

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Band:** 35 (1977)  
**Heft:** 158

**Artikel:** Polarlichter  
**Autor:** Kaila, K.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-899395>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 08.11.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Si la masse d'une particule augmente au cours du temps (ce qui est le cas dans les modèles de HOYLE et NARLIKAR) on peut dire que la longueur d'onde du signal reçu est en quelque sorte une image de la masse  $m_e$  de l'électron au moment de l'émission. En désignant par  $m$  la masse actuelle de l'électron, nous avons:

$$m_e < m \quad (52)$$

et selon la formule de BALMER:

$$\lambda_0 > \lambda \quad (53)$$

ce qui est conforme à l'observation.

Références:

Les références <sup>1)</sup> à <sup>11)</sup> sont mentionnées dans ORION no. 157, lequel constitue la référence no. 12.

Adresse de l'auteur:

JEAN DUBOIS, Pierrefleur 42, 1018 Lausanne.

## Polarlichter

von K. KAILA, Helsinki

K. KAILA hat zwei Nordlicht-Fotosafaris während der Polarnacht in Nord-Finland durchgeführt und für die ORION-Leser den nachfolgenden Bildbericht verfasst. Dabei stellte die Kälte von  $-20$  bis  $-40^\circ\text{C}$  an Beobachter und Hilfsmittel besonders harte Anforderungen. Diese Kälte liess viele Filme in den Kameras zerbrechen. Trotzdem gelangen – wie der nachfolgende Bildbericht zeigt – recht eindrückliche und uns Mitteleuropäer kaum bekannte Polarlichtaufnahmen.

### Zur Entstehung der Polarlichter

Die frühesten uns bekannten Polarlicht-Beschreibungen liegen einige tausend Jahre zurück. Aristoteles hat in seinen Werken die Polarlichter ebenfalls beschrieben. Damals hat man sich den Aufbau der stofflichen Welt mit Hilfe der vier Grundelemente Erde, Wasser, Luft und Feuer vorgestellt. Aristoteles vermutete, dass die Sonnenstrahlen aus der Erdoberfläche Dampf austreiben. Dieser Dampf verflüchtigt sich in grosse Höhen. Dort kommt er mit dem Element Feuer in Berührung und entzündet sich, wobei die Polarlichter entstehen. In späteren Jahrhunderten vertrat man die Ansicht, dass die Polarlichter eigentliche Brechungs- und Reflexionseffekte des Sonnen- bzw. Mondlichtes sind. Das häufige Auftreten in den Polarzonen wurde damit erklärt, dass das Eismeer besonders günstige Reflexionseffekte zur Erzeugung der Polarlichter besitzt.

Polarlichter sind bekanntlich besonders in polnahen Gebieten der Erde zu beobachten, und zwar im Norden wie auch im Süden. In ihrem Auftreten kann eine 27-tägige Periode festgestellt werden (entsprechend der Rotationsdauer der Sonne). Besonders aktive Polarlichterscheinungen wiederholen sich also nach 27 Tagen und oft auch noch nach 54 Tagen. Ausserdem weisen die Polarlichter in der Häufigkeit des Auftretens noch eine 11-jährige Periode auf (entsprechend der Aktivitätsperiode der Sonne). Diese Zusammenhänge zeigen, dass eine Erklärung der Polarlichter nur mit Einbezug der Sonne sinnvoll ist.

Wie entstehen also Polarlichter? Im Sonnenzentrum fusionieren laufend Wasserstoffkerne in Heliumkerne. Dieser Prozess setzt zusätzlich Energie frei. Diese Energie wird von der Sonne als elektromagnetische Strahlung (Licht, Wärme) und Teilchenstrahlung abgegeben. Diese Teilchenstrahlung besteht zur Hauptsache aus Elektronen und Protonen, also aus elektrisch geladenen Teilchen, und wird als Sonnenwind bezeichnet. Dieser auch um unsere Erde «blausende» Sonnenwind stellt die erste Voraussetzung

für die Entstehung der Polarlichter dar. Eine zweite Voraussetzung bildet die Existenz und die Form des Erdmagnetfeldes.

Die Teilchen des Sonnenwindes haben nahe der Erde eine Geschwindigkeit von 300 km/sec bis 400 km/sec und die Teilchendichte beträgt etwa 10 Teilchen pro Kubikzentimeter. Die gegen die Erde fliegenden Sonnenwindteilchen werden durch das Erdmagnetfeld eingefangen und pendeln wegen der auftretenden Lorentz-Kraft in einer spiralförmigen Bahn um die Feldlinien des Erdmagnetfeldes von Pol zu Pol. In der Nähe der magnetischen Pole gelangen diese Teilchen folglich in kleinste Erdnähe und können mit den Sauerstoff- und Stickstoffatomen bzw. Molekülen kollidieren. Beim Zusammenstoss werden die Atome der Hochatmosphäre angeregt. Diese Anregungsenergie können sie dann als Lichtstrahlung wieder abgeben (Polarlichter).

Da durch den Sonnenwind das Erdmagnetfeld etwas deformiert wird, geraten die Sonnenwindteilchen nicht kreissymmetrisch zu den Magnetpolen in die Hochatmosphäre, sondern in sogenannten Polarlichtovalen. Dabei ist die Ovalgrenze auf der Tagseite der Erde etwa  $12^\circ$  vom Magnetpol entfernt. Auf der Nachtseite beträgt die Entfernung bis zu  $22^\circ$ .

In der Nähe der Magnetpole sind beinahe immer Polarlichterscheinungen zu beobachten, da ja von der Sonne durch den Sonnenwind ständig geladene Teilchen in die Polarlichtovalen strömen. Während grossen Sonneneruptionen wird die Teilchendichte des Sonnenwindes vervielfacht. Dies bedeutet dann eine Vergrösserung der Polarlichtovalen. Polarlichter können dann auch in südlicheren Breiten gesehen werden.

In Nord-Skandinavien können im Durchschnitt in 200 Nächten im Jahr Polarlichter beobachtet werden, in Süd-Finland dagegen nur noch etwa in 20 Nächten. Extreme Sonnenwinde bewirken Nordlichter, die selbst in Süd-Europa gesehen werden können. Dies tritt aber in 5–10 Jahren nur einmal ein. Im Jahre 1909 hat man sogar nahe dem Äquator (Singa-

pur 1° n. Breite und Batavia 6° s. Breite) Polarlichter gesehen.

#### *Höhe und Formen*

Polarlichter präsentieren sich in bis zu einigen tausend km langen bandenförmigen Leuchterscheinungen, die in magnetischer Ost-West-Richtung liegen. Die Leuchterscheinungen treten in Höhen zwischen 80 und 300 km auf. Die grösste Leuchtkraft stammt aus einem Höhenbereich zwischen 95 und 120 km. Die niedrigste je gemessene Polarlichthöhe betrug 60 km. Oft entstehen in den Banden vertikale Strahlen. Diese Strahlen treten parallel zu den magnetischen Feldlinien auf und können Höhen bis zu 1000 km erreichen.

Oft entsteht der ruhige Nordlichtbogen im Norden schon früh in der Nacht oder bereits kurz nach dem Eintreten der Dunkelheit. Der ruhige Nordlichtbogen beginnt dann zu steigen und die Nordlichtstrahlen treten auf. Diese Strahlen beginnen längs des Bogens zu wandern. Diese Bewegung stellt meistens den Höhepunkt des Nordlichtschauspieles dar. Ab und zu können die Nordlichter beinahe den ganzen Himmel überdecken. Dann sieht man mehrere Bogen hintereinander und in den einzelnen Bö-

gen können Strahlen auftreten. Diese beginnen sich zu bewegen und werden in ihrer Längsrichtung immer grösser und bilden eine Art Korona. Der Mittelpunkt dieser Polarlicht-Korona liegt jeweils im magnetischen Zenit. Diese Korona stellt die leuchtendste, farbigste und bewegteste Form einer Polarlichterscheinung dar und ist nur einige Minuten zu sehen. Nach diesem Spektakel beginnt die Polarlichterscheinung zu verblassen. Es entstehen dann flächenhafte Leuchterscheinungen, die an Helligkeit etwas zunehmen, kurz darauf aber wieder verblassen. Nach besonders kräftigen Sonneneruptionen (teilchenreicher Sonnenwind) kann nach dem Verschwinden noch ein Pulsieren des Polarlichtes beobachtet werden (meist erst nach Mitternacht).

#### *Farben und Spektrum*

Die üblichste Farbe des Polarlichtes ist Gelb-grün. Dieses Licht hat eine Wellenlänge von 557,7 nm und wird von angeregtem atomarem Sauerstoff ausgesendet (es handelt sich um eine sogenannte verbotene Linie). Wenn die Leuchtkraft dieser Strahlung 1kR\*) ist, so kann man sie mit blossen Auge gerade wahr-

\*) 1 kR = 1000 Rayleigh, 1 R entspricht  $10^6$  Photonen pro  $\text{cm}^2$  und pro sec.



Diese eindruckliche Polarlichtaufnahme mit Mond und Plejaden wurde am 3. 4. 1976 aufgenommen. Die vertikalen Strahlen bewegten sich entlang dem Polarlichtband. Als Folge einer Überbelichtung erscheint der erst vier Tage alte Mond als Vollmond! In dieser Nacht waren die Polarlichter zwischen 21.00 und 03.40 OZ zu sehen, wobei in der Intensität mehrere Höhepunkte eintraten.

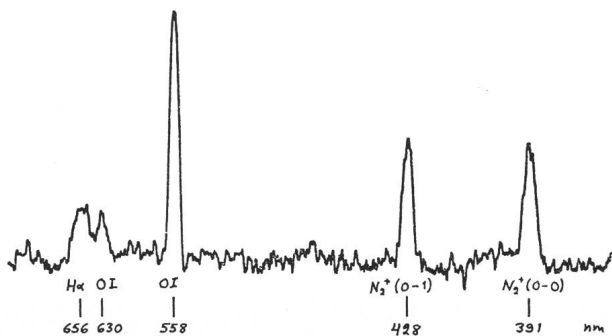
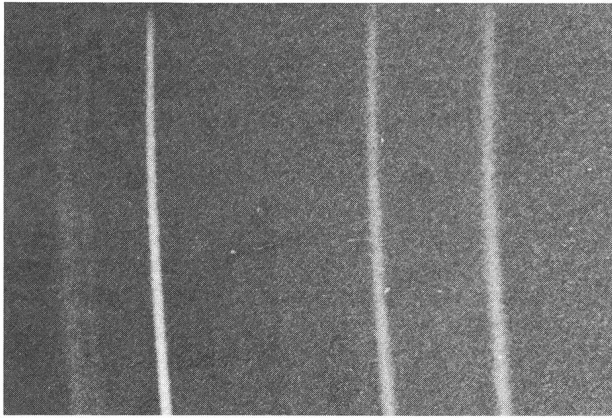


Fig. 1: Polarlichtaufnahme vom 6. 1. 1976 (Muonio, n. Br. 68°) mit einem selbstgebaute Prismspektrographen. Belichtungszeit über eine Stunde. Schlitzbreite des Spektrographen: 0,1 mm. Film: 103aF. Unter der Spektral Aufnahme die mit einem Mikrodensitometer gewonnene Intensitätskurve des Spektrums. Am intensivsten ist die 557,7 nm Sauerstofflinie. Die blauen Stickstofflinien bei 428 nm und 391 nm sind ebenfalls ausgeprägt.

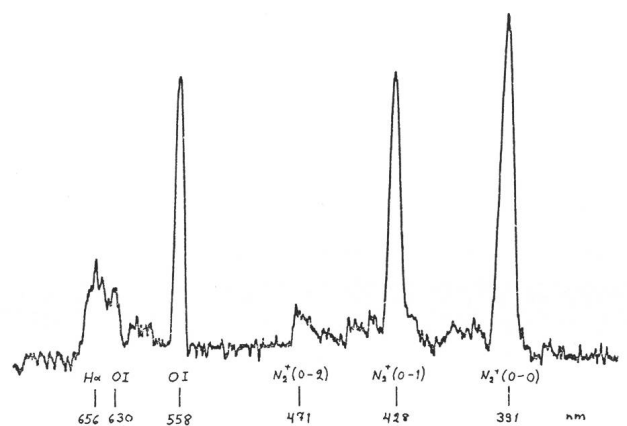
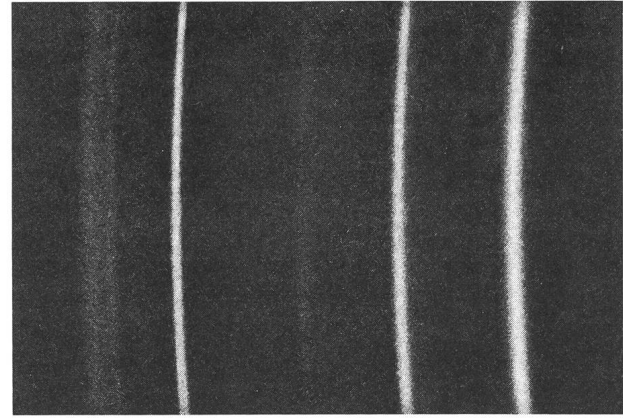


Fig. 2: Dasselbe Polarlicht wie in Fig. 1 mit demselben Spektrographen etwas später aufgenommen. Die blauen Stickstofflinien haben deutlich an Intensität gewonnen.

nehmen. Intensive Polarlichter weisen Leuchtkräfte zwischen 100 und 1000 kR auf. Die Beleuchtungsstärke entspricht dann etwa derjenigen des Vollmondes.

Neben diesem Gelb-grün treten auch andere Farben auf. Wenn über den Banden rote Strahlen aufleuchten, so stammt ihr Licht (Wellenlängen 630,0 und 636,3 nm) ebenfalls von angeregtem atomarem Sauerstoff. Nach kräftigen Sonneneruptionen können hochenergetische Sonnenwindteilchen tiefer in die Erdatmosphäre eindringen. Es treten dann unter den gelb-grünen Banden noch tieferliegende rote Banden auf. Dieses rote Licht stammt von angeregtem Stickstoff. Blaue Polarlichter, ebenfalls typisch nach intensiven Sonneneruptionen, kommen ebenfalls durch die Anregung des atmosphärischen Stickstoffs zustande. Die intensivsten Wellenlängen liegen hier bei 391,4, 427,8 und 470,9 nm.

Spektroskopische Untersuchungen ergeben auch Wasserstoff-, Helium- und Natriumlinien.

#### Energien und Häufigkeit

Die mittleren Energien der Sonnenwindteilchen betragen etwa 100eV (\*\*). Auf der Tagseite der Erde können diese niederenergetischen Teilchen direkt in

die Hochatmosphäre der Nordlichtovale gelangen und regen dort in einer Höhe von ungefähr 200 km besonders die Sauerstoffatome an. Diese geben ihre Anregungsenergie durch rote Polarlichtstrahlung wieder ab. Auf der Nachtseite besitzen die Sonnenwindteilchen beim Eintreffen in die Atmosphäre Energien von bis zu 10 000 eV! Diese grosse Energie haben sie vom deformierten Magnetfeld der Erde erhalten.

Obwohl die Polarlichter und die Sonnenaktivität dieselben Perioden haben, haben sie nicht dieselben Phasen. Das Polarlichtmaximum tritt meist erst ein bis zwei Jahre nach dem Sonnenaktivitätsmaximum ein. Polarlichter beobachtet man meistens bis zum Ende einer Sonnenfleckenperiode. Die aktiven Gegenden auf der Sonne liegen dann nahe am Sonnenäquator. Zu Beginn einer neuen Fleckenperiode befinden sich die aktiven Zonen dagegen weit vom Sonnenäquator entfernt. Diese Zeit deckt sich meistens mit dem Minimum der Polarlichterscheinungen.

\*\*\*) 1 eV = 1 Elektronenvolt. Zum Vergleich: Die Energie, die benötigt wird um 1 g Wasser um 1°C zu erwärmen beträgt  $2,61 \cdot 10^{19}$  eV!



### Photographische Beobachtung der Polarlichter

Gute Polarlichtaufnahmen erhält man mit Kleinbildkameras und Normalobjektiven. Die Belichtungszeiten sind nach dem Öffnungsverhältnis und dem Filmmaterial zu richten: z. B. High Speed Ektachrome bei f:2, 15–20 Sekunden, mit Tri-X genügen bei f:2 5–10 Sekunden.

#### Adresse des Verfassers:

KARI KAILA, Merikatu 3 A 5, SF-00140 Helsinki 14, Finnland.

### Literatur über Polarlichterscheinungen:

- 1) FUKUSHIMA, N.: Leuchtspuren des Magnetpols, Bild der Wissenschaft (1972), 1, S. 58–67.
- 2) OMHOLT, A.: The Optical Aurora, Springer-Verlag Berlin - Heidelberg - New York (1971).
- 3) EGELAND, A.: Hva vet vi i dag om nordlyset-naturens mest praktfulle skuespill? Universitetsforlaget (1974), Oslo - Bergen - Tromsø.
- 4) Handbuch für Sternfreunde, Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg - New York (1967), s. 355–360.
- 5) International Auroral Atlas, Edinburgh at the University Press (1963).

## Studienreise Südamerika

Im Jahre 1977 führt die Vereinigung der Sternfreunde e.V. (VdS) in der Zeit vom 30. Juli bis 21. August 1977 eine Studienreise nach Südamerika durch.

Ziel dieser Reise ist es, die astronomisch-archäologischen Sehenswürdigkeiten im Reich der Inka zu besuchen, die einmalige Schönheit des südlichen Sternhimmels kennenzulernen und einige Thesen von ERICH VON DÄNIKEN an Ort und Stelle zu untersuchen (Tiahuanaco, Cuzco, Nazca).

Weiterhin ist dem Kennenlernen von Land und Leute ein breiter Rahmen eingeräumt worden. Besucht werden u. a. folgende Städte bzw. Sehenswürdigkeiten: Rio de Janeiro, Brasilia, Sao Paulo, Santos, Iguassu-Fälle (einer der grössten Wasserfälle der Erde), Santiago de Chile, La Paz (die höchstgelegene Hauptstadt der Welt, 3800 m), Tiahuanaco (monolith. Sonnentor), Hochland von Peru, Titicacasee, Puno, Cuzco (alte Inka-Hauptstadt mit der Festung Sacsayhuaman), Machu Picchu (letzte Zufluchtstätte der Inka), Lima, Nazca (Figurendarstellungen auf der Hochebene), sowie eine 2½-Tages-Expedition in die «Grüne Hölle» des Amazonas.

Der Sonderpreis für diese Reise beträgt DM 5 585.– inkl. Halbpension, zum Teil Vollpension. Die Beteiligung von SAG-Mitgliedern ist zu denselben günstigen Bedingungen möglich wie für Mitglieder der VdS.

Anfragen nach dem ausführlichen Reiseprogramm (kostenlos und unverbindlich) sind zu richten an: HORST-G. MALLMANN, Postfach 62, D-2392 Glücksburg/Ostsee, Tel. 04631/8103.

## Sterne und Weltraum

die verbreitetste deutschsprachige astronomische Monatszeitschrift, mit aktuellen Berichten aus der Forschung und Amateurastronomie, zugleich Nachrichtenblatt der Vereinigung der Sternfreunde. 1977 im 16. Jahrgang. Probeheft mit Bezugsbedingungen kostenlos durch:

**Verlag Sterne und Weltraum  
Dr. Vehrenberg  
D-4000 Düsseldorf 1, Postfach 140165**

## Sternwarten der Schweiz Observatoires astronomiques de Suisse

Im Rahmen der in Nr. 155 angekündigten Artikelserie veröffentlichen wir heute den ersten Beitrag, der die «Société Vaudoise d'Astronomie» betrifft. Um die Serie weiterführen zu können, möchten wir nochmals alle Sektionen und Besitzer von Privatsternwarten bitten, uns die Beschreibung ihrer Sternwarten einzusenden, wenn möglich gemäss den in Nr. 155 angegebenen Richtlinien. Wir möchten zudem unsere Leser auf zwei bereits erschienene Beschreibungen von schweizerischen Sternwarten aufmerksam machen:

ORION Nr. 127: Bau einer Sternwarte mit Polyester-Kuppel, von KARL OECHSLIN, Altdorf.

ORION Nr. 135: Meine Sternwarte, von W. ISLIKER, St. Gallen.

Es handelt sich in beiden Fällen um sehr interessante Konstruktionen, die für projektierte Neubauten sicher nützliche Hinweise liefern könnten.

\*

Dans le cadre de la Série «Observatoires astronomiques de Suisse», annoncée dans le No. 155, nous publions aujourd'hui la première contribution, consacrée à la «Société Vaudoise d'Astronomie». Afin de pouvoir continuer cette série, nous réitérons notre appel à toutes les sections et à tous les propriétaires d'observatoires privés de nous faire parvenir la description de leur installation, en suivant dans la mesure du possible les directives contenues au No. 155. Nous désirons également attirer l'attention de nos lecteurs sur deux publications déjà parues:

ORION No. 127: Bau einer Sternwarte mit Polyester-Kuppel, de KARL OECHSLIN, Altdorf.

ORION No. 135: Meine Sternwarte, de W. ISLIKER, St. Gall.

Il s'agit dans les deux cas de réalisations très intéressantes et qui peuvent fournir des renseignements très utiles lors de la construction d'un observatoire.

WERNER MAEDER