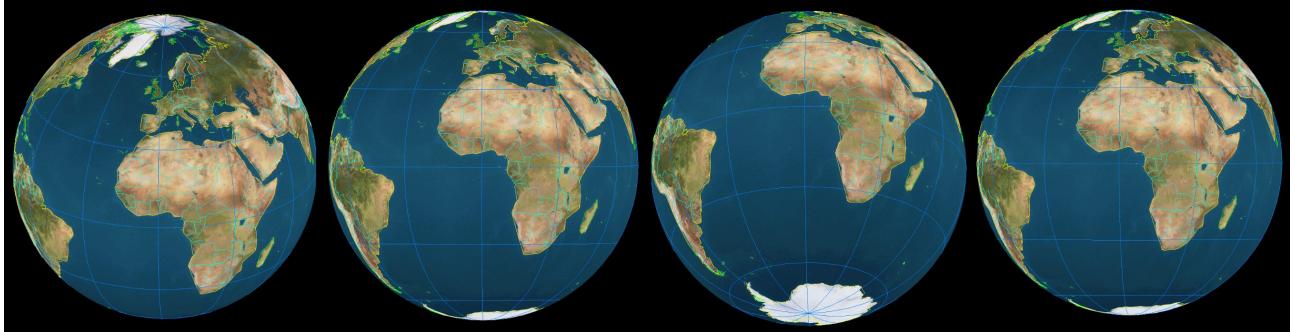


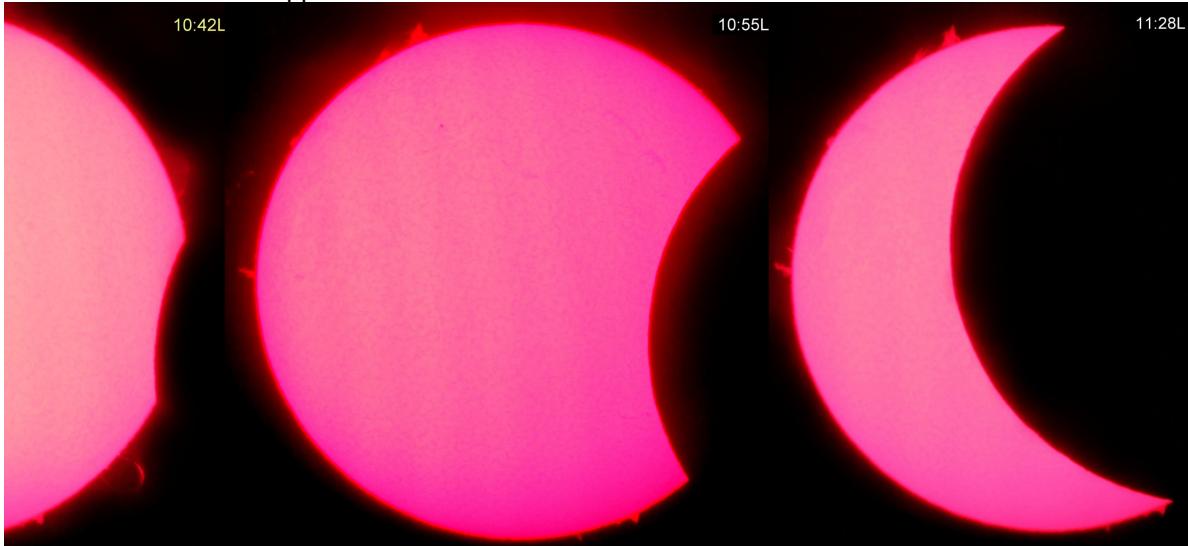
Solarenergie – pur und alternativlos

Am 10. Juni 2021 gibt es mal wieder einen besonderen Grund, sich über unseren Heimatstern ein paar Gedanken zu machen – hier von Martin Falk für die Astrofans der Zukunftswerkstatt Buchholz.

Die Erde ist gerade auf ihrer Bahn zwar kurz vor dem Punkt der größten Entfernung zur Sonne, dennoch beginnt auf der Nordhalbkugel nun der „astronomische“ Sommer (am 21.6. um 05:23 MESZ) – der „meteorologische“ zählt schon den 10. Tag und endlich sind auch die Temperaturen ein wenig sommerlich. Alles steht und fällt mit der schiefstehenden Erdachse (23.5°), die uns dadurch die Jahreszeiten beschert, weil sich der Einstrahlwinkel des Sonnenlichts entsprechend ändert. Ein Lichtstrahl von der Sonne auf dem Weg zur Erde würde diese jeweils zum 1. Tag der neuen Jahreszeit um 12:00Uhr (Zeitzone Greenwich/GB) in folgendem Anblick genießen dürfen: v.l.n.r. Sommer-Herbst-Winter-Frühling – eine Simulation aus einem Astronomie-Programm:



Hier jedoch gleich der Hinweis, dass der gute alte Mond ganz wesentlich dazu beiträgt, dass die Erdachse nicht im Laufe der Zeit „torkelt“ und uns damit erst recht in Klimakatastrophen stürzt. Dieser Mond ist nun ausgerechnet in der passenden Entfernung, dass er auf seiner Bahn um die Erde ziemlich oft, aber nur selten am jeweiligen Ort, die riesige, aber fast 400mal weiter entfernte Sonne mehr oder weniger „abdeckt“. Diesmal am **10.6. von 11:28 bis 13:40** MESZ über (Holm-Seppensen/Deutschland, zwar nur ein wenig, aber ausreichend für eine sog. **partielle Sonnenfinsternis** – und bei passendem Wetter ist es durchaus ein Hingucker – mit der SoFi-Brille oder dem sehr stark gefilterten Teleskop. Bei der seltenen totalen SoFi, die letzte in Deutschland sichtbare war im August 1999!, wird es für ein paar Minuten so „kalt“ und dunkel, dass die Vögel verdutzt das Singen einstellen, das lokale „Klima“ schwankt und die Menschen andächtig innehalten oder Beifall spendend johlen – je nach Gemütszustand. Astrofotografen haben dann alle Hände voll zu tun, ob nun partiell oder total, sonst gäbe es nicht solche Bilder wie hier von 2015 aus der Schulsternwarte in Holm-Seppensen:



Die Oberfläche der Sonne leuchtet stark gefiltert in der Spektralfarbe des Wasserstoffs. Der Mond zieht von West nach Ost vor der Sonne vorbei, was meist rund 3 Std. dauert. Die „Totalität“ dauert maximal 7 Minuten, wenn der Mond als Supermond der Erde besonders nah ist, während die Sonne im Hochsommer auf der Nordhalbkugel etwas kleiner, weil entfernter, erscheint. Besondere „Zugaben“ sind die Protuberanzen am Sonnenrand.

In diesem Moment begreifen auch Einfältige, dass dieser Stern mit seiner Strahlung „alternativlos“ ist: Für Physikfans gibt es die Strahlung als konstanten Wert – außerhalb der Atmosphäre und wenigstens vor dem Komma „konstant“, die sogenannte **Solarkonstante: 1367 Watt pro Quadratmeter** (pro Sekunde). Aber auch über sehr lange Zeit ist die Strahlung konstant, andernfalls ginge es den Lebewesen schlecht. Dazu evtl. später mehr. Es hat aber auch sehr lange gedauert, bis sich die Schlausten der Wissenschaft ein

Bild - und eine Berechnung - von der Strahlungserzeugung machen konnten.

Für Astrofans kommt hier die **erste Musterrechnung**¹ (für echte Physik- und Chemiefans geht es noch wesentlich komplizierter, über die Astro-Box der Zukunftswerkstatt bitte anfordern!):

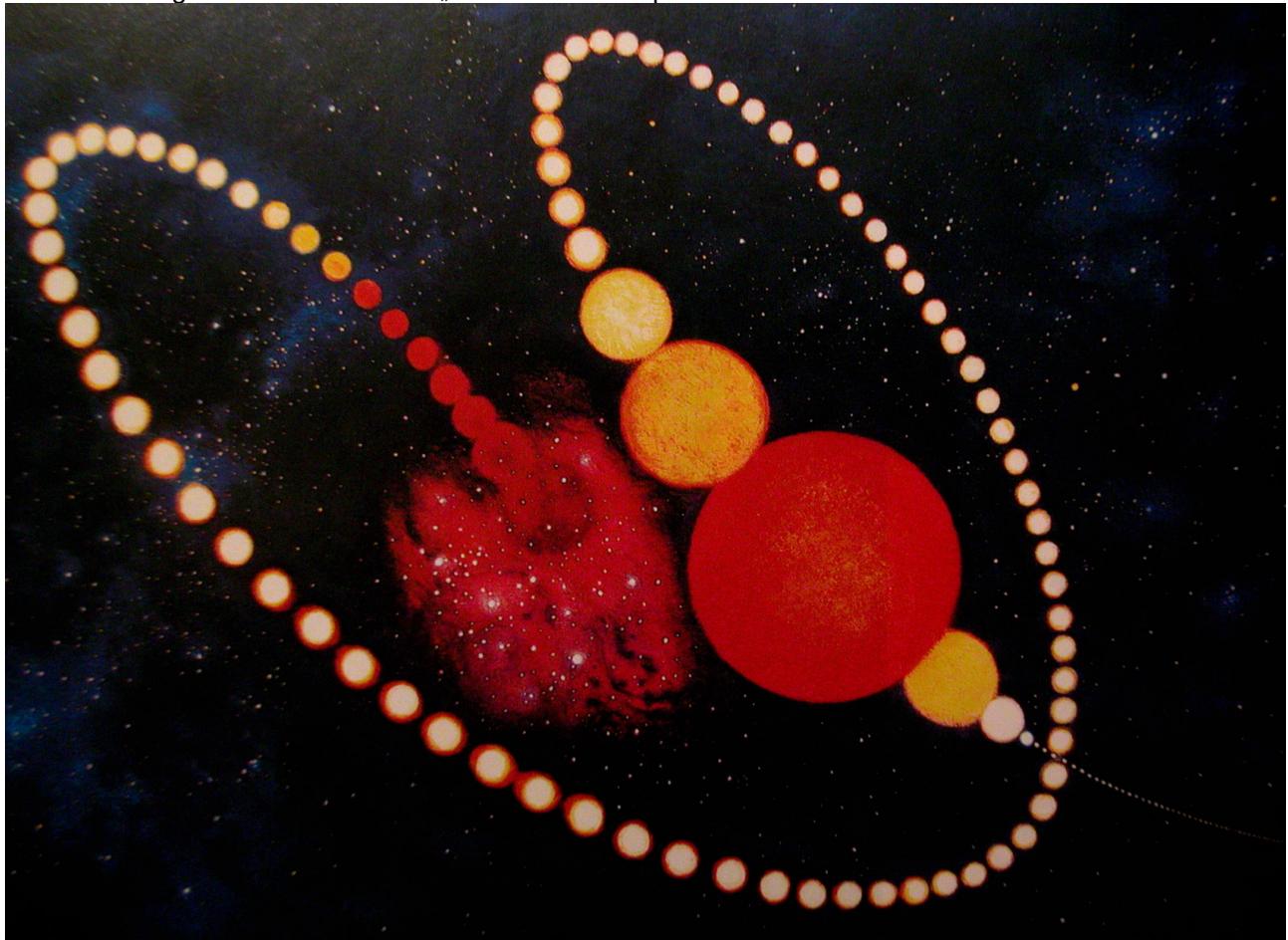
- Wir „betrachten“ einen Würfelzucker-großen Krümel Sonnenmaterie aus dem Kernbereich mit der Masse von **4.03252** Gramm; (*der „krumme“ Wert hat seinen Ursprung in der Masse der versammelten Wasserstoff-Protonen, die für die Berechnung benutzt werden.*)
- dieser Würfel wird durch den riesigen Druck im Kern der Sonne „konvertiert“ (chemisch verändert) zu Helium;
- dabei wird Energie freigesetzt, die nach der berühmten $E=mc^2$ – Formel berechenbar ist:
 0.615×10^{12} „Kalorien“;
- weiter geht es mit einer irdischen Vergleichsrechnung:
um 1 Gramm Wasser von 0°C in Dampf zu verwandeln, benötigt man 636 „Kalorien“;
- daraus folgt, dass man mit dem o.a. Energiegewinn **9.67×10^8 Gramm** eiskaltes Wasser von jetzt auf gleich verdampfen kann!
- da 1 Gramm Wasser bekanntlich ein Volumen von 1 cm³ hat – ergeben rund 10^9 cm³ Wasser einen **metertiefen Swimmingpool von 35 Metern** Durchmesser!!

Jetzt schön cool bleiben:

- **Dieser Pool mit eiskaltem Wasser wird von der Energie aus o.a. ~4 Gramm Sonnenmaterie „augenblicklich“ durch Verdampfung geleert!!**
- **Durch diesen Vorgang verliert die Sonne pro Sekunde 4.25 Millionen Tonnen Materie!!**
- **Erst in 4-5 Milliarden Jahren wird sich die Sonne merkbar (zu unserem Nachteil) ändern!!**

Noch Fragen zur Größe und Großartigkeit der Sonne?

Die Darstellung des Lebenslaufs der „stabilen“ Lebensquelle zunächst als Bild:



Von der Großen Molekülwolke zum Weißen Zwerg: Z. Zt. ist unsere Sonne die ~45. Kugel!

Wie oben schon angemerkt, war die allererste Modellrechnung erst um 1938 in Berlin, dem damaligen „Rom der Wissenschaften“, von dem deutschen Wissenschaftler Hans Bethe, und später zusammen mit Carl.F. von Weizsäcker, „durchdacht“ worden. Es dauerte noch einmal rund 20 Jahre bis diese Denkleistung der „Bildzeitung“ eine Schlagzeile wert war - in etwa so: „Tröstlich: Die Sonne scheint noch 5 Milliarden Jahre!“ - zumindest kann sich der Autor daran erinnern, sie als Grundschüler selbst gelesen zu haben.

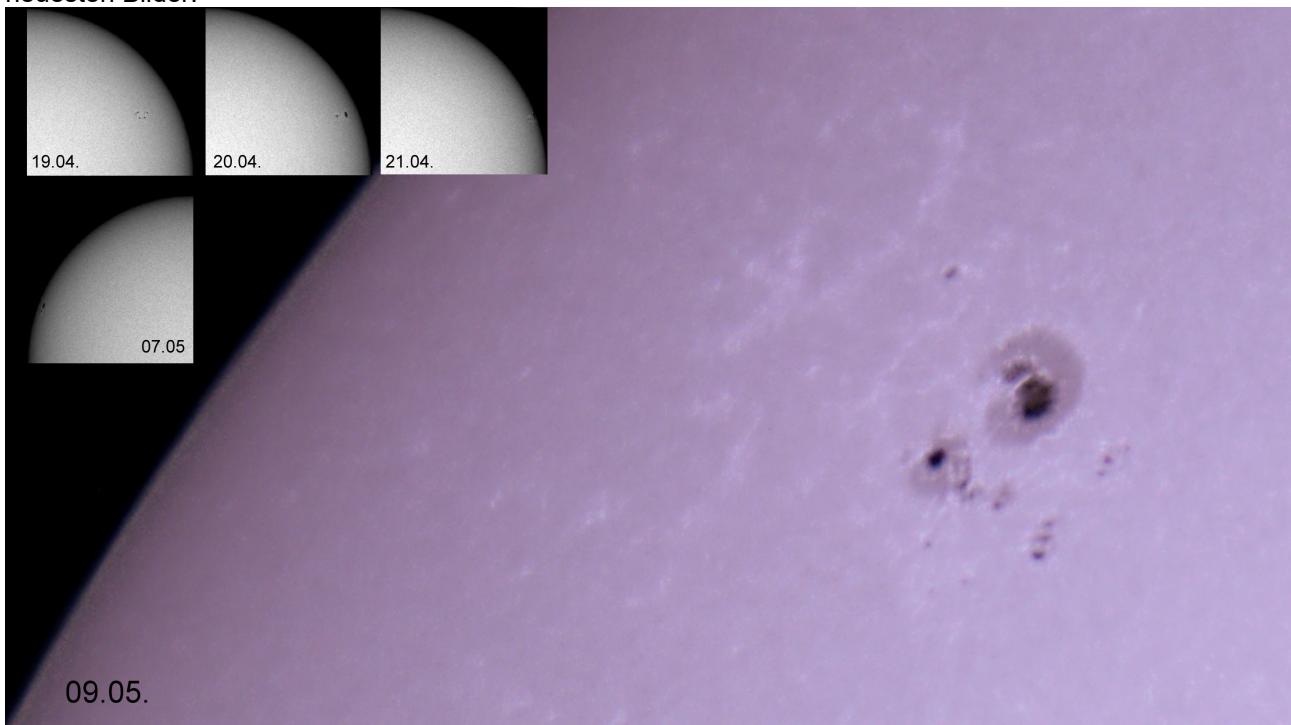
1 Nach E.van Zyl: Unveiling the Universe; London 1996

Mittlerweile bietet jedes bessere Physik- oder Chemiebuch eine genaue Reaktionsgleichung der **Fusion** von vier Wasserstoffatomen und dem daraus folgenden Energiegewinn. Das es funktioniert, beweisen diverse Forschungsanlagen, leider aber noch ohne den finanziellen Reingewinn: wann sich ein Fusionskraftwerk „rechnet“, weiß noch niemand. Aber es wäre der Traum der energiesüchtigen Menschheit – entbindet sie aber nicht vom Klimaschutz!!

Jetzt wird es doch noch „kritisch“: Unsere Sonne ist offiziell ein **Zwergstern**, (eingestuft im Vergleich zu anderen Gaskugeln nach Größe und Leuchtkraft - mehr dazu in einem späteren PDF der Astro-Box), und das bei einem Durchmesser von 1,4 Millionen Kilometer! Netterweise ist sie sehr stabil und „friedfertig“: sie dreht sich gemächlich, wodurch sie wenig Flecken bildet, in deren Nähe starke Ausbrüche von Sonnenmaterial unter Umständen nach rund drei Tagen Flugzeit die Erde regelrecht bombardieren könnten. Das geschieht nur so minimal, dass an den Polen der Erde das schöne Polarlicht auftritt – eine Erscheinung, die eine gesonderte Beschreibung erfordert. Allerdings produzieren gelegentliche „Sonnenstürme“ auch einmal heftige Reaktionen in unserer Techno-Welt. Dann müssen empfindliche Satelliten abgeschaltet werden, Raumfahrer ihren Außenboard-Einsatz beenden und in Krankenhäusern Notstromaggregate anlaufen. Den **aktuellen Sonnenwind** misst der SOHO-Missions-Satellit und ESA/NASA veröffentlichen ihn auf der Webseite. Wäre die Sonne einer der vielen instabilen „Pirouetten“sterne, nicht auszudenken... : falls es Menschen gäbe, müssten sie sich vielleicht mit Steinzeit-Luxus begnügen.

Der o.a. Solarkonstante reicht eine geringfügige Änderung der Wattleistung und schon summieren sich die Effekte zu Warm- oder Eiszeiten, wie bisher in der Erdgeschichte zwar mehrfach geschehen, aber sehr langsam, in Zeiträumen von ~100 000 Jahren. Unsere Sonne ist also ein „guter“ Stern (**G2** (röm.)**V** lautet seine **Spektralklasse**, allerdings aus anderen Gründen – mehr dazu demnächst in der Astro-Box).

Die besagten Flecken und Strahlungsausbrüche (Protuberanzen) können aber dennoch erschreckende Ausmaße annehmen, worüber sich allerdings jeder Fan der Astrofotografie dann besonders freut. Hier die neuesten Bilder:



Die kleinen Bilder zeigen die Entstehungsgeschichte des riesigen, „erdgroßen“ Flecks vom 9.5.2021. Er entstand am 20.4. und erschien am 7.5. wieder auf der „Vorderseite“ der Sonne. Die Dokumentation lässt sich der SOHO-Webseite entnehmen; das Wetter war dann am 9.5. so freundlich, dass die Aufnahme durch ein Teleskop mit 9-Meter! Brennweite aus der Schulsternwarte Holm-Seppensen gelang.

Alle wesentlichen Daten zur Sonne sind leicht zugänglich, dafür dauern die Erklärungen der Phänomene u. U. mehrere Stunden - auf geht's also in den Astro-Kurs der Zukunftswerkstatt!!

Mit freundlichem Gruß; und ab dem 10.6. mit einem Bild der SoFi 2021
Euer/Ihr Martin Falk