

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 81 (2023)
Heft: 1

Artikel: Wenn alle Sterne aus derselben Distanz leuchten
Autor: Schulthess, Elias von
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1049482>

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: 09.03.2025

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



Was versteht man eigentlich unter der absoluten Helligkeit von Sternen und wie wird diese bestimmt?

Wenn alle Sterne aus derselben Distanz leuchten

Sterne strahlen je nach Sterntyp von Natur aus unterschiedlich hell. So etwa staunen die Besucherinnen und Besucher in der Sternwarte immer wieder, wenn sie die Entfernungen der beiden etwa ähnlich hell leuchtenden Orionsterne Beteigeuze und Rigel erfahren. Beteigeuze ist 550 Lichtjahre von uns entfernt, Rigel 770 Lichtjahre. Könnten wir beide Sterne aus derselben Entfernung sehen, dann erschiene uns Rigel deutlich heller. Die hellsten Sterne am Nachthimmel müssen also nicht zwingend die nächsten Sterne sein.

Beitrag: Elias von Schulthess

Schon in der Antike schauten die Menschen ehrfürchtig zum Nachthimmel, bewunderten dessen Schönheit und philosophierten über dessen Entstehung. Einem Gelehrten hat es der Nachthimmel aber besonders angetan: *Hipparchos*. Nebst zahlreichen anderen Werken, die leider fast alle verloren gingen, beschäftigte er sich vor ca. 147 bis 127 v. Chr. mit der Katalo-

gisierung von Sternen. Sein Sternkatalog wurde in denjenigen des *Almagest*, einem der wichtigsten wissenschaftlichen Werke der Antike, eingearbeitet. Ein wichtiger Bestandteil dieses Katalogs war die Helligkeit der Sterne. Um diese katalogisieren zu können, teilte er alle Sterne in 6 Grössenklassen ein, wobei die 1. Grössenklasse die hellsten Sterne des Nachthimmels um-

fasst und die 6. diejenigen, die man gerade noch so von blossen Auge erkennen kann. Allerdings lag er bei vielen Sternen komplett daneben, denn er rechnete nicht mit der «Tiefe» des Universums.

EIN VERALTETES WELTBILD IST SCHULD

Die Ursache, wieso *Hipparchos* sich so irren konnte, ist schnell gefunden. Tatsächlich kann man hierbei nicht von einem «Irrtum» oder von «Messfehlern» sprechen, seine Daten sind je nach Perspektive sogar vollkommen richtig. Jedoch herrschte in jener Zeit noch das geozentrische Weltbild vor, nach dem die Erde im Mittelpunkt des Universums steht und alle anderen Planeten, inklusive Sonne und Mond um die Erde kreisen. Diese Vorstellung ist heute natürlich komplett überholt, aber hier gar nicht das eigentliche Problem. Dem geozentrischen Weltbild zufolge befinden

Abbildung 1: Licht breitet sich von einer Lichtquelle radial in alle Richtungen aus. Die Intensität nimmt dabei im Quadrat der Entfernung ab, sprich: In doppelter Entfernung wird dieselbe Fläche nur noch $\frac{1}{4}$ so stark beleuchtet, in dreifacher Entfernung nur noch $\frac{1}{9}$.

Grafik: Thomas Baer

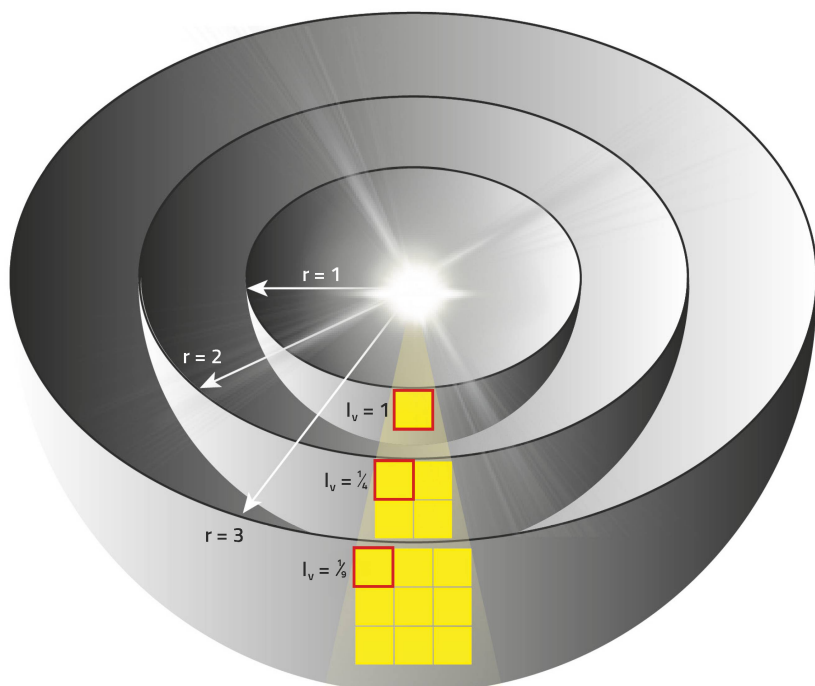




Abbildung 2: Der Sternenhimmel sähe komplett anders und ziemlich ungewohnt aus, wenn wir alle Sterne aus einer Distanz von 10 Parsec sehen könnten. Am Beispiel des Sternbilds Grosser Hund mit dem visuell hellsten Stern am Firmament, Sirius, können wir den Effekt einmal nachstellen. Absolut würde Sirius gegenüber den restlichen Sternen sehr lichtschwach erscheinen. Dafür leuchteten Murzim etwa so hell wie Venus, Wezen, Adhara und Aludra schon fast so hell wie die zu- oder abnehmende Mondsichel.

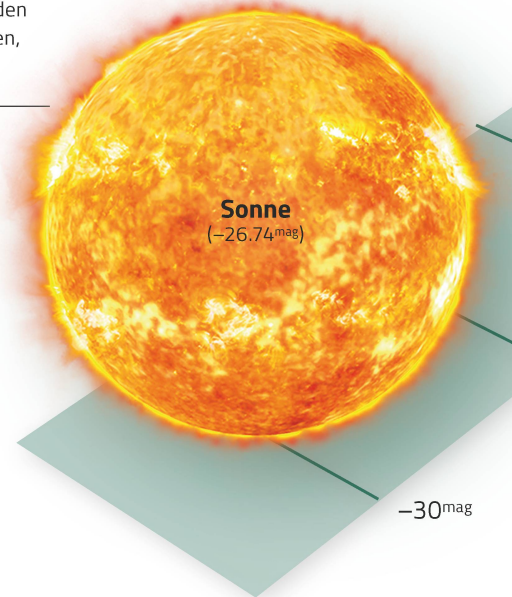
Grafik: Thomas Baer

sich nämlich alle Sterne «aufgeklebt» an einer Kugel, die das ganze «Sonnensystem» umgibt und dannzumal Firmament genannt wurde. Wie wir heute wissen, war diese Vorstellung falsch und die Distanzen von Sternen zur Erde sind komplett unterschiedlich. Was die sogenannte scheinbare Helligkeit, also mit welcher Helligkeit wir einen Stern von der Erde aus wahrnehmen, betrifft, hat sich *Hipparchos* also doch nicht geirrt. Miteinander vergleichen lassen sich Sterne allerdings mit dieser Grösse nicht, denn es kann mitunter sein, dass ein sich nahe zur Erde befindlicher Stern scheinbar viel heller leuchtet als ein weit entfernter, obwohl die Leuchtkraft des letzteren vielleicht sogar viel grösser ist.

DIE ABSOLUTE HELLIGKEIT IST GAR NICHT SO ABSOLUT

Wie wir soeben festgestellt haben, sagt die scheinbare Helligkeit nicht viel über einen Stern aus, wenn man seine Distanz nicht kennt. Dies stellte auch der britische Astronom *Norman Robert Pogson* (1829 – 1891) fest, woraufhin er 1856 ein Gesetz, das den Zusammenhang zwischen

der scheinbaren Helligkeit m , der absoluten Helligkeit M , und der Distanz r beschrieb, einführte. Doch was ist jetzt diese absolute Helligkeit? Um das Ganze zu vereinheitlichen, wurde die absolute Helligkeit so festgelegt, dass sie der scheinbaren Helligkeit aus 10 Parsec (ungefähr 32.6 Lichtjahre) entspricht. Einfacher ausgedrückt: Die absolute Helligkeit ist die Helligkeit, die wir von der Erde aus wahrnehmen würden, wenn alle Sterne und Himmelsobjekte 10 Parsec von uns entfernt wären; so absolut ist die absolute Helligkeit gar nicht, sie ist lediglich eine Frage der Definition. Somit spielt die Distanz keine Rolle mehr, da dann alle Objekte gleich weit von uns entfernt sind und wir können die Leuchtkraft der Sterne an sich vergleichen. Die ursprüngliche Skala wurde im Zuge besserer astronomischer Instrumente in beide Richtungen deutlich erweitert: Während die lichtschwächsten Objekte wie z. B. extrem weit entfernte Galaxien eine scheinbare Helligkeit von etwa 30. Grösse aufweisen, leuchtet die Sonne mit einer scheinbaren Helligkeit der -27 . Grösse. Wir stellen hierbei zweierlei Dinge fest: Erstens, die Skala



wurde auch in den negativen Zahlenbereich erweitert, da die Sterne der 1. Grösse nicht die hellsten Objekte sind, die wir kennen. Und zweitens, je länger man von der Helligkeit gewisser Sterne spricht, desto mehr fällt einem auf, dass wir immer Sterne einer gewissen Grössenklasse zuordnen, nie aber eine Einheit verwenden. Tatsächlich ist es viel gebräuchlicher, sowohl die scheinbare als auch die absolute Helligkeit in der Einheit mag (von lat. «magnitudo» = Grösse, Stärke) anzugeben. Diese kann man beliebig mit der Grössenklasse ersetzen, heisst, ein Stern erster Grössenklasse ist ca. 1^{mag}

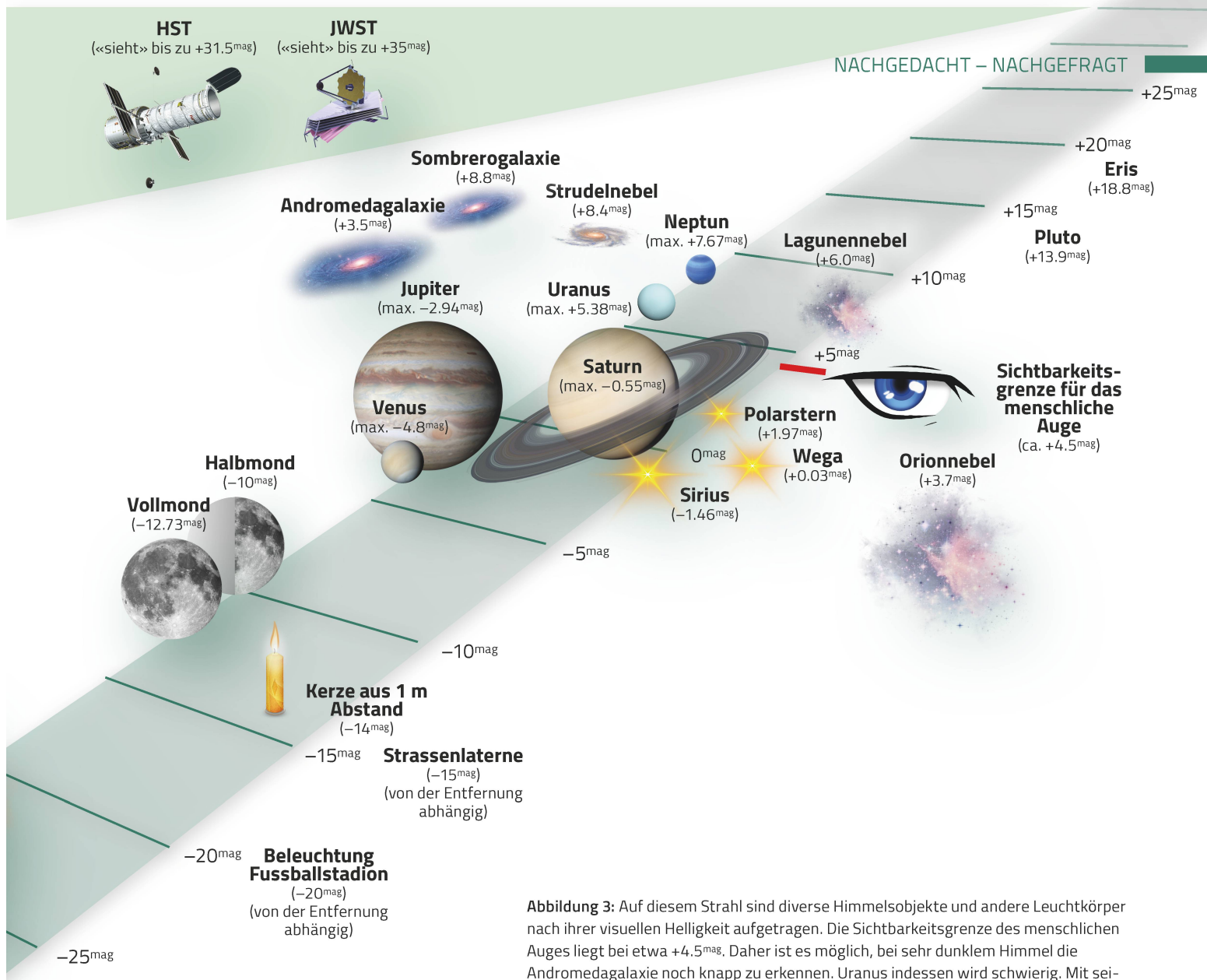


Abbildung 3: Auf diesem Strahl sind diverse Himmelsobjekte und andere Leuchtkörper nach ihrer visuellen Helligkeit aufgetragen. Die Sichtbarkeitsgrenze des menschlichen Auges liegt bei etwa $+4.5^{\text{mag}}$. Daher ist es möglich, bei sehr dunklem Himmel die Andromedagalaxie noch knapp zu erkennen. Uranus indessen wird schwierig. Mit seiner Magnitude von 0.0^{mag} diente der Stern Wega früher als Referenzstern der Helligkeitsmessung (Fotometrie). Sofort wird uns auch klar, warum wir Teleskope einsetzen. Alle Objekte jenseits unserer eigenen Sichtbarkeitsgrenze bedürfen eines Lichtverstärkers (Teleskop). Nur so ist es uns überhaupt möglich, fernste und dadurch auch lichtschwache Objekte beobachten zu können.

Grafik: Thomas Baer

hell, ein Stern 3. Größenklasse ist ungefähr 3^{mag} hell. Die Betonung liegt hierbei auf «ungefähr», denn die Verwendung einer Einheit hat den Vorteil, dass man auch Dezimalzahlen verwenden kann, wie zum Beispiel bei Sirius, der eine scheinbare Helligkeit von -1.50^{mag} aufweist.

DIE AUGEN SIND KEINE ZUVERLÄSSIGEN MESSINSTRUMENTE

Jetzt, wo wir herausgefunden haben, wie man die Helligkeit von Sternen sinnvoll vergleichen kann, können wir uns ans Vergleichen machen. Doch wie interpretieren

wir unsere Ergebnisse? Was bedeutet es, wenn ein Stern A eine absolute Helligkeit von 3^{mag} , ein anderer Stern B von 4^{mag} und nochmals ein anderer Stern C von 5^{mag} besitzt? Anders als unser Bauchgefühl es uns sagen würde, verhalten sich diese Größenklassen logarithmisch zueinander. Dies bedeutet, dass der Stern A ein Vielfaches der Helligkeit von derjenigen des Sterns B und der Stern B ein Vielfaches der Helligkeit von derjenigen des Sterns C aussendet. Genauer: Ungefähr das 2.51-fache sendet ein Stern einer bestimmten Größenklasse im Vergleich zu einem Stern der vorherigen

Größenklasse aus. Dies bedeutet einerseits, dass Sterne der 1. Größenklasse ziemlich genau 100-mal heller sind als Sterne der 6. Größenklasse, andererseits lernen wir unsere eigenen «Teleskope» besser kennen, unsere Augen. Denn diese nehmen die Helligkeit nicht linear, sondern logarithmisch wahr. Wissenschaftlich gesehen sind die Augen also nicht sehr zuverlässig. Dies ist übrigens auch bei unseren Ohren der Fall. Die Differenz der Schallwellenfrequenz zweier Oktaven ist nicht immer gleich, stattdessen verdoppelt sich die Frequenz mit jeder Oktave. Genau aus

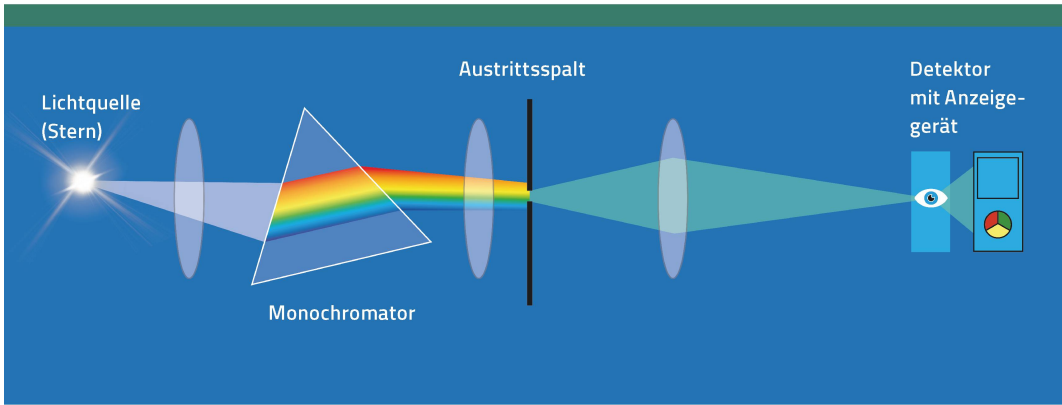


Abbildung 4: Schematische Darstellung der Funktionsweise eines Photometers.

Grafik: Thomas Baer

diesem Grund kam *Hipparchos* auf seine logarithmische Skala, obwohl Sterne der 1. Grösse nicht dreimal so hell wie Sterne der 3. Grösse sind, sondern eigentlich sogar die 6.31-fache Helligkeit besitzen.

EIN OBJEKT KANN VERSCHIEDENE HELLIGKEITEN BESITZEN

Um jetzt die Helligkeit zu messen, verwendet man ein Photometer. Wichtig ist auch zu wissen, dass man nicht die Helligkeit «tel quel» misst, sondern nur die Helligkeit eines bestimmten Spektralbereichs. Dementsprechend kann man die visuelle Helligkeit, die Blau-, Rot-, Ultraviolett- und die Infrarot-Helligkeit messen. Wenn man die Helligkeiten aller Spektralbereiche aufsummiert, erhält man die bolometrische Helligkeit, welche dann der Helligkeit des ganzen Spektrums entspricht. Man misst also die scheinbare Helligkeit, in dem man das Licht erst einmal an einem Prisma gebrochen und auf einen Spalt projiziert, der nur die gewünschte Wellenlänge durchlässt. Anschliessend wird das Licht mit einer Linse gebündelt und auf einen Detektor projiziert, wo die Lichtintensität gemessen wird.

WIE MAN DEN SPIESS UMDREHT

Doch wozu brauchen wir denn jetzt die absolute bzw. die scheinbare Helligkeit? Ganz abgesehen davon, dass der Mensch einfach gerne Objekte katalogisiert und es beim Suchen eines Himmelsobjektes eine gute Hilfe darstellen kann, hat die Helligkeit auch noch einen ganz praktischen Nutzen: Man kann damit die Distanz zu Gala-

xien ermitteln. Wenn Sie beim Lesen der vorherigen Absätze gut aufgepasst haben, dann werden Sie jetzt vermutlich stutzig: Haben wir nicht ein paar Zeilen weiter oben gesagt, man kann die absolute Helligkeit nur ausrechnen, wenn man auch die Distanz kennt? Damit liegen wir grösstenteils richtig, jedoch gibt es einige Objekte, deren absolute Helligkeit wir auch anderweitig ableiten können, sei es, weil sie immer dieselbe ist oder sich nach einem bekannten Muster verhält. Man spricht hierbei von sogenannten Standardkerzen, dazu gehören zum Beispiel Supernovae des Typs Ia oder die Cepheiden. Auf diese Weise kann man mit der gemessenen scheinbaren Helligkeit und der anderweitig abgeleiteten absoluten Helligkeit die Distanz errechnen. Dieses Verfahren benutzt man meistens bei Galaxien oder Objekten, die weiter als 100'000 Lichtjahre von uns entfernt sind. Die eruierte Entfernung ist wiederum nützlich zur Erforschung des Universums. Sie gibt Aufschluss über die Struktur und den Aufbau von Galaxienhaufen und trägt dazu bei, die relative, dreidimensionale Anordnung der Objekte im Universum aufzudecken («large scale structure»). Des Weiteren kann man mithilfe von diesen Angaben auf baryonische («normale») und dunkle Materie schliessen, was gerade momentan ein sehr aktueller Zweig der Astronomie ist.

Ob sich *Hipparchos* seinerzeit bewusst war, dass die Daten, zu derer Erhebung er wesentlich beigetragen hatte, tausende Jahre später so wichtig und aufschlussreich für die Astronomie sein

werden, kann man wohl eher bezweifeln. Was Sie, liebe Leserin, lieber Leser, sich jetzt allerdings bewusst sind, ist, dass uns das Universum tagtäglich – oder besser «nachts» – einen Streich spielt, denn die Sterne sind nicht so, wie sie zu sein scheinen. ◀

Sie wählen aus – wir berichten



In der Rubrik «Nachgedacht – nachgefragt» greifen wir astronomische Fragen von Leserinnen und Lesern auf. In jeder ORION-Ausgabe schlagen wir drei Themen vor, über die auf der ORION-Website via QR-Code (oben) abgestimmt werden kann. Die Frage mit den meisten Stimmen wird im nächsten Heft behandelt. Zur Auswahl für ORION 2/23 stehen folgende Themen:

- Was ist der «wahre Mittag»?
- Warum sind nicht alle Himmelskörper kugelförmig?
- Wie kann man Exoplaneten aufspüren?