

Über Ergebnisse der Polarlichtforschung im IGJ

Von W. Schröder, Rönnebeck*)

Zusammenfassung: In dieser Arbeit werden Einzelfragen des Polarlichtes wie Physik, Ausdehnung, Farbe, Bewegung, Perioden u. a. unter Berücksichtigung der neueren Ergebnisse im IGJ behandelt.

Abstract: In this essay are treated special problems of the polar light, such as the physics, extension, colour, movement, periods and others with regard to the recent results in the IGY.

1. *Physik des Polarlichts:* Das Polarlicht entsteht durch den Einfall von Teilchenstrahlung solaren Ursprungs. Die ständig von der Sonne ausgestrahlte Korpuskularstrahlung erhöht sich bei Eruptionen auf der Sonne sprungartig. Die elektrisch geladenen Teilchen werden im erdmagnetischen Feld so abgelenkt, daß sie besonders in der Umgebung der Magnetpole in die Atmosphäre eindringen und dort die Luft durch Stoß ionisieren. Damit wird die in der Ionosphäre vorhandene Ionisation erhöht, und es entstehen Ausgleichsstürme wechselnder Stärke, die sich dem konstanten Erdfeld überlagern und erdmagnetische Stürme hervorrufen. Die Geschwindigkeit der Partikel auf dem Wege Sonne — Erde beträgt im Mittel etwa 1500 km/sec. Fast gleichzeitig mit dem Auftreten von Eruptionen auf der Sonne machen sich auf der Erde Störungen im Kurz- und Langwellenbereich bemerkbar.

Im Spektrum des Polarlichtes wurden hauptsächlich Atomlinien des Sauerstoffs und Bandenlinien des Stickstoffs festgestellt. Verbotene Sauerstofflinien sind die grünen ($\lambda: 5577 \text{ \AA}$) und roten ($\lambda: 6300$ und 6364 \AA) Polarlichtlinien. Messungen der Doppelverschiebung der $H\alpha$ -Linie von A. B. Meinel (1) ergaben eine Geschwindigkeit der Protonen im Sonnenstrom in Erdnähe zu 3300 km/sec. Die Geschwindigkeit der Protonen, die in die Atmosphäre eindringen, muß aber höher sein. Protonen haben an der Ausbildung von Strahlen keinen Anteil.

Aufgrund von Höhenbestimmungen konnte C. Störmer (2) zeigen, daß die hellsten Po-

larlichter in 100 km Höhe auftreten, gelegentlich aber bis zu 70 km herabreichen. Da die Strahlen bis zu 1000 km hinaufreichen, müßte in diesen Höhen, wenn auch in äußerster Verdünnung noch Luft vorhanden sein.

2. *Ausdehnung von Polarlichtern:* Die Maximalzone des Auftretens von Polarlichtern auf der Nordhalbkugel liegt bei 67° geomagnetischer Breite. Die Polarlichter werden mit abnehmender Breite immer seltener; in Norddeutschland ist sie 3, in Süddeutschland 1 v. H. Bei sehr starken magnetischen Stürmen breitet sich das Polarlicht äquatorwärts aus.

Im IGJ wurden besonders Polarlichtbeobachtungen in mittleren und niederen Breiten angestellt. Die deutschen Schiffsbesatzungen haben hierzu einen guten Beitrag geleistet. Einer Arbeit von G. Lange-Hesse (3) ist zu entnehmen, daß die äquatornächste Beobachtung bei dem Polarlicht vom 11./12. 2. 1958 an Bord des MS „Beate Bolten“ in $\varphi: 14^\circ \text{ N}$, $\lambda: 83^\circ \text{ W}$ erhalten wurde. Erwähnt sei noch das Polarlicht vom 15./16. 7. 1959, das mit einer Sonneneruption allergrößten Ausmaßes (Klasse 3+) in Zusammenhang steht. (4) An diesem Tag wurde Polarlicht in Lille/Frankreich und in Heidelberg festgestellt. Verfasser konnte an diesem Tag Polarlicht in $\varphi: 35^\circ 6' \text{ N}$ beobachten. Auf der Südhalbkugel wurde an diesem Tag an Bord des MS „Cläre Hugo Stinnes“ in $\varphi: 35^\circ 8' \text{ S}$, $\lambda: 20^\circ 1' \text{ E}$ Polarlicht beobachtet.

Die Polarlichter vom 10./11. 2. 1958 und vom 4./5. 9. 1958 hatten eine geographische Längenausdehnung von mehr als 50° und eine Breitenausdehnung von mehr als 90° . Der Arbeit von G. Lange-Hesse (4) ist ferner zu entnehmen, daß sich das Polarlicht bei Kap Graden ¹⁾ von 0 bis 5 auf die geomagnetischen Breiten von 70° bis 65° beschränkt. Beim Überschreiten von $K_p = 5$ nach 6 bleibt es in Breiten zwischen 55° und

*) Wilfried Schröder, 28 Bremen-Rönnebeck, Hechelstraße 8

¹⁾ K_p : Planetarische Kennziffer für die erdmagnetische Unruhe, K_p Grade: 0 bis 9, für die feinere Unterteilung werden noch Zusätze: --, o, + angehängt. Vgl. (5).

52°. Erst wenn $K_p = 8$ überschritten wird, dehnt es sich bis in niedere Breiten aus.

3. *Polarlichtbeobachtungen in Deutschland:* G. Lange-Hesse (6) berichtet, daß in Deutschland 1957 in 23, 1958 in 21 und 1959 in 9 Nächten Polarlicht beobachtet wurde. Verfasser konnte noch 1960 in 8 Nächten in Rönnebeck ($\varphi:53^\circ 2' N$) Polarlicht beobachten. Diese Beobachtungen sind in Tabelle 1 wiedergegeben.

Tabelle 1: Polarlichtbeobachtungen 1960

Datum	K_p	Datum	K_p
6./7. 2. 60	20	16. 7. 60	40
31. 3./1. 4. 60	8—	20./21. 7. 60	4—
1. 4. 60	8—	16./17. 8. 60	7—
17. 4. 60	40	12. 11. 60	7—

Magnetischer Sturm

wurde am 16. 8. 60 und 12. 11. 60 beobachtet

4. *Farbbeobachtungen an Polarlichtern:*

G. Lange-Hesse (7) berichtet, daß die während des IGJ in Deutschland erhaltenen Beobachtungen folgende Farben zeigten: rot 52 %, grün-weiß: 47 %, blau-violett: 1 %. Zehn vom Verfasser in Rönnebeck beobachtete Polarlichter zeigten folgende Farben: rot: 64 %, grün-weiß: 27 %, blau-violett: 9 %. Nur bei dem sehr hellen Polarlicht vom 31. 3./1. 4. 1960 konnte die blau-violette Färbung festgestellt werden. Derartig gefärbte Polarlichter fallen mit hohen erdmagnetischen Störungsgraden ($K_p: 8-9$) zusammen.

5. *Perioden der Polarlichthäufigkeit:*

Das Maximum der Polarlichthäufigkeit in Abhängigkeit von der Tageszeit liegt in Europa bei 22 Uhr. Es ist ferner eine 26- bis 28tägige Periode im Zusammenhang mit der Sonnenfleckenätigkeit vorhanden.

6. *Polarlichtgeräusche:*

Es wird immer wieder behauptet, daß man Polarlichtgeräusche vernommen haben will. Die Geräusche werden „ähnlich wie von brennendem Gras oder Reis“ beschrieben (9). L. Harang (8) bemerkt dazu, daß in 25jähriger Arbeit in Norwegen von wissenschaftlich geschulten Beobachtern niemals Geräusche vernommen wurden.

7. *Polarlicht und erdmagnetische Störungen:* Bisher vertrat man im allgemeinen die Ansicht, daß Polarlichter in Deutschland stets

von starken erdmagnetischen Störungen begleitet seien (K_p : mindestens 6—7). Beobachtungen im IGJ brachten hier aber einige Abweichungen. So wurde z. B. am 20. 10. 1957 in Süddeutschland einwandfrei Polarlicht festgestellt. Das Schiff MS „E. Oldendorff“ gab hierzu von $\varphi:44^\circ 5' N$, $\lambda:23^\circ W$ einen Beobachtungsbericht. Der erdmagnetische Störungsgrad betrug $K_p: 4$; Polarlicht wäre soweit südlich nicht zu erwarten gewesen. Bei G. Lange-Hesse (10) finden sich unter den Landbeobachtungen sechs Fälle, in denen der K_p Wert bei 4 oder darunter lag. Ähnliche Beobachtungen wurden auch auf der Südhalbkugel erhalten. Über die physikalischen Ursachen dieser Abweichungen läßt sich im Augenblick noch nichts sagen.

Bei der Frage nach der Entstehung von Polarlichtern werden die Van-Allen-Strahlungsgürtel Beachtung finden. So ergaben z. B. Messungen von Explorer VI am 16./17. 8. 1959, daß sich der äußere Strahlungsgürtel größtenteils entleert hatte. Gleichzeitig trat bei $57^\circ - 58^\circ$ geomagnetischer Breite Polarlicht auf. In einem Vortrag von Prof. J. A. Van Allen auf der Tagung der Internationalen Astronomischen Union 1961 in Berkeley (USA) wurde bekannt, daß sich bei magnetischen Stürmen die Dichte des äußeren Gürtels vermindert. Die Teilchen fließen in die tiefere Atmosphäre und beteiligen sich vielleicht bei der Entstehung des Polarlichtes.

8. *Ost-West-Bewegung der Polarlichter:*

H. J. Meek (11) konnte an 58 Polarlichtern zeigen, daß 14 davon eine ausgesprochene Westbewegung zeigten. Die Geschwindigkeit wurde auf 200—500 m/sec geschätzt. K. Sprenger (12) berichtet, daß die Mehrzahl der Polarlichtechos eine ausgesprochene Bewegung von Ost nach West zeigten. Die Geschwindigkeit betrug 1 km/sec. Ähnliche Werte wurden auch auf der Südhalbkugel erhalten.

9. *Zur Beobachtung des Polarlichtes:*

Polarlichter können visuell, photographisch und radartechnisch beobachtet werden. Zur visuellen Beobachtung finden sich unter (13), (14) Angaben. Gute Photographien können schon mit Kleinbildkameras erhalten

werden. Für Optiken 1:2,8 bis 1:2 betragen die Belichtungszeiten etwa eine bis zwei Minuten. Verfasser konnte übrigens mit einer Optik 1:6,3 Aufnahmen von Polarlicht erhalten, die aber nur die größten Helligkeiten zeigen. Über die Radarbeobachtungen an Polarlichtern hat K. Sprenger (19) berichtet. Diese Methode bietet neue Möglichkeiten, da sie vor allem vom Wetter unabhängig ist. Polarlichter sind in der Lage, Meterwellen zu reflektieren. In Mitteleuropa existiert eine solche Beobachtungsanlage nur in Kühlungsborn. Mit der Radarmethode können aber nur Polarlichter nördlich des Beobachtungsortes erfaßt werden. In Kühlungsborn sind bisher keine Polarlichtechos aus südlichen Richtungen erfaßt worden, auch dann nicht, wenn das Polarlicht visuell über den Zenit hinausreichte. Diese Ergebnisse wurden schon früher von anderen Beobachtern auf der Nord- und Südhalbkugel erhalten. Polarlichtechos werden nur dann erhalten, wenn der Radarstrahl senkrecht auf die erdmagnetischen Kraftlinien trifft. Die reflektierende Polarlichtionisation ist in Form von Ionisations-

säulen längst den erdmagnetischen Kraftlinien ausgerichtet.

*

Literatur:

1. A. B. Meinel: *Astrophys. J.* 113, 50, (1951)
2. C. Störmer: „The Polar Aurora“, Clarendon Press, Oxford (1955)
3. G. Lange-Hesse: *Die Naturwissenschaften*, 47, 423 (1960)
4. R. Müller: *Die Sterne*, 36, 232 (1960)
5. Landolt-Börnstein: *Zahlenwerte und Funktionen*, Bd. III: *Astronomie und Geophysik*, Springer-Verlag, Göttingen-Berlin-Heidelberg.
6. G. Lange-Hesse: *Die Umschau in Wissenschaft und Technik*, 61 339 (1961)
7. G. Lange-Hesse: *Phys. Bl.*, 16, 635 (1960)
8. L. Harang: *Das Polarlicht und die Probleme der höchsten Atmosphärenschichten*. Akademische Verlagsgesellschaft Becker & Erler, Leipzig 1940.
9. C. Störmer: *Die Naturwissenschaften*, 26, 633 (1938)
10. G. Lange-Hesse, *Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften in Göttingen. Math.-Phys. Klasse. Beiträge zum Internationalen Geophysikalischen Jahr*, Heft 7 (1961)
11. H. J. Meek, *Astrophys. J.* 120, 602 (1954)
12. K. Sprenger, *Forschungen und Fortschritte*, 35, 161 (1961)
13. B. McInnes, *The Marine Observer*, S. 145 (1960)
14. G. Lange-Hesse: *Die Umschau in Wissenschaft und Technik*, 57, 707 (1957)

Abyssale Sandrippeln in der Drake Passage, Antarktika

Von R. L. Kolpack, Los Angeles und B. J. Mullins, Dallas *

Gerippelter Sand in marinen Ablagerungen wurde früher als ein Zeichen von Flachwasser-Sedimentation angesehen; durch größere Anwendung von Unterwasser-Fotografie hat sich indessen herausgestellt, daß diese Annahme nicht mehr ganz richtig ist. Die Mannschaft der *USNS Eltanin* machte Bodenphotografien während der Monate Juli und August 1962 in der Drake Passage, Antarktika. Sie zeigten, daß wenigstens 60 000 qkm des abyssalen Seebodens in jener Gegend aus gerippeltem Grob- bis Feinsand bestehen und zwar in Tiefen über 4200 Metern. Lotungen durch Präzisions-Tiefenmesser deuten an, daß die durch gerippelten Sand bedeckte Fläche aus einer abyssalen Ebene besteht, die nur kleine Areale mit geringfügigem Relief aufweist. Die Analyse der Oberflächen-Sedimente

durch Greifproben und Kolbenkerne, ferner Fotografien, die zeigen, wie Tiere Spuren im Sande hinterlassen, sowie Fotografien mit durch die Kamera aufgestörtem Bodensediment lassen deutlich erkennen, daß das Sediment nicht verhärtet ist. Plötzliche Veränderungen in der Rippel-Anordnung, Interferenz-Rippeln, Auswaschungen um eisverfrachtete Blöcke, sowie Bewegungen von Kies in untermeerischen Aufschlüssen deuten an, daß die bodennahen Strömungen stark und etwas veränderlich sind. Diese Ergebnisse lassen vermuten, daß gerippelter Sand in älteren Ablagerungen nur mit größter Vorsicht gedeutet werden kann. Die Vorkommen von Rippeln sollten mit zoologischen und anderen Hinweisen verglichen werden, ehe ein bestimmter Typ von Ablagerungsraum angenommen werden kann.

*) R. L. Kolpack, University of Southern California, Los Angeles, Calif. B. J. Mullins, Texas Instruments, Inc., Dallas, Texas.