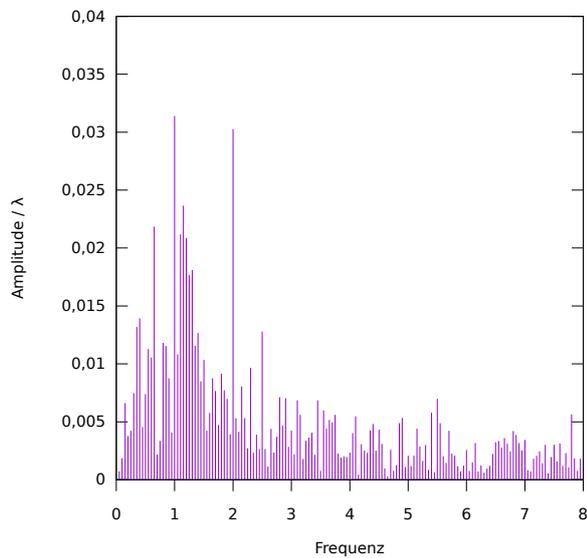


Abbildung 3: Spektrum von Sep-79 ohne Drift ^{A2}

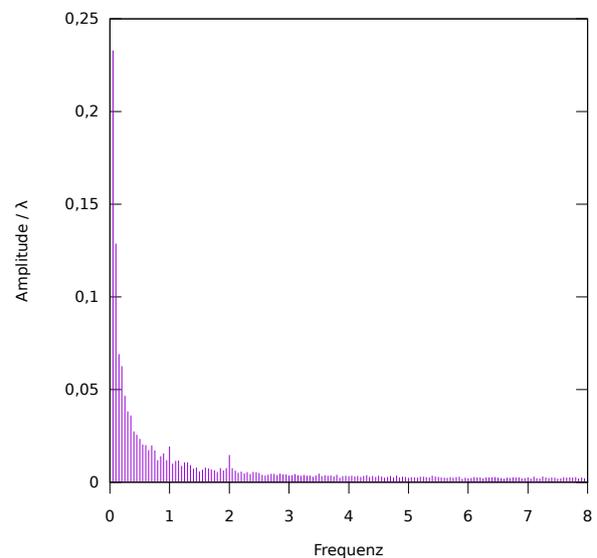


Abbildung 5: Gemittelte Spektren von Datenblättern mit kleinster Drift ^{A4}

Amplituden der Signale E_1 und $E_2 + S$ mit den entsprechenden Frequenzen 1 und 2.

In Abbildung 4 wurde die Messung von Sep-79 simuliert. Das Signal besteht dabei nur aus den Bestandteilen wie in Abschnitt 2 beschrieben. Es wurde die originale Drift übernommen.

Die näherungsweise lineare Drift in den Daten wird von der Fourier-Analyse als niederfrequente Signale erkannt und es entsteht ein Spektrum, was dem Spektrum des $1/f$ -Rauschen ähnelt. Dieses Spektrum verhindert auch, daß man Signale mit der Frequenz 1 gut erkennen kann.

Wenn das so ist, dann müsste bei Datenblättern

mit niedriger Drift das $1/f$ -Rauschen geringer werden. So sollte man dann die Signale mit den Frequenzen 1 und 2 deutlicher im Spektrum sehen. Genau das ist der Fall, wie man in Abbildung 5 erkennen kann.

In Abbildung 5 ist das gemittelte Spektrum der Rohdaten von 9 Datenblättern mit der kleinsten mittleren absoluten Drift dargestellt. Die gefundenen Datenblätter sind: Apr-108, Aug-51, Aug-52, Sep-2, Sep-16, Sep-18, Sep-23, Feb-56, Feb-57.

In Abbildung 6 sind die gemittelten Spektren fast aller Datenblätter von den Experimenten auf dem Mount Wilson in den Jahren 1925–1926 dargestellt.

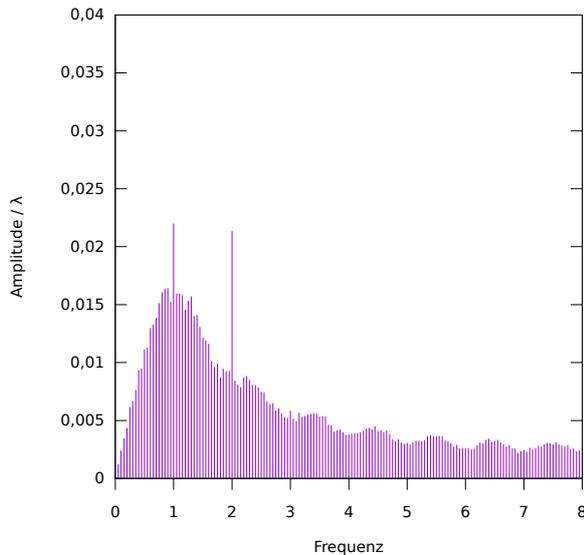


Abbildung 6: Gemittelte Spektren ^{A5}

Von den 316 Datenblättern wurden 242 verwendet. Die nicht verwendeten Datenblätter wurden unter schlechten Temperaturbedingungen gemessen oder sind augenscheinlich Ausreißer.³ Die Signale solcher Datenblätter enthalten typischerweise eine außergewöhnlich große Amplitude, was das Spektrum verfälschen würde. Wie in Abbildung 3 wurden vorher die Fehler C und D entfernt. Die Standardunsicherheit der Amplituden beträgt $\sim 0,001 \lambda$.

Man erkennt deutlich die herausragenden Amplituden bei den Frequenzen 1 und 2. Die Ergebnisse der Fourier-Analyse in dieser Arbeit sind in Übereinstimmung mit den Ergebnissen anderer Autoren [3][4].

2.2. Signifikanz

Roberts bemängelt, daß Miller keine Fehlerbalken angegeben hat.⁴ Er berechnet nun Fehlerbalken und argumentiert damit, daß Millers Signale nicht signifikant sind.

Roberts erstellt ein Histogramm aus den Messwerten an den Azimuten 1 und 9 und ermittelt daraus die Fehlerbalken. Die Drift D wird vorher von den Messwerten entfernt und Roberts meint nun, daß die Werte an den Azimuten 1 und 9 einer Umdrehung gleich sein müssen. Das ist nicht der Fall, wenn es ein

³Nicht verwendet wurden die Datenblätter in den Verzeichnissen `dcm/error/`, `dcm/outlier/`, `dcm/unusual/` und `dcm/canceled/`.

⁴Roberts schreibt, daß Miller einen statistischen Fehler in der Größenordnung von 0,1 Streifen schätzt. Das ist falsch. Miller erwähnt im Zusammenhang mit der Datenreduzierung eine Genauigkeit von 0,01 Streifen. Er schreibt „... approaches an accuracy of a hundredth of a fringe“.

Signal E_1 gibt. Wir wissen aus der vorherigen Analyse, daß E_1 vorhanden ist.

Bildet man den Mittelwert zweier gegenüberliegender Azimute, dann interferiert E_1 mit sich selbst und wird vollständig entfernt. Das Histogramm zeigt also einen Fehler, der im Ergebnis von Millers Algorithmus gar nicht mehr vorkommen kann.

Andere Autoren kommen zu den gleichen Ergebnissen [5].

2.3. Modell

Roberts hält den Fehler E_1 scheinbar für nicht-lineare Drift und will sie modellieren. Wenn sein Modell bei einer Fourier-Analyse die gleiche Amplitude für das Signal $E_2 + S$ liefert wie Millers Daten, dann soll das Signal allein durch das Modell erklärt sein. Roberts will so zeigen, daß Miller gar kein echtes Signal gemessen hat.

Es macht nicht viel Sinn sich mit dem Modell auseinander zu setzen, denn wir wissen aus der vorherigen Analyse, daß das Signal echt ist. Das Modell und/oder die Folgerungen aus dem Modell müssen also falsch sein.

Mit Simulationen kann man zeigen, daß das Modell nicht funktioniert. Die Simulationen erzeugen Messdaten, die nur aus den Bestandteilen wie in Abschnitt 2 beschrieben bestehen. Das Modell liefert auch bei echten Signalen eine genaue Übereinstimmung mit dem Ergebnis von Millers Algorithmus und der Amplitude von $E_2 + S$, was laut Roberts die Echtheit des Signals widerlegt.^{A6}

3. Befund

Alle Behauptungen von Roberts sind falsch, denn:

a) Die Fehlerbalken enthalten einen systematischen Fehler. Dieser Fehler ist falsch, wenn er E_1 enthält. Roberts scheint *a priori* davon auszugehen, daß ein Signal E_1 nicht vorhanden ist. Einen Nachweis liefert er nicht. Eine Fourier-Analyse liefert den Nachweis eines vorhandenen E_1 Signals. Die Fehlerbalken machen also keine Aussage zur statistischen Signifikanz von $E_2 + S$.

b) Auch echte Signale erzeugen in Verbindung mit einer Drift ein Spektrum, was dem 1/f-Rauschen ähnelt. Eine Fourier-Analyse ohne lineare Drift D findet signifikante Spitzen bei den Frequenzen 1 und 2. Es gibt also ein echtes Signal und Millers Algorithmus darf verwendet werden.

c) Ein echtes signifikantes Signal wird durch kein Modell unecht. Das Modell ist außerdem durch Gegenbeispiele widerlegt.

A. Befehle

Liste der Befehle mit denen Daten für Tabellen und Diagramme erzeugt wurden. Das verwendete Betriebssystem ist ein Linux-artiges.

A1. `aetherise -ignore all dcm/csv/*.csv -raw_spectrum -month [9,9] -no [79,79] > s.dat`

a) `plot_spectrum.sh s.dat "" image.svg`

A2. `aetherise -ignore all dcm/csv/*.csv -spectrum -month [9,9] -no [79,79] > s.dat`

a) `plot_spectrum.sh s.dat "" image.svg`

A3. `aetherise dcm/csv/*.csv -raw_spectrum -month [9,9] -no [79,79] -simulation -sim_sys -sim_seed 1565247718 > s.dat`

a) `plot_spectrum.sh s.dat "" image.svg`

A4. `aetherise -ignore all dcm/csv/*.csv dcm/csv/bad/*.csv -abs_drift [0,1.5] -raw_spectrum -aggregate mean > s.dat`

a) `plot_spectrum.sh s.dat "" image.svg`

A5. `aetherise -ignore all dcm/csv/*.csv dcm/csv/bad/*.csv -spectrum -aggregate mean > s.dat`

a) `plot_spectrum.sh s.dat "" image.svg`

A6. Beispiel wie man das Modell von Roberts testen kann. Man vergleicht die Werte der zweiten Spalte der Ausgaben von *a* und *b*, oder man vergleicht die Amplituden der Frequenz 2 der Ausgaben von *b* und *c*. Der Wert für „1/2 turn DFT amplitude“ bei *b* ist die Amplitude der Frequenz 2. Der Wert für den Schalter `-sim_seed` ist willkürlich gewählt. Die Methode `Roberts2006` ist im Handbuch nicht dokumentiert. Diese Methode erzeugt die Modelldaten wie von Roberts beschrieben und führt anschließend den Algorithmus von Miller darauf aus.

a) `aetherise dcm/csv/*.csv -month [9,9] -no [49,49] -reduce -reduction Miller -simulation -sim_sys -sim_simple -sim_seed 1843128673`

b) `aetherise dcm/csv/*.csv -month [9,9] -no [49,49] -reduce -reduction Roberts2006 -simulation -sim_sys -sim_simple -sim_seed 1843128673`

c) `aetherise dcm/csv/*.csv -month [9,9] -no [49,49] -raw_spectrum -simulation -sim_sys -sim_simple -sim_seed 1843128673`

Literatur

- [1] Thomas J. Roberts. „An Explanation of Dayton Miller’s Anomalous “Ether Drift” Result“. 2006. URL: <https://arxiv.org/abs/physics/0608238>.
- [2] Dayton C. Miller. „The Ether-Drift Experiment and the Determination of the Absolute Motion of the Earth“. In: *Reviews of Modern Physics* 5 (1933), S. 203–242.
- [3] R. S. Shankland et al. „New Analysis of the Interferometer Observations of Dayton C. Miller“. In: *Reviews of Modern Physics* 27 (1955), S. 167–178.
- [4] Simon Manley. „Machine Systematics in Dayton Miller’s Ether Drift Interferometer Revealed by Analysis of Variance“. 2019. URL: <https://vixra.org/abs/1905.0207>.
- [5] M. Consoli et al. „The classical ether-drift experiments: A modern re-interpretation“. In: *The European Physical Journal Plus* 128, 71 (2013). URL: <https://arxiv.org/abs/1302.3508>.