

Schönheit auf Erden, Lichtschein auf dem Mond

Jede unsere Erkenntnis beginnt mit den Sinnen

Der Gesuchte gehört zu den bekanntesten Künstlern seiner Zeit, und auch der heutigen. Er ist ein echtes Multitalent. Obwohl er schon seit mehreren hundert Jahren tot ist, weiß man erstaunlich viel über ihn – was auch daran liegt, dass er seinerzeit ein sehr aufmerksamer Beobachter ist. Geboren wird er unehelich, sein Vater ist Notar. Dieser schickt den Sohn mit 14 Jahren in die Werkstatt eines befreundeten Künstlers, wo das zeichnerische Talent des Jungen sofort auffällt. Er ist Linkshänder, mit einem Hang zur Spiegelschrift, seziiert Leichen und macht im Lauf seines Lebens allerlei Dinge, die mit den offiziellen Morallehren des Vatikans nicht in Übereinstimmung zu bringen sind. Religiös im engeren katholisch-christlichen Sinn ist er auch nicht. Einer seiner berühmtesten Aphorismen lautet: »Jede unsere Erkenntnis beginnt mit den Sinnen.«

Schönheit, Licht und Schatten, Reflexion und Perspektive interessieren ihn, weil er als Maler und Bildhauer arbeitet. Er ist aber auch leitender Ingenieur verschiedener Herrscherhäuser, konstruiert Türme, Kuppeln, Kathedralen. Er beschäftigt sich mit Möglichkeiten der Ent- und Bewässerung und überwacht große Trockenlegungsprojekte. Er experimentiert mit Spiegeln, um mit Sonnenlicht Wasser zu erhitzen, und untersucht den menschlichen Körper – um ihn besser malen zu können. Dabei fällt ihm auf, dass ältere Körper mehr Verkalkungen aufweisen als jüngere.

Überhaupt soll er ziemlich viel »entdeckt« und »erfunden« haben: Flugunfähige Fluggeräte ebenso wie nachweislich tragfähige Brückenkonstruktionen. Die Natur ist dabei seine große Lehrmeisterin: »Wenn auch der menschliche Geist durch vielfache Erfindungen mit verschiedenen

Preisausschreiben: Unter allen Lesern, die den Namen der beschriebenen Persönlichkeit per E-Mail an wer-wars@sterne-und-weltraum.de schicken, verlosen wir ein Exemplar des Sachbuchs »Sterne finden am Südhimmel« aus dem Kosmos-Verlag Stuttgart. Einsendeschluss ist der **5. März 2021**. Bitte beachten Sie unsere Teilnahmebedingungen auf Seite 14!

Instrumenten auf dasselbe Ziel zu geht, nie wird er eine Erfindung machen, die schöner, leichter und kürzer wäre als die Natur.«

Und der Mond und die Sterne? In seinem Nachlass befindet sich ein handgeschriebenes Manuskript, in dem er seine Beobachtungen und Gedanken zu Naturwissenschaften und Technik notiert, einschließlich seiner Überlegungen zum Mond. Er erklärt darin ein Mondphänomen, das damals viele Zeitgenossen beschäftigt hat und das manchmal als »neuer Mond in den Armen des alten Mondes« umschrieben wurde, oder auch als »aschgraues Mondlicht«. Es ist in den Tagen vor oder nach Neumond zu beobachten, wenn nur ein Teil des Mondes als Sichel von der Erde aus wahrzunehmen und der Mond dennoch als runde aschgraue Kugel schwach am Himmel zu sehen ist. Woher kommt diese fahle Ausleuchtung?

Der »uomo universale« geht davon aus, dass der Mond von Ozeanen bedeckt ist (falsch), eine eigene Atmosphäre besitzt (falsch) und dass die Mondozeane das von der Sonne via Erde weiterreflektierte Licht besonders zur Erde zurückspiegeln (Folgefehler). Neben seinen Ausführungen findet sich eine Zeichnung des Phänomens, ebenso wie Zeichnungen zu Brechungen und Finsternissen sowie die Einschätzung, dass viele Menschen dächten, der Mond leuchte von selbst, was falsch sei (korrekt).

Astronomisch gesehen ist seine Erklärung des »lumen cinereum« aber im Grundsatz richtig – tatsächlich reflektiert der Mondboden den Erdschein. Bisweilen wird ihm aber sogar nachgesagt, dass er einen Vorläufer des Teleskops erfunden und benutzt habe – doch da ist nun wirklich Skepsis angebracht. TINA HEIDBORN

Kreuzworträtsel

Fred Goyke

Ausgleich der Himmelsbewegung	Oculus (deutsch)	Frequenzband (u.a. LTE)		Grafikfilter Universalszeit (Abk.)	Gaia-Vorgänger	südafr. Träger- rakete (...3)	europ. Jupiter- sonde		Welten... (Galaxie)
↙	↻ 3					↘	↘		
veralteter Monitor- anschluss		Frequenz- analyse- verfahren (Abk.)	hyp. Teil- chen der Dunklen Materie	Raum- fahrt- firma von Elon Musk	1856 ent- deckter Asteroid (Nr. 42)	↻ 8		↻ 5	chin. Welt- raum- bahnhof
↙									
↙					amerik. Raum- schiff		Priester im Tanach		↻ 7
Land mit dem Large Millimeter Telescope	franz. Raum- fahrt- agentur		Erdzeit- alter (Wilkesland- Impakt)	↻ 2			↘	Licht detek- tieren	Raum- schiff- mann- schaft
Sternbild (galakt. Nordpol, int. Abk.)				Sternbild Steinbock (int. Abk.)		...weite, Öster...			
Physik- nobel- preis von 1902			zweiter Vorname von John Adams				↻ 6	kurz für Rektas- zension	↻ 4
↙					Schwer- gängig- keit heilen				
erster Reaktor im All (...-10A)	↻ 1				Antennen- netzwerk (u.a. Gold- stone)			Wohn- form (Abk.)	



Unter allen Lesern, die uns das richtige Lösungswort aus den eingekreisten Buchstaben per Mail an kwr@sterne-und-weltraum.de schicken, verlosen wir ein Exemplar des Sterne-und-Weltraum-Notizbuchs. Einsendeschluss ist der **5. März 2021**. Bitte beachten Sie unsere Teilnahmebedingungen auf Seite 18!

Viel Spaß beim Knobeln!



Zum Nachdenken

Lösung zu »Neutrinos und das IceCube-Observatorium« aus SuW 1/2021

Aufgabe 1: Die Erde (Radius $R_E = 6378$ km) und noch mehr der Neutrinodektor IceCube (Kantenlänge $k_1 = 1$ km) sind aus Entfernungen von Millionen oder gar Milliarden Parsec betrachtet unglaublich winzige Gebilde. **a)** Von NGC 1068 in der Entfernung $d_N = 15,5$ Mpc aus gesehen haben die beiden Gebilde die scheinbaren Größen:

$$\begin{aligned} \delta_{NE} &= 2 \arctan(R_E/d_N) \\ &= 1,53 \cdot 10^{-15} \text{ }^\circ = 5,5 \cdot 10^{-12} \text{ }^\circ \\ &= 5,5 \cdot \text{Pikobogensekunden} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta_{NI} &= \arctan(k_1/d_N) \\ &= 1,12 \cdot 10^{-19} \text{ }^\circ = 4,3 \cdot 10^{-16} \text{ }^\circ \\ &= 0,43 \text{ Femtobogensekunden.} \end{aligned}$$

b) Vom Blazar TXS 0506+056 in dessen Entfernung $d_T = 1,75$ Gpc aus betrachtet sind die Winkel natürlich noch kleiner:

$$\begin{aligned} \delta_{TE} &= 2 \arctan(R_E/d_T) \\ &= 1,35 \cdot 10^{-17} \text{ }^\circ = 4,9 \cdot 10^{-14} \text{ }^\circ \\ &= 49 \text{ Femtobogensekunden} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta_{TI} &= \arctan(k_1/d_T) \\ &= 1,06 \cdot 10^{-21} \text{ }^\circ = 3,8 \cdot 10^{-18} \text{ }^\circ \\ &= 3,8 \cdot \text{Attobogensekunden.} \end{aligned}$$

Diese Winkel sind unvorstellbar klein. Bestäße ein Teleskop auf der Erde eine Auflösung, die dem größten Winkel δ_{NE} aus Aufgabe 1 entspräche, so könnten von einem 80 Mikrometer dicken Haar auf dem Mond entlang dessen Durchmesser rund 8000 Bildelemente aufgelöst werden.

Aufgabe 2: Die Energie pro Fläche der mit dem Detektor in der Antarktis nachgewiesenen Neutrinos aller drei Neutrinoarten vom Blazar TXS 0506+056 betrug $F_{3\nu} = 4,2 \cdot 10^{-10}$ J/cm². **a)** Die vom Blazar als isotrop angenommene abgestrahlte Energie allein in Form von Neutrinos ist dann

$$\begin{aligned} E_{3\nu} &= 4 \pi d_T^2 F_{3\nu} \\ &= 1,54 \cdot 10^{47} \text{ J} \end{aligned}$$

ZUM NACHDENKEN

Die Aufgabe dieses Hefts finden Sie auf Seite 18.



b) Über den betrachteten Zeitraum $\Delta t = 158$ d verteilt, ergibt sich daraus die mittlere isotrope Neutrinoleistung

$$\begin{aligned} L_{3\nu} &= E_{3\nu}/\Delta t \\ &= 1,13 \cdot 10^{40} \text{ W.} \end{aligned}$$

c) Mit der Energie $E_{SN} = 1 \text{ Foe} = 10^{51} \text{ erg} = 10^{44} \text{ J}$, die von einer typischen Supernova-Explosion während $\Delta t_{SN} = 100$ Tagen freigesetzt wird, berechnet sich eine mittlere Leuchtkraft von

$$\begin{aligned} L_{SN} &= E_{SN}/\Delta t_{SN} \\ &= 1,16 \cdot 10^{37} \text{ W.} \end{aligned}$$

Unter den gemachten Annahmen entwickelt der Blazar TXS 0506+056 in Form von Neutrinos eine um den Faktor 974 höhere mittlere Leuchtkraft verglichen mit derjenigen einer typischen Supernova-Explosion. Was hätte wohl Wolfgang Pauli jetzt und vor rund 90 Jahren zu diesem Ergebnis gesagt? AXEL M. QUETZ

Zum Nachdenken – Richtige Lösungen sandten ein:

Anette Anastasakis, Sandhausen; Elisabeth Arnold, Essenbach; Andrea Blomenhofer, Johannisthal; Ilse Blümel, Obertraubling; Stefanie Grabert, Sprockhövel; Doris von Hansen, Langwedel; Brigitte Lindner, A-Wien; Katrin Stauch, Coswig; Cornelia Wiberg, E-Vinarös; Margit Zink, Wendlingen; L. Ammersbach, Bad Kissingen; P. Bajec, A-St. Maere bei Graz; F. Balzer, Flensburg; W. Balzer, Hattingen; G. Bauer, Farchant; M. Bauer, Wuppertal; O. Bechmann, Velpke; K. Beier, Reichling; I. Bischoff Montenegro, Karlsruhe; W. Blendin, Hüfelfeld-Kirberg; P. Borchardt, Augsburg; A. Braig, Lappersdorf; A. Brandenberger, CH-Rorschacherberg; G. Breitkopf, Berlin; U. Buchner-Eysell, Ettringen; R. M. Burgmeier, Regensburg; S. Christlmeier, Aschau am Inn; R.-R. Conrad, Hannover; R. Csukker, A-Wallern; A. Dannhauer, Ilsenburg; H. Dippoldsmann, Osnabrück; H.-P. Distler, Henstedt-Ulzburg; J. Döblitz, Stuttgart; K. E. Engel, Erlangen; H. Fischer, A-Frauenkirchen; M. Fischer, Emskirchen; N. Forbrig, Lichtenstein; G. Forster, Heidelberg; E. Franz, Kleinwallstadt; J. Frey, Heidenheim-Oggenhausen; M. Geisel, Lörrach; H. Gers, Meschede; G. Gigl, Wolnzach; Th. Gigl, Dietersheim; H. Göbel, Lörrach; F. Götz, Gummersbach; M. Gottschalk, Konstanz; M. Grasshoff, Schongau; S. Griesing, Olching; B. Grosse, Brandenburg an der Havel; S. Große, Oldenburg; H. Günther, Chemnitz; R. Guse, Peine; F. Hänel, Freiberg; J. Haller, Leverkusen; J. Hampp, Erlangen; D. Hauffe, Frankfurt am Main; J. Haun, Bochum; H. Hauser, Ulm; F. Heimerl, Gilching; D. Henne, Köln; H.-D. Hettstedt, Isernhagen; A. Heuser, Euskirchen; W. Heydrich, Emmendingen; J. Hingsammer, Altdorf; L. Hitzky, L-Walferdange; J. Hochheim, Lutherstadt Eisleben; E. Hoffmeister, Bad Honnef; Chr. Hollenbeck, Mönchengladbach; T. M. Jung, Eurasburg; M. Kaschke, Oberkochen; J. E. Keller, Ketsch; P. Kirsch, A-Linz; L. Kirschhock, Pommelsbrunn; M. Klein, Altdorf; N. Klingler, CH-Oerlingen; F.-G. Knell, Hanau; H. Knopf, Baden-Baden; M. Kobusch, Wendenburg; K.-M. Köppl, Krefeld; M. Kretzler, Ingelheim; B. Kuhn, Sulzbach/Main; G. Kunert, Chemnitz; N. Kunte, Wildeshausen; O. G. Kunze, Marburg; H.-P. Lange, Massenhausen; J. Lange, Hamm; W. Lehmann, Muldestausee; B. Leps, Berlin; R. Lettau, Friedberg; W. Liene, Mannheim; R. Lüthmann, Allensbach; B. Marker, Großkrotzenburg; B.

Matz, Eching-Dietersheim; P. Matzik, Burscheid; S. Maurer, Backnang-Maubach; J. May, Kerpen; J. Meier, Königsdorf; Th. Meisner, Immenstaad; J. Miltzner, Winsen (Luhe); G. Minich, Reppenstedt; F. Morherr, Dresden; A. Moritz, Ehringshausen; K. Motl, Geretsried; A. Münch, Alteglofsheim; H. Münz, Aalen; Z. M. Nagel, Mainz; J. Nendwich, A-Wien; Chr. Netzel, Aachen; Th. Oettinger, Plüderhausen; M. Ogris, A-St. Georgen am Längssee; B. Ohse, Rottenburg; Chr. Overhaus, Borken; G. Pannach, Braunschweig; H. Pauthner, Großkrotzenburg; H. Pavliček, Horb; Chr. Petersen, Drochtersen; G. Philipp, Jena; F. Pietsch, Schwülper; W. Polanec, A-St. Stefan an der Gail; M. Pospie, Hamburg; R. Prager, A-Gänsersdorf; H. Preisinger, Weimich/Edenland; J. Rahm, Bingen; A. P. Rauch, Rosdorf; H. Reich, München; J. Reill, Kaufering; A. Reinders, Ravensburg; M. Reuter, Traunreut; A. Richter, Leonberg-Höfingen; H.-W. Richter, Dortmund; W. Rockenbach, Biebern; R. Rohde, Stockelsdorf; K. Rohe, Glonn; A. Sauerwald, Bottrop; F. Schauer, Kirchzarten; F. Scherie, Ennepetal; R. H. Schertler, A-Braunau am Inn; M. Schiffer, Überlingen; A. Schirmer, Munster; Th. Schler, CH-Zürich; S. Schlund, Bad Homburg; S. Schlundt, Kiel; B. Schmalfeldt, Aumühle; P. Schmid, Pfintal; R.-G. Schmidt, Recklinghausen; J. Schnichels, Euskirchen; W. Scholpp, Stuttgart; G. Scholz, Essingen; H.-J. Schreyer, Kehlbach; J. Schröder, Grevenbroich; E. Schroeder, Nordestedt; P. J. Schüngel, CH-Regensdorf ZH; S. Schuler, Püttlingen; R. Schuster, Altenkunstadt; M. Schwab, Korntal-Münchingen; T. Schwab, Lohmen; W. Schwab, Heidelberg; K. Seng, Oberschleißheim; M. Senkel, Wolfratshausen; D. Siefert, Hameln; M. Sipahi, Hameln; O. Slawitzki, Nürnberg; A. Smrcka, Winsen (Luhe); E. Specht, Magdeburg; R. Spurny, A-Wien; E. Streeruwitz, A-Wien; G. Süß, Oberhaching; K. Teichmann, Timmendorfer Strand; P. Vogt, Sörup; G. Wahl, Erolzheim; A. Wankel, Maisach; M. Watzdorf, München; H.-G. Wefels, Duisburg; Chr. Weis, Scheidegg; S. Werdner, Fellbach; B. Wichert, Neu-Wulmstorf; L. Wiest, Walldorf; N. Würfl, Sulzbach; A. Zeh-Marschke, Eggenstein-Leopoldshafen; M. Ziegler, A-Wien.

Insgesamt 181 Einsendungen

Er war's im Februar

Es war der schwedische Astronom Anders Jonas Ångström (geboren am 13. August 1814 in Lögdo an der schwedischen Ostküste, gestorben am 21. Juni 1874 in Uppsala). Ångström war der Sohn eines Predigers und hinterließ einen Sohn Knut, der ebenfalls Astronom wurde. Der berufliche Lebenslauf Ångströms war relativ unspektakulär: Mit knapp 20 zog er nach Uppsala, um an der dortigen Universität Mathematik und Physik zu studieren. Im Jahr 1839 wurde er hier promoviert, anschließend arbeitete er an der Stockholmer Sternwarte. 1858 wurde er Physikprofessor an der Universität Uppsala. Er führte regelmäßige Laborstunden für seine Studenten ein und galt als ungemein vielseitig interessiert und bescheiden.

Ångström engagierte sich in der universitären Selbstverwaltung, unter anderem als Rektor, und gilt als wichtiger Pionier in der Astrospektroskopie. Bahnbrechende Nachweise gelangen ihm bei der spektroskopischen Untersuchung der Sonne: So konnte er erstmalig Wasserstoffspektrellinien im Sonnenspektrum nachweisen.

»Zum Nachdenken« im Web

Einige Tage vor der Auslieferung des gedruckten Heftes lässt sich unter www.sterne-und-weltraum.de/aktuell/ das aktuelle »Zum Nachdenken« als PDF finden. Ältere Fassungen: Menü → Archiv → Sterne und Weltraum → Jahrgang → Ausgabe.

Einsendungen

■ Lösungen werden als Brief, per Fax (06221 528-377) und als PDF an die E-Mail-Adresse zum-nachdenken@sterne-und-weltraum.de akzeptiert. ■ Notieren Sie Namen und Anschrift insbesondere auch auf dem Lösungsblatt! ■ Lösungen, die nach dem angegebenen Stichtag eintreffen, können leider nicht berücksichtigt werden.

Beginn der 40. Runde

Mit dem Juniheft 2020 begann die neue Runde »Zum Nachdenken«. Sie endet mit der Ausgabe im Maiheft 2021. Löser mit mindestens neun richtigen Einsendungen nehmen an der Preisverlosung teil. Zu gewinnen sind wieder attraktive Hauptpreise (siehe rechts). Viel Spaß beim Nachdenken! AMQ

Hauptpreis der 40. Runde

Die Firma Spacewalk Telescopes, Karlsruhe, hat ihren **16-Zoll-Dobson »Infinity NL«** im Wert von 4880 Euro als Preis für die neue Runde von »Zum Nachdenken« ausgelobt. Das Teleskop gehört mit seinen 25 Kilogramm zu den absoluten Leichtgewichten. Das Herzstück bildet der 400 Millimeter große Hauptspiegel mit nur 25 Millimeter Randdicke und geringer Auskühlzeit. Jeder Spiegel ist ein Unikat und wird in Eigenarbeit in Deutschland gefertigt. Für Haupt- und Fangspiegel liegen interferometrische Prüfprotokolle bei. Das Teleskop lässt sich von einer Person mit nur wenigen Handgriffen werkzeuglos in unter zehn Minuten aufbauen. www.spacewalk-telescopes.de



2. Preis

Die Explore Scientific GmbH stiftet ihre neunteilige Okularserie »52° LER« mit Brennweiten von 3 bis 40 Millimeter im Wert von insgesamt 661 Euro. Die Okulare mit größerem Augenabstand für komfortablen Einblick eignen sich mit einem scheinbaren Gesichtsfeld von 52 Grad insbesondere sehr gut für Brillenträger. Sie weisen eine einzigartig hohe Randschärfe auf, haben eine patentierte Vergütung für maximalen Kontrast, sorgfältig geschwärzte Linsenränder zur Vermeidung von Reflexionen und vieles mehr für höchsten Komfort und Qualität. www.explorescientific.de

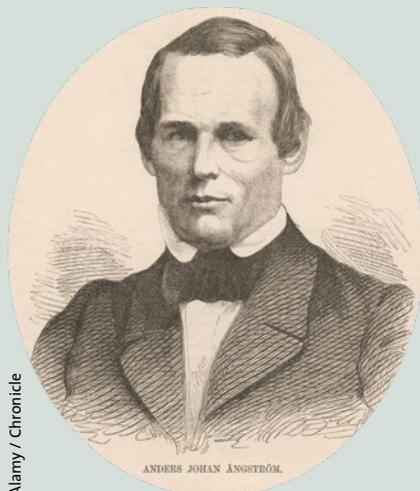
Anders Jonas Ångström

Im Jahr 1868 veröffentlichte er sein Hauptwerk, einen Atlas mit mehr als 1000 Fraunhofer-Linien des Sonnenspektrums: »Recherche sur le spectre solaire.« Ångström arbeitete auch über Optik, Wärmeleitfähigkeit und Erdmagnetismus. Bedeutend war insbesondere seine Mitarbeit an der Auswertung

der Daten, die eine schwedische Forschungsexpedition mittels Weltumseglung erhoben hatten. Auch zur Erklärung des Polarlichtphänomens trug er bei: Er konnte durch Spektralanalyse der Aurora Borealis zeigen, dass hier unter anderem angeregter Sauerstoff leuchtet und erkannte Zusammenhänge mit dem Erdmagnetismus. (In seiner Begeisterung vermutete er fälschlich auch im Zodiakallicht angeregten Sauerstoff.)

Anders Jonas Ångström starb unvermittelt im Alter von 60 Jahren in Uppsala an einer Hirnhautentzündung. Über sein Privatleben ist wenig bekannt, zumindest nicht im historischen Rückblick. Sein Sohn Knut wurde ebenfalls ein bedeutender schwedischer Astronom, der wie sein Vater an der Universität Uppsala wirkte.

Ångströms bedeutendster wissenschaftlicher Beitrag, die Vermessung von Spektrallinien unserer Sonne, sichert ihm bis heute einen Platz in der Festkörper- und Astrophysik: Noch heute wird sein Nachname als Größeneinheit verwendet ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ Meter}$) und bezeichnet damit Abstände in der Größenordnung eines Atoms. TINA HEIDBORN



Alamy / Chronicle

Wegen Größeneinheit wohl bekannt: Anders Jonas Ångström (1814–1874) war Astronom und Physiker.

Kreuzworträtsel

Lösung aus SuW 1/2021: Detektor

X	G	E	W	C								
K	E	P	L	E	R	G	A	L	E	X		
			D	I	O	N	E	A	T	E		
			S	E	O	M	E	G	A	P		
A	C	H	S	E	D	E	L	C	H			
			H	E	I	S	E	N	B	R	E	
P	A	L	C	N	U	B	I	U	M			
F	L	U	C	H	T	S	R	C				
			E	F	E	I	N	S	T	E	I	N
A	N	T	E	N	N	A	B	O	S	S		

Gewinner aus Heft 1/2021

Gewinnspiel: Buch »Astronomie in Theorie und Praxis«: Oliver Buck-Werner, Bochum. Lösung: 1c, 2b, 3b.

Wer war's?: Kalender »Himmel und Erde«: Friedrich Schwenn, Fehmarn.

Kreuzworträtsel: Buch »SuW-Notizbuch«: Dieter Kurz, Heidelberg.

Herzlichen Glückwunsch!