

Über den Nachweis der ultravioletten Sonnenstrahlung bei $\approx 2150\text{\AA}$.E

Autor(en): **Meyer, Edgar / Müller, F. / Zuber, K.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Helvetica Physica Acta**

Band (Jahr): **12 (1939)**

Heft V

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-110947>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Über den Nachweis der ultravioletten Sonnenstrahlung bei $\lambda = 2150 \text{ \AA. E.}$

von Edgar Meyer, F. Müller und K. Zuber.

(23. VI. 39.)

Die alte Frage¹⁾, ob am kurzwelligen Ende der Hartley'schen Absorptionsbande des Ozons, bei $\lambda = 2100 \text{ \AA. E.}$, noch ultraviolettes Sonnenlicht die Erdoberfläche erreicht, wurde vielfach, aber meistens mit negativem Erfolg, untersucht²⁾. Es gelang zuerst EDGAR MEYER, M. SCHEIN und B. STOLL³⁾ mittelst empfindlicher Lichtzählrohre nachzuweisen, dass tatsächlich unterhalb $\lambda = 2250 \text{ \AA. E.}$ Sonnenenergie die Erde erreicht. Das Maximum der Intensität liegt an der Stelle, wo die kombinierte Sauerstoff-Ozon-Absorption der Atmosphäre ihr Minimum besitzt (ungefähr bei $\lambda = 2150 \text{ \AA. E.}$). Diese Versuche wurden sowohl in Arosa als auch auf dem Jungfraujoch ausgeführt. Es zeigte sich, dass diese Strahlung stark mit der Höhe über Meeresniveau zunimmt; so war die Strahlung auf dem Jungfraujoch, allerdings im Sommer, etwa 1000 mal grösser als im Frühjahr in Arosa. Ferner war charakteristisch für sie, dass ihre Intensität schnell mit der Sonnenhöhe abnimmt.

Herr KIEPENHEUER⁴⁾ hat 1937 diese Versuche auf dem Jungfraujoch unter Verwendung eines Doppelmonochromators (MEYER und Mitarbeiter verwendeten einen einfachen Monochromator) mit negativem Erfolg wiederholt. Er deutete die Versuche von MEYER und Mitarbeitern durch mangelhafte Spektralreinheit, d. h. ihr Effekt sollte durch das Streulicht im Monochromator vorgetäuscht sein.

1938 hat KIEPENHEUER⁵⁾ seine Versuche auf dem Jungfrau-

¹⁾ EDGAR MEYER, *Ann. d. Phys.* **12**, 849, 1903.

²⁾ So: EDGAR MEYER (l. c.), Versuche auf dem Gornergrat 1902; EDGAR MEYER (Verh. der klimatologischen Tagung in Davos 1925), Versuche auf der Bergli-Hütte an der Jungfrau 1911; P. LAMBERT, G. DÉJARDIN und D. CHALONGE (*Journ. de Phys. et le Rad.* **4**, 536, 1923), Versuche im Observatorium Vallot am Mont Blanc.

³⁾ EDGAR MEYER, M. SCHEIN und B. STOLL, *Nature* **134**, 535, 1934 und *Helv. Phys. Acta* **7**, 670, 1934.

⁴⁾ K. O. KIEPENHEUER, *Naturwiss.* **25**, 669, 1937; *Zeitschr. f. Astrophys.* **14**, 348, 1937.

⁵⁾ K. O. KIEPENHEUER, *Naturwiss.* **26**, 678, 1938; *Göttinger Nachrichten* **3**, 111, 1938; *Zeitschr. f. Geophys.* **14**, 327, 1938.

joch wiederholt, und zwar zuerst wieder mit negativem Erfolg. Wir befanden uns gleichzeitig auf dem Jungfraujoch und konnten ebenfalls mit einem Doppelmonochromator nach VAN CITTERT (hergestellt von KIPP und ZONEN in Delft) die gesuchte Strahlung nicht nachweisen. Als wir aber unseren schon früher verwendeten einfachen Monochromator von LEISS einsetzten, zeigten sich Andeutungen der gesuchten Strahlung. Daraufhin baute Herr KIEPENHEUER seine Anordnung in einen Einfachmonochromator um und erhielt die in der zitierten Literatur ausführlich beschriebenen positiven Effekte.

So sehr wir uns nun darüber freuen sollten, dass es Herrn KIEPENHEUER gelang, unsere alten Versuche zu bestätigen, und dass er dadurch seine frühere Auffassung, wir hätten nur falsches Streulicht gemessen, als irrig nachwies (diesen letzteren Punkt übergeht er übrigens mit Stillschweigen), so müssen wir doch sehr gewichtige Einwände gegen die Beweiskraft der Kiepenheuer'schen Versuche erheben.

Bei unseren Versuchen auf dem Jungfraujoch 1938 konstatierten wir, im Gegensatz zu den früheren Versuchen von 1934, eine sehr grosse Unruhe der Atmosphäre, d. h. die Lichtintensität der Sonne schwankte in dem ultravioletten Teil des Spektrums ganz ausserordentlich. Dasselbe beobachtete KIEPENHEUER sowohl 1937 als auch 1938. Da nun sowohl KIEPENHEUER als auch wir mit nur *einem* Zählrohr arbeiteten, so war die Messmethode folgende: Es wurde die Lichtintensität der Sonne z. B. bei der Wellenlänge $\lambda = 2150 \text{ \AA.E.}$ gemessen. Diese Intensität enthält aber Streulicht aus dem Bereich von etwa $\lambda = 3000 \text{ \AA.E.}$ Es muss daher bei einer zweiten Messung ein Filter eingeschaltet werden, welches das Licht von $\lambda = 2150 \text{ \AA.E.}$ möglichst zu 100%, das Streulicht aber möglichst wenig und in *bekannter* Weise absorbiert. Bei einer dritten Beobachtung wird dann die erste Messung wiederholt.

Nun ist man aber bei den grossen Schwankungen der Sonnenintensität niemals sicher, ob während der ganzen Zeit einer Messung die Lichtintensität konstant war, *auch nicht, wie es KIEPENHEUER als Kriterium verwendet, wenn das Ergebnis der ersten und dritten Messung übereinstimmt.*

Aus diesen Gründen haben wir unsere Ergebnisse von 1938 als viel zu unsicher nicht veröffentlicht, obgleich auch wir wieder *Andeutungen* für das Vorhandensein von Strahlung bei $\lambda = 2150 \text{ \AA.E.}$ beobachteten. Aus denselben Gründen halten wir die Versuche KIEPENHEUERS von 1938 für nicht beweisend. Da aber Herr KIEPENHEUER seine Versuche als eindeutig an mehreren Stellen

(l. c.) veröffentlicht hat, und da aus seinen Versuchen mittlerweile öfters Schlüsse gezogen worden sind¹⁾, möchten wir unsere Auffassung über die Kiepenheuer'schen Versuche quantitativ begründen.

Wir wählen dazu aus einem Tag (31. VII. 1938) das Zeitintervall, in dem wir gemessen haben, und in dem Herr KIEPENHEUER die gesuchte Strahlung gefunden haben will. In der folgenden Tabelle 1 geben wir die zu verschiedenen Zeiten (mitteleuropäische Zeit), bei verschiedenen Wellenlängen λ ohne Filtervorschaltung gemessene Intensität Z der Sonnenstrahlung²⁾ an. Z ist die Stosszahl des Lichtzählrohres pro Minute, gewonnen aus Messzeiten von 1 oder 2 Minuten Dauer, korrigiert wegen des endlichen Auflösungsvermögens der Zählapparatur und nach Abzug der Nullstösse. Der Eintrittspalt des Monochromators war während der ganzen Zeit gleich weit geöffnet.

Die Tabelle 1 zeigt, dass innerhalb ganz kurzer Zeiten die Intensität der Sonnenstrahlung sich bis 100% ändern kann (z. B. von 11 h 52 bis 11 h 58). Es ist klar, dass man bei einer derartig inkonstanten Lichtquelle unmöglich eine verlässliche Absorptionsmessung mit nur einem Zählrohr ausführen kann.

In der Tabelle sind auch die Zeitintervalle angegeben, in denen Herr KIEPENHEUER die kurzwellige Strahlung als beobachtet angibt³⁾. Die maximalen Schwankungen der Intensität in diesen vier Zeitintervallen, wie wir sie gemessen haben, betragen:

11 h 12—11 h 30	53%	bei Einstellung des Monochromators auf $\lambda = 2150$ Å.E.
11 h 36—11 h 59	102%	„ „ „ „ „ „ $\lambda = 2150$ Å.E.
	100%	„ „ „ „ „ „ $\lambda = 2500$ Å.E.
12 h 07—12 h 30	177%	„ „ „ „ „ „ $\lambda = 2150$ Å.E.
12 h 48—13 h 06	114%	„ „ „ „ „ „ $\lambda = 2100$ Å.E.

Dieses sind Änderungen, die weit ausserhalb der statistischen Schwankungen liegen. Es ist daher der Schluss unvermeidlich, dass die von KIEPENHEUER aus seinen Messungen gezogenen Schlüsse über das Vorhandensein der Strahlung $\lambda = 2150$ Å.E. ganz unzuverlässig sind.

Man kann sich nun fragen, woher diese grossen Schwankungen der Sonnenintensität herrühren. Das, was wir bei den Versuchen in der Tabelle 1 mit dem Zählrohr gemessen haben, ist ja zum weit überwiegenden Teil Streulicht, welches von dem Ende des

¹⁾ P. GÖTZ, Zeitschr. f. Geophys. **14**, 332, 1938; D. BARBIER und D. CHALONGE, Journ. de Phys. et le Rad. **10**, 123, 1939.

²⁾ Das ist also das Streulicht und das eventuell vorhandene kurzwellige Licht.

³⁾ Entnommen aus den Figuren in den Göttinger Nachrichten und in der Zeitschr. f. Geophys. l. c.

Tabelle 1.

31. Juli 1938. Jungfrauoch-Observatorium.

M.E.Z. ¹⁾	λ	Z	Bemerkungen	Zeiten, in denen Kiepenheuer Strahlung gefunden hat
10 h 50	2150	130		
54	2150	149	Himmel ganz klar	
56	2150	157		
11 h 02	2150	185	Fast unsichtbare Schleier am Himmel	
08	2150	177		
15	2150	177		↑ 11 h 12—11 h 30 ↓
21	2150	270		
28	2150	209		
32	2150	161	Himmel deutlich klarer	
35	2150	212		
37	2150	214		↑
40	2150	346		
43	2150	321		11 h 36—11 h 59 ↓
44	2150	245		
47	2150	171		
52	2500	292		↓
58	2500	583		
12 h 00	2150	436		↑
04	2150	373		
10	2150	241		
12	2150	260		12 h 07—12 h 30 ↓
19	2150	258	ganz klar	
26	2150	126		
30	2150	94		↓
34	2150	139		
38	2100	159		
40	2100	164	grosser Sonnenhalo, dünner Schleier	
49	2100	85		↑
52	2100	100		
54	2100	108		12 h 48—13 h 06 ↓
13 h 02	2100	182	Halo deutlicher	
10	2500	135		
18	2500	264		
24	2150	195		
26	2150	208		
35	2150	132		
37	2150	202		
44	2150	156		
55	2150	111		
57	2150	146		
59	2150	185		
14 h 01	2150	150		

¹⁾ Die Zeit ist nur auf Minuten genau angegeben.

Sonnenspektrums, d. h. aus der Gegend von $\lambda = 3000$ Å. E., herührt. Es ist nun interessant zu bemerken, dass die Intensitätsschwankungen dieses Lichtes sich der Grössenordnung nach gut erklären lassen durch die von BARBIER und CHALONGE kürzlich wahrscheinlich gemachten Ozonwolken.

Es haben nämlich BARBIER und CHALONGE¹⁾ mit ihrer bekannten Methode der ultravioletten Spektralphotometrie der Sterne gezeigt, dass die Bestimmungen des Ozongehaltes der Atmosphäre zu sehr verschiedenen Resultaten führen, wenn man die Spektren verschiedener, mehr oder weniger benachbarter Sterne verwendet. Die Gesamtheit ihrer Beobachtungen in der Nacht vom 1. März 1938 können die Autoren in plausibler Weise durch das Vorbeiziehen einer Ozonwolke²⁾ erklären. Uns interessieren hier die von BARBIER und CHALONGE angegebenen schnell veränderlichen Ozongehalte der Atmosphäre:

ζ Pers. ergibt um 18 h 45 einen Ozongehalt³⁾ von $\varepsilon = 0,412$ cm

ε Pers. „ „ 19 h 00 „ „ „ „ „ „ $\varepsilon = 0,375$ „

Schreibt man nun dem Streulicht unseres Monochromators einen Wellenlängenbereich von etwa $\lambda = 3125$ Å.E. bis $\lambda = 2959$ Å.E. zu, so sind die dazugehörigen Ozonabsorptionskoeffizienten nach den Messungen von NY TSI-ZÉ und Mitarbeitern 0,98⁴⁾ resp. 9,05⁵⁾ (definiert nach der Gleichung $J = J_0 10^{-x\varepsilon}$).

Setzt man die ausserterrestrisch auffallende Sonnenintensität J_0 bei beiden Wellenlängen gleich 100, so ergibt sich für die Intensität J der auf die Erdoberfläche auffallende Strahlung folgende Tabelle 2.

Tabelle 2.

λ in Å.E.	ε in cm	α	J	ΔJ
3125	0,375	0,98	42,9	} 8,6%
3125	0,412	0,98	39,5	
2959	0,375	9,05	0,0404	} 116%
2959	0,412	9,05	0,0187	

¹⁾ D. BARBIER und D. CHALONGE, Journ. de Phys. et le Rad. **10**, 121, 1939.

²⁾ Auch Herr KIEPENHEUER nimmt auf Grund seiner Messungen „Ozonwolken“ an, um zu erklären, dass er manchmal Licht von $\lambda = 2150$ Å.E. findet (keine „Ozonwolke“ vorhanden), manchmal aber nicht („Ozonwolken“ vorhanden). Aus unseren Ausführungen geht aber hervor, dass Herr KIEPENHEUER überhaupt nicht berechtigt ist, das Vorhandensein der Strahlung von $\lambda = 2150$ Å.E. zu behaupten.

³⁾ Schichtdicke des gesamten Ozons der Atmosphäre reduziert auf 0° C und 760 mm Hg.

⁴⁾ NY TSI-ZÉ und TSIEN LING-CHAO, C. R. **195**, 309, 1932.

⁵⁾ NY TSI-ZÉ und CHOONG SHING-PIAW, C. R. **196**, 916, 1933.

Man sieht also, dass bei den beobachteten Konzentrationsänderungen des Ozons die Strahlung der Sonne je nach den Wellenlängen um 8,6 bis 116% schwanken kann.

Nimmt man die von BARBIER und CHALONGE beobachteten maximalen Änderungen der Ozonkonzentration (0,218 bis 0,412 cm) so erhält man sogar bei

$$\begin{aligned} \lambda = 3125 \text{ \AA.E.} & \text{ eine Schwankung } \Delta J \text{ von } 55\% \text{ und bei} \\ \lambda = 2959 \text{ \AA.E.} & \text{ „ „ „ } \Delta J \text{ von } 5570\%. \end{aligned}$$

Nun kennt man aber bei unserem Streulicht nicht die Intensität als Funktion der Wellenlänge.

Rechnet man daher z. B. mit einer *mittleren* Wellenlänge des Streulichtes von $\lambda = 3044 \text{ \AA.E.}$ und dem zugehörigen Absorptionskoeffizienten des Ozons $\alpha = 2.98^1)$ sowie mit der von BARBIER und CHALONGE gemessenen mittleren Änderung der Ozonkonzentration von 0,040 cm, so würde J im Mittel schwanken um $\pm 32\%$, also ganz dieselbe Grössenordnung, wie wir sie beobachtet haben. Es dürfte also sicher sein, dass man die von uns beobachteten Schwankungen der Sonnenstrahlung (vgl. Tabelle 1) der Grössenordnung nach wohl deuten kann.

Es sind die Vorbereitungen getroffen, um im Sommer 1939 die Versuche auf dem Jungfraujoch mit zwei Zählrohren zur Eliminierung der Intensitätsschwankungen zu wiederholen.

Zürich, Physikalisches Institut der Universität.

¹⁾ NY TSI-ZÉ und CHOONG SHING-PIAW, l. c.