

Analyse der Messungen von D. C. Miller in Cleveland 1927–1929

Sebastian Pliet*

6. Januar 2022 / 1.1

Dayton C. Miller machte nach den Experimenten auf dem Mount Wilson weitere Experimente mit dem selben Interferometer. Diese Daten werden analysiert, um die Ergebnisse einer Analyse der Daten vom Mount Wilson zu bestätigen. Eine Bestätigung wird nicht gefunden, es gibt aber Hinweise auf das erwartete theoretische Signal.

1. Einleitung

Nachdem in den Daten der Messungen [1] auf dem Mount Wilson 1925–1926 ein Signal kosmischen Ursprungs gefunden wurde [2], stellt sich die Frage, ob das Signal auch in weiteren Daten zu finden ist. Miller hat in den Jahren 1927 und 1929 weitere Experimente in Cleveland in Ohio in den Vereinigten Staaten von Amerika durchgeführt. Diese Daten [3] werden analysiert.

Ab 1927 war das Interferometer auf dem Campus der *Case School of Applied Science*, der heutigen *Case Western Reserve University*, in einer Hütte aufgebaut. Die Hütte bestand aus Metall und hatte einen achteckigen Grundriss mit einem spitzen Dach.¹ Die geografischen Koordinaten waren 41,504°N 81,608°W. Die Höhenlage des Standortes war ungefähr 210 m.²

2. Datenanalyse

Miller verwendete dasselbe Interferometer wie auf dem Mount Wilson. Die Kennwerte sind bekannt. Ich gehe außerdem davon aus, daß der Messvorgang derselbe war. Es werden unter anderem die Verfahren aus [2] verwendet. Alle Daten findet man im Aetherise-Projekt.³ Das erwartete theoretische Signal ergibt sich aus der Äthertheorie von Lorentz, wenn man von folgenden Annahmen ausgeht: Die Bewegung in der kosmischen Hintergrundstrahlung entspricht der Bewegung im Äther und es gibt einen Bruch der Lorentz-Symmetrie, hergestellt durch den anisotropen Brechungsindex von Gasen [2].

*sebastian.pliet@gmail.com

¹<https://case.edu/its/archives/Buildings/ethdri.htm>

²<https://apps.nationalmap.gov/viewer/viewer/index.html?extent=-9085995.6824%2C5086053.3179%2C-9082735.1654%2C5087945.1343%2C102100>

³<https://github.com/aetherise/aetherise>

2.1. Datenblätter

Die Beobachtungen sind in drei Epochen eingeteilt. Insgesamt sind 71 Datenblätter entstanden.⁴

Tabelle 1: Datenblätter

Epoche	Zeitraum	Anzahl
Apr	12.04.1927 – 15.04.1927	20
Aug	02.08.1927 – 30.08.1927	40
Sep	29.09.1929 – 13.10.1929	11

Bei der Abschrift der Datenblätter wurden manche Daten berichtigt oder hinzugefügt.⁵ Außerdem fallen einige Unterschiede zu den Datenblättern vom Mount Wilson auf. Miller hatte wieder einen Assistenten, aber es gibt keine Hinweise auf den Standort eines Schreibtisches oder den Aufenthaltsort des Assistenten. Ein Zelt wurde anscheinend nicht verwendet, aber es gibt auch keine Bemerkungen zu Störungen durch Sonnenlicht, welches auf das Interferometer scheint. Dafür gibt es nun manchmal Bemerkungen zur Stärke des Verkehrs. Zwischen den einzelnen Umdrehungen des Interferometers gibt es öfter Unterbrechungen von mehreren Minuten. Auf den Datenblättern ist dann eine Uhrzeit vermerkt. In den CSV-Dateien⁶ werden die Unterbrechungen wie Justierungen behandelt und mit dem Zeichen *a* markiert. Das Analysewerkzeug *aetherise* beachtet diese Lücken nicht. Deswegen sind in der Übersicht, die man mit `-aggregate list` erzeugt, die Werte für die Dauer eine Umdrehung zu groß. Die Werte für die Dauer der Messung für ein Datenblatt, inklusive der Unterbrechungen, stimmen aber und sind im Mittel um ~ 9 min erhöht.

⁴Miller schreibt zwar, daß im August „41 Sets“ entstanden sind, mir liegen aber nur 40 Datenblätter vor.

⁵`dcm/csv27/changes.txt`

⁶`dcm/csv27/`

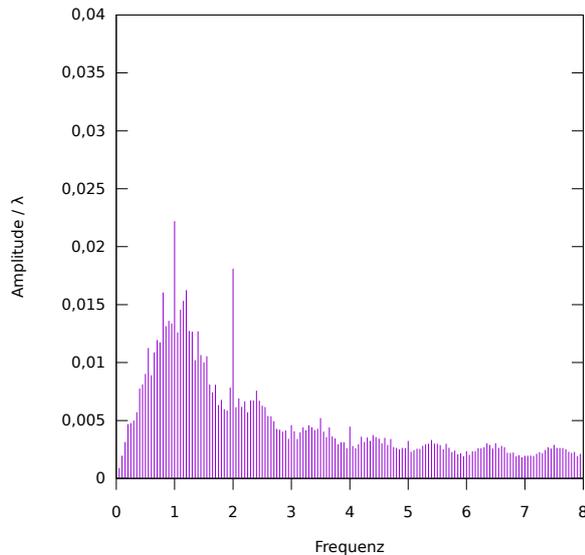


Abbildung 1: Mittleres Spektrum ^{A1}

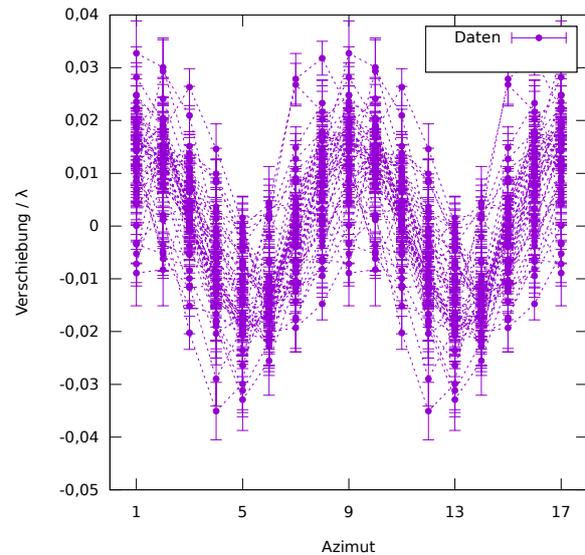


Abbildung 2: Übereinander gelegte Signale ^{A3}

2.2. Test auf Normalverteilung

Ein Test auf Normalverteilung liefert einen maximalen Anteil von $(5 \pm 3)\%$ nicht normal verteilten Messungen.^{A2} Die Unsicherheit gibt ein Konfidenzintervall für 95% an. Dieses Ergebnis ähnelt dem Testergebnis der Daten vom Mount Wilson.

2.3. Fourier-Analyse

Eine diskrete Fourier-Transformation aller Datenblätter liefert ein ähnliches mittleres Spektrum wie die Daten vom Mount Wilson. In Abbildung 1 fällt ein schwaches Signal mit der Frequenz 4 auf, was in den Daten vom Mount Wilson nicht vorhanden war. Dieses Signal gibt es nur in den Epochen April und September, nicht im August.

2.4. Gruppen

Im April ist nach den Kriterien in [2] nur die Gruppe Apr-13 verwertbar. Die Gruppe Apr-1 werden wir uns später trotzdem genauer ansehen, obwohl die Unsicherheit etwas zu groß ist. Im August sind alle Gruppen bis auf Aug-1 verwertbar. Im September sind alle Gruppen verwertbar. Eine Übersicht der Gruppen und Datenblätter findet man im Aetherise-Projekt.⁷

Im August und September gibt es zwischen einzelnen Gruppen Unterbrechungen von mehr als einer Woche. Es ist nicht klar, ob das Interferometer während dieser Unterbrechungen abgebaut wurde.

⁷dcm/data_sheets_27.pdf

2.5. Anomalien

Die Anomalie die auch Shankland *et al.* erwähnen [4] ist die Gruppe Aug-31. Innerhalb von 5 h ändert sich das gemessene Signal kaum. Das erwartete theoretische Signal ist zwar schwach, aber die Phase verschiebt sich. Eine weitere Besonderheit ist das fehlende Signal mit der Frequenz 1.⁸ Das Rauschen um die Frequenz 1 ist erhöht, wie auch in Abbildung 1 zu sehen, aber die Amplitude der Frequenz 1 ist von ähnlicher Größe wie das Hintergrundrauschen ab der Frequenz 5.

Insgesamt scheinen sich fast alle Signale ähnlich konstant zu verhalten wie die Gruppe Aug-31. Es scheint so zu sein, daß über alle Sternzeiten das gleiche Signal gemessen wurde. Allerdings mit etwas Varianz.

In Abbildung 2 sind die Signale der verwertbaren Datenblätter dargestellt.⁹ Die Daten wurden mit Millers Algorithmus reduziert. Die Unsicherheit der einzelnen Werte beträgt $\sim 0,01 \lambda$.

Dieses näherungsweise konstante Signal stimmt gut mit dem theoretischen Signal überein, was man in der Nähe der Sternzeiten 5^h und 17^h erwartet. Weil mehrere Gruppen zu diesen Sternzeiten gemessen wurden, gibt es mehrere gute direkte Übereinstimmungen mit der Theorie. Zu den genannten Sternzeiten hat das theoretische Signal die größte Amplitude. Eine Darstellung findet man in Abbildung 3.

Weitere Anomalien sind Gruppen, die in gleichen Zeiträumen gemessen wurden, deren Signale sich aber

⁸Nur im ersten Datenblatt Aug-31 ist das Signal vorhanden.

⁹Nur die 3 Datenblätter der Gruppe Sep-9 fehlen, weil das Signal abweicht und man sie als Anomalie ansehen kann.

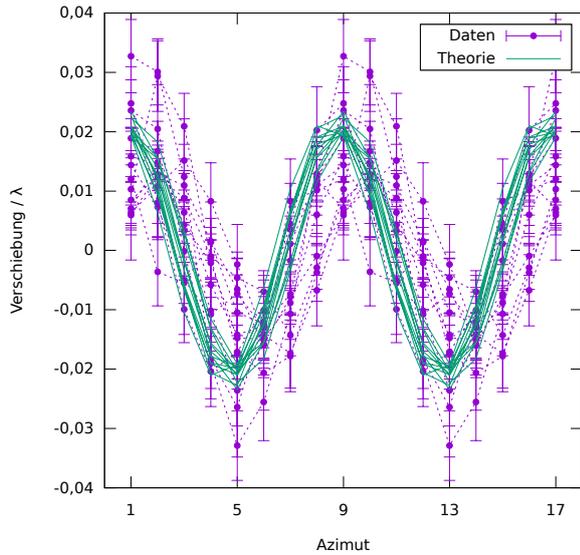


Abbildung 3: Signale im Sternzeitintervall [16, 18] ^{A4}

unterscheiden. Die Gruppe Apr-1 unterscheidet sich von Apr-13, und Sep-6 von Sep-9.

2.6. Differenzsignale

Versucht man mit dem selben Verfahren wie in [2], Differenzsignale zu extrahieren, dann scheitert man. Die gefunden Differenzsignale passen nicht zu den erwarteten theoretischen Signalen. Einzige Ausnahme ist das Differenzsignal in der Gruppe Apr-13. Bei der Ausgleichsrechnung erhält man andere Parameterwerte als aus den Daten vom Mount Wilson. Nach Entfernung der größten Ausreißer liefert die χ^2 -Statistik ein reduziertes Chi-Quadrat $\chi^2/f \sim 3$. Eine Kreuzvalidierung liefert $\chi^2/f \sim 8$ und zeigt eine deutliche Überanpassung an. Damit ist das Ergebnis der Ausgleichsrechnung wertlos.

Weil die Gruppe Apr-13 als einzige ein passendes Differenzsignal enthält, schauen wir uns die Gruppe Apr-1 genauer an, obwohl sie aufgrund einer erhöhten Unsicherheit als nicht verwertbar eingestuft wurde. Auch in Gruppe Apr-1 findet man passende Differenzsignale. Zum Beispiel *apr [1, 2] - [4, 5]* oder *apr [1, 4] - [5, 8]*.

In Abbildung 4 ist ein Differenzsignal der Gruppe Apr-1 dargestellt. In Abbildung 5 ist ein Differenzsignal der Gruppe Apr-13 dargestellt. Die Titel entsprechen dem Ausdruck zur Signalextraktion. In beiden Abbildungen wurden die Daten mit Millers Algorithmus reduziert.

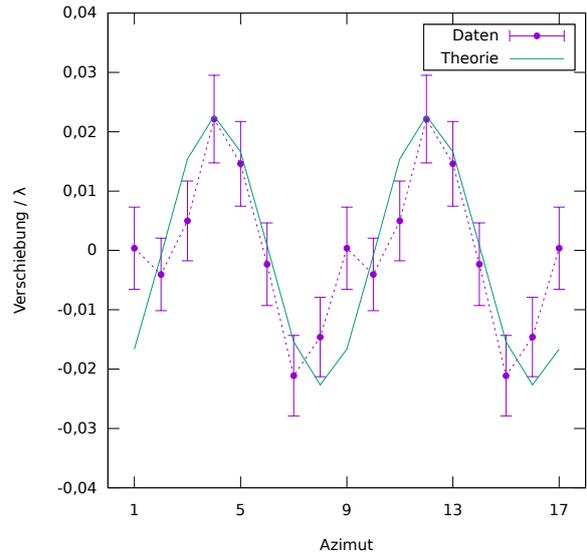


Abbildung 4: *apr [1, 4] - [5, 8]* ^{A5}

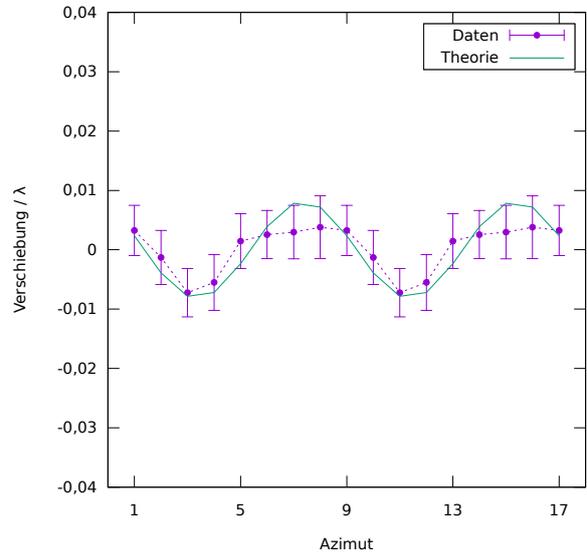


Abbildung 5: *apr [17, 18] - [19, 20]* ^{A6}

Ein Test auf Signalinhalt liefert für beide Gruppen ein positives Ergebnis.

Tabelle 2: Test auf Signalinhalt

Datenblätter	R^2	R_-^2	R_+^2	Δ
Apr [1, 8]	12,83	13,45	14,99	1,54
Apr [17, 20] ^{A7}	14,45	13,62	21,86	8,24

3. Diskussion

Wir haben in der Datenanalyse festgestellt, daß die Daten grundsätzlich den Daten vom Mount Wilson ähneln.

Es gibt außerdem häufig eine gute direkte Übereinstimmung mit der Theorie ohne Differenzsignale zu berechnen. Weil diese Übereinstimmung nur zu bestimmten Zeiten besteht und das Signal sonst nicht passt, halte ich das eher für einen Zufall. Es sieht fast so aus, als würde durchgehend ein periodischer systematischer Fehler gemessen.

Mit Differenzsignalen findet man insgesamt keine Bestätigung der Ergebnisse in [2]. In der Epoche April findet man allerdings Differenzsignale, die gut zur Theorie passen. Möglicherweise waren nur im April die Bedingungen vorhanden um das theoretische Signal zu messen. Es ist also nicht ausgeschlossen, daß man auch auf dem Erdboden ein Signal messen kann und man nicht unbedingt auf dem Gipfel eines Berges Messungen durchführen muss.

Es gibt Argumente für und gegen eine Bestätigung der Theorie. Die Daten lassen keine eindeutigen Schlüsse zu.

Literatur

- [1] 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.
- [2] Sebastian Pliet. *Hypothese einer Verletzung der Lorentz-Invarianz in der Äthertheorie und Bestätigung durch die Experimente von D. C. Miller*. 2021. DOI: [10.5281/zenodo.5516950](https://doi.org/10.5281/zenodo.5516950).
- [3] 19IM2 Dayton C. Miller Papers, 1878-1939, Case Western Reserve University Archives.
19IM2 7:10 Research. Interferometer. Cleveland, April 1927
19IM2 7:11 Research. Interferometer. Cleveland, August 1927
19IM2 7:9 Research. Interferometer. Cleveland, Sept.-October 1929.
- [4] 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.

A. Befehle

Liste der Befehle mit denen Daten für Tabellen und Diagramme erzeugt wurden. Das verwendete Betriebssystem ist ein Linux-artiges. Es wurde das Aetherise-Projekt 1.2.0 verwendet.

- A1. `aetherise -ignore all dcm/csv27/*.csv dcm/csv27/bad/*.csv -spectrum -aggregate mean > s.dat`
a) `plot_spectrum.sh s.dat "" image.svg`
- A2. `aetherise -ignore all dcm/csv27/*.csv dcm/csv27/**/*.csv -aggregate test`
- A3. `aetherise -single -ignore all dcm/csv27/*.csv -reduce -no_theory > s.dat`
a) `plot_signal.sh s.dat "" image.svg`
- A4. `aetherise -single -ignore all dcm/csv27/*.csv -latitude 41.504 -longitude -81.608 -altitude 210 -reduce -month [1,9] -sidereal [4,6] -sidereal [16,18] > s.dat`
a) `plot_signal.sh s.dat "" image.svg`
- A5. a) `aetherise -single -ignore all dcm/csv27/bad/*.csv -latitude 41.504 -longitude -81.608 -altitude 210 -reduce -aggregate mean -month [4,4] -no [5,8] -csv > data.csv`
b) `aetherise -single -ignore all dcm/csv27/bad/*.csv -latitude 41.504 -longitude -81.608 -altitude 210 -reduce -aggregate mean -month [4,4] -no [1,4] -data data.csv -subtract_data > s.dat`
c) `plot_signal.sh s.dat "" image.svg`
- A6. a) `aetherise -single -ignore all dcm/csv27/*.csv -latitude 41.504 -longitude -81.608 -altitude 210 -reduce -aggregate mean -month [4,4] -no [19,20] -csv > data.csv`
b) `aetherise -single -ignore all dcm/csv27/*.csv -latitude 41.504 -longitude -81.608 -altitude 210 -reduce -aggregate mean -month [4,4] -no [17,18] -data data.csv -subtract_data > s.dat`
c) `plot_signal.sh s.dat "" image.svg`
- A7. Beispiele wie die Werte der Spalten R^2 , R_-^2 , R_+^2 von Tabelle 2 ermittelt wurden
a) `aetherise -single -ignore all dcm/csv27/*.csv -latitude 41.504 -longitude -81.608 -altitude 210 -aggregate diff -month [4,4] -no [17,20]`
b) `aetherise -single -ignore all dcm/csv27/*.csv -latitude 41.504 -longitude -81.608 -altitude 210 -aggregate diff -month [4,4] -no [17,20] -subtract_theory`
c) `aetherise -single -ignore all dcm/csv27/*.csv -latitude 41.504 -longitude -81.608 -altitude 210 -aggregate diff -month [4,4] -no [17,20] -add_theory`