

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 81 (2023)
Heft: 3

Rubrik: Themen aus der SAG-Jugend

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: 16.01.2026

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

Optische Experimente der AGL-Jugendgruppe

Die Jugendgruppe der Astronomischen Gesellschaft Luzern (AGL) trifft sich etwa alle zwei Wochen in der Sternwarte Hubelmatt. Auch wenn der Himmel bedeckt ist, haben wir immer ein interessantes Programm. Diesen Frühling haben wir einige tolle Experimente durchgeführt, um Grundlagen der Optik anschaulich zu erleben und zu verstehen.

Beitrag: **Roland Stalder & Elmar Wüest**

BEUGUNG

Zuerst schauten wir uns das Prinzip der Beugung von Licht an. Dazu haben wir das Licht von einem Stern (simuliert mit dem Lichtpunkt eines Laserpointers) durch verschiedene Blenden und Medien hindurch betrachtet. Durch Beugung verändert sich das Bild des Sterns jeweils.

Als Erstes haben wir durch ein winziges Loch geschaut, welches mit einer spitzen Nadel in eine Alufolie gestochen wurde. Hier waren um den Stern herum mehrere Beugungsringe zu sehen. Je kleiner das Loch ist, umso grösser sind die Ringe. Danach haben wir uns den Stern durch einen Nylonstrumpf hindurch angeschaut und nun waren plötzlich vierzackige Muster zu sehen. Das Gewebe des Strumpfes erzeugt diese Muster, ähnlich wie die kreuzförmige Halterung eines Fangspiegels in einem Newtonteleskop. Schliesslich probierten wir noch eine Notfall-Gazebinde aus. Wenn man da hindurchschaut, dann erscheint ein heller Hof um den Stern herum. Das sieht etwa so aus wie ein Vollmond im Nebel. Die ungeordneten, dünnen Fasern der Gazebinde sind für diesen Effekt verantwortlich.

INTERFERENZ

Als weiteres Experiment hatten wir zwei kleinste Löcher in eine Alufolie gestochen. Zuerst mussten wir aber erraten, was nun wohl zu sehen sein wird. Alle hatten verschiedene Ideen und wir waren gespannt, was wohl das Resultat sein würde. Die Überraschung war dann gross, als im Stern plötzlich dunkle, parallele Streifen erschienen! Niemand hatte so etwas im Voraus erraten. Diese Linien werden nur sichtbar, wenn man einen Stern gleichzeitig durch zwei Löcher hindurch beobachtet. Sie heißen Inter-

ferenzstreifen und sind ein Beweis dafür, dass Licht eine Welle ist. Wenn man den Abstand der beiden Löcher verändert, dann verändert sich auch das Linienmuster – je weiter die beiden Löcher auseinander sind, umso enger rücken die Streifen zusammen. Wenn man noch mehr Löcher benutzt, dann wird es entsprechend komplizierter. Ein Blick durch gleichzeitig sechs kleine Löcher zeigt uns ein bienenwabenförmiges Interferenzmuster, ähnlich wie beim Webb-Weltraum-Teleskop. Die komplizierten Beugungsmuster beim Webb entstehen durch die genaue Form und Anordnung seiner 18 sechseckigen Spiegel mit jeweils 1.3 Meter Grösse und durch die mechanische Aufhängung des Sekundärspiegels.

SPEKTROSKOPIE

Mit einem kleinen Handspektroskop (von Shelyak) haben wir zuerst das Licht einer Kerzenflamme angeschaut. Spektroskope spalten Licht in sein Spektrum, also in die verschiedenen Wellenlängen auf. Diese unterschiedlichen Wellenlängen nehmen wir Menschen als Farben wahr. Die heisse Flamme sendet Licht in allen Regenbogenfarben von Blau über Grün und Gelb bis zu Rot aus. Sobald wir aber mit einer Gewürzmühle einige Salzkörner in die Kerzenflamme streuten, leuchtete genau eine gelbe Farbe ganz hell auf! Salz ist chemisch Natriumchlorid (NaCl) und wir sehen hier Licht des chemischen Elementes Natrium bei 589 Nanometer Wellenlänge. Ein Nanometer misst 10^{-9} oder 0.000000001 Meter.

Wenn wir das Handspektroskop gegen den Tageshimmel hielten, dann konnten wir das Spektrum der Sonne sehen, die ebenfalls Licht in allen Regenbogenfarben aussendet. Wir haben dann mit verschiedenen Filtern experimentiert und gesehen, dass jeweils ein

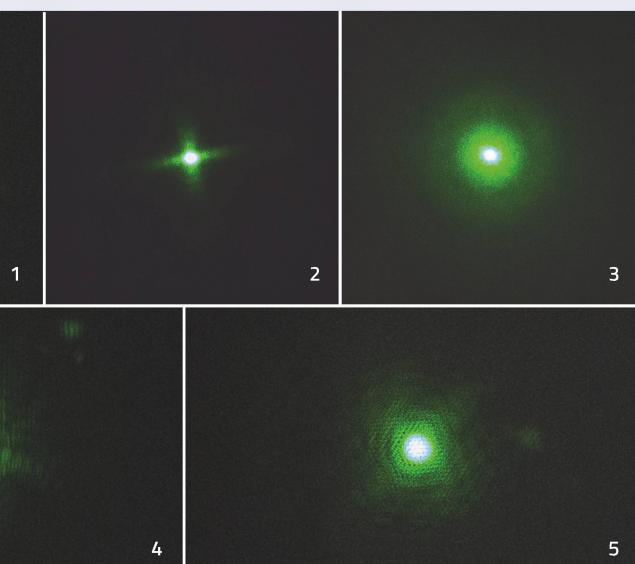


Abbildung 1: Der Lichtpunkt eines Laserpointers, betrachtet durch verschiedene Blenden und Medien. Jeweils unterschiedliche Beugungsmuster sind zu sehen. Oben von links nach rechts: 1) Kleines Loch (Nadelstich) in einer Alufolie, 2) Nylonstrumpf mit feinem Gewebe, 3) Notfall-Gazebinde mit ungeordneten Fasern. Unten von links nach rechts: 4) Zwei kleine Löcher (in Alufolie) erzeugen dunkle Interferenzstreifen, 5) sechs kleinste Löcher erzeugen ein bienenwabenförmiges Beugungsmuster, ähnlich wie beim Webb-Weltraum-Teleskop.

Bild: Roland Stalder

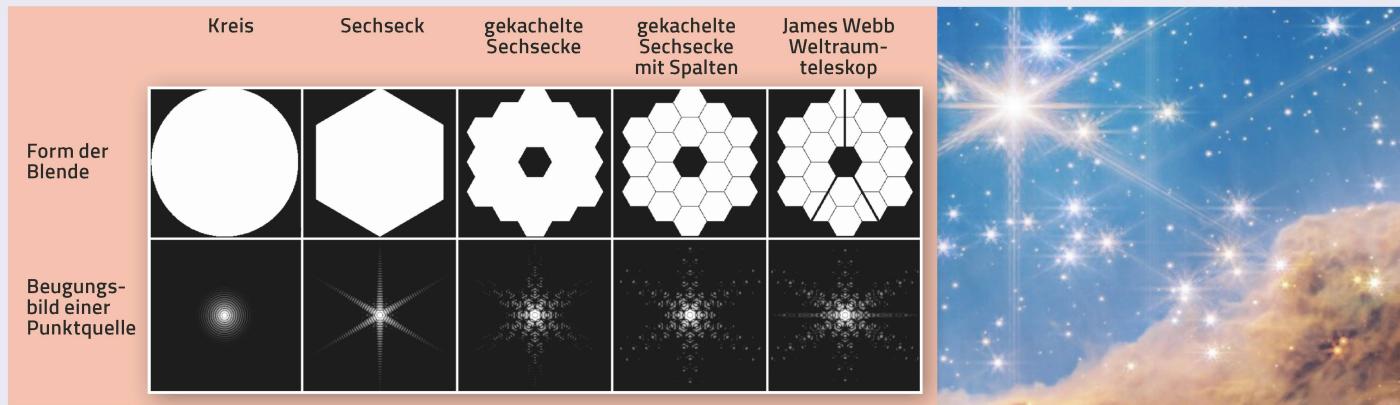


Abbildung 2 (links): Die Beugungsmuster von hellen Sternen in einem Teleskop werden durch die Form seiner Blende (Eintrittspupille) bestimmt. Diese Grafik erläutert, wie die achteckigen Beugungsmuster beim Webb-Weltraum-Teleskop im Detail zustande kommen. Eine starke Ausschnittvergrösserung eines Bildes vom Carina Nebel (NGC3324), aufgenommen mit dem Webb-Weltraum-Teleskop. Bei hellen Sternen sieht man typische, achteckige Beugungsmuster (**rechts**).

Bilder: NASA & Webb-Weltraum-Teleskop

Teil der Farben von den Filtern verschluckt wird. So lässt etwa ein Rotfilter kein blaues oder grünes Licht hindurch und der Filter erscheint uns deshalb eben rot. Spannend waren auch die Effekte von sogenannten Interferenzfiltern. Diese lassen nur ganz enge Bereiche des Spektrums hindurch und haben entsprechende Namen: Ein OIII-Filter lässt nur Licht einer definierten Sauerstoff-Linie passieren (das chemische Element Sauerstoff heisst «O»), ein H-beta-Filter zeigt nur das Licht einer bestimmten Wasserstoff (H) Linie. Wenn wir einen Interferenzfilter seitlich verkippen, dann verschiebt sich seine durchgelassene Wellenlänge leicht Richtung Blau, auch ein interessanter Effekt.

Wir haben auch noch die Spektren eines Handybildschirms, eines PC-Bildschirms sowie einer modernen LED-Lampe angesehen. Bei allen dreien sieht das Licht ganz anders aus als beim Sonnenspektrum, weil gewisse Farben fehlen.

Schliesslich konnten wir das Spektrum der Sonne noch im Detail untersuchen. Das Sonnenteleskop der Sternwarte verfügt nämlich über einen Spaltspektrografen. Hier wird das Sonnenlicht durch einen schmalen Spalt gelassen. Wenn wir nun z. B. eine alte Musik-CD vor den schmalen Lichtstrahl hielten, dann entstanden die tollsten Regenbogen! Noch besser geht es, wenn man anstatt einer CD ein sogenanntes optisches Gitter in den Lichtstrahl hält. Das optische Gitter wirkt gleich wie die Rillen einer CD und damit können wir dann das Spektrum der Sonne etwa $\frac{1}{2}$ Meter lang auf einen Projektionsschirm werfen. Damit werden zahlreiche dunkle Linien im Spektrum sichtbar! Diese sogenannten Fraunhoferlinien werden durch verschiedene chemische Elemente verursacht – jedes Element absorbiert genau bekannte Wellenlängen. Diese Methode nennt sich Spektralanalyse und mit ihrer Hilfe lässt sich die chemische Zusammensetzung der Sonne und aller Sterne herausfinden.

FOUCAULTTEST

Bei einem weiteren Experiment haben wir gesehen, wie hochpräzise Teleskopspiegel optisch getestet werden können. Ein Te-

leskopspiegel muss das parallel einfallende Sternenlicht in einen Punkt fokussieren (das ist der Brennpunkt). Die richtige Spiegelform dafür ist eine konkave, rotationssymmetrische Parabel. Ein Kugel- spiegel (seine konkave Spiegelfläche ist ein Teil seiner inneren Kugeloberfläche) würde das Licht aus dem Kugelmittelpunkt wieder

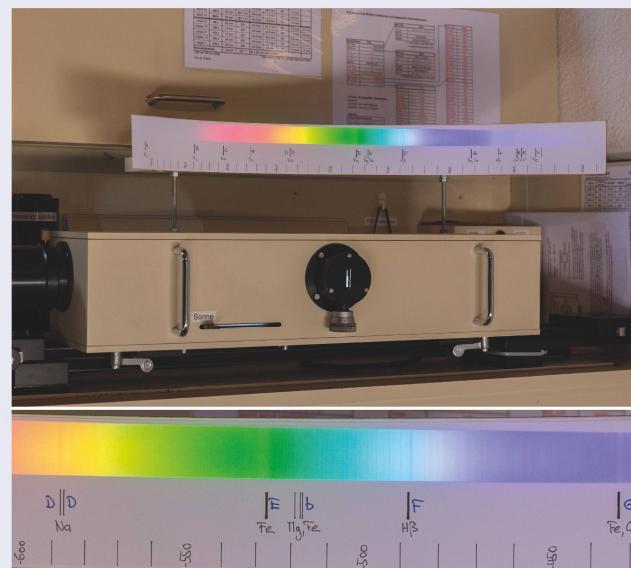


Abbildung 3: Mit dem Spaltspektrografen des Sonnenteleskops in der Sternwarte Luzern können wir zahlreiche dunkle Fraunhoferlinien im Sonnenspektrum sehen. Jede dieser Absorptionslinien wird durch ein chemisches Element verursacht, welches entweder auf der Sonne oder in der Erdatmosphäre vorhanden ist. Mit so einer Spektralanalyse kann die chemische Zusammensetzung der Sonne oder von Sternen genau bestimmt werden. In der Ausschnittvergrösserung unten sehen wir die dunklen Fraunhoferlinien im Sonnenspektrum. Diese Absorptionslinien können ähnlich wie Fingerabdrücke zur Identifikation von chemischen Elementen benutzt werden.

Bilder: Roland Stalder



Abbildung 4: Das Spektrum einer Kerzenflamme (Bild oben), durch ein kleines Handspektroskop fotografiert. Die Kerze strahlt alle Spektralfarben aus, ähnlich wie die Sonne. Im unteren Teil des Bildes haben wir zusätzlich mit einer Gewürzmühle ein paar Salzkörner in die Flamme gestreut. Salz ist chemisch NaCl (eine Verbindung der Elemente Natrium und Chlor). Im Spektrum leuchtet dann kurzfristig eine gelbe Wellenlänge (Emissionslinie) von Natrium hell auf!

Das Spektrum der Sonne (unten), durch ein kleines Handspektroskop fotografiert. Von oben nach unten: 1) ohne Filter, 2) mit Grünfilter, 3) mit Gelbfilter, 4) mit Rotfilter, 5) mit UHC-Filter, 6) mit H-beta-Filter und 7) mit OIII-Filter. Jeder Filter lässt nur einen Teil des Spektrums durch, wobei die letzten drei (sogenannten Interferenzfilter) besonders schmalbandig sind.

Bilder: Roland Stalder

genau dorthin zurück spiegeln und ein flacher Spiegel (Planspiegel) fokussiert das Licht gar nicht. Wenn wir uns von einem Kugelspiegel langsam entfernen, dann wird das Spiegelbild immer grösser und springt dann plötzlich kopfüber, wenn wir den Kugelmittelpunkt erreichen – ein ziemlich komischer Effekt.

Ein perfekter Teleskopspiegel sollte eine Oberflächenform haben, die höchstens etwa 1/20 Wellenlänge von der korrekten Form abweicht. Die optische Wellenlänge beträgt etwa 500 Nanometer – das heisst, die tolerierbaren Fehler für die Spiegelform sind nur $500/20 = 25$ Nanometer klein. Wie kann man solch winzige Fehler messen? Eine einfache Methode, um einen Teleskopspiegel präzise zu testen, ist der sogenannte Foucaulttest. Sein Aufbau besteht aus einer kleinen Lichtquelle (künstlicher Stern, z. B. eine LED hinter einer Alufolie mit einem kleinen Loch drin) und einer beweglichen Rasierklinge.

SCHLIERENOPTIK

Wir haben die Empfindlichkeit des Foucaulttests sehr eindrücklich direkt erleben können mit Schlierenoptik-Experimenten vor einem Kugelspiegel mit 200 mm Durchmesser. Der Foucaulttest

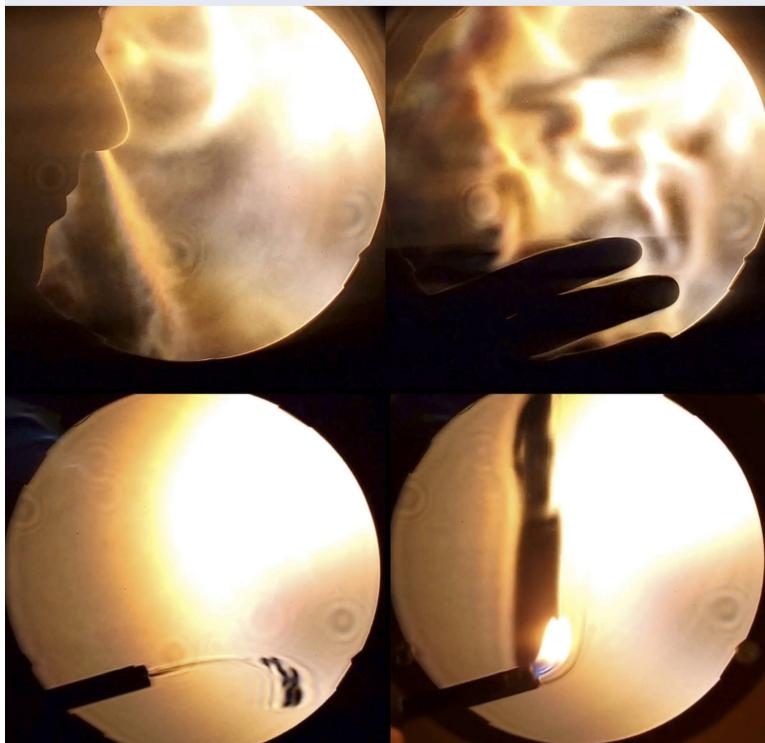
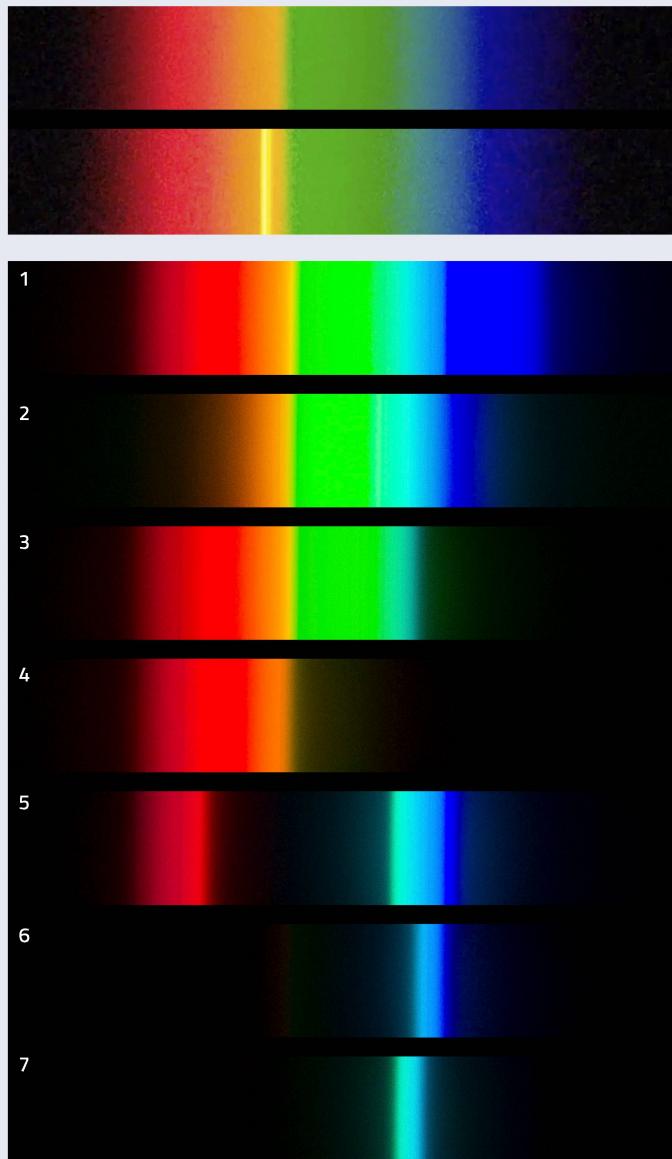


Abbildung 5: Beim Testen der optischen Qualität von Teleskopspiegeln wird z.B. der Foucaulttest benutzt. Wie empfindlich dieser Test ist, sieht man hier mit ein paar Schlierenoptik-Experimenten vor einem Kugelspiegel. Von oben links nach unten rechts: 1) Luft strömt aus einer Nase und zeigt sich sofort als optische Störung in Form von «Schlieren», 2) die warme Luft, welche von einer Hand aufsteigt, zerstört die ebene Wellenfront ebenso dramatisch, 3) kaltes Gas strömt aus einem Feueranzünder und sinkt nach unten, 4) die Gasflamme eines Feueranzünders lässt heiße Luft aufsteigen.

Bilder: Roland Stalder

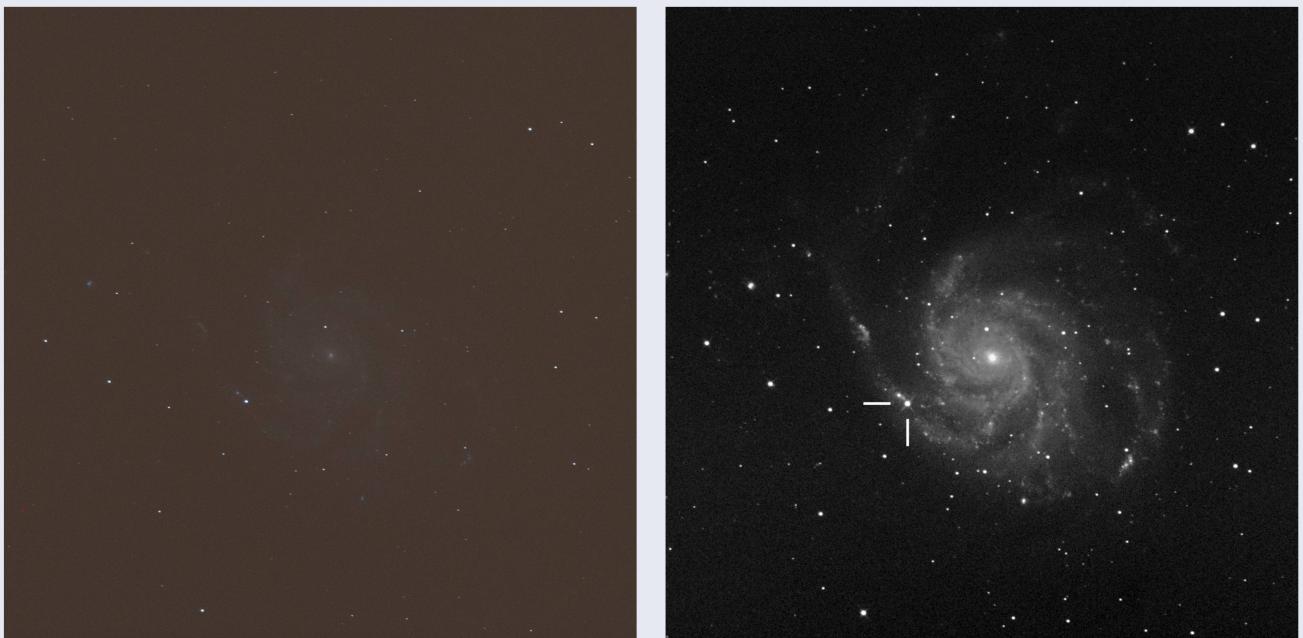


Abbildung 6: Auf der linken Seite der visuelle Eindruck im Teleskop: die Supernova erscheint etwa gleich hell wie das Zentrum der Spiralgalaxie M101. Auf der rechten Seite ein 42 Minuten lang belichtetes Foto, bei welchem die Luzerner Lichtverschmutzung herauskalibriert wurde. (Die Supernova ist markiert.)

Bilder: Roland Stalder

zeigt sogar die optischen Störungen, welche die durch die Nase ausgeatmete Luft verursacht. Auch die von unserer Hand aufsteigende warme Luft ist problemlos sichtbar. Wenn wir kaltes Gas aus einem Feueranzünder ausströmen lassen, dann können wir sehen, wie dieses vor dem Spiegel absinkt. Dramatische Effekte erzeugt dann die brennende Gasflamme.

EINE SELTENE GELEGENHEIT

Am 26. Mai 2023 hatten einige von uns noch das Glück, nach Ende der Dämmerung im Teleskop die neu entdeckte Typ II Super-

nova 2023ixf während ihrer hellsten Phase zu sehen. Die Supernova befindet sich in der Spiralgalaxie M101 und ist «nur» etwa 21 Millionen Lichtjahre entfernt. Solch eine nahe Supernova gibt es nur etwa alle 10 Jahre. Diese seltene Möglichkeit wollten wir uns natürlich nicht entgehen lassen. Die Supernova ist das explosive Ende eines schweren Sterns und wir sahen sie etwa gleich hell wie das Zentrum von M101. Vom explodierten Stern wird am Ende ein Neutronenstern oder ein schwarzes Loch übrigbleiben. Berufsastronomen sind aktuell dabei, dieses interessante Ereignis mittels Spektroskopie genauestens zu erforschen. <

Abbildung 7: Beteiligte Mitglieder der Jugendgruppe: Hinter dem Teleskop (von links): Dorian Horber, Elmar Wüest (Leiter) und Joy Sigrist. Vorne (von links): Milan Geuss, Gian-Andrin Bruggmann, Cedric Ettlin, Livio Nussbaumer, Valentin Perrez und Roland Stalder (Experte). Zudem waren beteiligt: Gilles Koch und Luca Tres.

Bild: AGL

