

**Thomas Henning**  
**Max-Planck-Institut für Astronomie**

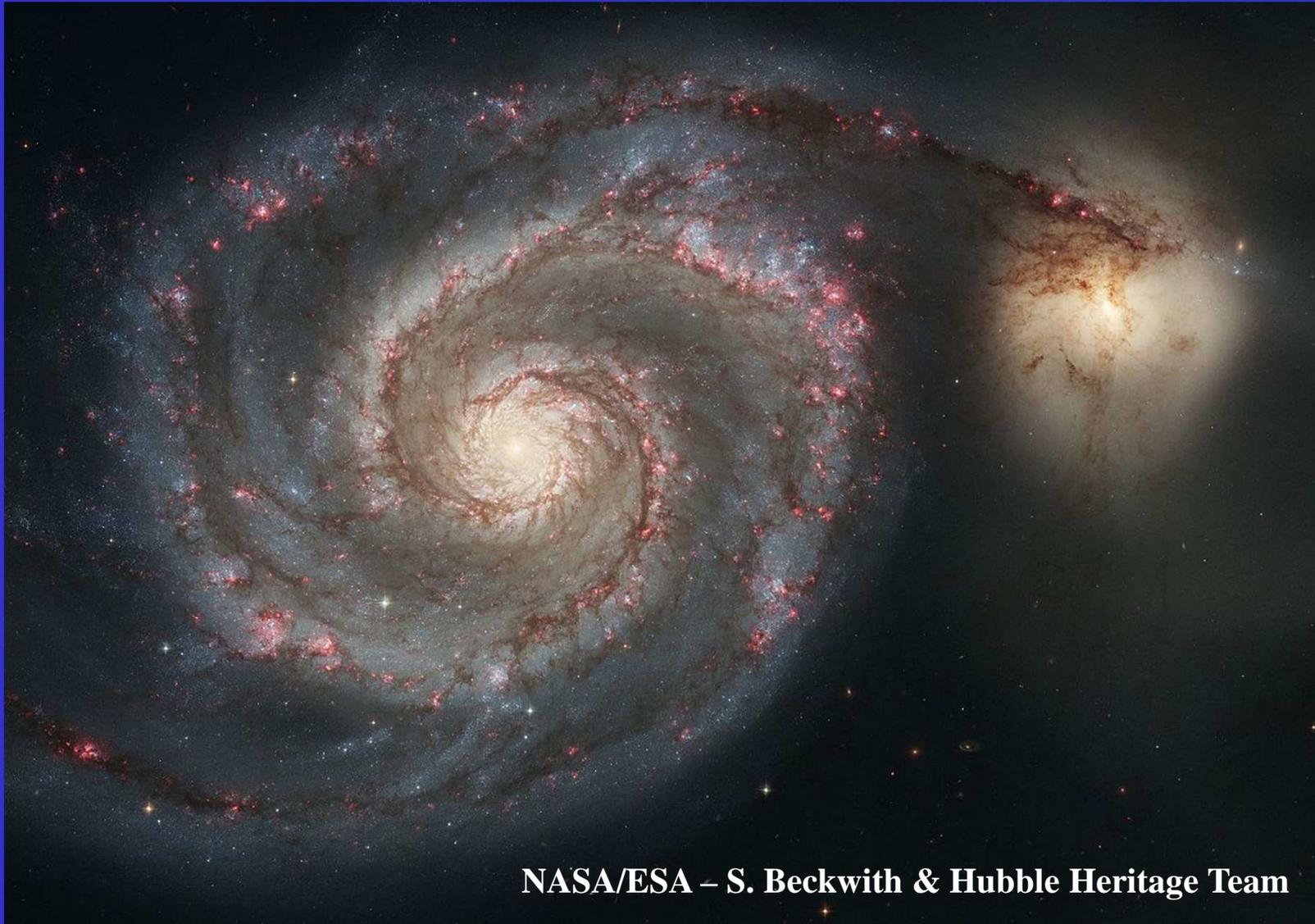
---

**Digitale Vernetzung in der Wissenschaft**  
**Überwindung von Raum und Zeit**



**DAI – Heidelberg, 18. Mai 2017**

# M 51 – Verschiebung in Raum und Zeit



**Whirlpool-Galaxie mit Begleiter in 28 Millionen Lj Entfernung**

# Was ist eigentlich Digitalität?

---



## Der Versuch einer Definition

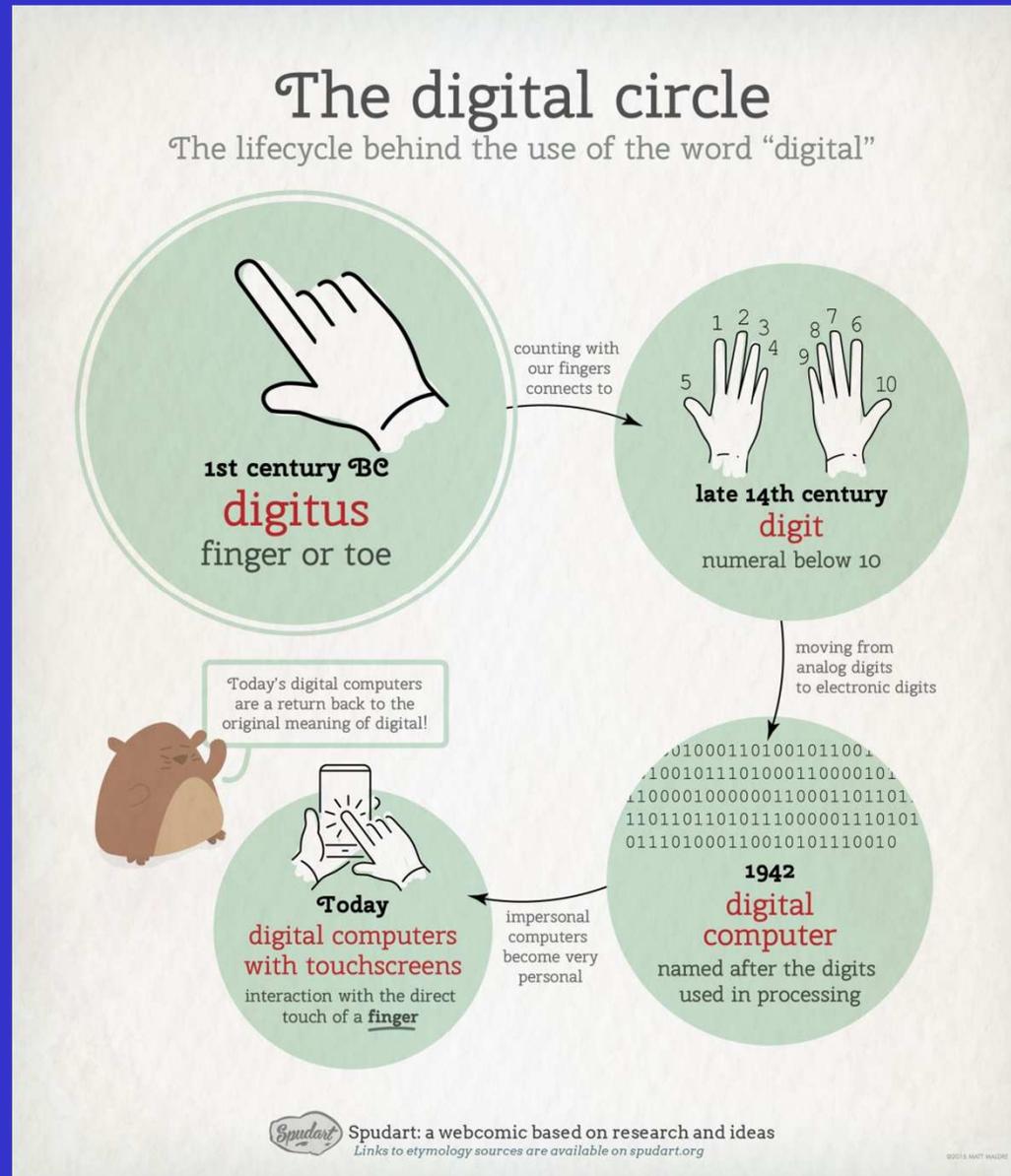
- **Zunächst mal ein komisches Kunstwort ...**
- **Digital statt analog (Thermometer, Handy statt Uhr)**
- **Etwas mit Daten & deren Analyse (Nächster Nachbar, Wahlen)**
- **Vernetzung mit anderen (Internet)**
- **Beherrschung komplexer Vorgänge (Fliegen, Autofahren)**

# Digitus

---

?

# Digitus – Der digitale Kreis



# Was ist eigentlich Digitalität?

---



## Der Versuch einer Definition

- **Zunächst mal ein komisches Kunstwort ...**
- **Digital statt analog (Thermometer, Handy statt Uhr)**
- **Etwas mit Daten & deren Analyse (Nächster Nachbar, Wahlen)**
- **Vernetzung mit anderen (Internet)**
- **Beherrschung komplexer Vorgänge (Fliegen, Autofahren)**

# Viele Gehirne ... Galaxy Zoo

---

Eine Menge grüne Erbsen ...



R. Nowell

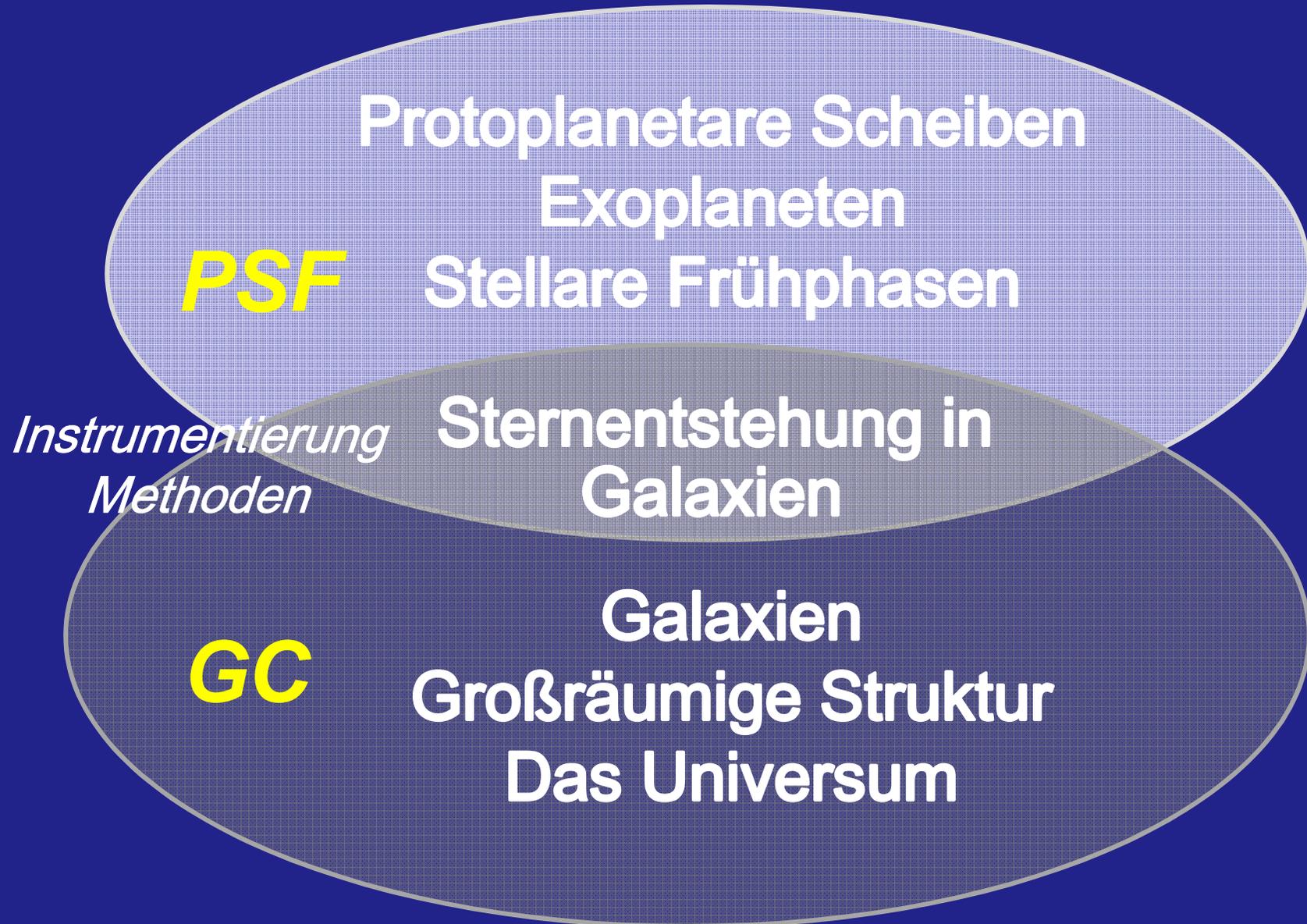
850 000 Bilder von Galaxien vom Sloan Digital Sky Survey

# Traveling Salesman Problem



# MPI für Astronomie @ Königstuhl





# Astronomie und Big Data



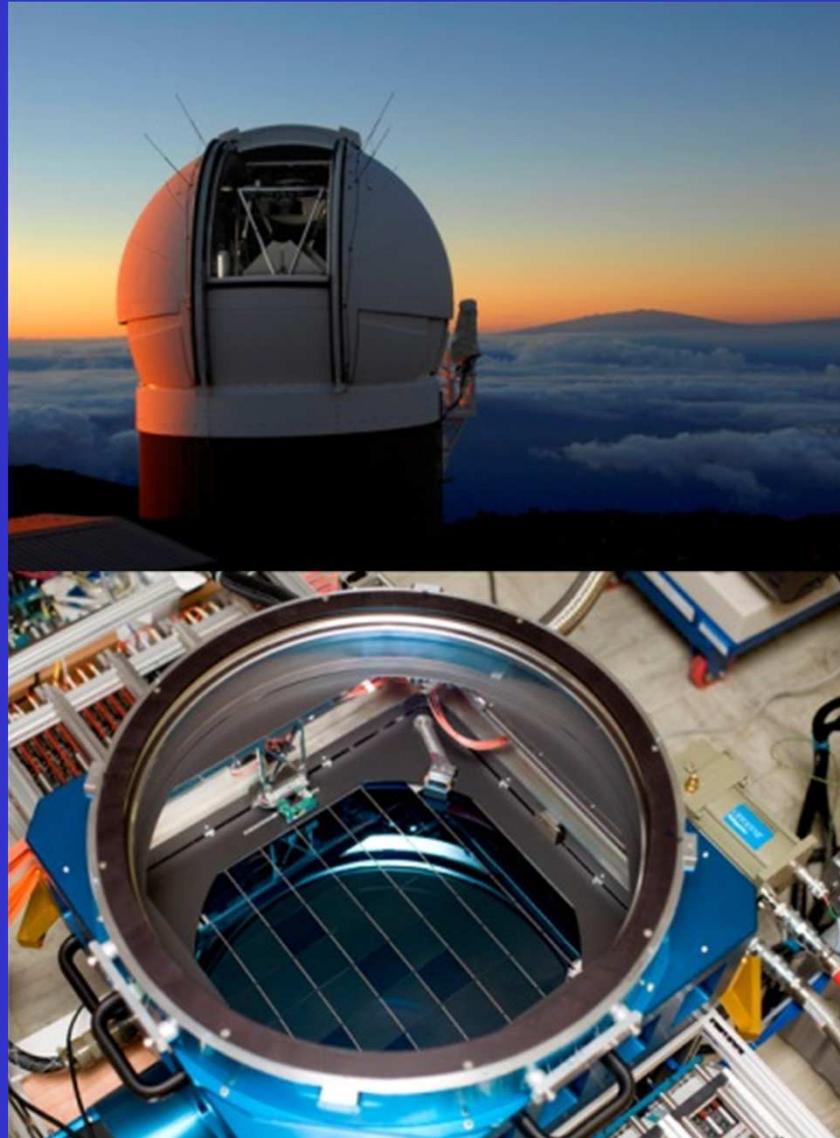
**1,8-m-Teleskop Haleakala/Hawaii**

# Astronomie und Big Data

---

**64x64 Array  
aus CCDs**

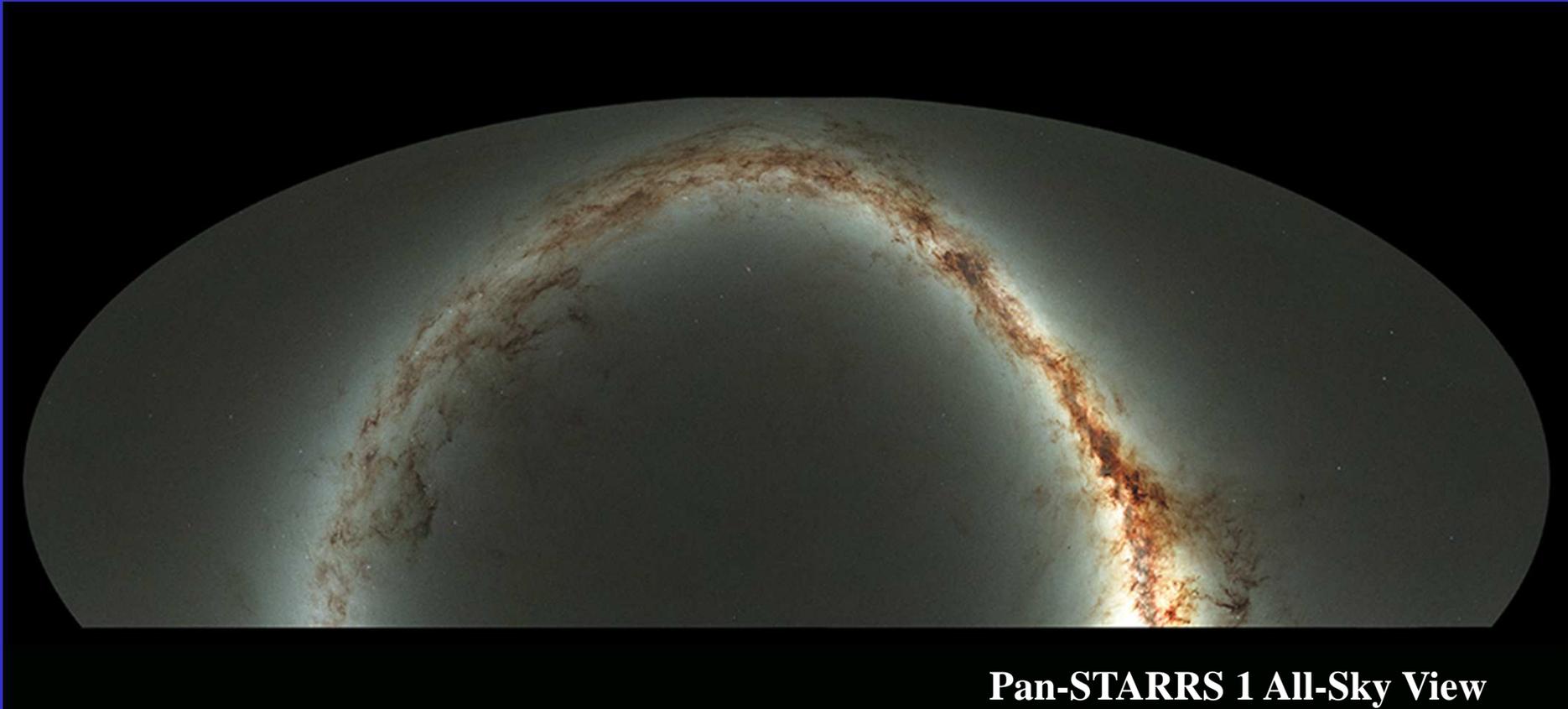
**1,4 Gigapixel**



**Digitalkamera:  
20 Millionen  
Pixel**

# Astronomie und Big Data

---



Pan-STARRS 1 All-Sky View

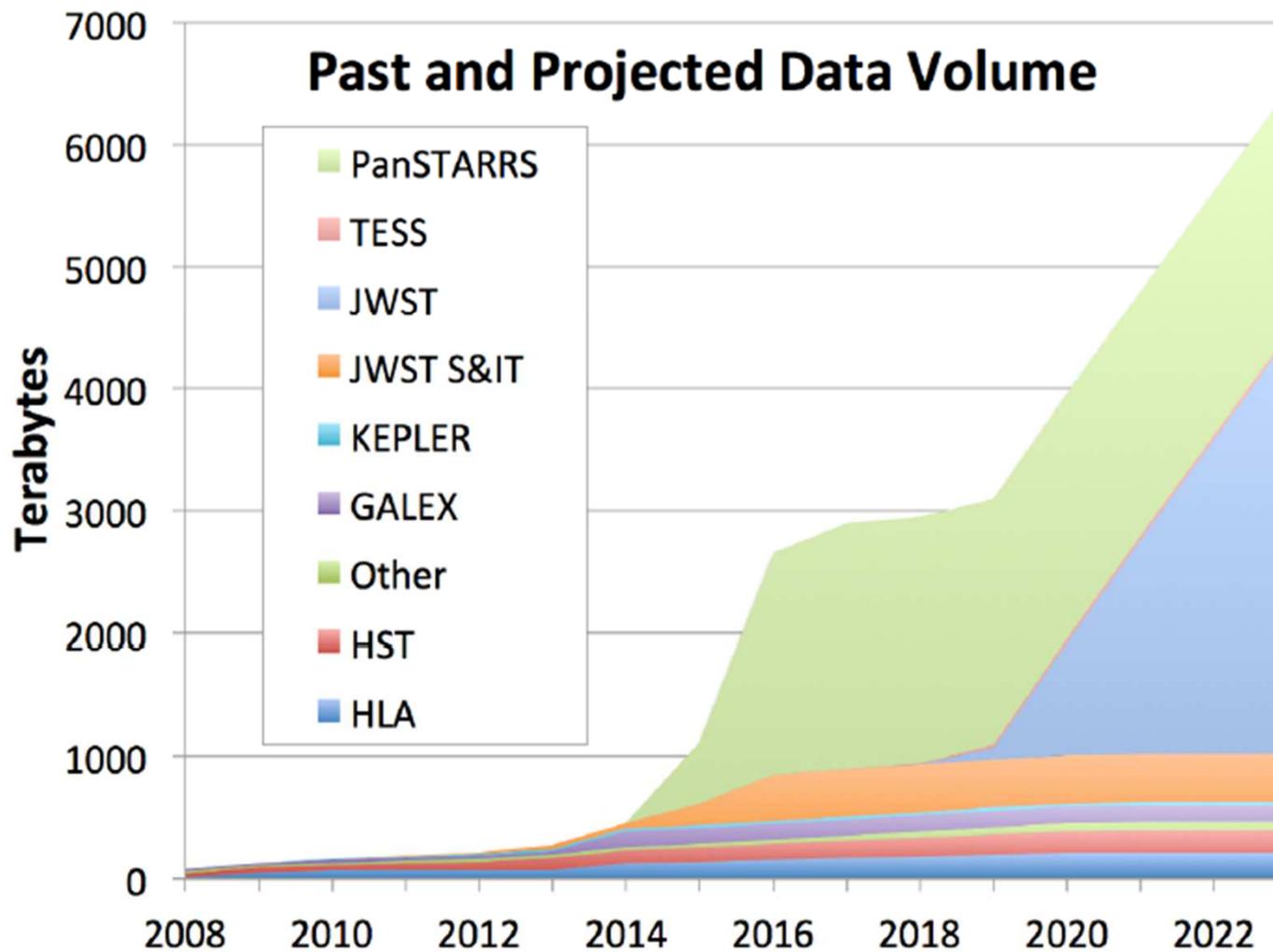
- 4 Petabyte Daten mit Milliarden von Objekten
- 0,5 Millionen Schnappschüsse der Milchstrasse über 4 Jahre
- Bilder von hier bis nach Rohrbach

# Datenmengen

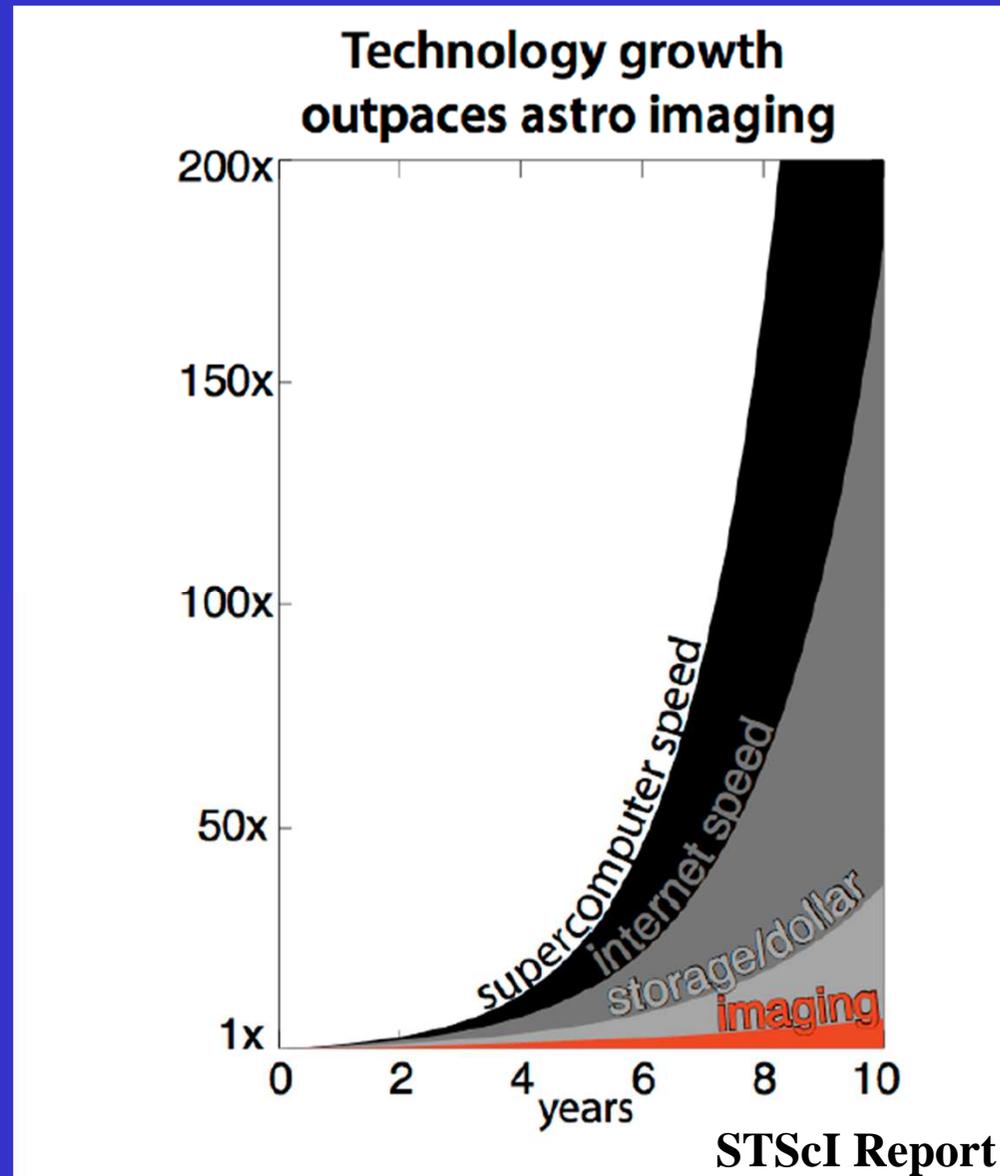
exa	E	$10^{18}$	1 000 000 000 000 000 000
peta	P	$10^{15}$	1 000 000 000 000 000
tera	T	$10^{12}$	1 000 000 000 000
giga	G	$10^9$	1 000 000 000
mega	M	$10^6$	1 000 000
kilo	k	$10^3$	1 000
hecto	h	$10^2$	100
deca	da	$10^1$	10
-	-	$10^0$	1
deci	d	$10^{-1}$	0,1
centi	c	$10^{-2}$	0,01
mili	m	$10^{-3}$	0,001
micro	$\mu$	$10^{-6}$	0,000 001
nano	n	$10^{-9}$	0,000 000 001
pico	p	$10^{-12}$	0,000 000 000 001

**1 Byte = 8 bit (Binary + Digit)**

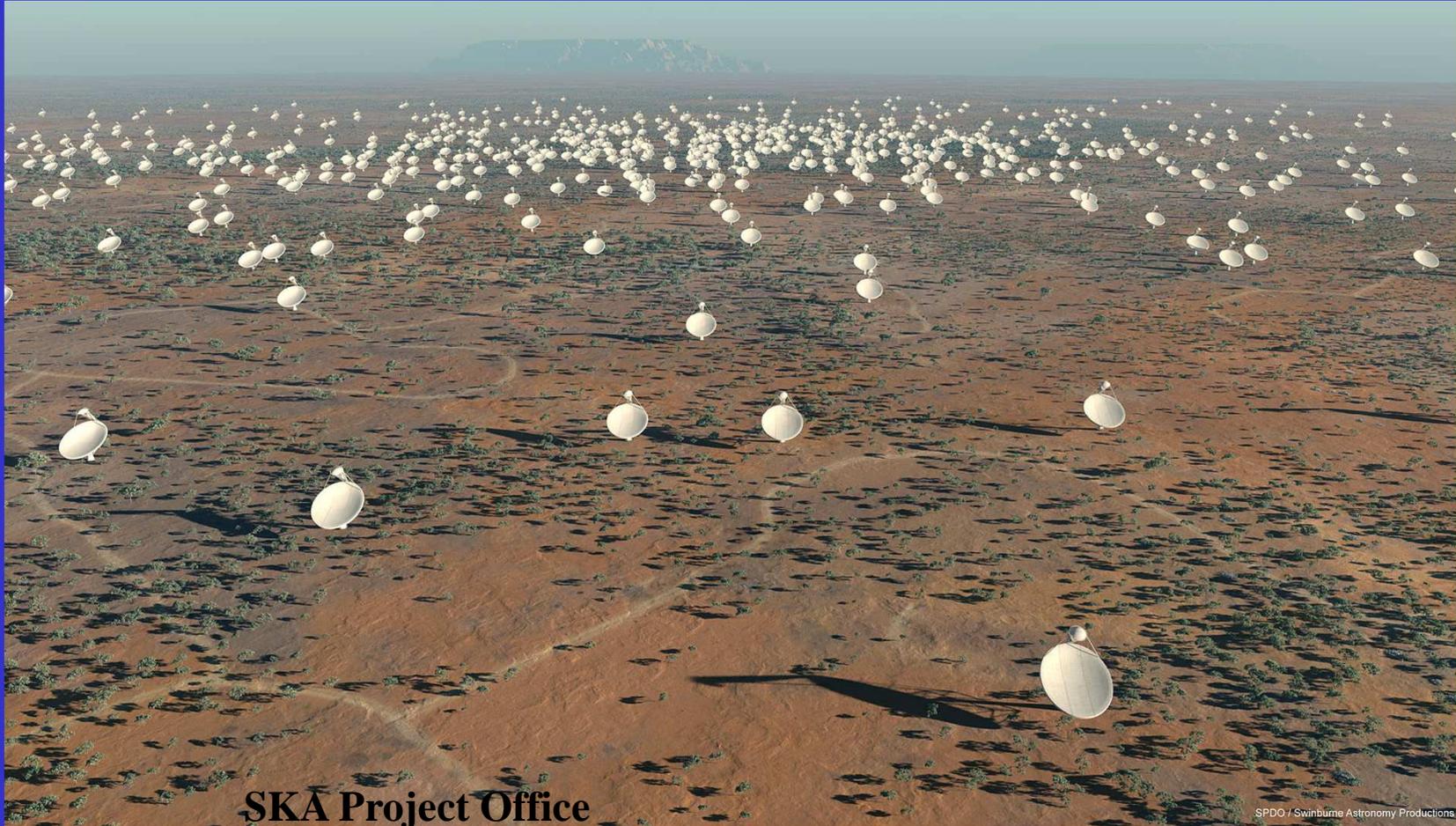
# Astronomie und Big Data



# Astronomie und Big Data



# Die nächste Herausforderung ...



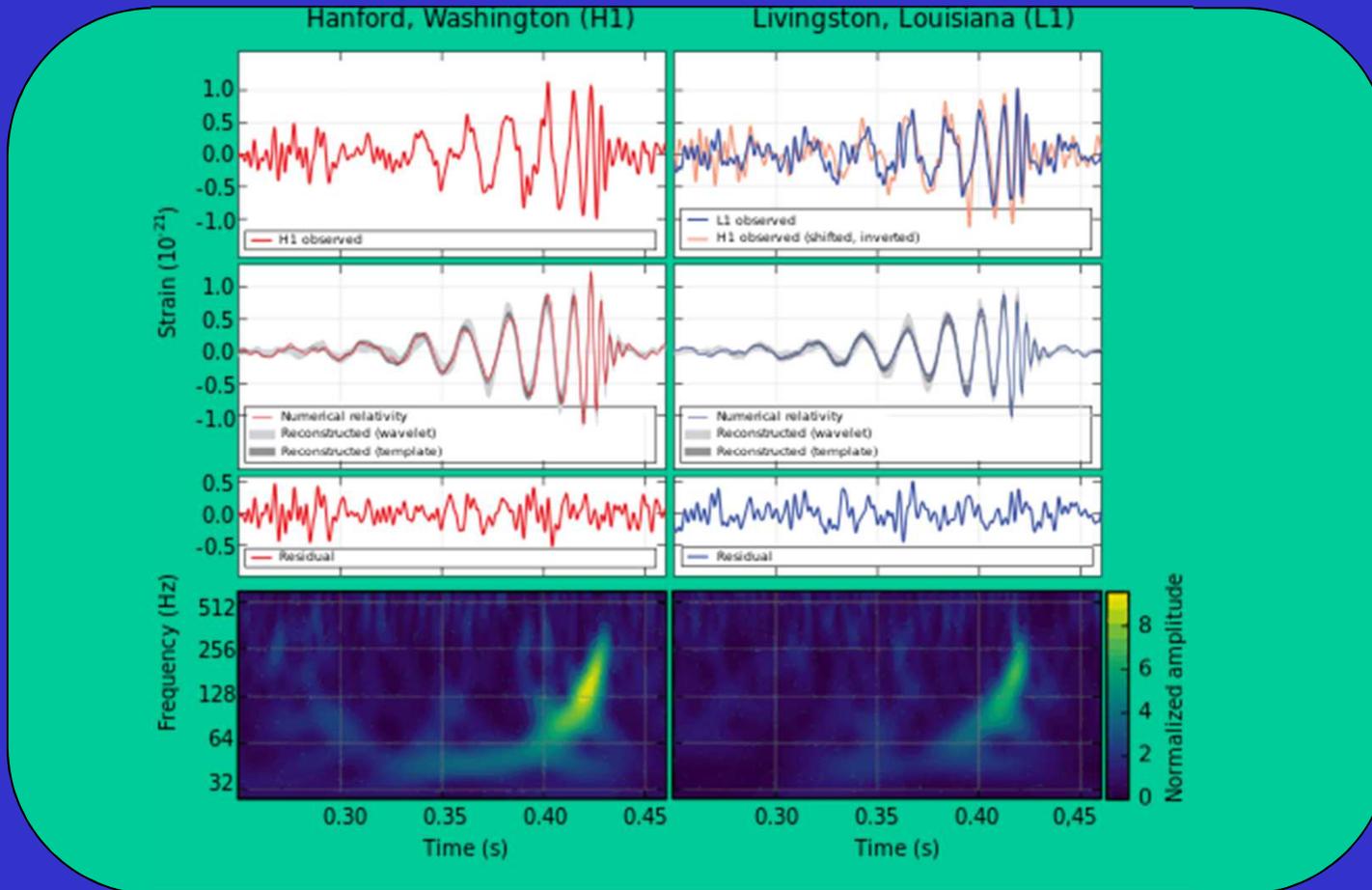
**Square Kilometer Array (SKA) – Jede Sekunde 3 Tbyte an Daten**

# Die nächste Herausforderung ...

---

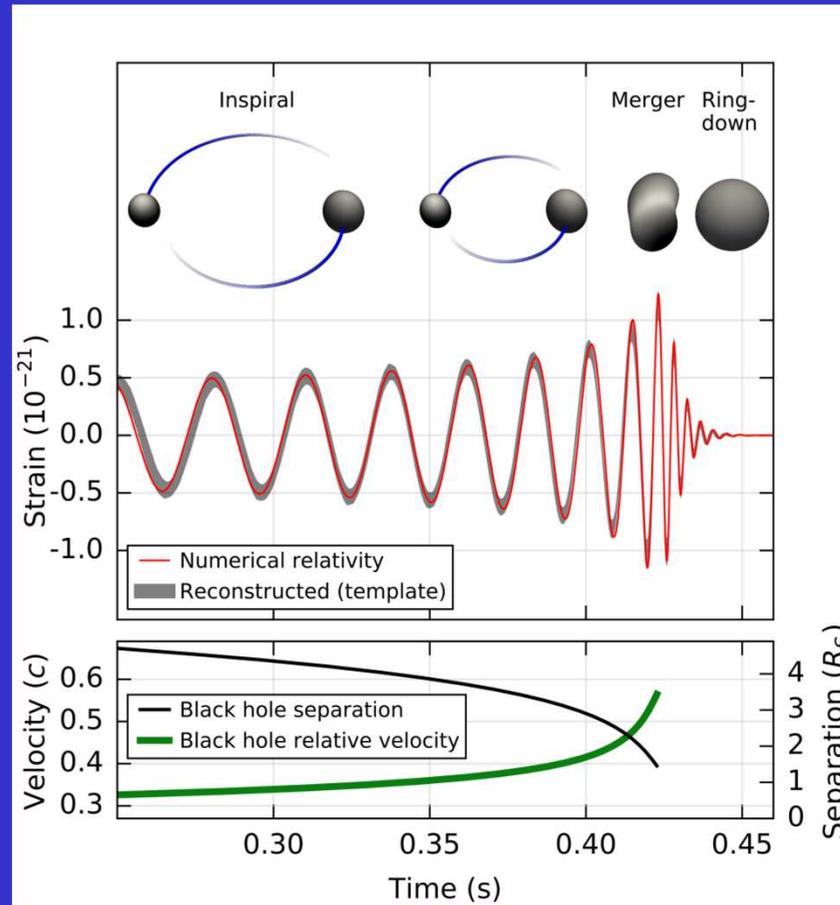
**Datenmengen von SKA**

# Datenanalyse – Kollision Schwarzer Löcher



14. September 2015 – Beobachtung der Gravitationswellen von 2 zusammenstoßenden Schwarzen Löchern in einer Entfernung von 1,3 Milliarden Lichtjahren

# Datenanalyse – Kollision Schwarzer Löcher

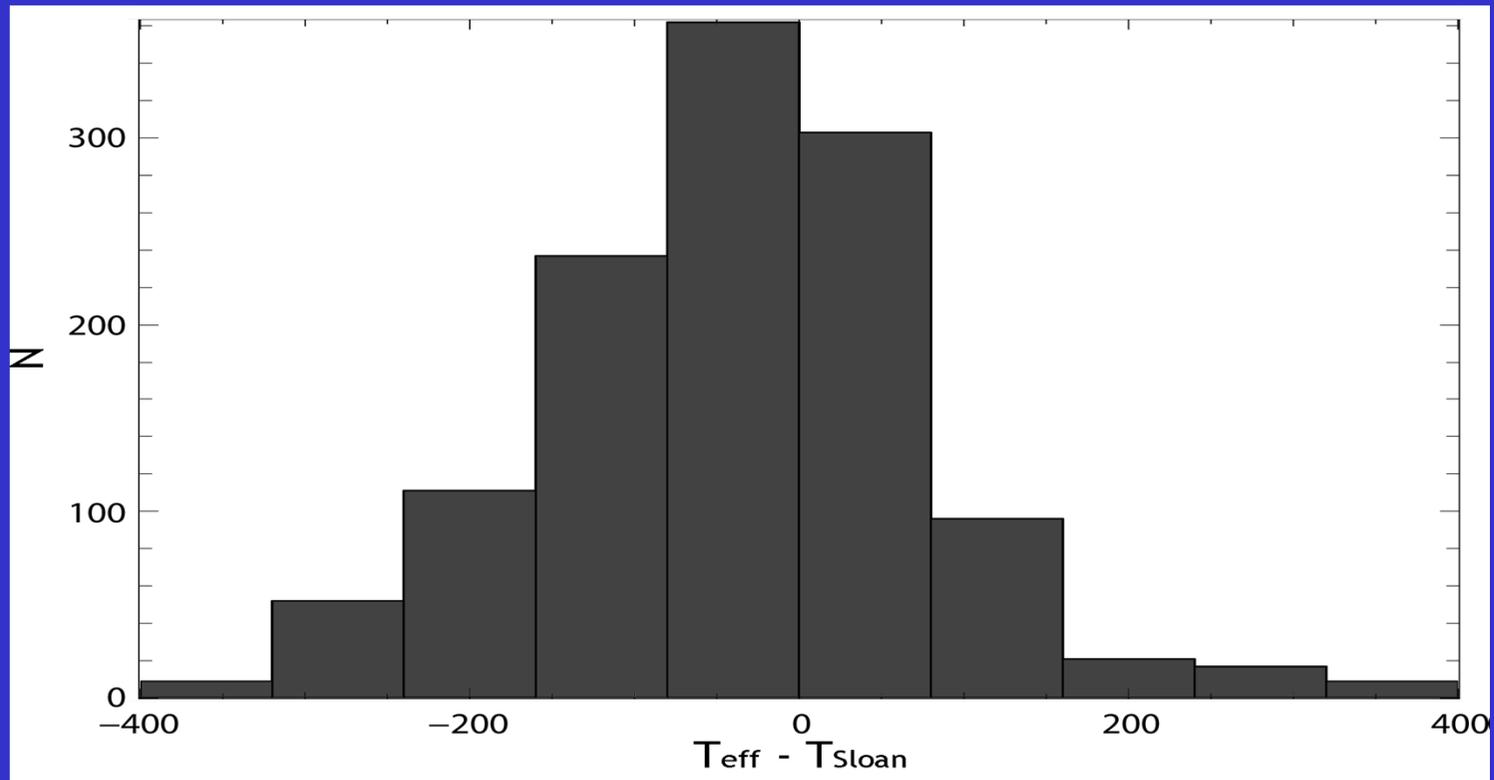


Abbott et al.

14. September 2015 – Beobachtung der Gravitationswellen von 2 zusammenstoßenden Schwarzen Löchern in einer Entfernung von 1,3 Milliarden Lichtjahren

# Datenanalyse – Lernende System

## Erbsen finden mit Pan-Planets



Vergleich mit Sloan Spectroscopic M dwarf catalog (1000)  
+200 K Streuung von unserer Klassifikation

# Teleskope als autonome Systeme

- Licht vom Mond 1 Sekunde, von der Sonne 8 Minuten und von den äußeren Bereichen des Planetensystems viele Stunden
- Teleskope auf der Erde im automatischen Betrieb

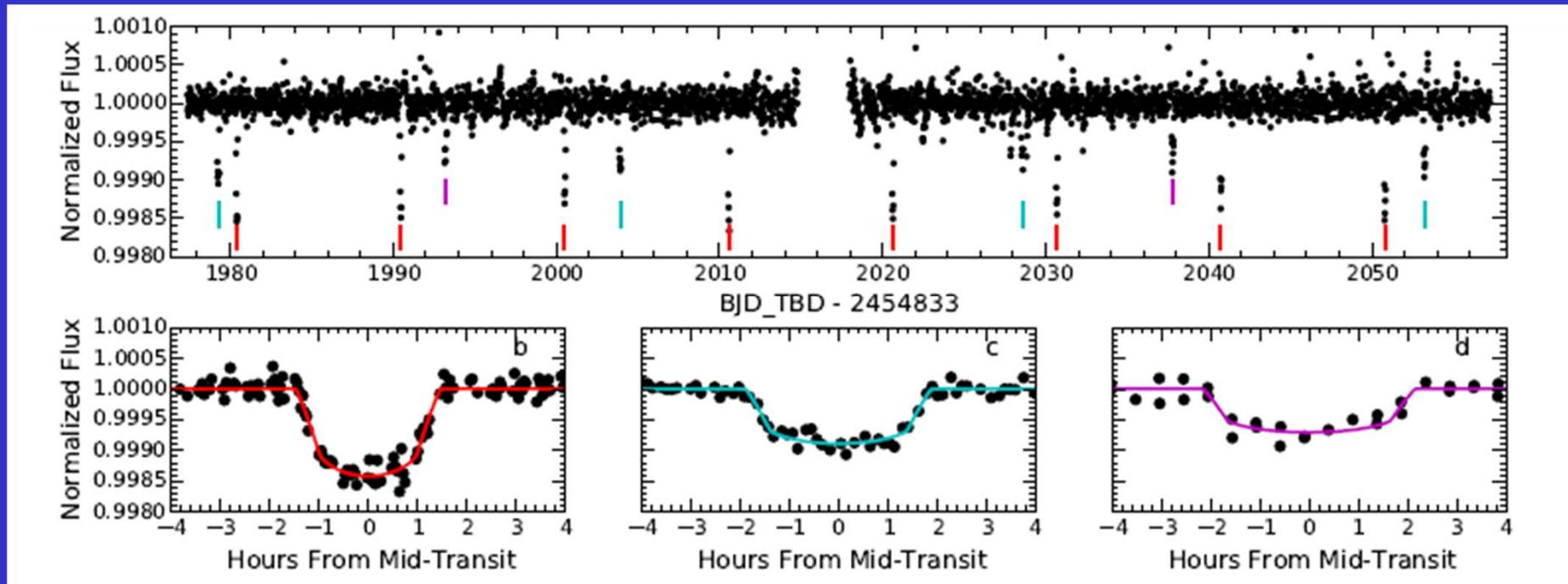


Reisen wir nach Namibia?



Hat-South – Princeton/ANU/MPIA  
MPIA/Namibia-Station in Betrieb

# K2 Collaboration – Jagd nach Super-Erden



**Drei Planeten mit Radien von 1,5-2,1  $R_{\text{earth}}$  (10-45 Tage Perioden)**

Planet d am inneren Rand der habitablen Zone

Zentralstern ist M0-Zwerg ( $K_s=8.6$  mag)

(Crossfield et al. 2015; Schlieder et al. 2016, .....

# Astronomen im Lottofieber

---

**ALMA Cycle 5 Pre-announcement**

**Dec 16, 2016**

**The Joint ALMA Observatory (JAO) will start the next cycle of observing (Cycle 5) in October 2017. A Call for Proposals with detailed information on Cycle 5 will be issued in March 2017, with a deadline for proposal submission in April 2017. This pre-announcement highlights aspects of the Cycle 5 proposal call that are needed to plan proposals.**

**Einsendefrist – Ein Tag im April 2017**

# Astronomen im Lottofieber

---



# Astronomen im Lottofieber



C. Padilla/ALMA

**ALMA – Array von Radioteleskopen im Norden von Chile**

# Astronomen im Lottofieber

---

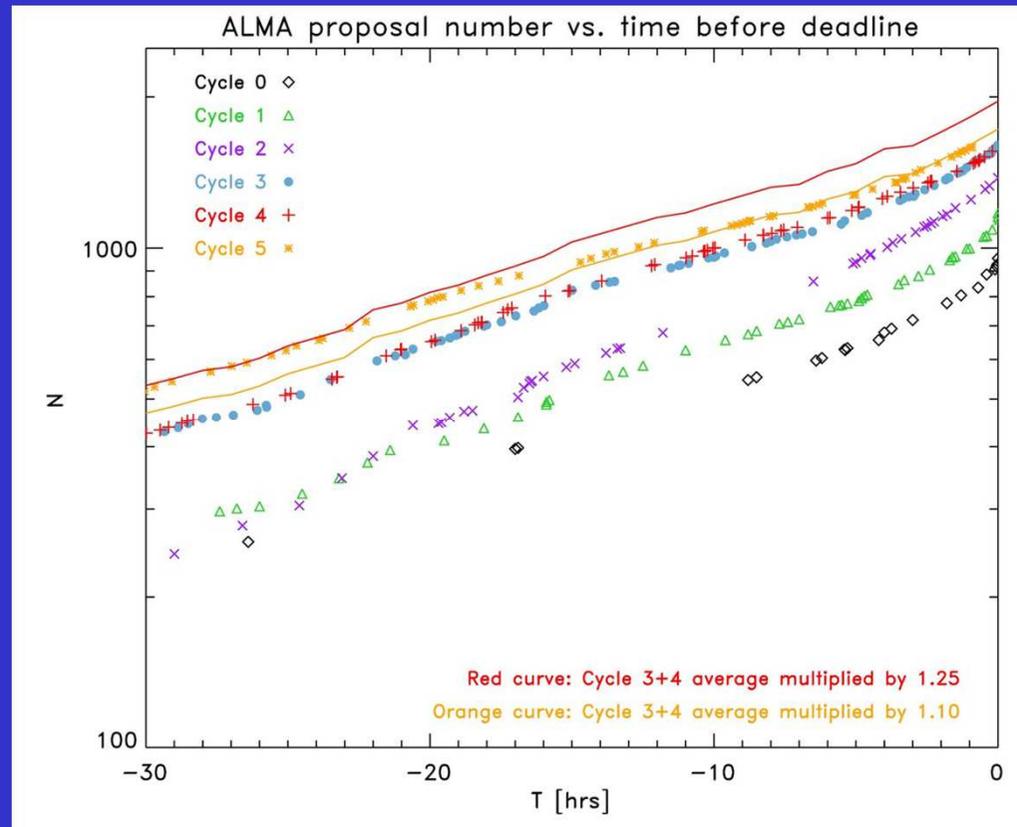
Hi Charles Vth The proposal is good and the models look really promising! I think we're lacking a section on why HL Tau is the best target. We dive straight into a description of models based on HL Tau but no real context for why the disk was chosen. I think this is essential to highlight this and show we haven't chosen HL Tau just as it's in vogue. Also, from the description of the chemical side I think we need to be a bit more explicit about why HCN is tracing the water snowline. I get the impression from the text that we see HCN increase due to the high temperatures and it's just coincidence that these high temperature reactions kick in at the same temperature as water is desorbed. I've also highlighted a couple of typos and suggested some rephrasing in the attached pdf. Cheers, Duke of Michigan.

**Email – 6 Stunden vor Einsendefrist**

# Astronomen im Lottofieber

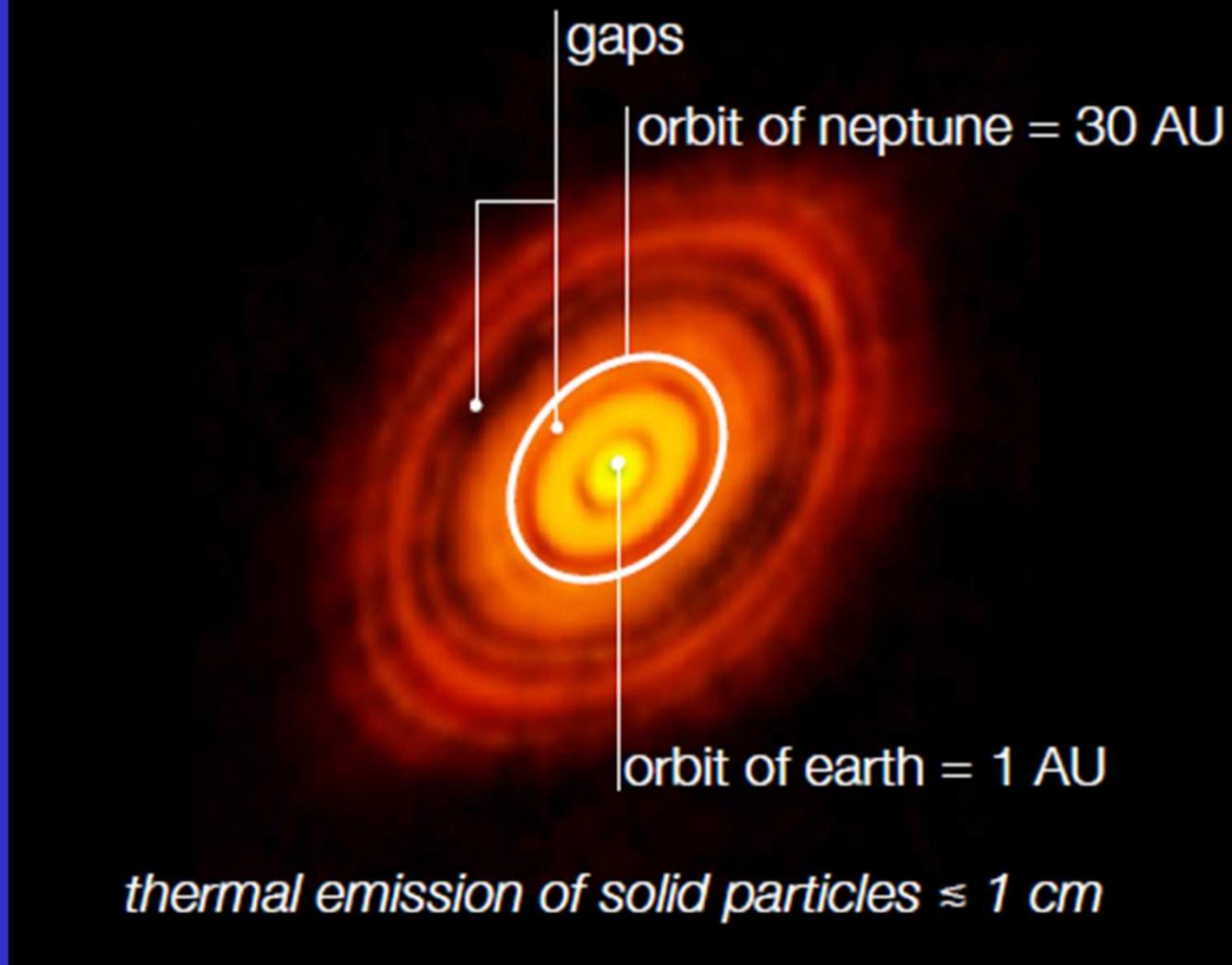
Dear Dr. xxx , your project 'Searching for strawberries in asparagus fields' has been successfully submitted and assigned the code 2017.1.01438.S. Please save a local copy of this notification for your records. Kind regards,  
The ALMA proposal handling team

1712 Vorschläge  
bis zur Deadline

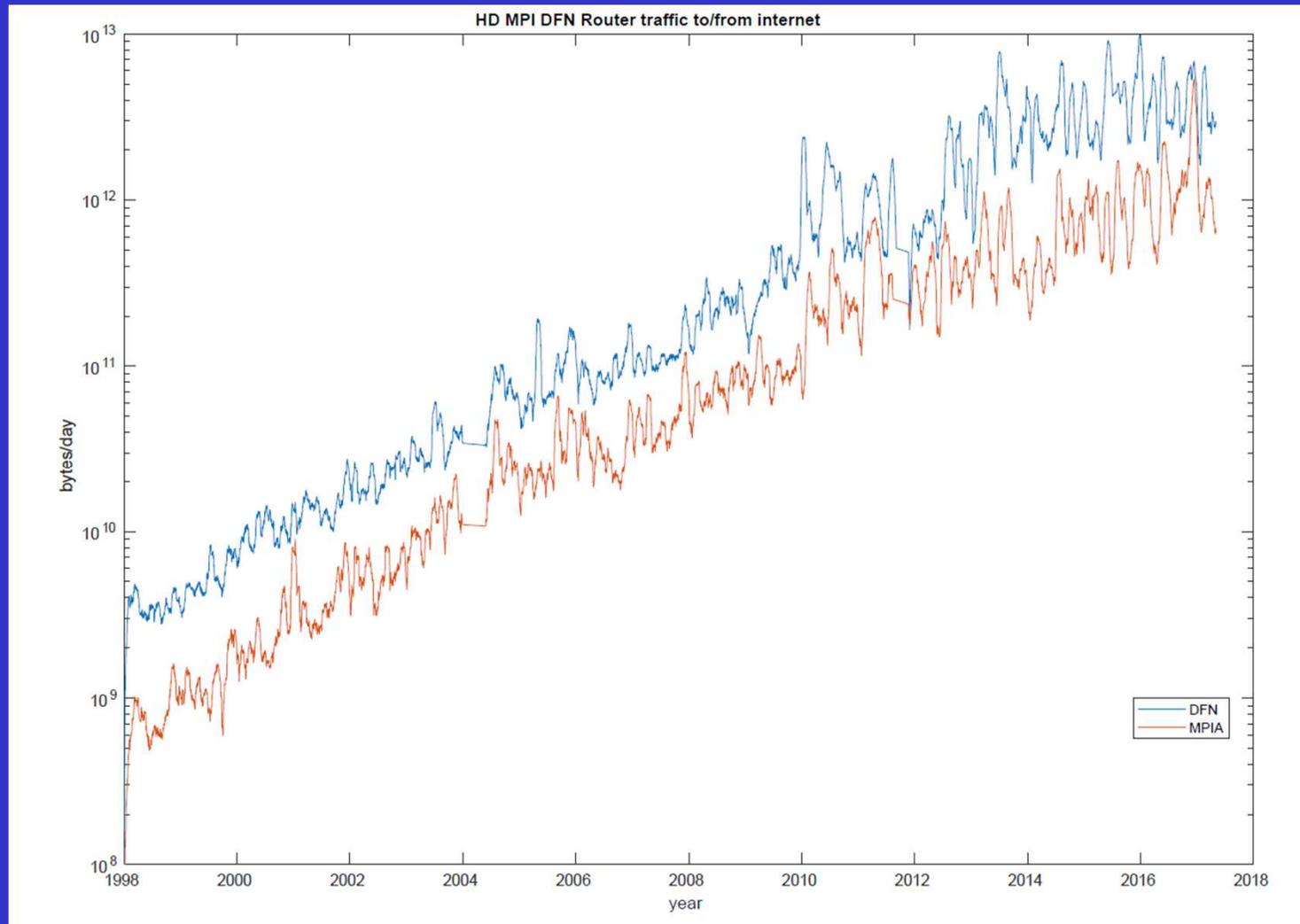


# HL Tauri mit dem Atacama Large Millimetre/Submillimetre Array

ALMA press release



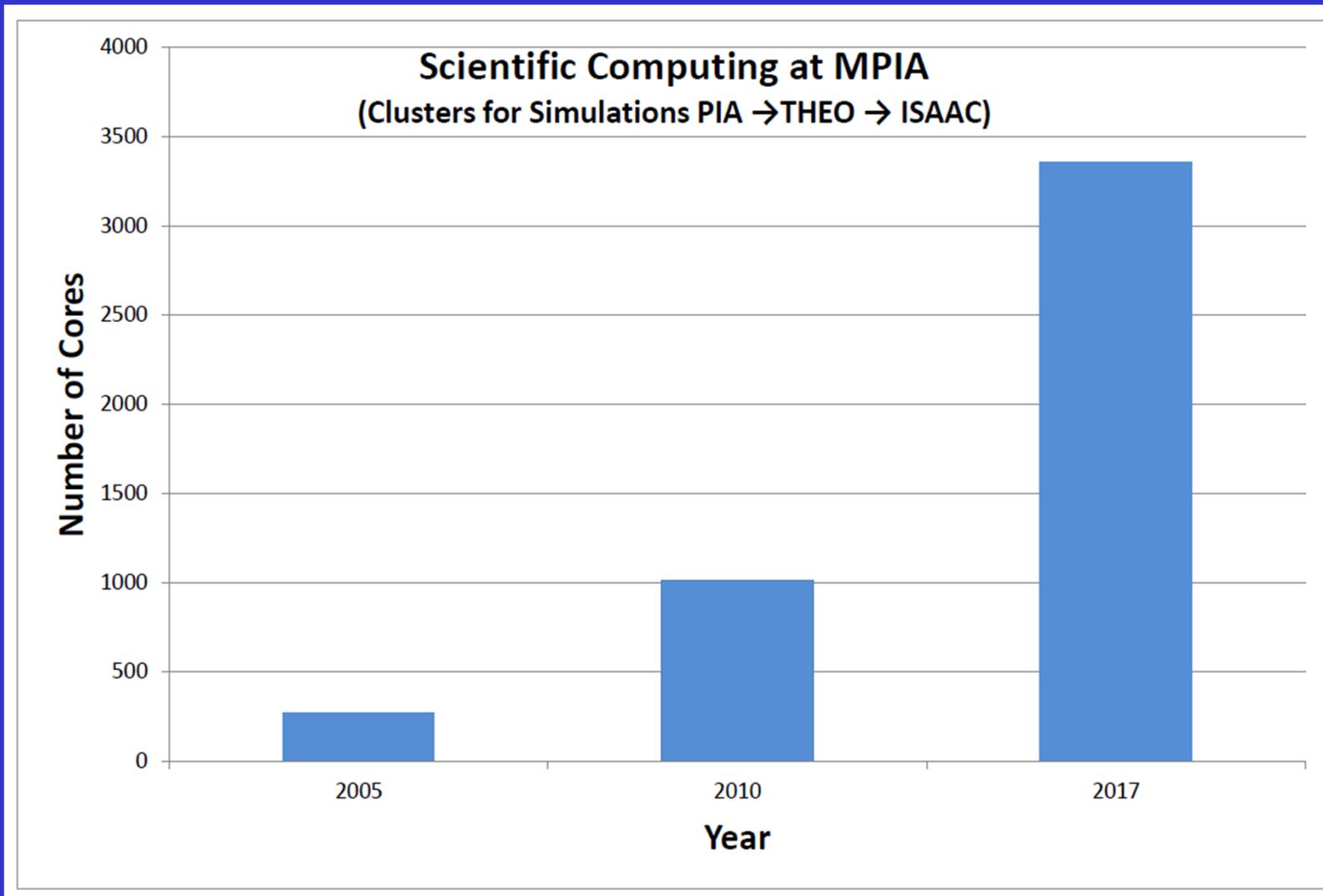
# Astronomen sind vernetzt ...



2 Gbits/  $\sim 2,2 \times 10^{13}$  bytes/day

Lokale Speicherkapazität: 2007 - 100 Tbyte, 2017: 2 PetaByte

# Und die Rechenleistung steigt ...



# Technologien – Risiken und Nebenwirkungen ...



**Chancen: Personalisierte Medizin, Verkehr, Energie, ...  
Erkennung von Fahrzeugen und Menschen**

**Risiken: Börsencrash, Wahlkampf, Soziales Verhalten ..  
Energie, IT-Sicherheit**

**Intelligent mit der Herausforderung umgehen -  
Vom Handy bis zur Wahlprognose**