Zeitschrift: Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Graubünden

Band: 77 (1939-1940)

Artikel: Vom Astrophysikalischen Observatorium der Eidgenössischen Sternwarte Zürich in Arosa

Autor: Brunner, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-594827

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 20.08.2025

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

Vom Astrophysikalischen Observatorium der Eidgenössischen Sternwarte Zürich in Arosa

Von *W. Brunner*, Zürich

Letztes Jahr hat die Sternwarte der Eidg. Technischen Hochschule in 2050 m Höhe auf Tschuggen ob Arosa mit Hilfe eines schon viele Jahre bestehenden kleinen Baufonds ein Observatorium gebaut zur Ausführung von Beobachtungen, die nur in reiner Höhenluft möglich sind. Es wird die Mitglieder der Naturforschenden Gesellschaft des Kantons Graubünden interessieren, zu sehen, wie das neue Observatorium aussieht, und zu vernehmen, wie es eingerichtet ist und was auf ihm gearbeitet wird.

Die drehbare Kuppel von 4½ m Durchmesser wurde von Theodor Meyer, mechanische Werkstätte in Bern, konstruiert. Es ist schon die vierte Sternwartenkuppel, die Herr Meyer in der Schweiz gebaut hat. Die Konstruktion hat sich mit ihren besonderen Abdichtungsvorrichtungen am Laufkranz und an den Schiebetüren gegen Regen und Schnee im letzten strengen Winter gut bewährt. Unter dem Kuppelraum sind eine photographische Dunkelkammer und ein Werkraum. Ein kleines Vorgebäude enthält einen Arbeitsraum, einen Wohnraum mit elektrischer Kochvorrichtung und einen Estrich. Alle Räume haben elektrisches Licht und können elektrisch geheizt werden. Der Steinbau, erstellt nach Plänen und unter der Leitung von Architekt A. Rocco in Arosa, fügt sich gut ein in die Aroser Berglandschaft.

In der Kuppel ist auf dem Achsensystem eines schon früher angeschafften Zeißrefraktors ein ganz neues, für die Sonnenforschung vielversprechendes Instrument, ein Koronograph, aufmontiert. Mit dem Koronographen ist es möglich, bei sehr klarem Himmel die äußersten Schichten der strahlenden Sonne, die Korona, visuell, photographisch und spektrographisch zu beobachten. Bis vor wenigen Jahren konnte man die Korona nur bei den seltenen totalen Sonnenfinsternissen sehen, während der nur wenige Minuten dauernden totalen Bedeckung der hellen Sonnenscheibe durch den dunklen Mond.

Gegenwärtig existieren nur zwei Koronographen. Mit dem einen arbeitet Bernhard Lyot vom Astrophysikalischen Observatorium in Meudon, der Erfinder des neuen Apparates, auf dem Pic du Midi in den Pyrenäen, der andere ist unser Aroser Koronograph. Schon vor drei Jahren hat mich Max Waldmeier, Assistent unserer Sternwarte, für die Konstruktion eines solchen Instrumentes begeistert. Die Ausführung des Planes wurde möglich, als mir von der Stiftung für wissenschaftliche Forschung an der Universität Zürich eine Subvention bewilligt wurde.*

Der Koronograph ist ein Fernrohr, dessen Objektivlinse aus ganz reinem Glas hergestellt und ganz besonders sorgfältig poliert werden muß. Herr Lyot, der Erfinder des Koronographen, besorgte das Aussuchen eines fehlerfreien Glasstückes und überwachte den Fortgang der optischen Bearbeitung, die durch Herrn Couder vom Optischen Institut in Paris ausgeführt wurde. Er unterzog auch die fertige Linse einer eingehenden Prüfung für die Verwendung als Koronographenobjektiv. Die mechanischen und kleinoptischen Teile des Apparates wurden nach Skizzen und nach den Anleitungen von Herrn Waldmeier von der Firma Kern & Co. in Aarau hergestellt. Herrn Waldmeier wurde schon vorher Gelegenheit gegeben, sich während eines kurzen Aufenthaltes auf dem Observatorium des Pic du Midi durch Herrn Lyot

* Zur Erklärung füge ich bei, daß der Leiter der Sternwarte der Eidgenössischen Technischen Hochschule gleichzeitig Lehrer der Astronomie ist an dieser Schule und an der Universität.

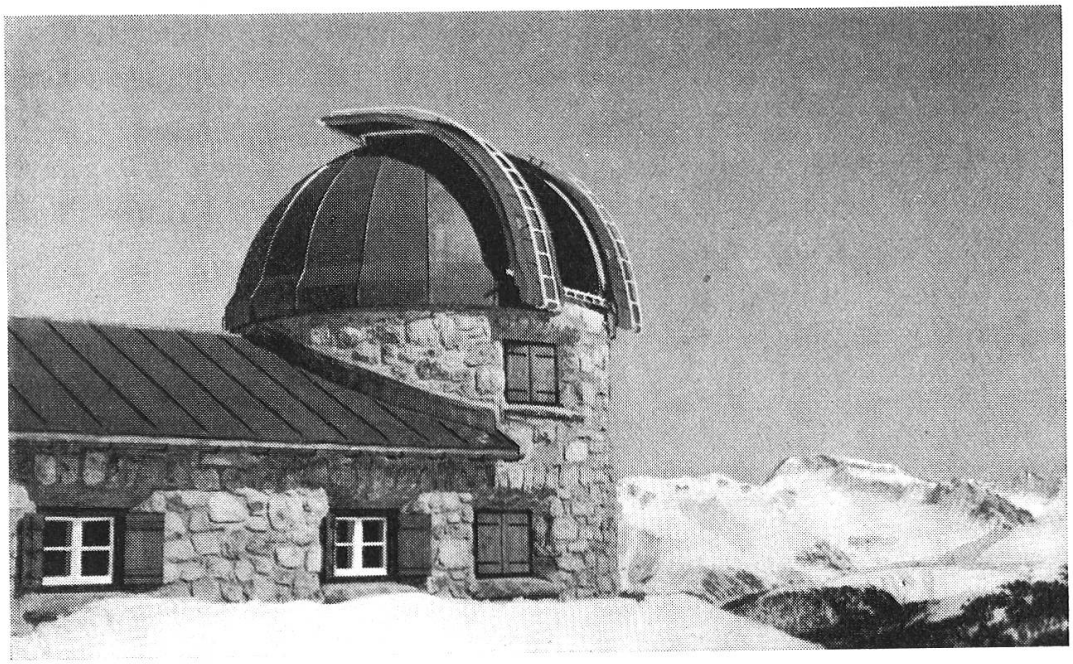

Abb. 1. Observatorium der Eidgenössischen Sternwarte Zürich auf Tschuggen-Arosa.

in die Technik der Koronabeobachtungen einführen zu lassen. Im Spätherbst 1938 konnte der Koronograph auf unserer alten, provisorischen Beobachtungsstation auf Prätschli bei Arosa aufgestellt und wurde im Laufe der Wintermonate ausprobiert, ob die nötigen hohen Anforderungen an die Reinheit der Luft in dieser Höhe schon erfüllt sind. Das Ergebnis war derart, daß ohne Zögern beschlossen wurde, unser Zweigobservatorium definitiv in Arosa bauen zu lassen und zwar in noch etwas größerer Höhe mit freierer Aussicht und längerer Sonnenscheindauer. Mit der Leitung des Aroser Observatoriums der Eidg. Sternwarte ist Dr. Max Waldmeier, Assistent der Sternwarte und Privatdozent für Astrophysik an der Eidg. Technischen Hochschule betraut worden.

Der Koronograph ist im wesentlichen einfach ein Apparat, in dem man durch Bedeckung des Brennpunktbildes der Sonne in einem Fernrohr eine künstliche Sonnenfinsternis macht, um die äußeren atmosphärischen Schichten der Sonne, die Korona, beobachten zu können. Die künstliche Bedeckung des Sonnenbildes im Fernrohr durch eine kleine

Scheibe hat aber nicht ganz den gleichen Effekt wie die Bedeckung der Sonne durch einen Körper außerhalb der Erde. Der Mond, bei einer totalen Sonnenfinsternis, bedeckt nicht nur die Sonne, sondern beschattet auch die Erdatmosphäre über dem Beobachtungsort und verhindert ihre Durchleuchtung. Die ganz wesentliche Herabsetzung der Tageshelligkeit macht es möglich, bei Sonnenfinsternissen die Korona so schön zu sehen. In Wirklichkeit sind es zwei Umstände, die die Beobachtung der Sonnenkorona außerhalb der totalen Sonnenfinsternisse bis vor wenigen Jahren unmöglich machten. Zuerst ist die veränderliche erdatmosphärische Aureole der Sonne im allgemeinen mehrere hundertmal heller als die Sonnenkorona. Nur in großer Höhe bei ganz klarem Himmel nimmt die Helligkeit des atmosphärischen Streulichtes nach Lyot in der roten Strahlung ab auf einen halben Millionstel der Helligkeit der Sonne und wird so schwächer als die Korona. Messungen bei Sonnenfinsternissen ergaben nämlich, daß die Helligkeit der Korona in zwei Minuten Abstand vom Sonnenrand etwa eine Million mal weniger intensiv ist als die Helligkeit der Sonnenscheibe. Aber noch stärker als durch das Streulicht der Atmosphäre wird die Beobachtung der Sonnenkorona erschwert durch Streulicht, das in dem zur Beobachtung benutzten Fernrohr selber von der Objektivlinse her zur Auswirkung kommt, wenn nicht besondere Vorkehrungen dagegen getroffen werden. Man kann durch einen einfachen Laboratoriumsversuch erkennen, woher das Streulicht kommt, wenn durch eine Linse das Bild einer starken Lichtquelle auf einen undurchsichtigen Schirm entworfen wird, der ein wenig größer ist als das Bild. Hält man das Auge oder ein kleines Fernrohr hinter den Rand des Schirmes, so erscheint die Linse nicht dunkel, sondern man sieht auf ihr helleuchtende Pünktchen und Striche. (Abb. 2.) Die ersteren rühren her von kleinen Bläschen im Glas oder fehlerhaften Stellen, die letzteren von leichten, bei der Politur entstandenen Kratzern. Ferner erscheint der Rand der Linse ganz hell infolge der Beugung des Lichtes an der Berandung, und endlich ist in der Mitte ein heller, kleiner Fleck, der von dem Reflexbild an den Linsenflächen herrührt. In den letzten

fünfzig Jahren haben mehrere hervorragende Astronomen versucht, Methoden herauszubringen, um die Sonnenkorona auch außerhalb der totalen Sonnenfinsternisse beobachten zu können. Der Erfolg blieb aus, weil das Streulicht in der Apparatur selber nicht genügend beachtet wurde. Erst durch die Eliminierung dieses Streulichtes ist es Lyot gelungen, einen vollen Erfolg zu erzielen, und zwar kurz nachdem zwei

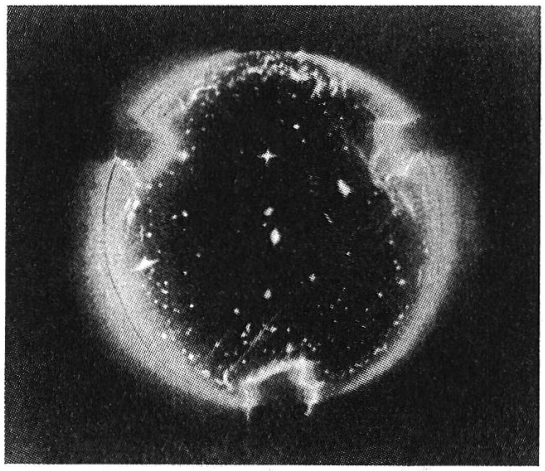

Abb. 2. Photographische Aufnahme des Streulichtes einer Linse.

andere Forscher aus neuen Mißerfolgen zum Schluß kamen, daß es völlig hoffnungslos sei, weiter zu versuchen, die Korona außerhalb der Finsternisse zu photographieren, auch nicht auf hohen Bergen. Die hellen Pünktchen und Striche lassen sich vermeiden, wenn man die Glassorte und ein homogenes Glasstück, aus dem die Linse geschnitten werden soll, recht sorgfältig auswählt und die Oberfläche der Linse genügend lang und sorgfältig poliert, ohne Kratzer zu machen. Das erwähnte übrige Streulicht kann dann, wie Lyot zeigte, durch geschickte optische Anordnung beseitigt werden.

Abb. 3 stellt die Anordnung der Teile nach den Lyotschen Prinzipien in unserem Aroser Koronographen dar. Das Objektiv O_1, eine einfache plankonvexe Linse, hat einen Durchmesser von 12 cm und eine Brennweite von 150 cm. Ein Blendring B von 11 cm Durchmesser deckt den nie genügend rein zu haltenden Linsenrand ab. Das Lichtschutzrohr L hat

die Aufgabe, seitliches Licht fernzuhalten und dient mit seiner geschwärzten, mit Baumwachs bestrichenen Innenwand auch als Staubfänger. Das in der Brennebene FF entstehende Bild der Sonne wird von einem kleinen Kegelspiegel S aufgefangen, der das Licht der Sonnenscheibe auf die Rohrwand wirft und dessen Basis den Durchmesser des Sonnenbildes um etwa 2 % übertrifft. Dieser zur Abblendung der Strahlung des Sonnenbildchens dienende Kegel S ist auf die Linse O_2 aufgesteckt, die das Objektiv O_1 auf die Irisblende JJ abbildet. Die Irisblende wird so weit geöffnet, daß der an der Blende B entstehende helle Beugungsring abgefangen wird. Ein kleines, in der Mitte der Irisblende angebrachtes Scheibchen s blendet auch noch das vom Reflexbild an der

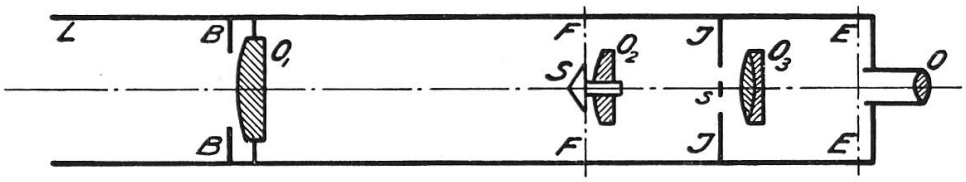

Abb. 3. Der Koronograph (schematisch).

Linse herrührende Streulicht ab. Hinter der Irisblende befindet sich das achromatische Objektiv O_3 von 35 mm Öffnung und 114 mm Brennweite, das das primäre Brennpunktbild in der Ebene FF auf die Ebene EE abbildet. Das hier entstehende Bild der Umgebung der Sonne ist nun fast frei von dem in der Apparatur entstehenden Streulicht und kann durch das Okular O beobachtet werden. Wenn auch noch die Luft rein genug ist, sieht man leicht die hellen Hervorragungen am Sonnenrand, die Protuberanzen, und bei ganz günstigen atmosphärischen Bedingungen auch die innere Korona.

An Stelle des Okulars O (Abb. 3) können auch andere Zusatzgeräte angeschlossen werden, nämlich eine photographische Kamera zur Aufnahme der inneren Korona, eine Kinokamera zur Aufnahme von Protuberanzen und Spektralapparate zur visuellen Beobachtung und für photographische Aufnahmen der Spektren von Protuberanzen und der Ko-

rona. Die Methode der Protuberanzaufnahmen mit dem Koronographen ist wegen ihrer Einfachheit und der kurzen Belichtungszeit ($0.^{s}1$—2^{s}) allen früheren Methoden weit überlegen und für kinematographische Aufnahmen ganz besonders geeignet. (Abb. 4.)

Das Arbeitsprogramm mit dem Koronographen zur Erforschung der äußeren strahlenden Schichten des Sonnen-

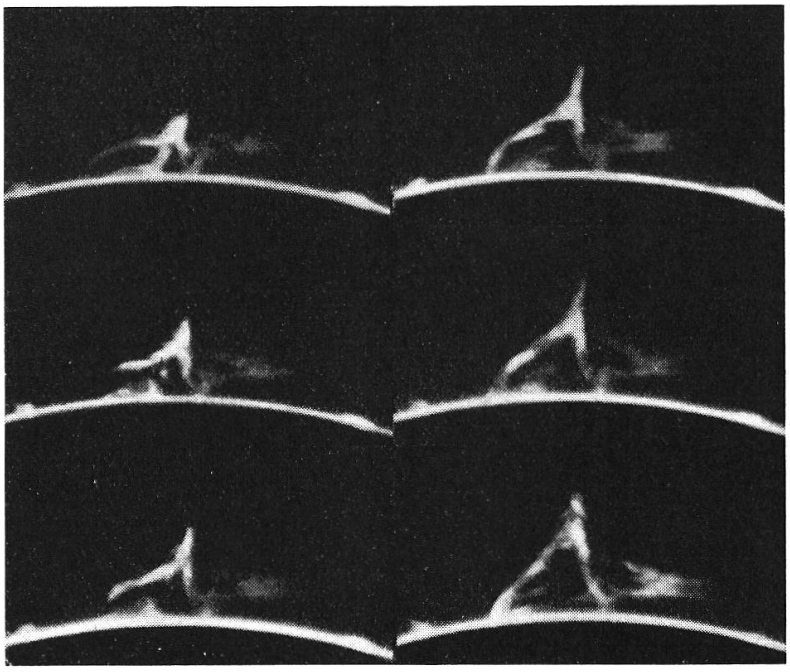

Abb. 4. Aufsteigende Protuberanz am Sonnenrand.
8. Februar 1939.
Nr. 1 (links oben) 14 h 28 m; Nr. 2 14 h 41 m; Nr. 3 14 h 46 m; Nr. 4 14 h 50 m; Nr. 5 14 h 53 m; Nr. 6 (rechts unten) 14 h 59 m MEZ. (Kinematographische Aufnahme mit dem Koronographen.)

balls ist recht mannigfaltig. Um das zu zeigen, will ich die Ergebnisse angeben aus der ersten Beobachtungskampagne mit dem neuen Instrument noch auf der alten, provisorischen Station in Arosa. Während eines hunderttägigen Aufenthaltes im Winter und in den ersten Frühlingsmonaten 1939 war es Herrn Waldmeier möglich, an 40 Tagen zu beobachten. Die gesamte Beobachtungszeit ist 145 Stunden. An photographischen Aufnahmen wurden 45 m kinematographische Protuberanzen-Aufnahmen erhalten, 502 Protuberan-

zen-Einzelaufnahmen, 16 Protuberanzenspektren, 167 Aufnahmen der grünen Koronalinie und 13 der roten Koronalinie. Die Protuberanzenaufnahmen dienen zu photometrischen Untersuchungen und auch zur Erforschung der merkwürdigen Bewegungsvorgänge. Die Aufnahmen der grünen Koronalinie sollen zu Untersuchungen verwendet werden über innere Störungen in der Korona, über ihre Rotation u. a. m. So oft als möglich wurde auch die Intensität der grünen Koronalinie in einem bestimmten kleinen Abstand vom Sonnenrand längs desselben von 5^0 zu 5^0 geschätzt. Auf Grund dieser Schätzungen konnten interessante Gesetze über die Intensitätsverteilung der grünen Koronalinie um die Sonne herum hergeleitet werden. Neben der örtlichen ist auch die große zeitliche Variabilität der hellen Emissionslinien in der inneren Korona auffallend. Von Bedeutung ist wohl auch die Entdeckung von Gebieten außerordentlich erhöhter Linienemissionen, von denen Herr Waldmeier nachweisen konnte, daß sie mit erdmagnetischen Störungen auf der Erde in direktem Zusammenhang stehen.

Auf Grund der bei den seltenen totalen Sonnenfinsternissen aufgenommenen Spektren der inneren Korona hat man die hellen Emissionslinien nach der Intensität längs des Sonnenrandes und der Lage der Maxima und Minima in Gruppen geteilt. Dabei gab es aber nach neuen Finsternissen immer wieder neue Gruppierungen, so daß eine gewisse Unsicherheit eintrat. Das erklärt sich nach den neuen Erfahrungen sehr einfach durch die oben erwähnte große zeitliche Veränderlichkeit der Intensität der Linien. Diese muß natürlich bei Versuchen zur Gruppenbildung berücksichtigt werden; aber auch dann noch zeigt sich, daß Zusammenhänge bestehen zwischen einzelnen Linien und eine gewisse Gruppierung möglich ist.

In den gut 200 Koronaspektren, die Herr Lyot in den Jahren 1935—1938 auf dem Pic du Midi aufgenommen hat, sind 11 helle Emissionslinien, von denen 5 neu sind, die vorher nie bei totalen Sonnenfinsternissen photographiert worden sind. Eine dieser Linien ist eine schwache Linie in Gelb, für die Lyot nur die maximale Intensität 1.5 angibt (grüne

Behördlich bewilligt am 5.12.1940 gemäß BRB vom 3.10.1939

Die wissenschaftlichen Stationen auf Tschuggen

Linie = 120). Diese Linie ist bis jetzt visuell nie beobachtet worden. Es ist natürlich möglich, schwache helle Linien bei genügend langer Belichtung photographisch aufzunehmen, die visuell nicht zu erkennen sind. Es ist nun interessant und wieder ein Beweis für die unerwartete Veränderlichkeit der Intensität der Koronalinien, daß diesen Sommer Herr Waldmeier am Aroser Koronographen trotz hellem Luftspektrum diese gelbe Linie visuell deutlich erkennen konnte.

Wir haben immer nur von Spektren der inneren Korona gesprochen, weil nur diese der Beobachtung mit dem Koronographen zugänglich ist. Das Spektrum der inneren Korona bis zum Abstand von 6′ vom Sonnenrand zeigt auf einem kontinuierlichen Untergrund eine kleinere Zahl heller Linien. In größerer Distanz vom Sonnenrand verschwinden allmählich die hellen Linien, und das Spektrum der äußeren Korona ist genau gleich dem bekannten, eigentlichen Sonnenspektrum mit den vielen dunkeln Absorptionslinien.

Ich will meine Ausführungen nicht schließen ohne zu bemerken, daß trotz der Möglichkeit der Beobachtung der Korona im Koronographen die Expeditionen zur Beobachtung von totalen Sonnenfinsternissen weiter von großer Bedeutung sind für die Sonnenforschung. Bei Finsternissen kann die äußere Korona bis in Distanzen von einigen Sonnenradien aufgenommen werden, und außerdem können andere sehr wertvolle Beobachtungen ausgeführt werden, für die der Koronograph nicht zuständig ist. Die neue und die alte Methode werden sicher in nächster Zukunft unser Wissen über die äußeren atmosphärischen Schichten der Sonne rasch steigern.

Das Problem der Sonnenkorona ist heute noch voller Rätsel. Keine der hellen Linien im Spektrum der inneren Korona konnte bis jetzt im Laboratorium hervorgebracht werden. Das Spektrum der inneren Korona ist deswegen vom physikalischen Standpunkt aus auch interessanter als dasjenige der äußeren atmosphärischen Schichten der Sonne, das nur reflektiertes Sonnenlicht anzeigt. Bis vor wenigen Monaten konnte auch von keiner Linie angegeben werden, welchem Element und welchem Energieübergang sie zuzu-

sprechen ist. Erst neulich hat Grotrian darauf hingewiesen, daß die rote Koronalinie (Wellenlänge 6374.5) genau übereinstimmt mit der theoretisch berechneten Wellenlänge einer sogenannten verbotenen Linie des hochionisierten Eisenatoms.

Wir sind froh auf der Eidg. Sternwarte, daß dank des neuen Instrumentes und des neuen Aroser Observatoriums einer unserer jungen Astronomen mit schönem Erfolg bei der Erforschung der äußeren atmosphärischen Schichten der Sonne mitarbeiten kann. Der Standort unseres Bergobservatoriums dürfte gut gewählt sein. Es gibt zwar in der Schweiz noch wesentlich höhere Berge, die mit einer Bahn leicht erreichbar sind. Wenn man aber auch im Winter beobachten will und Beobachter und Instrument durch die Kälte und Unbill der Witterung nicht stark behindert werden sollen, so darf man wohl nicht wesentlich über 2000 m hinaufgehen. Arosa ist von Zürich aus jederzeit rasch erreichbar. Von dort sind es 50 Minuten, im Winter mit dem Skilift 10 Minuten bis zum Observatorium.