

Neues von *TRAPPIST-1* – Auf der Suche nach Wasser und Lebensformen [10. Feb.]

Der Hype um das *Exoplanetensystem TRAPPIST-1* hält an ...

Wenn wir irgendwann doch irgendwo Leben außerhalb unseres Planeten Erde finden, wäre das das Ende einer sehr langen Suche. Wahrscheinlich wird sich **außerirdisches Leben** jedoch nicht von selbst ankündigen; daher müssen wir einen Puzzlestein nach dem anderen aneinanderfügen, um fremdes Leben letztendlich zu finden. Nach Meinung der Wissenschaftler beginnt die Suche nach außerirdischem Leben mit der **Suche nach Wasser** auf anderen Planeten, den Exoplaneten. Auf dem Mars haben bereits verschiedene Missionen nach Wasser gesucht; die Ergebnisse sind nicht eindeutig.

Die Suche nach Leben in anderen *Planetensystemen*, den **Exoplanetensystemen**, ist noch spannender. Die Entdeckung des Exoplanetensystems TRAPPIST-1 im Jahr 2017 hat die Forscher in Aufregung und Teile der interessierten Bevölkerung in einen Hype versetzt.

Das TRAPPIST-1-System enthält **fast so viele Planeten wie unser Sonnensystem**, jedoch sind alle mehr oder weniger so groß wie die Erde. Im Gegensatz zu unserem Planetensystem umkreisen sie einen sehr kühlen rötlichen Stern. Daher ergibt sich die einzigartige Möglichkeit, die Entstehung und Entwicklung mehrerer erdgroßer Planeten in einem Sonnensystem zu untersuchen.

Das System TRAPPIST-1

Im *TRAPPIST-1-System* (Katalogname *2MASS J23062928-0502285*) umkreisen insgesamt **7 Planeten** den Stern TRAPPIST-1 (Abb. 1). Wir kennen kein anderes Exoplanetensystem, das 7 oder mehr Planeten besitzt.

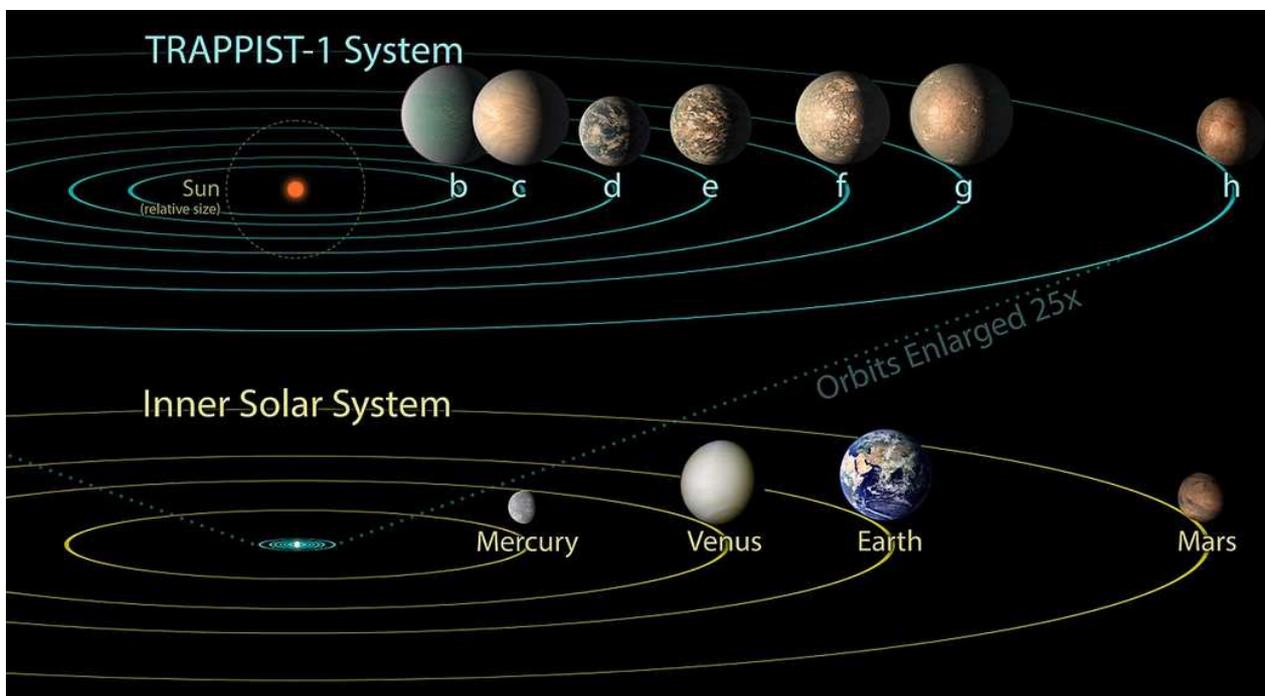


Abb. 1 Schematische Darstellung des Exoplanetensystems TRAPPIST-1 im Vergleich zum Sonnensystem. Das Exoplanetensystem TRAPPIST-1 ist im Vergleich zu unserem Sonnensystem winzig. Der Durchmesser des Systems würde innerhalb der Bahn des sonnennächsten Planeten Merkur liegen (unten). Um die Größenunterschiede zu verdeutlichen wurden die Bahnen der Exoplaneten um den Faktor 25 vergrößert.

Eine **neue Studie** aus dem Jahr 2017 vermutet, daß die dicht gepackten Exoplaneten nur deshalb nicht miteinander kollidieren, weil ihre Bahnen um TRAPPIST-1 in *harmonischer Resonanz* sind und daher sehr lange stabil bleiben könnten. [2]

Bei dem *Zentralstern* des TRAPPIST-1-Systems handelt es sich um einen **ultra-kalten Roten Zwergstern**, der nur etwas größer, jedoch wesentlich massereicher als unser *Riesenplanet Jupiter* ist (Abb. 2). Das System befindet sich in einer Entfernung von *39,6 Lichtjahren* im Sternbild *Wassermann* (Aqr). Zum Vergleich befindet sich der *sonnennächste Stern* im Sternbild *Kentaurus* (Cen) in nur rund *4 Lichtjahren* Entfernung.

Vor rund 3 Jahren wurden die ersten 3 erdgroßen Exoplaneten des Systems entdeckt, am 22. Februar 2017 - unter anderem mithilfe des *NASA Spitzer-Weltraumteleskops* und des europäischen VLT (*Very Large Telescope*) - 4 weitere Exoplaneten.

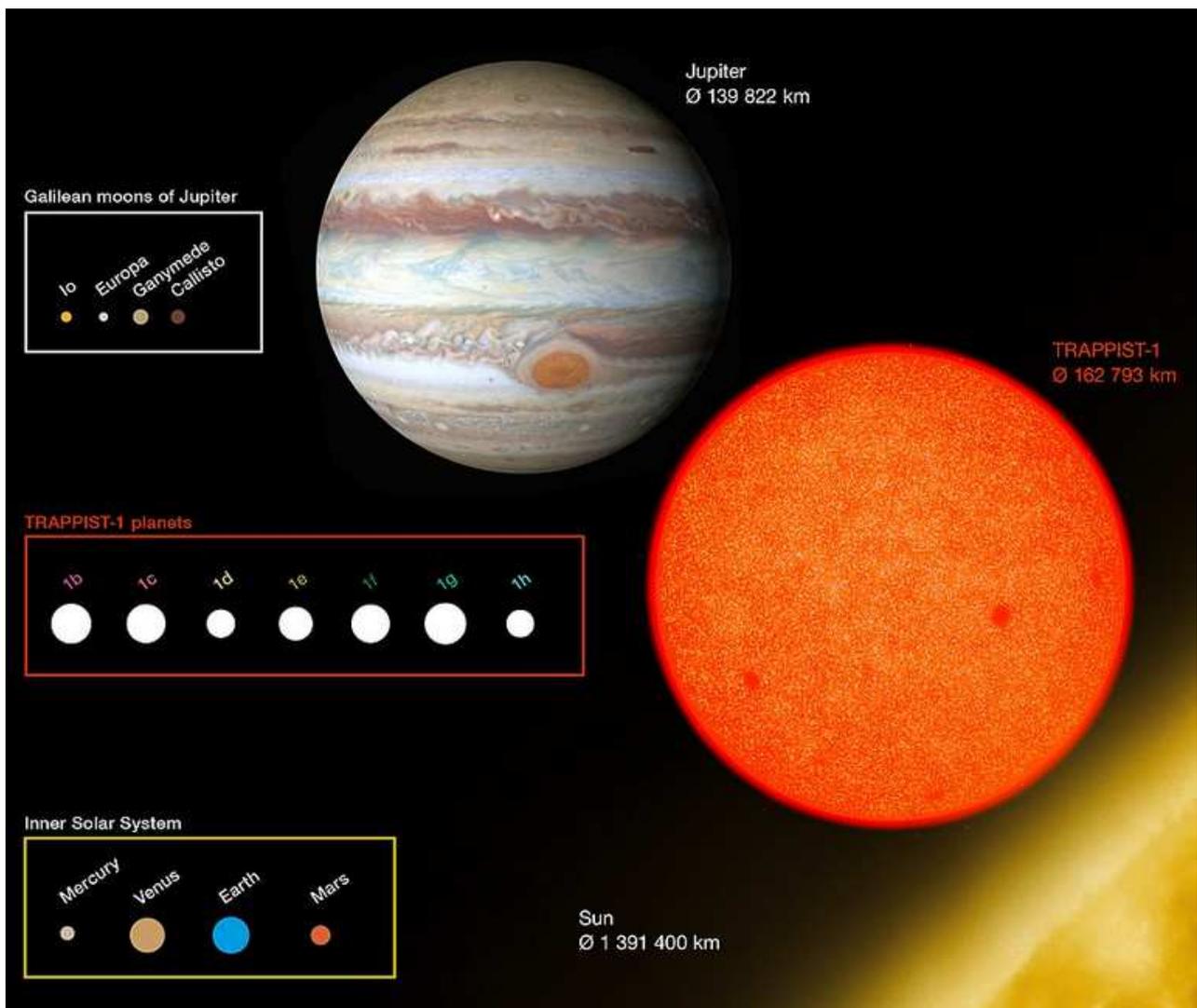


Abb. 2 Schematische Darstellung des Exoplanetensystems TRAPPIST-1 – Stern- und Planetengröße.
 Im Exoplanetensystem TRAPPIST-1 unterscheiden sich nicht nur die Durchmesser der Sterne, sondern ebenfalls die der Planeten. Während die Sonne, ein normaler Stern, einen Durchmesser von rund 1,4 Millionen Kilometern besitzt, mißt TRAPPIST-1 lediglich rund 160.000 Kilometer (rechts); das entspricht etwa dem Abstand zwischen der Erde und dem Mond. Die Exoplaneten *TRAPPIST-1 b bis h* sind in etwa alle gleich groß (Mitte), dagegen ist der *Riesenplanet Jupiter* (oben) rund 12 mal größer als die Erde; der kleinste Planet im Sonnensystem ist *Mercury* (unten).

TRAPPIST-1 besitzt damit insgesamt 7 bekannte Planeten; davon befinden sich drei innerhalb der **habitalen (bewohnbaren) Zone** um den Roten Zwergstern. Möglicherweise könnten die übrigen Himmelskörper ebenfalls bewohnbar sein, da sie unter Umständen sogar Wasser auf ihrer Oberfläche besitzen. Insgesamt 6 von 7 Exoplaneten wären nach aktuellen Aussagen der Wissenschaftler bewohnbar, optimistisch gesehen. Die Temperaturen der Exoplaneten liegen zwischen 170-330 *Kelvin* (K), das entspricht -100 bis 60 Grad Celsius.

Wasser auf TRAPPIST-1-Planeten?

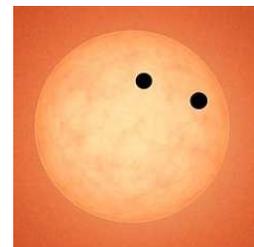
Eine **neue Studie** zeigt, daß einige der Planeten um TRAPPIST-1 mehr Wasser besitzen könnten als die Erde, viel mehr Wasser, bis zu 250 mal dem Wassergehalt unseres Planeten. Erinnern Sie sich? Die Oberfläche der Erde besteht zu 2/3-eln aus Wasser. Unter der Oberfläche der Erde befindet sich im Vergleich nur wenig Wasser.

Die Studie analysiert die **Dichte der 7 TRAPPIST-1-Planeten**. Die Datensammlung der Exoplaneten erfolgte mithilfe des *Spitzer-Weltraumteleskops*, des *Kepler-Weltraumteleskops* und der *SPECULOOS-Einrichtung (Search for habitable Planets Eclipsing ULtra-cOOL Stars)* der *Europäischen Südsternwarte ESO (European Southern Observatory)*.

Die neue Studie

Die Beobachtungen mit den genannten Teleskopen sind Teil eines komplexen Computermodells zur **Bestimmung der Dichte der 7 Exoplaneten**. Das **Ergebnis**: Die Exoplaneten bestehen hauptsächlich aus Gestein; rund 5 Prozent der Masse einiger dieser Planeten besteht aus Wasser. Der Wasseranteil der Erde an ihrer Gesamtmasse beträgt nur 0,02 Prozent.

Zur **Dichtebestimmung eines Planeten** muß man zunächst sowohl die Masse und die Größe des Planeten kennen. Die Exoplaneten wurden mithilfe der *Transitmethode* entdeckt (Abb. rechts); dabei sinkt das von der Erde aus gemessene Licht des Sterns, in diesem Fall TRAPPIST-1, leicht ab, wenn sich der Planet vor der Sternscheibe befindet – ähnlich einem *Venustransit* vor der Sonnenscheibe. Mithilfe dieser Methode kann man die Größe des Planeten abschätzen (Abb. 2, 3).



Schematische Darstellung eines Planetentransits vor einem Stern.
© wikipedia



Abb. 3 Schematischer Größenvergleich der Exoplaneten des TRAPPIST-1-Systems.
Die Exoplaneten *TRAPPIST-1 b bis h* sind in etwa alle gleich groß, dagegen unterscheiden sich die Durchmesser der Planeten unseres Sonnensystems erheblich. Die Oberflächen sind nicht realistisch.
© wikipedia

Die **Durchmesser der 7 Planeten** liegen zwischen 0,77 und 1,15 *Erddurchmesser* (Durchmesser der Erde 12.756 Kilometer), d.h. sie sind alle mehr oder weniger gleich groß, ganz im Gegensatz zu den 8 Planeten des Sonnensystems (Abb. 2, 3). Merkur ist wesentlich kleiner als der Riesenplanet Jupiter, der etwa 12 mal größer als unser Planet ist.

Die **Bestimmung der Planetenmasse** ist komplizierter, denn Planeten mit unterschiedlicher Masse können auf der gleichen Bahn um den Stern kreisen. Jedoch ist die Massebestimmung in einem *Mehrfachplanetensystem* einfacher, da massereichere Planeten die Bahnen der leichteren stören. Dadurch verändert sich die *Umlaufzeit* der leichten Planeten. Da diese Effekte kompliziert sind, benötigt man für eindeutige Aussagen zahlreiche Beobachtungsdaten eines Planetentransits, weiter ein ebenfalls komplexes Computermodell, um aus der Masse und der Größe eines Planeten die Dichte zu ermitteln.

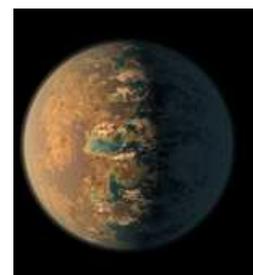
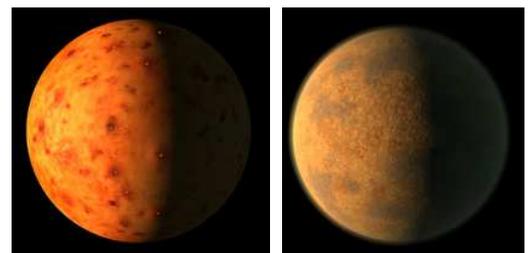
Die TRAPPIST-1-Planeten befinden sich so eng aneinander, daß sie gravitativ wechselwirken; daher bleibt die Zeit, wenn die Exoplaneten vor die Sternscheibe eintauchen, nicht gleich, sie verändert sich leicht, aber meßbar. Diese zeitlichen Verschiebungen hängen von den Massen der Planeten, ihren Entfernungen zum Stern und anderen *Bahnparametern* ab. Mithilfe eines Computermodells können die Bahnen der Planeten so lange simuliert werden, bis die gemessenen Transits mit den Bahndaten übereinstimmen. Daraus ermitteln die Forscher die Massen der Exoplaneten.

Wieviel Wasser enthalten die TRAPPIST-1-Planeten?

Entgegen zahlreicher Meldungen konnte die neue Studie direkt **kein Wasser auf den Exoplaneten** finden; die Messungen entdeckten jedoch *flüchtiges Material*, bei dem es sich wahrscheinlich um Wasser handelt. Unabhängig davon ob die Beobachtungen Wasser entdeckt haben, schmälert dies die Bedeutung der Ergebnisse in keiner Weise. Nun wollen die Forscher versuchen, die Eigenschaften der *Atmosphären* der Planeten herauszufinden.

Dies sind die **Ergebnisse der neuen Studie**

- **TRAPPIST-1-b und -1c** sind die beiden innersten Planeten; sie besitzen wahrscheinlich Gesteinskerne und sind von Atmosphären umgeben, die dichter sind als die Erdatmosphäre;
- **TRAPPIST-1d** ist der leichteste der 7 Exoplaneten; seine Masse beträgt nur rund 30 Prozent der Erdmasse. Bisher ist unsicher, ob der Planet eine große Atmosphäre besitzt oder sogar einen Ozean oder eine Eisschicht auf der Oberfläche;



- **TRAPPIST-1e** hat die Forscher überrascht: der Exoplanet ist der einzige der 7 Planeten, der dichter ist als unser Planet. Möglicherweise besitzt er einen dichteren Eisenkern, aber nicht notwendigerweise eine dichte Atmosphäre oder einen Ozean oder eine Oberflächeneisschicht. Der Planet erscheint viel gesteinsreicher als die übrigen 6 Planeten. Er ähnelt der Erde im Hinblick auf die Größe, Dichte und die Strahlungsmenge, die er von dem Stern erhält, am meisten;



- TRAPPIST-1f, -1g und -1h könnten gefrorene Oberflächen besitzen. Falls sie eine dünne Atmosphäre besitzen, enthalten die Planeten wahrscheinlich keine schweren Moleküle wie wir sie von der Erde kennen, beispielsweise Kohlendioxid (CO₂).



[Sämtliche künstlerischen Darstellungen der oben beschriebenen TRAPPIST-1-Planeten: © ESO]

Der Anblick dieses engen Exoplanetensystems könnte von einem der Planeten beispielsweise aussehen wie in der folgenden künstlerischen Darstellung (Abb. 4):

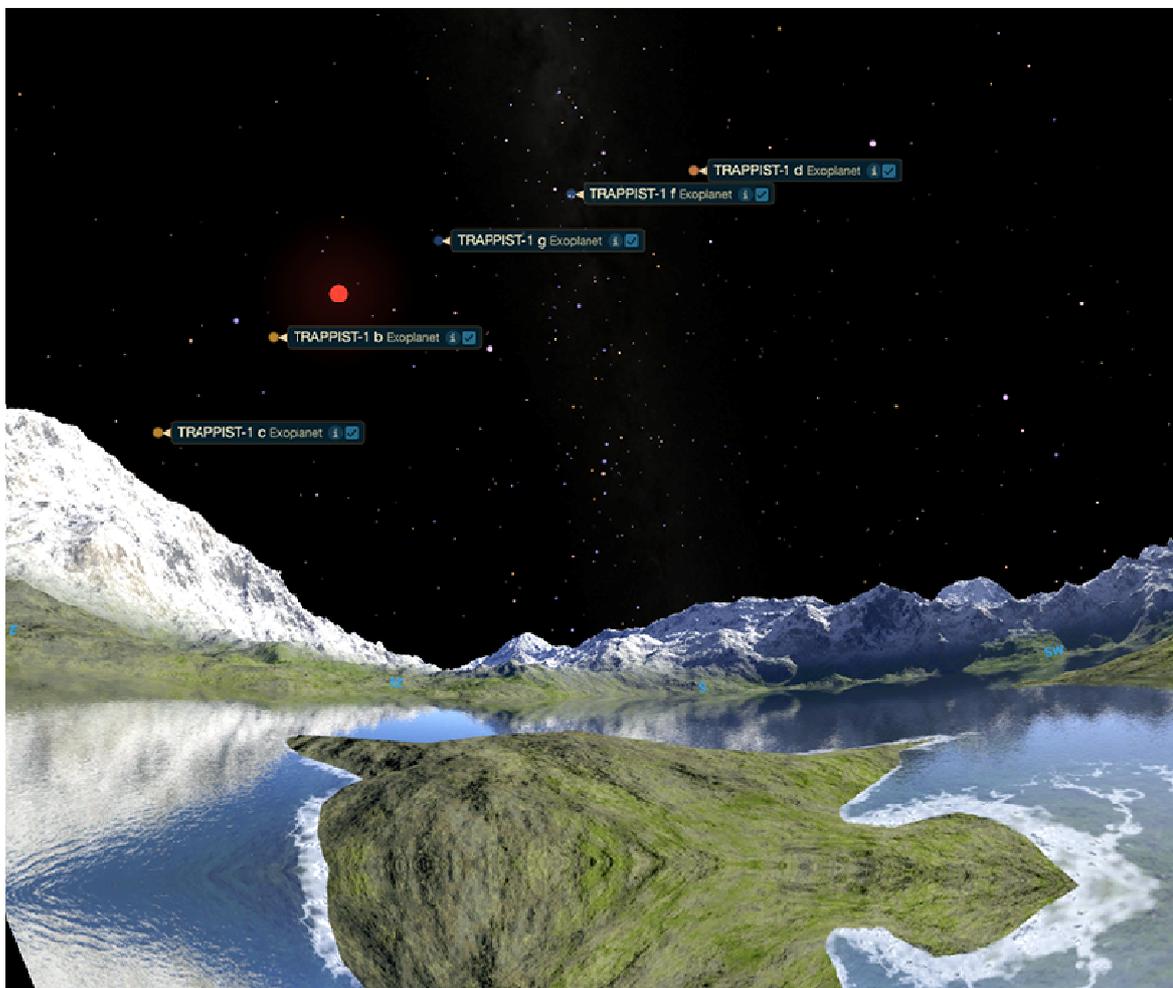


Abb. 4 Künstlerische Darstellung der Ansicht des TRAPPIST-1-Systems.

Noch wissen die Forscher nicht alles über das Exoplanetensystem TRAPPIST-1. Möglicherweise könnte ein außerirdischer Bewohner oder Gast, der sich auf der Oberfläche eines dieser Planeten befindet, diesen oder einen ähnlichen Anblick erleben; der Phantasie sind bis jetzt keine Grenzen gesetzt ...

© i.imgpin.com

Bis jetzt wissen wir jedenfalls nicht, ob es auf den TRAPPIST-1-Planeten Leben gibt oder ob sie tatsächlich bewohnbar sind. Jedoch stellen die Ergebnisse einen weiteren Schritt auf dem Weg zur Entdeckung von Leben dar.

Fest steht, daß sich die Astronomen noch lange mit dem TRAPPIST-1-System beschäftigen werden. Wahrscheinlich wird das Exoplanetensystem eines der ersten Zielobjekte des neuen *James Webb-Weltraumteleskops* (JWST, *James Webb Space Telescope*).

Sicherlich werden uns die zukünftigen Ergebnisse Vieles über unseren eigenen Planeten, die Suche nach Wasser auf Planeten, deren Bewohnbarkeit und der Existenz von Leben berichten.

Falls Sie Fragen und Anregungen zu diesem Thema haben, schreiben Sie uns unter **kontakt@ig-hutzi-spechtler.eu**

Ihre
IG Hutzi Spechtler – Yasmin A. Walter

Quellenangaben:

[1] Mehr Information über Objekte des Sonnensystems und astronomische Begriffe
www.wikipedia.de

[2]
Tamayo, D., et al., *APJL* 840 (2), L19 (2017)
Kenneth, C., *New York Times* (11 May 2017)
<https://www.eso.org>
Grimm, S. L., et al., *A&A* (31 Jan 2018)