

Vorstellung der Projekte zu Raumfahrttechnik, unverstandenen atmosphärischen Phänomenen und SETI



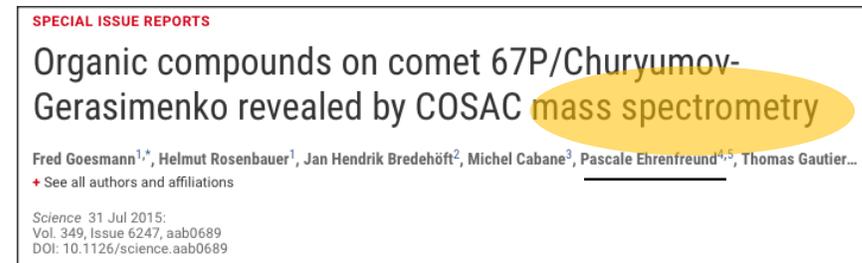
Foto: Juni 2018

Ein Erlebnis

- ▶ **1980**: Astronomische Konferenz, Istanbul
- ▶ Vortrag über die Möglichkeit der Existenz von Grundbausteinen des Lebens auf Kometen, Asteroiden und Meteoriten
- ▶ Reaktion der Teilnehmer: heftigste Proteste
- ▶ **2015**:
 - Funde von Grundbausteinen für die Erbgutmoleküle DNA und RNA auf Meteoriten
 - ROSETTA Mission, Philae Lander



Meteorit im Anflug (grafische Darstellung):
Untypische Nukleinbasen an Bord (Spiegel)



Quelle: Science Vol. 349, Issue 6247, 31 Jul 2015



Leitbild der Universität Würzburg

Inschrift am Hauptgebäude der Universität Würzburg



(„Der Wahrheit verpflichtet“)

Beiträge zur Raumfahrttechnik



Kleine und große Satelliten



- Erstgründung 1402
- Ca. 30.000 Studierende

- Katholisch-Theologische Fakultät
- Juristische Fakultät
- Medizinische Fakultät
- Philosophische Fakultät I (Historische, Philologische, Kultur- und Geographische Wissenschaften)
- Philosophische Fakultät II
- Fakultät für Biologie
- Fakultät für Chemie und Pharmazie
- Fakultät für Mathematik und Informatik
- Fakultät für Physik und Astronomie
- Wirtschaftswissenschaftl. Fakultät



Studiengänge mit Bezug zur Raumfahrt

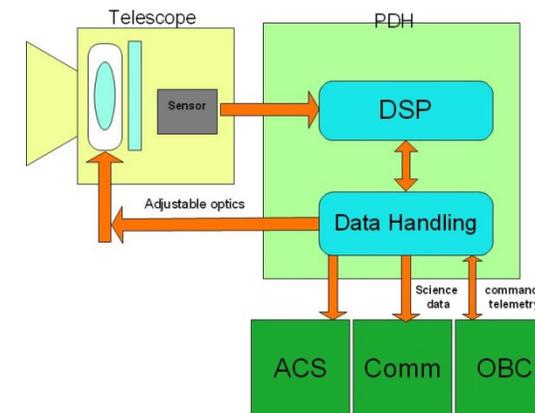
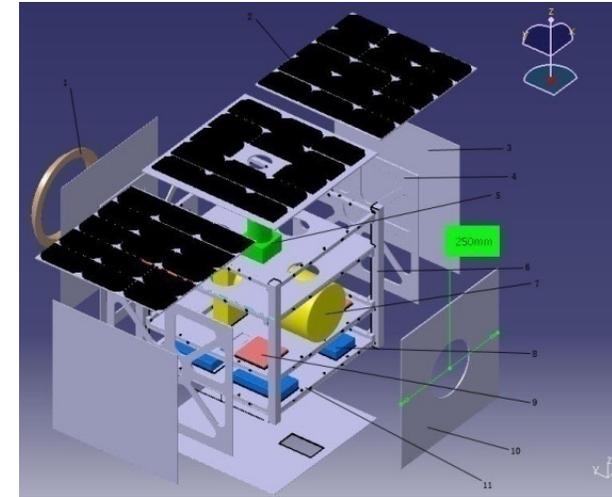
- BA Luft- und Raumfahrtinformatik
- MA Informatik
- MA SpaceMaster
- MA „Satellite Technology“ (in Planung)



Beispiele für Semesterprojekte

S²SAT student design project WS 08/09

- ▶ Constellation of 2 satellites
- ▶ Lifetime: 2 Years
- ▶ Dimensions: 25 x 25 x 25 cm³
- ▶ Mass: 10-15 kg
- ▶ Payload: telescope with 10 cm aperture
- ▶ ADCS: 3-axis stabilization
- ▶ Comms: s-band +UHF/VHF
- ▶ Power: 18 W average
- ▶ Propulsion: cold gas
- ▶ Operations: Univ. Würzburg



S²SAT Model



Beispiele für Semesterprojekte

Julius-Maximilians-
UNIVERSITÄT WÜRZBURG

Julius-Maximilians-Universität Würzburg
Chair of Computer Science VIII
Aerospace Information Technology



PROJECT REPORT

Torbjørn Cunis, Wendelin Fischer, Florian Gillmann,
Max van gen Hassend, Christina Hempfling, Frederik König,
Helge Lauterbach, Helge Mohn, Dennis van der Wals,
Kai Werner, Tobias Wenzel, Martin Wißmiller

Julius-Maximilians-
UNIVERSITÄT WÜRZBURG

Prof. Dr.-Ing. Hakan Kayal
Professor of Space Technology
Department of Computer Science VIII



Joachim Illmer
Daniel Janke
Andreas Knapp
Joschka van der Lucht
Jonas Lutz
Mehrnaz Shamloonia
Kai Sommer
Dimitri Sotnik



Mars Base 2030

July 2017

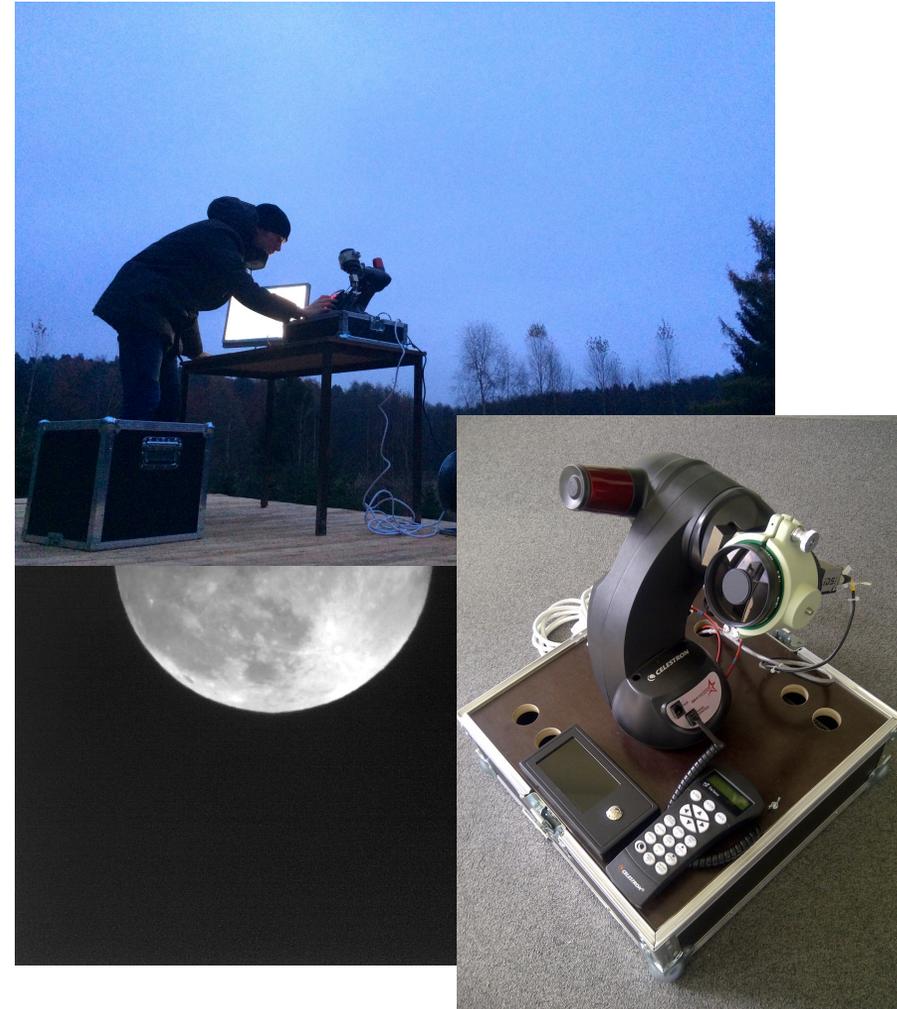


Beispiele für Praktika

- ▶ Aufbau eines Systems zur Beobachtung von TLP's (Transient Lunar Phenomena)
- ▶ Entwurf und Implementierung eines Telemetrie- und Telekommandosystems
- ▶ ...



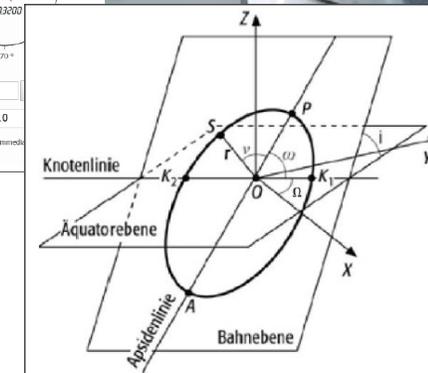
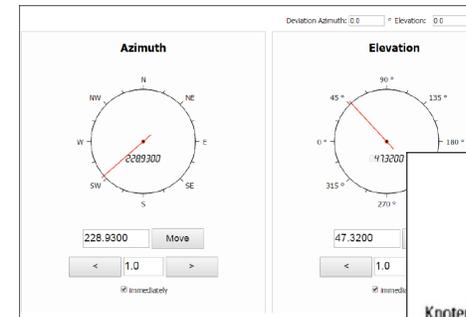
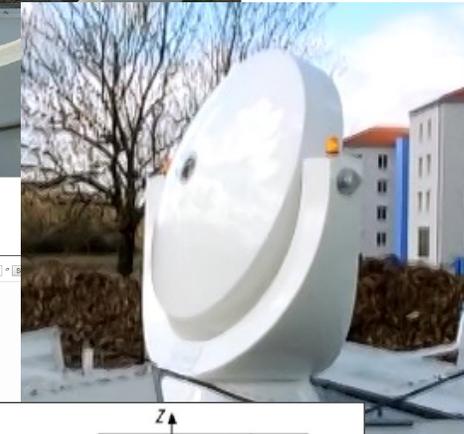
TLP (NASA, 2006)



Mobiles TLP Beobachtungssystem
(Univ. Würzburg)

Beispiele für Abschlussarbeiten (BA/MA)

- ▶ Bestimmung der Bahnelemente von Satelliten mit Hilfe der Laplace Methode
- ▶ Entwurf, Bau und Test eines Reaktionsrades für Nanosatelliten
- ▶ Entwurf des Energieversorgungssystems für ANEX-1
- ▶ Inbetriebnahme und Test einer mobilen S-Band Bodenstation
- ▶ Entwurf eines Systems zur Klassifizierung von unbekanntem Himmelsphänomenen
- ▶ ...



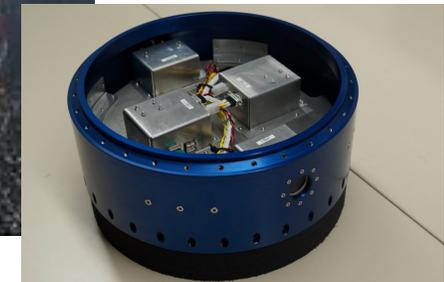
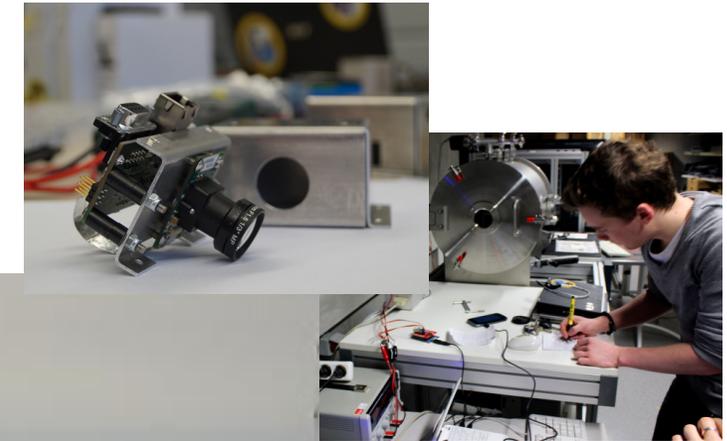
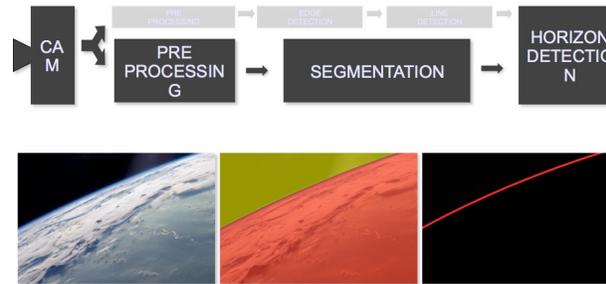
Mobile S-Band Bodenstation der JMUW



Weitere Studentische Aktivitäten



- Studentisches Experimente an Bord der REXUS 16 & 20 Höhenforschungsraketen
- Detektierung des Erdhorizontes durch Bildverarbeitung für zukünftigen Einsatz in Satelliten
- Unterstützt vom DLR
- Gestartet Mai 2014 & 2016



DEADALUS (REXUS 23)

- Technologieerprobung zum Thema „**Landung auf einem Planeten ohne Fallschirm**“
- Innovativer Mechanismus in der Form ähnlich eines (z.B. Ahorn) Samens
- Start Herbst 2018



Projektleiter C. Riegler mit einem der Deadalus Modelle (Foto: Kayal)



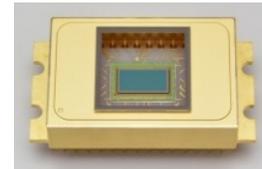
QUEST (BEXUS)

Studentische Technologieerprobung auf BEXUS:
„**Multisensorsystem**“

- Optische/IR Kamera



- Abbildender Infrarotsensor



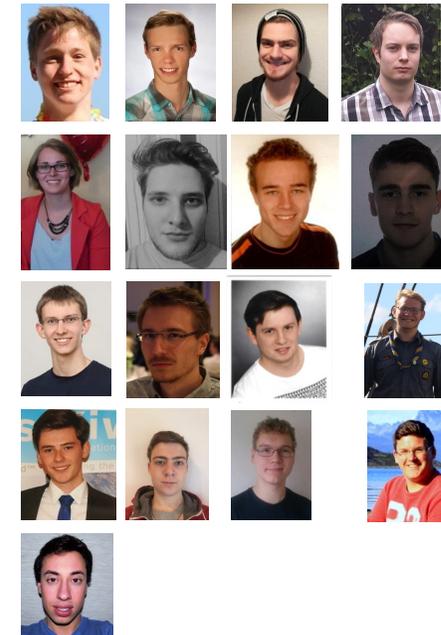
- Miniatur Spektrometer



Start: Oktober 2018



BEXUS-Ballon
(DLR)



TM/TC Software

The image displays the UniWü Info8 TM-Client software interface across multiple devices. The desktop version shows a central satellite image of Earth, with various status indicators at the top (DB, FC, Limits) and a control panel at the bottom. A graph on the left shows signal strength over time. The tablet and smartphone screens display a 'Telemetry data' table with columns for ID, Description, Value, and Unit.

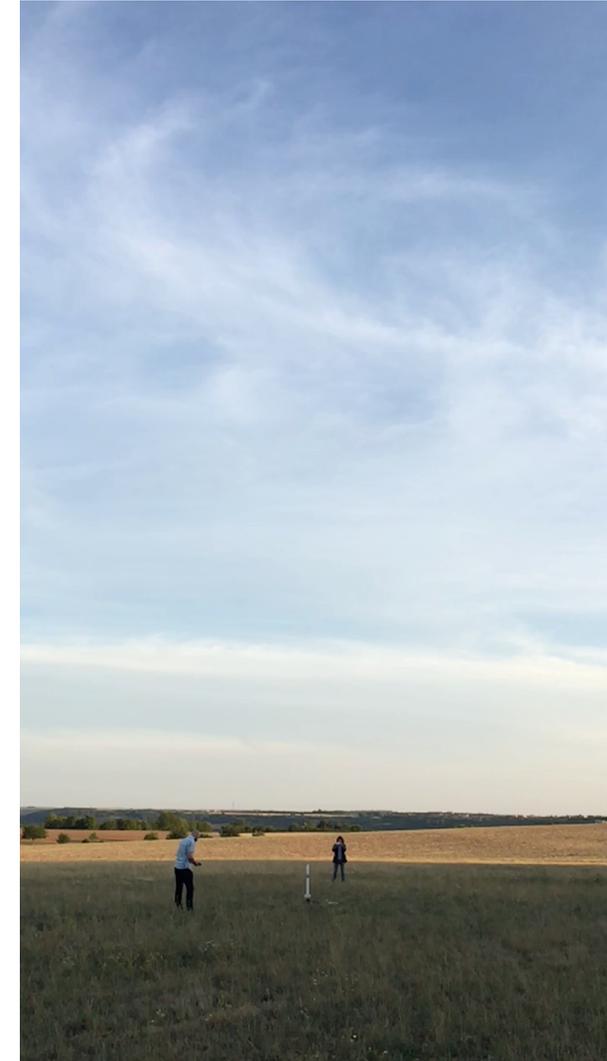
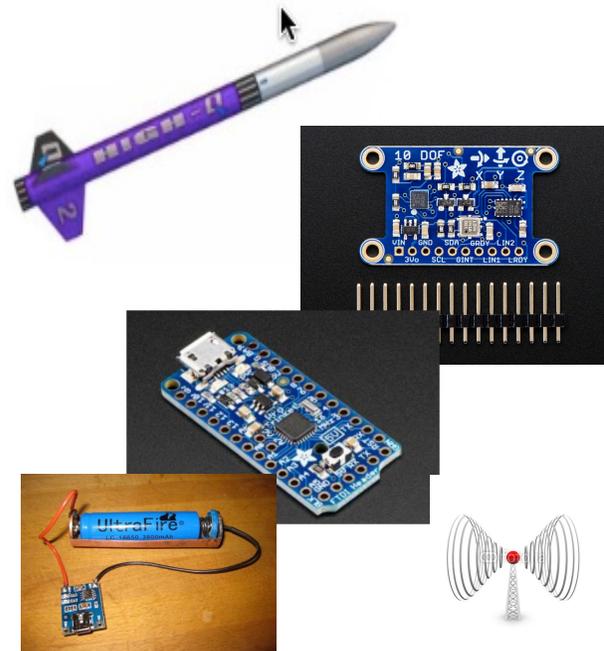
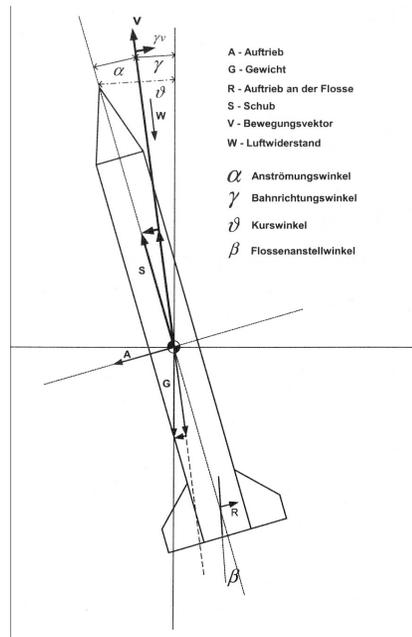
ID	Description	Value	Unit
MTY1TM	APP DSPL DESC..	3.0	° C
MTY2TM	APP DSPL DESC..	7.0	° C
MTZ1TM	APP DSPL DESC..	1.6	° C
MTZ2TM	APP DSPL DESC..	1.2	° C
AR1TM1	APP DSPL DESC..	71.0	° C
AR1TM2	APP DSPL DESC..	52.0	° C
AR2TM1	APP DSPL DESC..	42.2	° C
RW1TM1	APP DSPL DESC..	41.1	° C
RW1TM2	APP DSPL DESC..	54.0	° C
TRX1PW	APP DSPL DESC..	0.0	notset
TRX1MO	APP DSPL DESC..	1.0	notset
TRX1RS	APP DSPL DESC..	1.1711001	dB
TRX1TM	APP DSPL DESC..	1.4316562	° C
TRX1TP	APP DSPL DESC..	1.0	notset
TRX2PW	APP DSPL DESC..	0.0	notset
TRX2MO	APP DSPL DESC..	0.0	notset
TRX2RS	APP DSPL DESC..	6.2865171	dB
TRX2TM	APP DSPL DESC..	9.1998738	° C
TRX2TP	APP DSPL DESC..	0.0	dBm
TRX3PW	APP DSPL DESC..	0.0	notset



Praktikum Raketentechnik und Nutzlasten

Im Praktikum Raketentechnik und Nutzlasten sollen Studenten praktische Erfahrungen in der Planung, Ausführung und der Auswertung von Raketenexperimenten (inklusive ihrer Nutzlasten) erlangen.

Ziel ist der Entwurf, Bau und Test von Raketenexperimenten mit Nutzlasten.

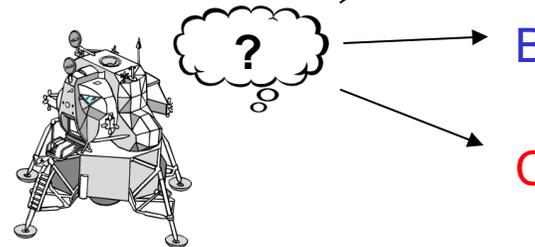


Schwerpunkte in der Forschung

1. Entwurf, Bau und Betrieb von Raumfahrtsystemen, insbesondere Nanosatelliten für wissenschaftliche Zwecke und Extraterrestrik



2. Höhere Autonomie

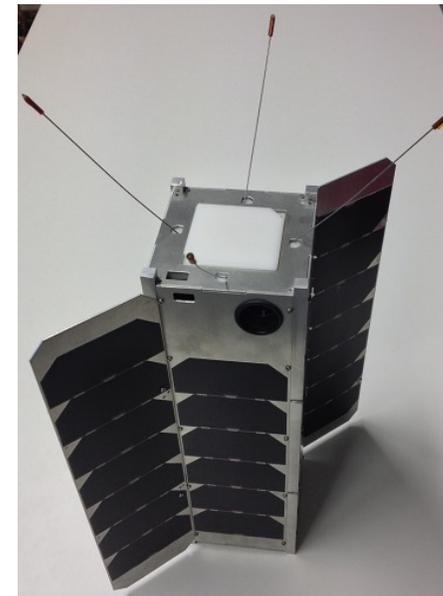
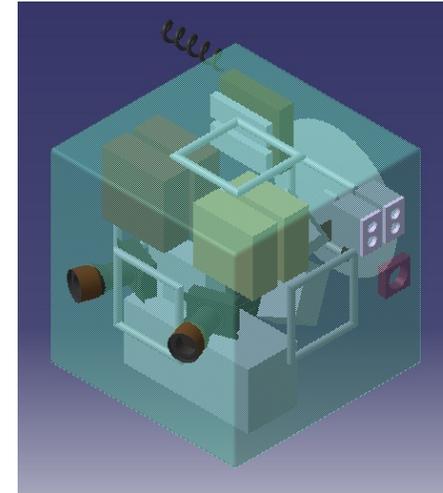


3. Suche nach extraterrestrischen Intelligenzen (SETI) und Erforschung von unbekanntem Himmelsphänomenen



1. Pico- und Nanosatelliten

- ▶ Picosatelliten sind an Universitäten weit verbreitet aber extrem beschränkt hinsichtlich Masse, Volumen, Energie und Kommunikation
- ▶ Bedarf für Nanosatelliten für anspruchsvollere Anwendungen wie Erdbeobachtung oder Astronomie
- ▶ 2-20 kg Masse
- ▶ 2 bis 3-fache CubeSat's oder andere Bauformen sind auch möglich
- ▶ Höhere Kosten

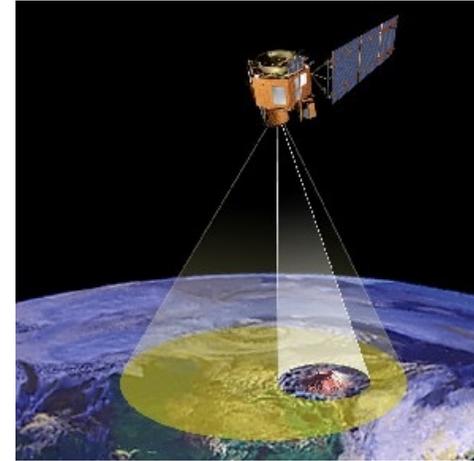


3U-Cubesat Strukturmodell
(Univ. Würzburg)



2. Höhere Autonomie

- ▶ An Bord Datenverarbeitung zur Erhöhung der Autonomie
 - Einbeziehung der Messdaten in den Betrieb,
 - Reaktion auf Ereignisse durch Erkennung von Mustern („opportunistic science“),
 - Erkennung von Veränderungen,
 - Erstellung von thematischen Karten,
 - ...
- ▶ Autonome Zielplanung
- ▶ Downlink nur bei Bedarf
- ▶ Maximierung des wissenschaftlichen Outputs

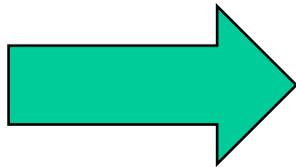


Earth Observer 1 Satellit (EO-1)
mit dem Autonomous Sciencecraft
Experiment (NASA)



3. SETI und Erforschung von Unbekannten Himmelsphänomenen (UHP)

- ▶ Suche nach außerirdischen Intelligenzen (SETI, OSETI, Hyper-SETI,...)
- ▶ wissenschaftliche Erforschung von unbekanntem Himmelsphänomenen (Erweiterte Space Situational Awareness)



- Entwicklung von neuen Instrumenten, Methoden, Werkzeugen, Tools, ...
- Durchführung von Beobachtungen und Analysen



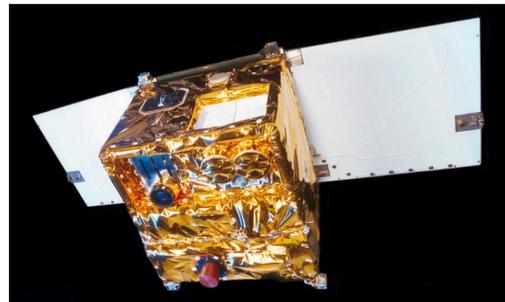
Detektion eines Meteors in Hesselalen durch die Software aus Univ. Würzburg mit der Kamera aus Norwegen



Trend zur Miniaturisierung: Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Satellitenbetrieb?



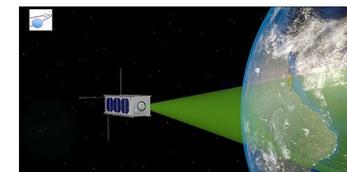
TÜRSAT 1B
1995



BIRD
2001

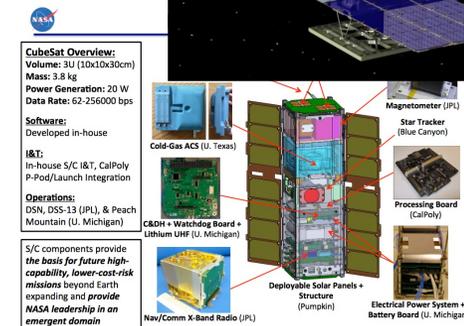
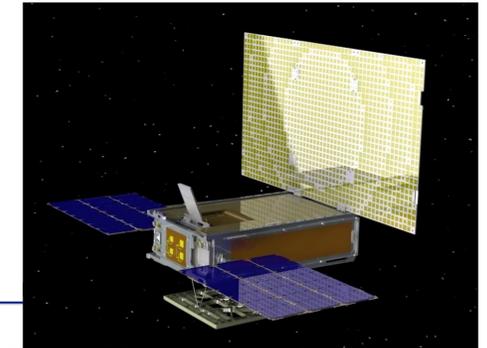


BEESAT
2009



SONATE
2019

Mars Cube One (MarCO) ist seit Mai 2018 auf dem Weg zum Mars (JPL/NASA)



Ispire und MarCO (JPL/NASA)

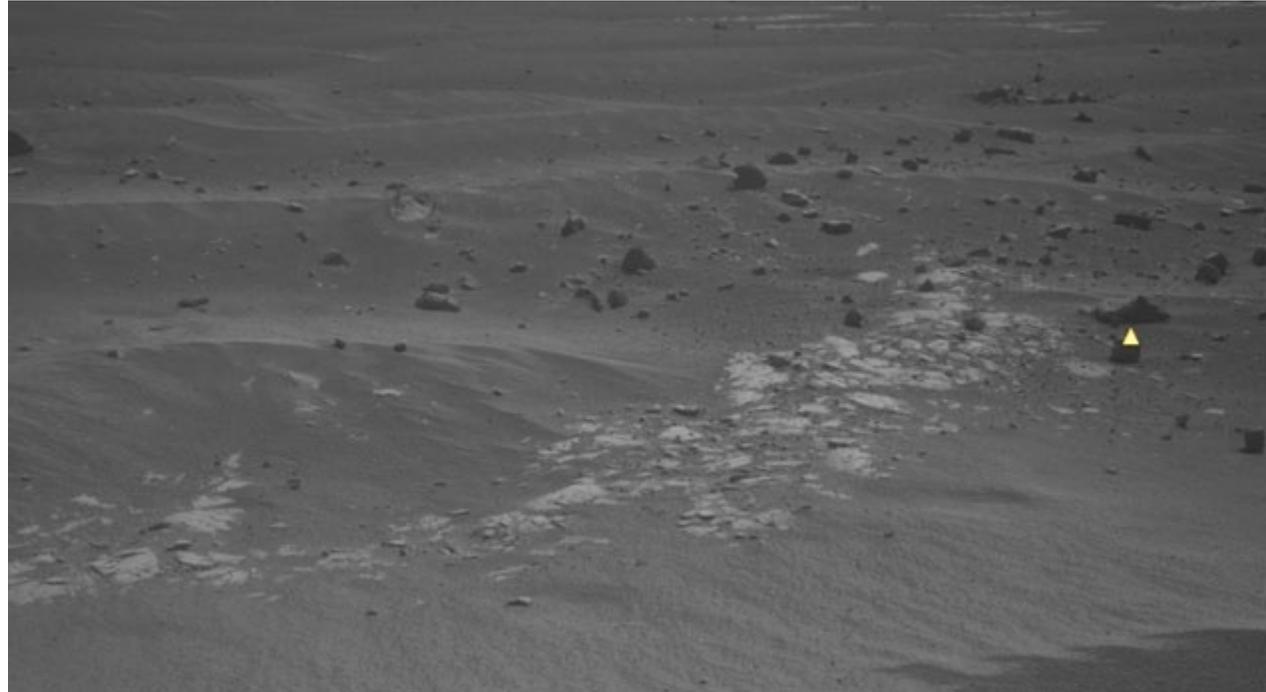


Hintergrund: Klassischer Satellitenbetrieb



Beispiel An Bord Autonomie

„NASA Mars Rover Getting Smarter as it Gets Older“ (Quelle: JPL)



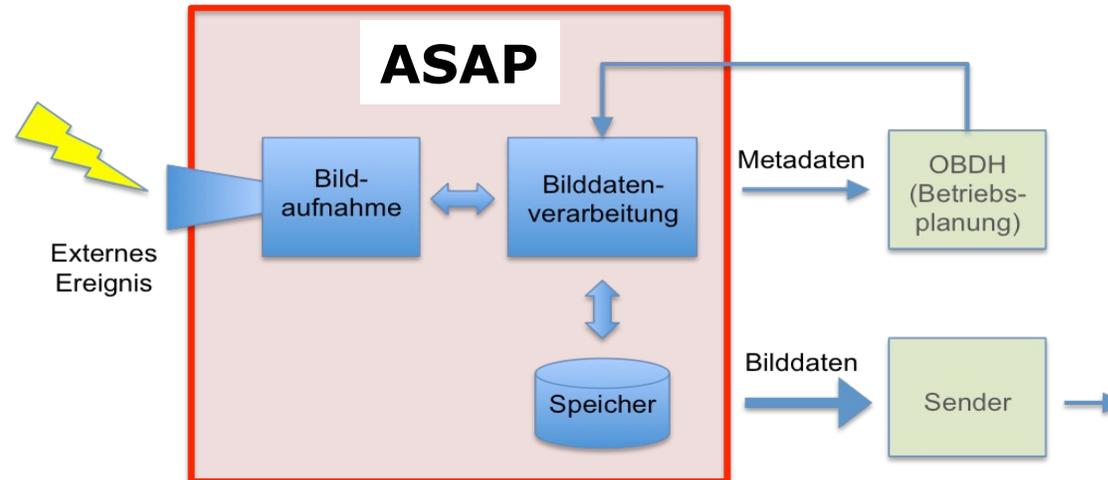
NASA's Mars Exploration Rover Opportunity took this image in preparation for the first autonomous selection of an observation target by a spacecraft on Mars. Image Credit: NASA/JPL-Caltech



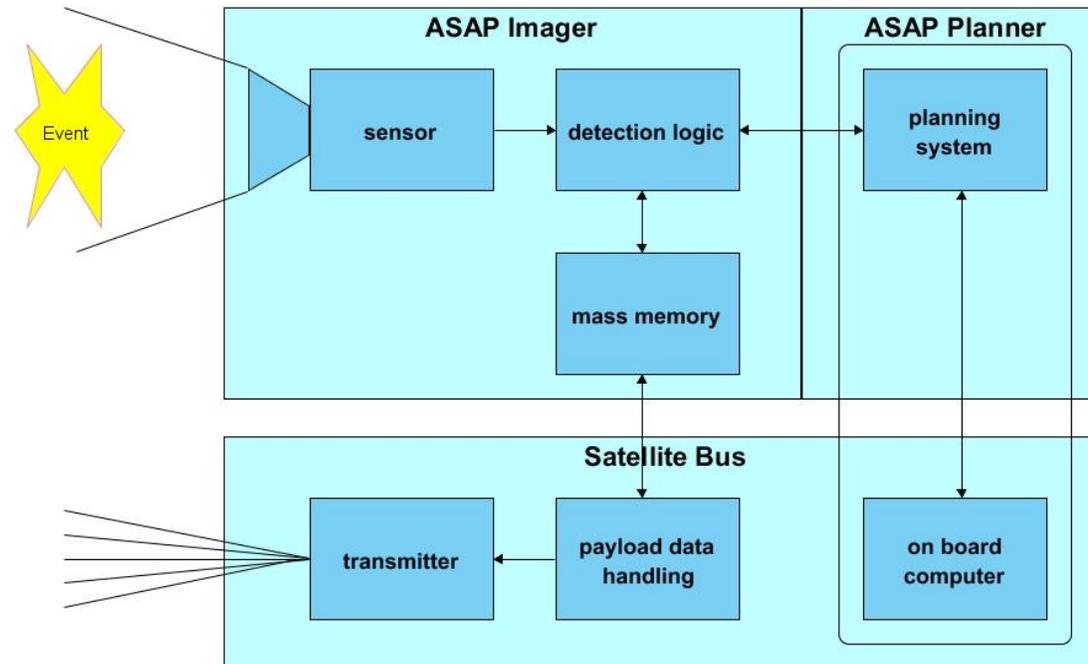
Autonomer Sensor und Autonomes Planungssystem (ASAP)

Erhöhung der Autonomie im Betrieb von Stelliten

- ▶ **autonomen Detektion** von vordefinierten Ereignissen wie z.B. Meteore, Blitze, Sprites usw. sowie
- ▶ **autonome Zielplanung** Maximierung der Beobachtungszeit (z.B. durch Verfolgung des Objektes)
- ▶ Gefördert vom DLR (FKZ 50 RM 1208)
- ▶ Anschlussvorhaben ATUS (FKZ 50RM1521)



ASAP: Grundidee



Referenzobjekte

Referenzanwendungen:

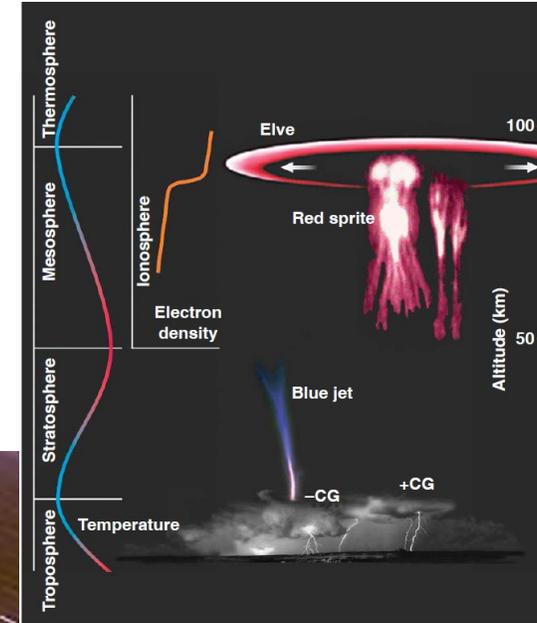
- Beobachtung von leuchtenden Phänomenen in der Erdatmosphäre
- Space Situational Awareness (SSA)

Referenzobjekte:

- Meteore, Fireballs, Bolide
- Sprites / Cobolts (& Elves)
- Weltraumschrott mit unbekanntem Bahndaten
- Weltraumschrott oder Satelliten mit bekannten Bahndaten
- Geplante Aufnahmen von interessanten Ereignissen/Objekten wie z.B. Kollisionen
- Andere interessante Phänomene z.B. NEO's in unmittelbarer Nähe der Erde

Sekundäre Referenzobjekte:

- ISS
- Blitze



Neubert 2003



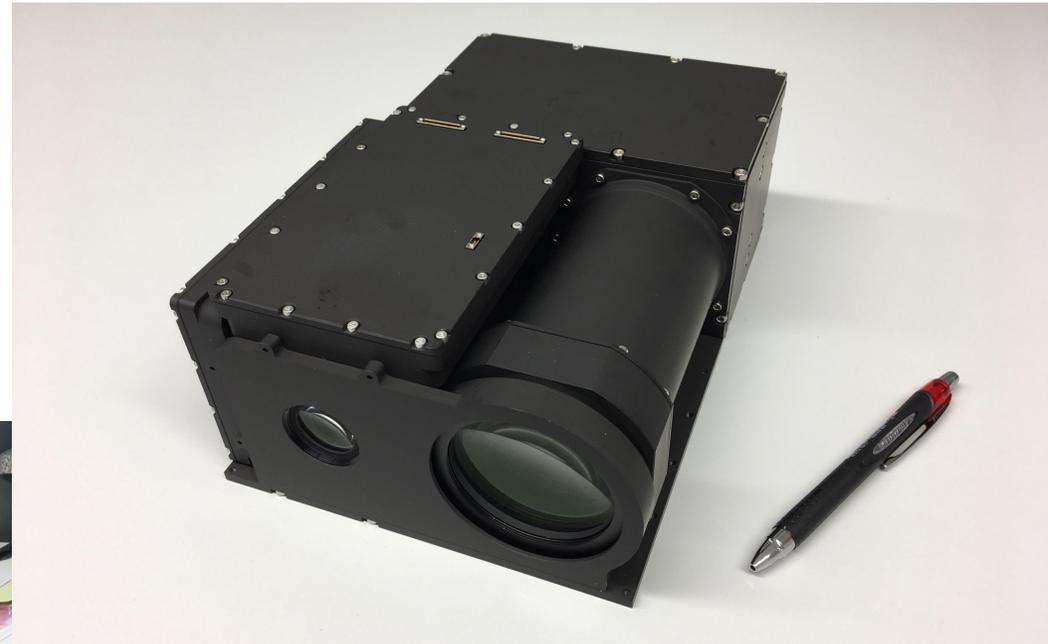
NASA Leonid



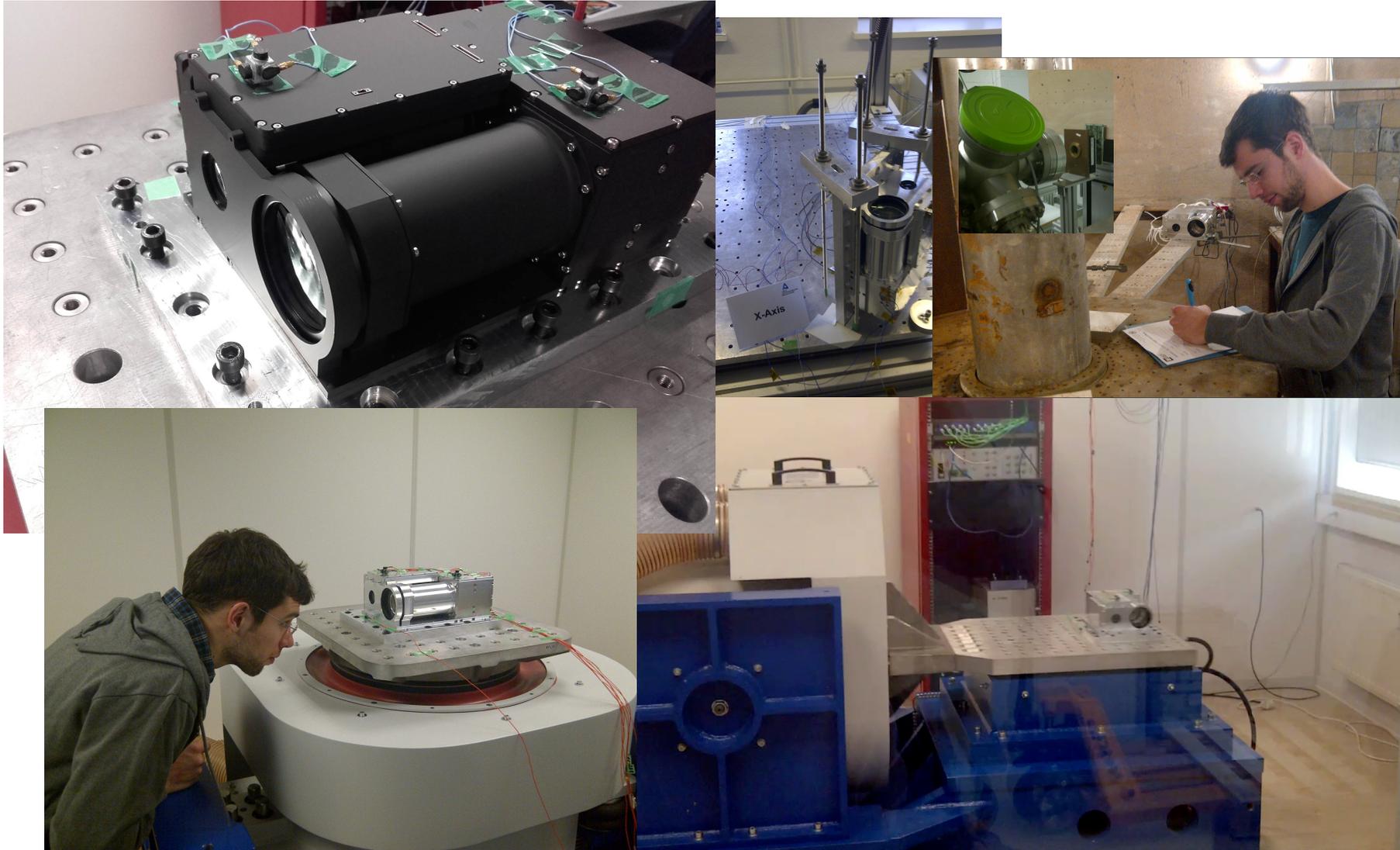
Discover Mag.



ASAP

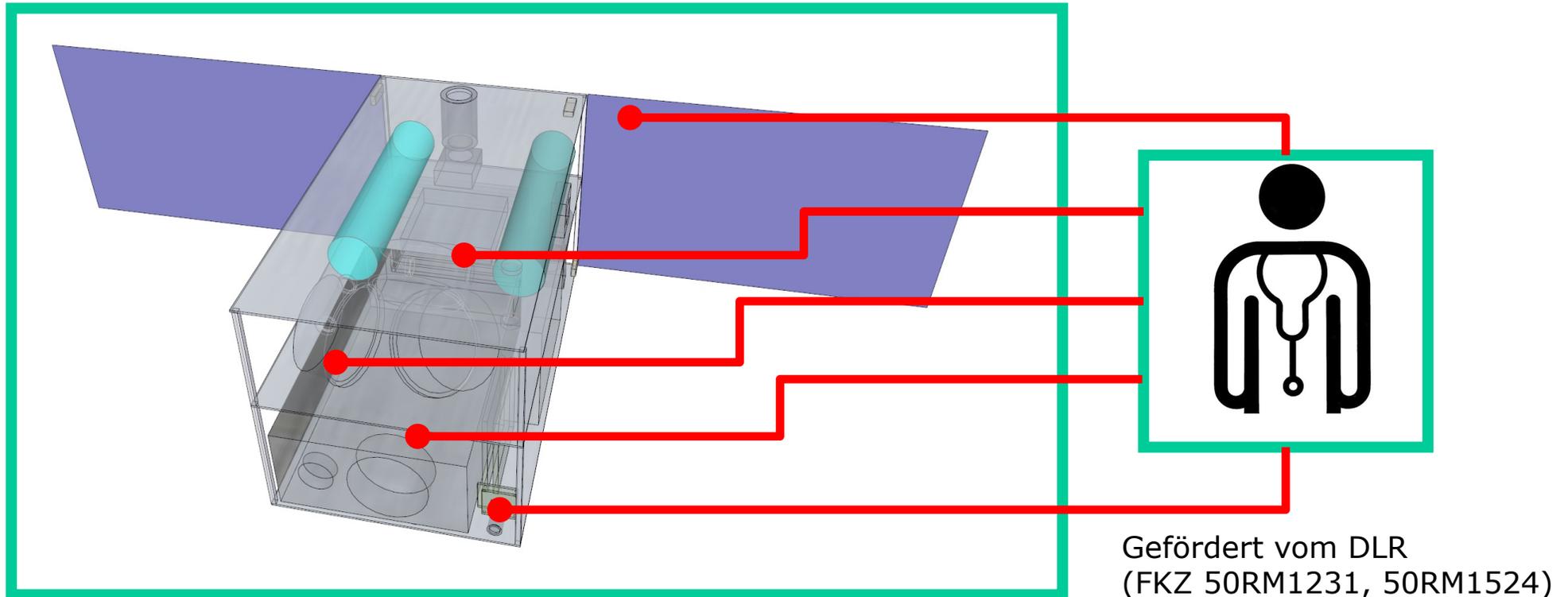


ASAP Qualifikation (Einsatz unter Weltraumbedingungen)



Autonomes Diagnosesystem für Satelliten (ADIA, ADIA++, ADIA-L)

- ▶ Steigerung der Autonomie durch Analyse und Erkennung der **Ursachen** von bereits eingetretenen Fehlern
- ▶ **Prädiktion** von sich anbahnenden Fehlern an Bord von Satelliten
- ▶ Zukünftiger Einsatz z.B. an Bord von interplanetaren Missionen



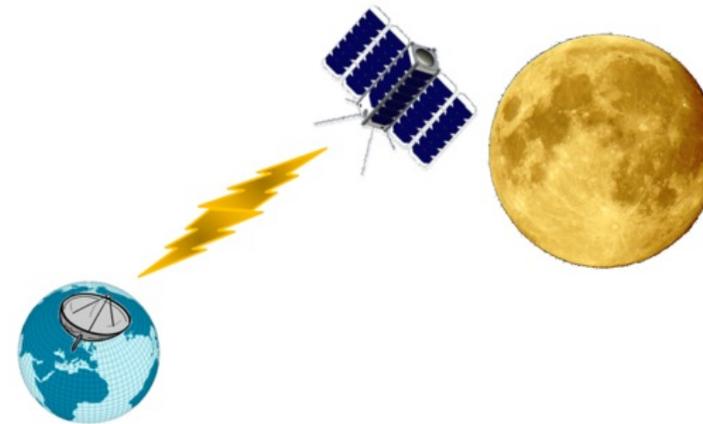
... aber es werden verschiedene Schlüsselkomponenten benötigt, die für den interplanetaren Einsatz geeignet sind:

Nanosatellitenkommunikation für Interplanetare Missionen (NACOMI)

Untersuchung zu Nanosatellitenkommunikationstechnologien für den Einsatz im interplanetaren Raum (FKZ 50YB1608)

Beginn des Vorhabens: 01.02.2016

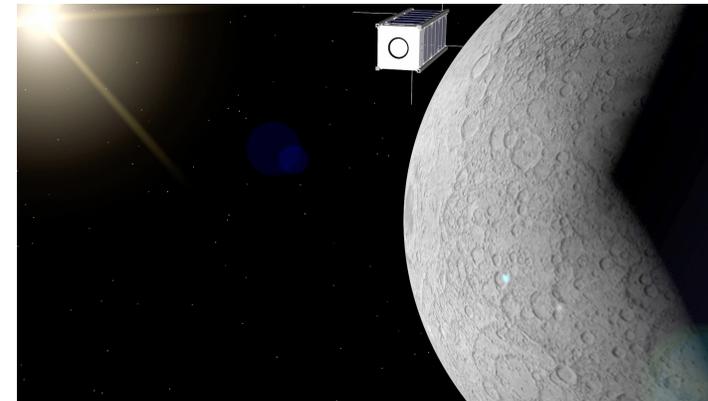
Dauer: 2,5 J



Supported by:



on the basis of a decision by the German Bundestag



Szenario II: Mondbeobachtung

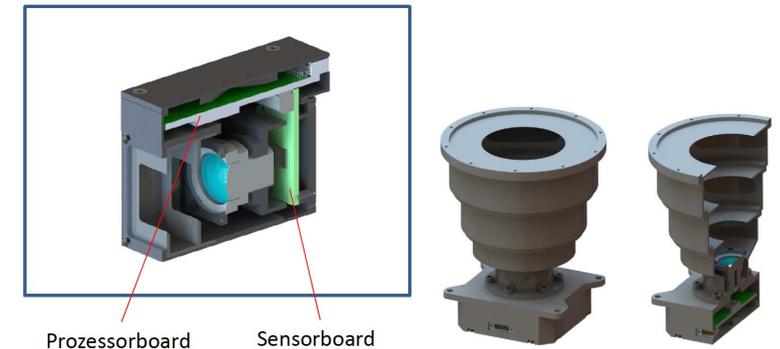
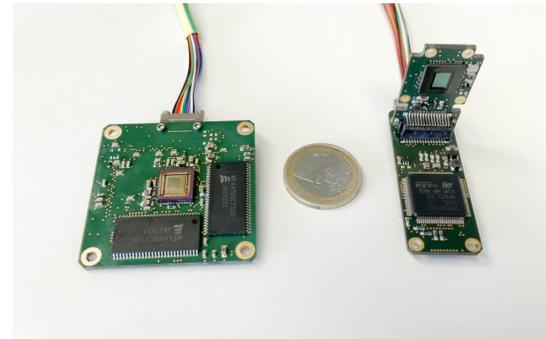
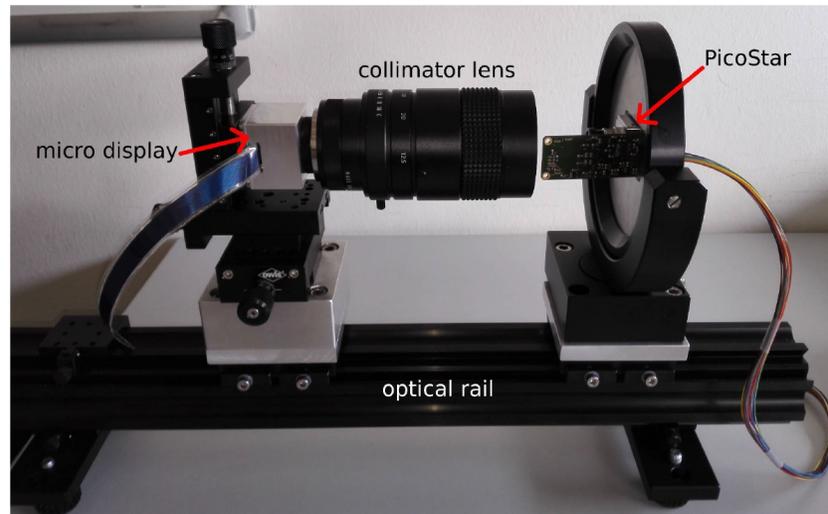
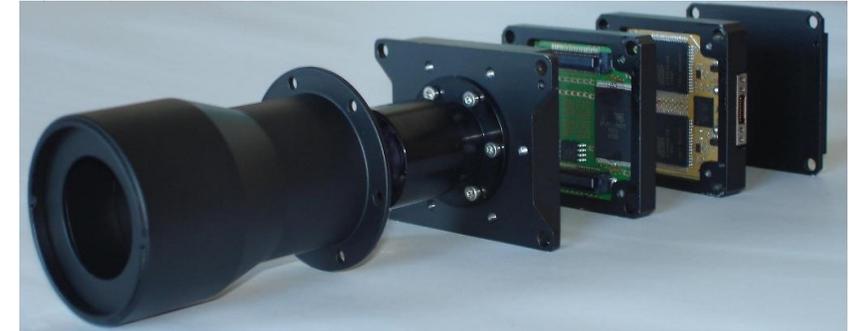


Miniaturisierter Sternsensor für Pico- und Nanosatelliten (STELLA, AROS)

- ▶ Hochpräzise Sensoren zur Erfassung der Ausrichtung eines Satelliten
- ▶ Miniaturisiert

Stand STELLA: In Orbit Verifikation an Bord von Technosat (TU Berlin)

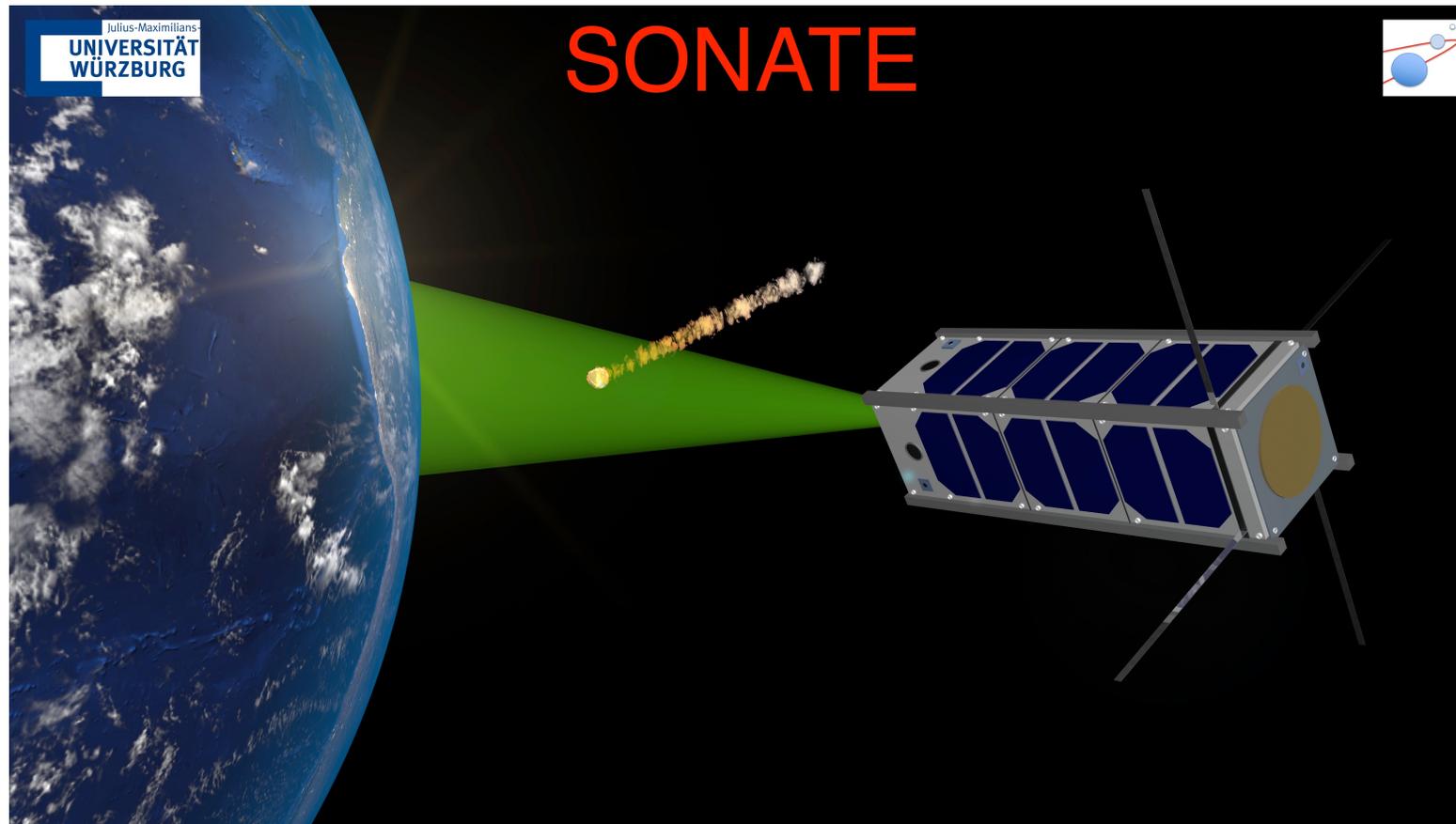
Stand AROS: Einsatz im Nanosatelliten SONATE 2019



Gefördert vom DLR (STELLA: FKZ 50RM0901, AROS: FKZ 50RM1522)

SONATE

- ▶ In Orbit Verifikation von Schlüsselementen von ASAP und ADIA sowie AROS und andere (FKZ50RM1606)
- ▶ Beginn 01.02.2016, Dauer 4 Jahre (inkl. 1 Jahr Betrieb)



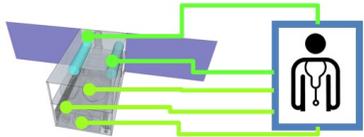
Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag



SONATE



SONATE

2019

Julius-Maximilians-
UNIVERSITÄT
WÜRZBURG



Weiteres Anwendungsbeispiel für ASAP

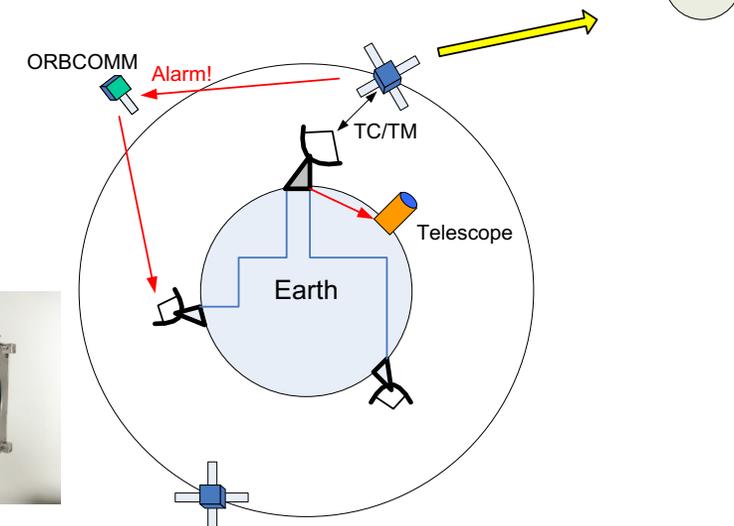
Detektion von TLP

Steigerung des Wissens über kurzzeitige Leuchtphänomene (TLP: Transient Lunar Phenomena) auf dem Mond

- Kontinuierliche Beobachtung vom Satelliten
- Autonome Detektion, Speicherung und downlink an die Bodenstation
- Generierung von Kurznachrichten bei Detektion
- Ergänzung durch terrestrische Teleskope



Einschlag eines Meteoriten auf der Mondoberfläche (2. Mai 06) Quelle: NASA



Suche nach Leben und SETI



Suche nach Leben und SETI

- ▶ Fragen, die viele Menschen bewegen
 - Was ist Leben und Bewusstsein?
 - Wie und warum entsteht es?
 - Warum sterben wir?
 - Gibt es ein Leben nach dem Tod?
- ▶ **Alle** möglichen Antworten kommen ausschließlich von uns selbst und beschäftigen alle Kulturen, Religionen und die Wissenschaft
- ▶ Keine „unabhängige“ Vergleichsmöglichkeit
- ▶ ... es sei den wir könnten andere fragen



Influenza (Medical Tribune)

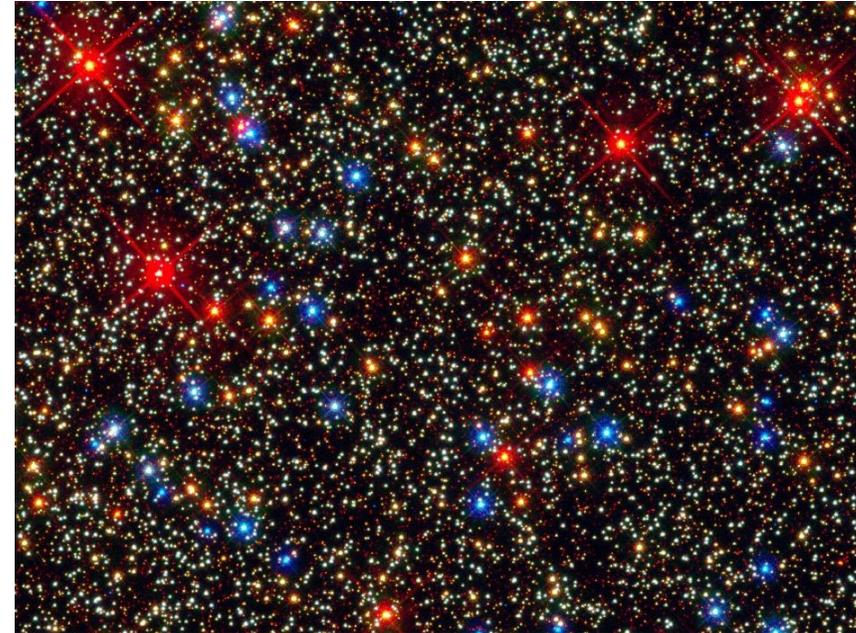


Dann suchen wir einfach mal, aber wie?

- ▶ Wissen (noch) nicht, ob es außerirdisches Leben gibt
- ▶ Wie erkennen? Wonach, wo und wie genau sollen wir suchen?
- ▶ Gibt es eine Chance auf Erfolg?

- ▶ Zwei Grundannahmen:
 - Nichts ist einmalig
 - Nichts währt ewig

(Sebastian von Hoerner,
Sind wir allein?, SETI und das Leben
im All, 2003)



Kugelsternhaufen Omega Centauri, Milchstraße
(ESA/NASA)



Stufen der Suche

SPIEGEL ONLINE SPIEGEL+ Suche Anmelden

Menü | Politik Meinung Wirtschaft Panorama Sport Kultur Netzwelt Wissenschaft mehr ▾

WISSENSCHAFT Schlagzeilen | Wetter | DAX 12.854,17 | TV-Programm | Abo

Nachrichten > Wissenschaft > Natur > Mars > Mars: "Curiosity" findet organisches Material

"Curiosity"-Mission Mars-Rover findet organisches Material

Gibt oder gab es Leben auf dem Mars? Diese Frage beschäftigt Forscher seit Jahrzehnten. Nun fanden sie zwar keine endgültige Antwort - aber neue Hinweise.



Fotos

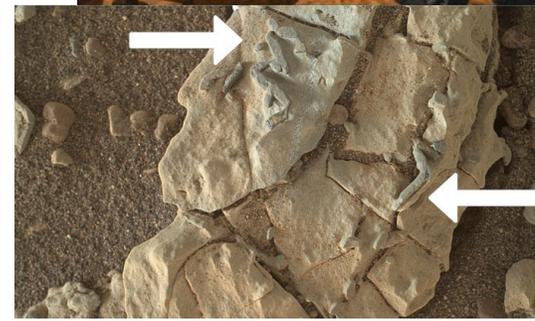
NASA/JPL-Caltech/MSSS/DPA

[f Teilen](#) [Twittern](#) [E-Mail](#) [+](#)

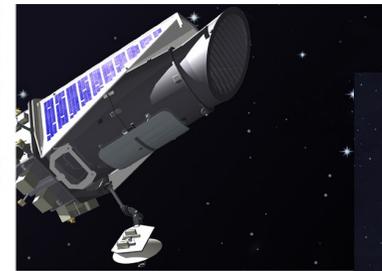
Freitag, 08.06.2018 11:04 Uhr [Drucken](#) [Nutzungsrechte](#) [Feedback](#) [Kommentieren](#)



Venera 7, 1970
(space.com)



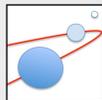
Curiosity, 2012/2018 (JPL/NASA)



MRO, 2009 (NASA)

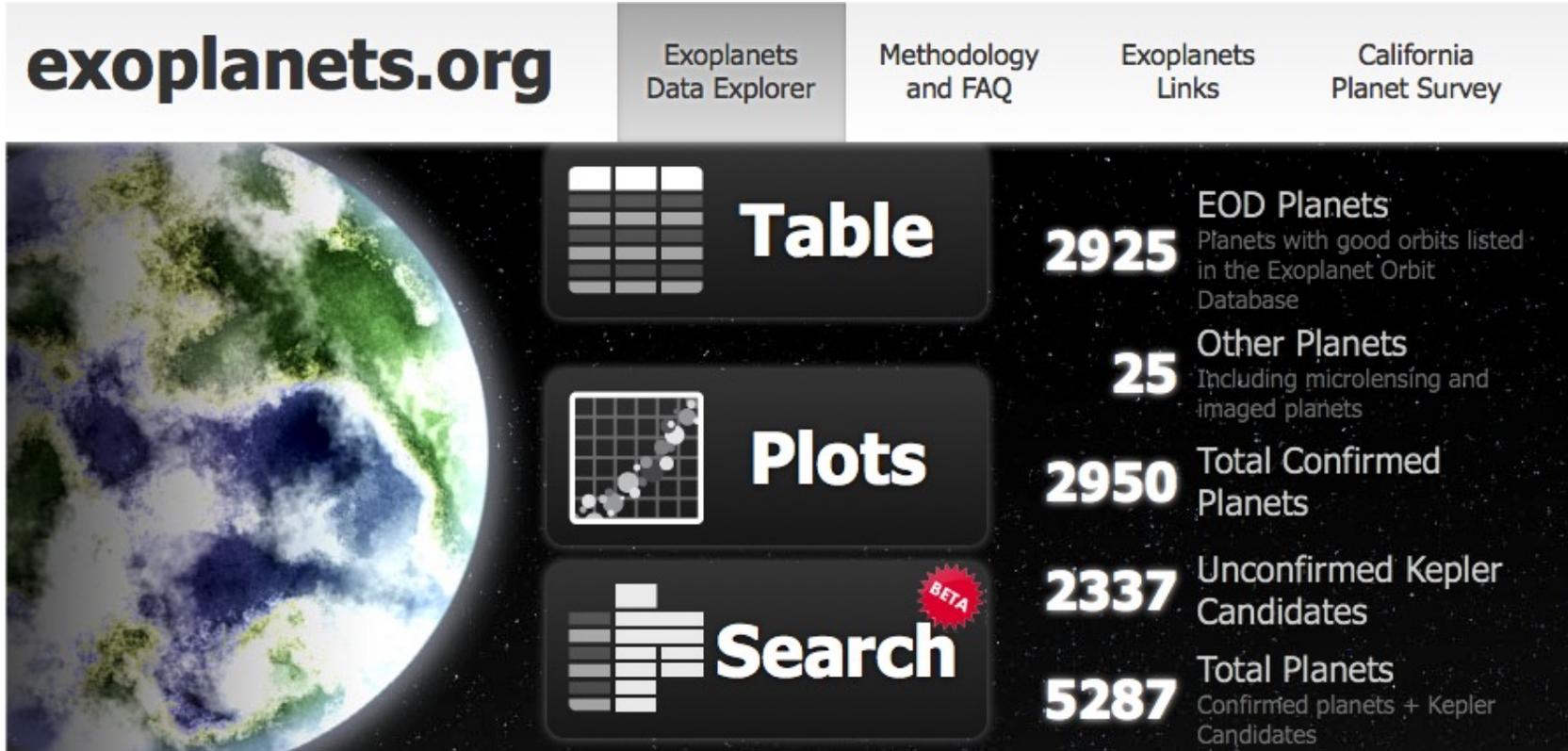


TESS, April 2018 (NASA)



Exoplaneten

exoplanets.org Exoplanets Data Explorer Methodology and FAQ Exoplanets Links California Planet Survey



The screenshot shows the exoplanets.org website interface. On the left, there is a large image of Earth. The main content area is dark with white text and icons. It features three main navigation options: 'Table' (with a grid icon), 'Plots' (with a scatter plot icon), and 'Search' (with a magnifying glass icon and a 'BETA' badge). To the right of these options, there are statistics: '2925 EOD Planets' (Planets with good orbits listed in the Exoplanet Orbit Database), '25 Other Planets' (Including microlensing and imaged planets), '2950 Total Confirmed Planets', '2337 Unconfirmed Kepler Candidates', and '5287 Total Planets' (Confirmed planets + Kepler Candidates).

Category	Count
EOD Planets	2925
Other Planets	25
Total Confirmed Planets	2950
Unconfirmed Kepler Candidates	2337
Total Planets (Confirmed + Candidates)	5287

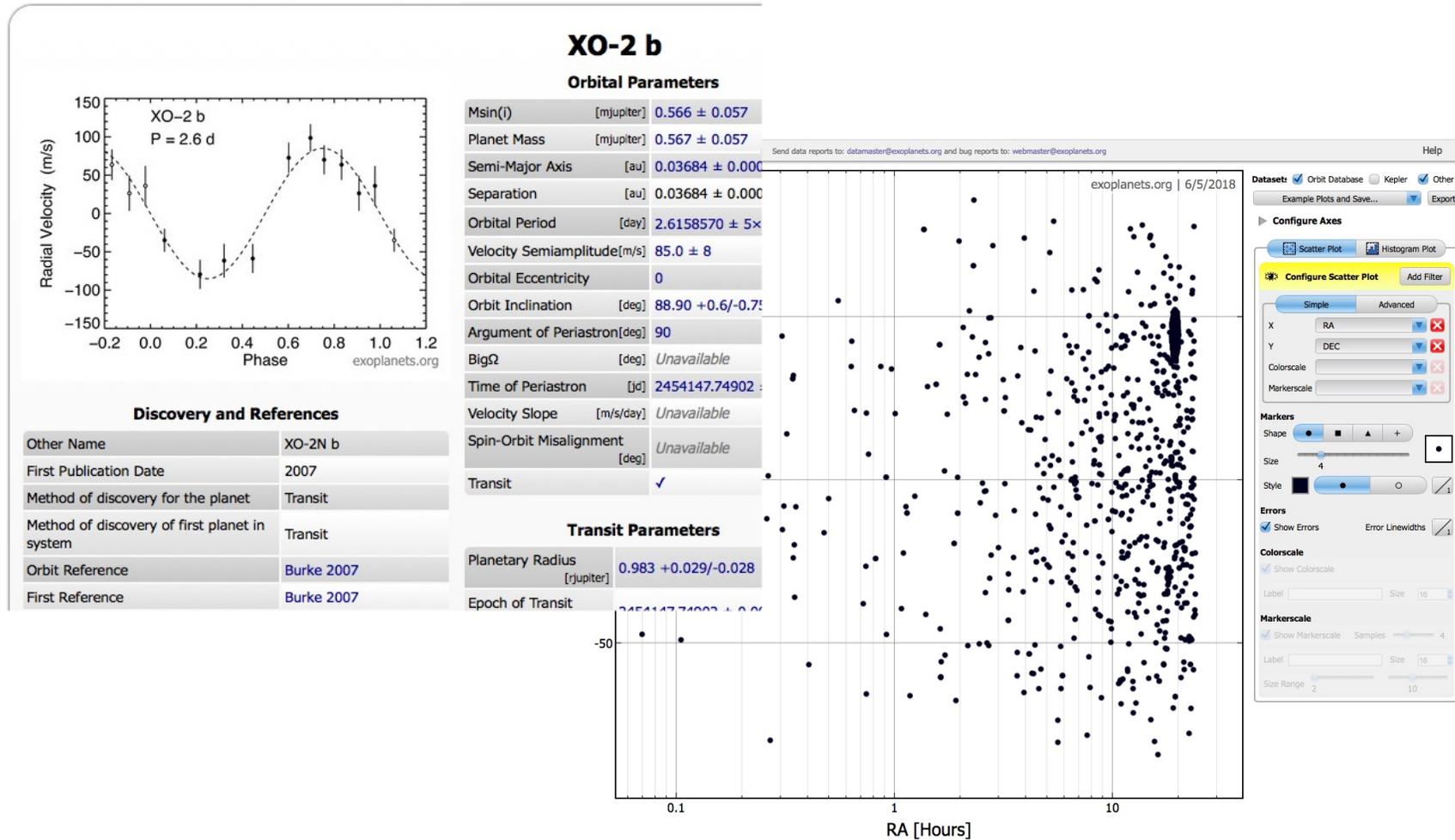
Quelle: Exoplanets.org, Stand 5. Juni 2018



TESS, Start 18. April 2018 (NASA)



Extrasolare Planeten



Voraussetzung für erdähnliches Leben

- ▶ Temperaturbereich (0-60 °C) wg. Wasser u.a.
- ▶ Neben Wasserstoff H auch schwere Elemente wie C,N,O,S,Ca,Fe usw.
- ▶ Einzelner Stern mit lang andauernder Stabilität
- ▶ Fester Planet (nicht Gasförmig)
- ▶ Atmosphäre
- ▶ Schnelle Rotation
- ▶ Mond (Stabilität, Magnetfeld)



Erde (EUMETSAT)

- ✓ Sonnenähnlicher Stern Typ (Masse, Alter)
- ✓ Planet im richtigen Abstand zum Stern und erdähnlicher Masse

➡ 0,6% aller Sterne ➡ im Mittel 22 Lichtjahre Entfernung (S.v. Hoerner)

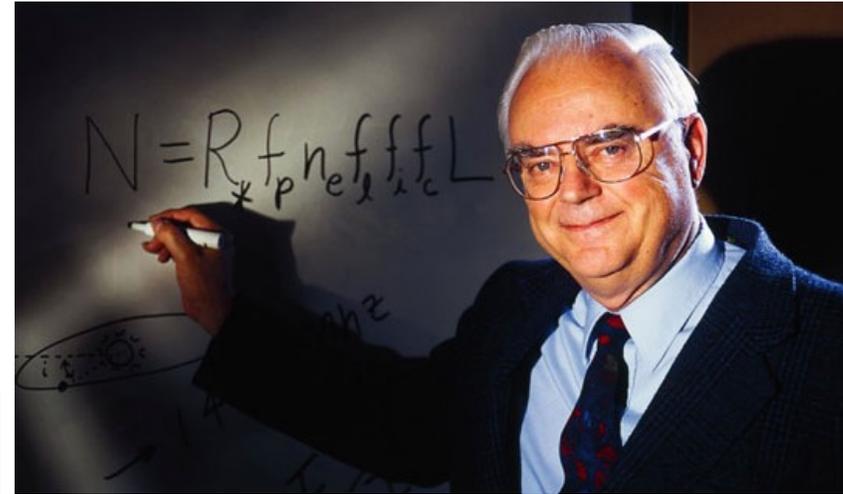


Intelligentes Leben?

Schätzung der Anzahl intelligenter Zivilisationen in der Milchstraße?

Drake-Gleichung:

$$N = R^* \cdot f_p \cdot n_e \cdot f_l \cdot f_i \cdot f_c \cdot L$$



Frank Drake, 1961 (SETI Institute)

R^* = Entstehungsrate für intelligentes Leben geeigneter Sterne

f_p = Prozentsatz dieser Sterne mit Planetensystemen

n_e = Anzahl der lebensfreundlichen Planeten pro Sternsystem

f_l = Anteil der geeigneten Planeten auf dem Leben tatsächlich entsteht

f_i = Anteil der bewohnten Planeten auf denen intelligentes Leben entsteht

f_c = Anteil der Zivilisationen, die Technologie generieren, die detektierbare Signale Ihrer Existenz in den Weltraum ausstrahlen

L = Die Dauer für die solche Zivilisationen Signale aussenden

(2950, The Exoplanet Orbit Database)

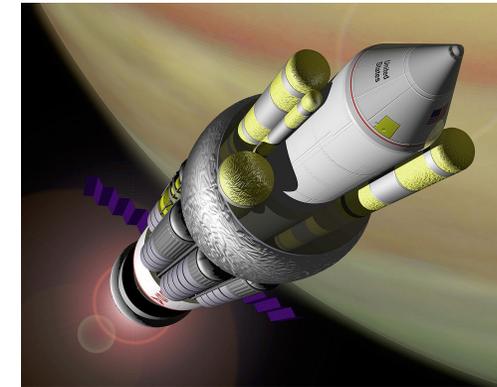


Wie suchen wir intelligentes Leben?

- ▶ Suche durch Menschen Vor-Ort? Reise zum nächsten Stern (Alpha-Centauri) mit
 - gewöhnlichen Antrieb (z.B. Voyager 1): 71000 Jahre
 - mit energiereichen Antrieben (z.B. Orion): 60-100 Jahre
 - mit Lichtgeschwindigkeit: 4 Jahre
 - Durchmesser der Milchstraße 100.000 LJ

- ▶ Suche durch Sonden?
 - S.O.

- ▶ Suche in EM-Signalen?

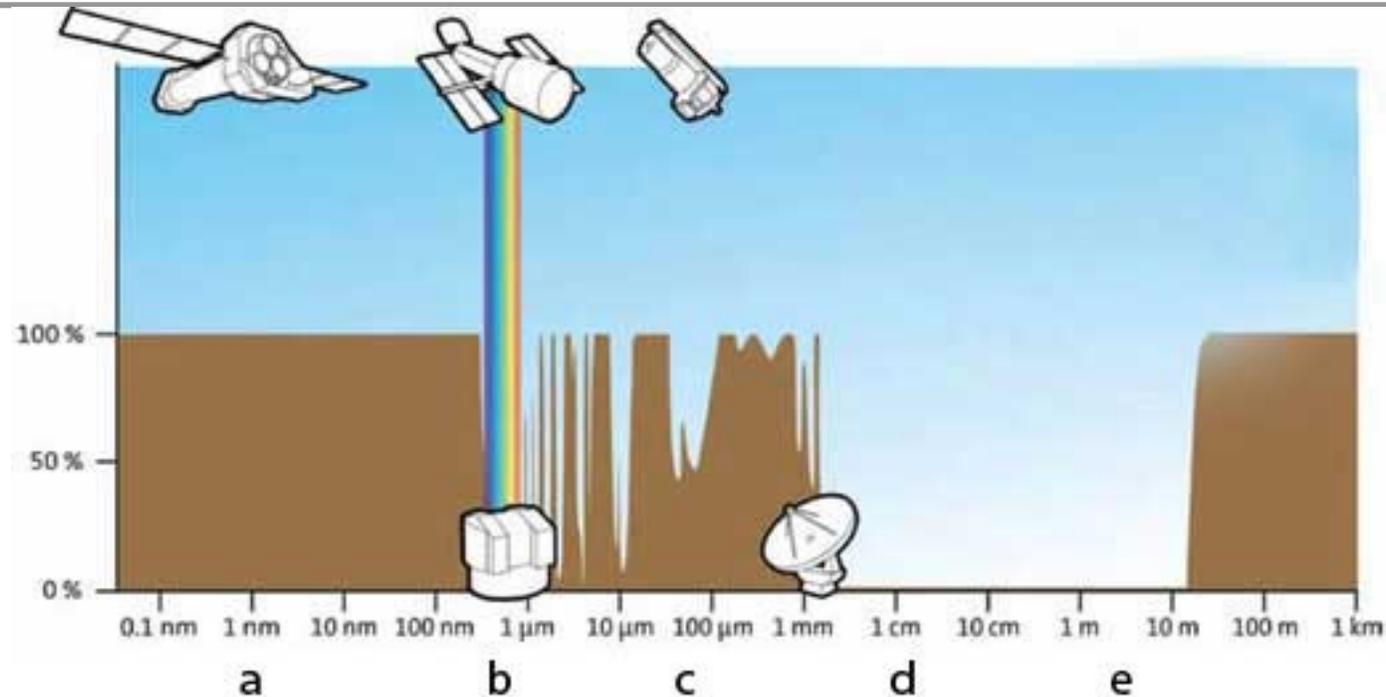


Orion, ca. 1960 (NASA)

Frank Drake, Green Bank (SETI Institute)



Was können wir vom Boden aus Beobachten?



- a) Gammastrahlung und UV-Strahlung wird von der Atmosphäre absorbiert
- b) Sichtbares Licht ist mit einiger atmosphärischer Störung beobachtbar
- c) Der größte Teil der Infrarotstrahlung wird von der Atmosphäre absorbiert
- d) Der Submillimeter bis Mikrometerbereich kann auf hohen Bergen und trockenem Klima beobachtet werden
- e) Für mittlere Wellenlängen bis 10m ist die Atmosphäre durchlässig aber ab 10m werden die Wellen absorbiert oder reflektiert (Bild: ESA / Hubble / F Granato)



Wellenlängen, Suchbereich, Dauer

Ein Ratespiel

► Frequenzen?

► Verweildauer?

► Bandbreite?

► Modulation?

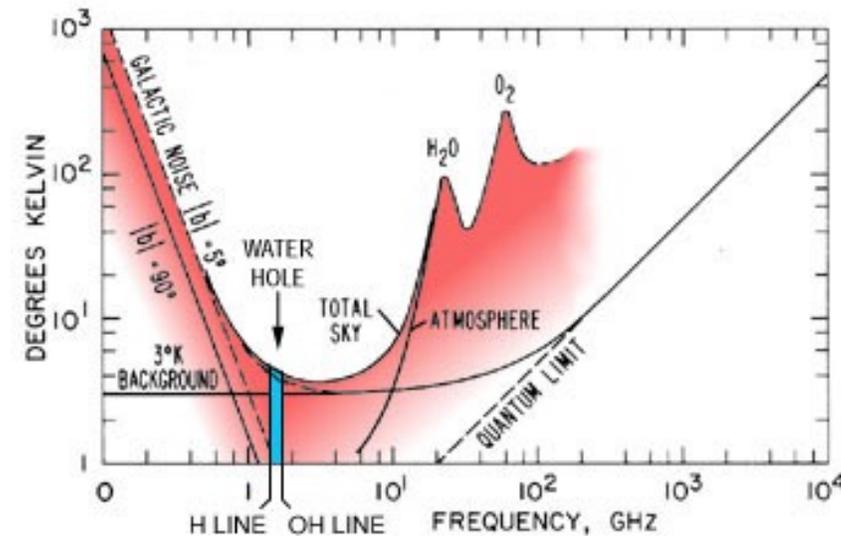
► Regionen?

- Wasserstoff (H): 1420 MHz
- Hydroxyl (OH): 1662 MHz
- Kombination „water-hole“
- 10-60 Sek

- 1 Hz bis 3000 Hz

- Einzelne Pulse oder Pulsfolgen

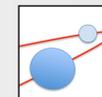
- Naher Bereich < 30 LJ
- Sterne mit erdähnlichen Planeten



„water-hole“ (Uni Graz)

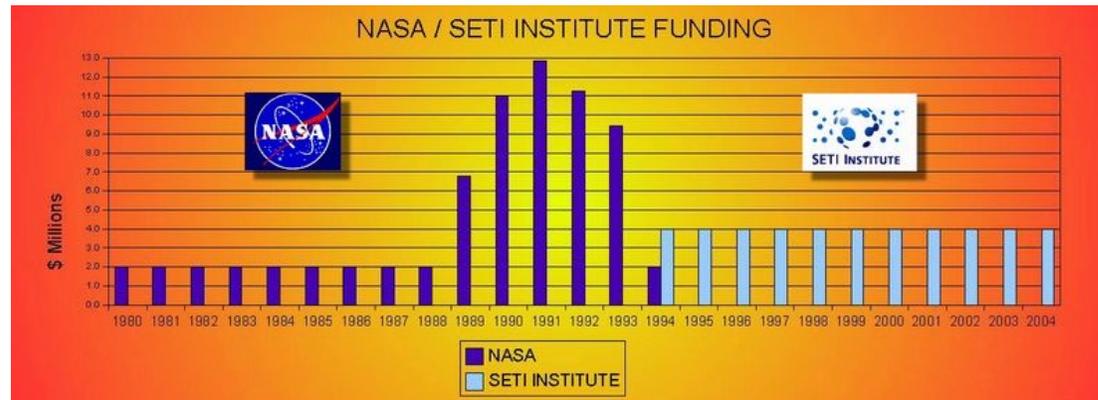


Jodie Foster im Sci-Fiction Film „Contact“



Wer bezahlt das?

- Privat bzw. Universitäten finanzierte Projekte
- 1970 – 1993 finanziert die NASA die SETI-Forschung



Quelle: openseti.org

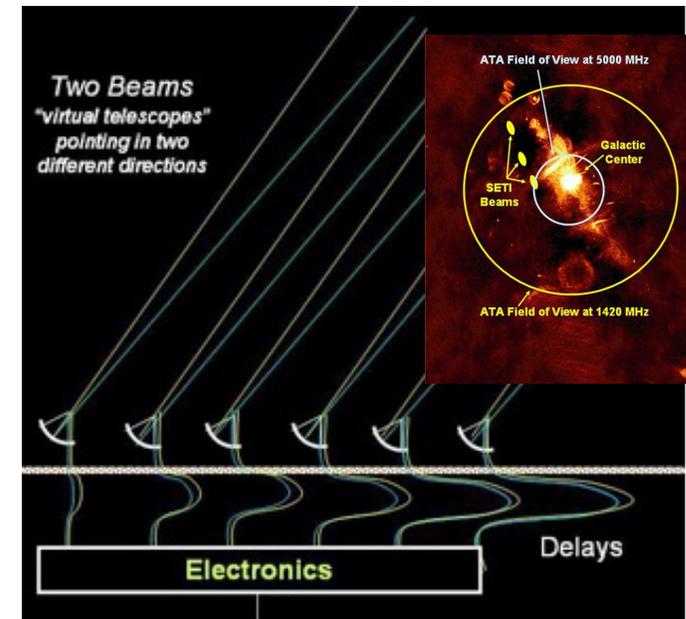
- 1984 Gründung des SETI-Institut
- Spenden durch Unternehmen:
 - z.B. Sun Microsystems und Hewlett Packard
- Spenden durch Privat-Leute:
 - z.B. Co-Microsoft-Gründer Paul Allen > 30 Mio US\$

(Auszug Seminararbeit Christian Große, WS 12/13)



Allen Telescope Array (ATA)

- ▶ Kooperation SETI Institute und Radio Astronomy Laboratory der Univ. California
- ▶ Einsatz für Radioastronomie und SETI
- ▶ Radio Interferometer
- ▶ Seit 2007 mit 42 Radioteleskopen mit jeweils 6m Durchmesser in Betrieb
- ▶ Öffnungswinkel $2,5^\circ$
(5x Monddurchmesser)
- ▶ Geplant: 350 mit 6 m Durchmesser



ATA (SETI Institute)



Stand heute

Radio-SETI-Projekte

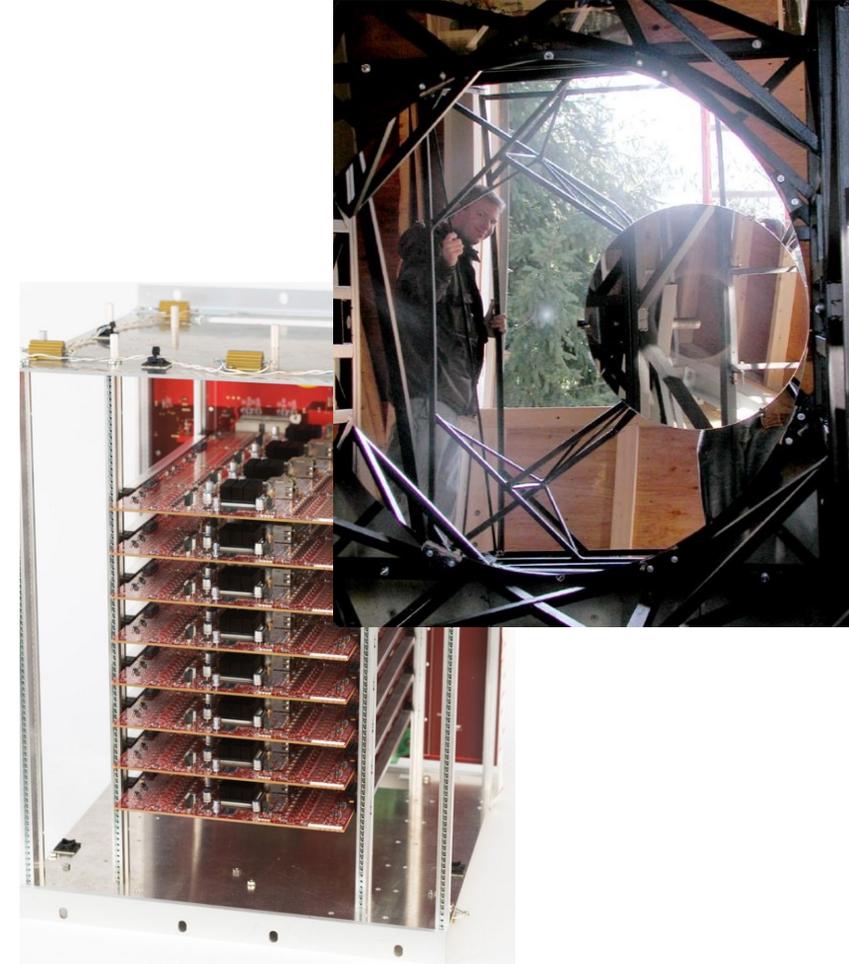
Project	Date	Methode	Place	Telesope	Channels	Resolution	n [GHz]
OZMA	1960	Targeted	NRAO	26 m	1	100 Hz	1.420
OZPA	1971-1972	Targeted	NRAO	91 m	-	490 Hz	1.420
OZMA II	1972-1976	Targeted	NRAO	91 m	-	4000 Hz	1.420
SERENDIP I	1979	Targeted	Hat Creek	26 m	100	500 Hz	1.420,1.60,...
Suitcase SETI	1979	Targeted	Arecibo	305 m	-	0.03 Hz	1.420,2.84,...
META I	1985-now	Sky Survey	Harvard Obs.	26 m	8 mio.	0.05 Hz	1.420,1.665,...
SERENDIP II	1986-1988	Sky Survey	NRAO	91 m	65536	1 Hz	1.420,1.662
META II	1990	Sky Survey	Buenos Aires	30 m	8.4 mio	0.05 Hz	1.420,2.84
HRMS	1992-1993	Targeted	Arecibo	305 m	-	1,7,28 Hz	1.3-2.4
- " -	1992-1993	Sky Survey	Goldstone,CA	26,34 m	-	19 Hz	1.7,8.3,...
BETA	1995-1999	Sky Survey	Harvard	26 m	250 mio.	0.5 Hz	1.40-1.72
SERENDIP III	1992-1996	Sky Survey	Arecibo	305 m	4.2 mio	0.6 Hz	1.420
PHOENIX	1995-1996	Targeted	Parks,Australia	64 m	-	1 Hz	1.2-1.8
- " -	1996-1998	Targeted	NRAO	43 m	-	-	-
- " -	1998-2003	Targeted	Arecibo	305 m	2 bill.	-	1.2-3.0
SERENDIP IV	1997-now	Targeted	Arecibo	305 m	168 mio	0.6 Hz	1.420
Southern SERENDIP	1998-now	Targeted	Parks,Australia	64 m	58.8 mio	0.6 Hz	1.2-1.5
StarVoice	2002-now	Targeted	Medicina Radio Observatory	32 m	-	-	-
Allen Teleskop Array (ATA-42)	2007-now	Targeted	Nord-Kalifornien	300 m	-	-	0.5-11.2

(Auszug Seminararbeit Christian Große, WS 12/13)



Was ist mit optischen Wellenlängen?

- ▶ Optical SETI (OSETI)
- ▶ Suche nach sehr kurzen aber energiereichen Laserpulsen
- ▶ Wenige natürliche, vergleichbare Quellen und Störungen
- ▶ Sehr empfindliche Detektoren (photomultiplier)
- ▶ Pulsdauer <Milliardstel Sekunde
- ▶ Ausstrahlung in Richtung Erde erforderlich



Hauptspiegel des OSETI Teleskops und
Teile der Elektronik
(Paul Horowitz, Planetary Society)



Interdisziplinäres Forschungszentrum für Extraterrestrik (IFEX)

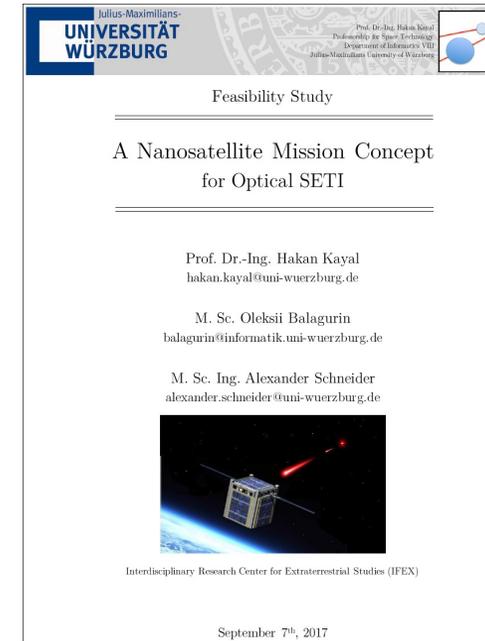
Institutsübergreifende wissenschaftliche Einrichtung der Fakultät für Mathematik und Informatik der Universität Würzburg.

Ziele und Aufgaben

- ▶ Förderung und institutionalisierung der Kooperationen zwischen beteiligten
- ▶ Beiträge zur Extraterrestrik durch interdisziplinäre, grundlagenorientierte Forschung
- ▶ Ausbildung

Schwerpunkte

- ▶ Extraterrestrische Forschungsprojekte
- ▶ Erforschung des Weltraums
- ▶ Suche nach Leben und außerirdischen Intelligenzen
- ▶ Steigerung des Bewußtseins zu den Themen der Extraterrestrik



Ergebnis einer Studie für einen Nanosatelliten für OSETI (JMUW/IFEX)



Nanosatellit für OSETI (JMUW/IFEX)



Ergebnisse?

Keine

Bisher.

Woran liegt das?



Fermi-Paradoxon

- ▶ Enrico Fermi formulierte 1950 die Frage, ob wir die einzige technische Zivilisation im Universum sind. Oder anders ausgedrückt:

Wo sind sie alle?

- ▶ Dies konnte bisher nicht beantwortet werden. Aber viele mögliche Antworten sind denkbar.



Auswahl Möglicher Antworten auf Fermi

Erklärung	Was spricht dafür?	Was spricht dagegen?
1. Wir sind alleine	1. Komplexität der Randbedingungen	1. Neue, viele extrasolare Planeten
2. Lichtgeschwindigkeitsbegrenzte Kommunikation	2. Obergrenze als Konsens	2. Überwindung in Zukunft denkbar?
3. Nicht innerhalb eines bevölkerten Gebietes	3. Plausibel, ähnlich wie auf der Erde	3. ---
4. Selbstzerstörung	4. Plausibel, s. eigene Fähigkeit	4. Wahrscheinlichkeit für <u>alle</u> ?
5. Natürliche Zerstörung	5. Plausibel, z.B. Gammastrahlen	5. Wahrscheinlichkeit für <u>alle</u> ?
6. Mangelndes Interesse	6. Denkbar	6. Neugier Lebensessentiell
7. Absichtliche Ignoranz (Zoo-Hypothese)	7. Denkbar	7. Möglichkeit der inkonsistenten Haltung
8. Eigene technl. Unfähigkeit bzw. Ignoranz	8. Denkbar, z.B. Sprites	8. ---



Wie haben wir bisher gesucht?

„Technische Möglichkeiten der Suche“

- ▶ Leben im Sonnensystem
Teilerfolg
Methoden der Fernerkundung und durch Lander/Rover (Analyse der chemischen Zusammensetzung, oft mit Spektrometern)
- ▶ Suche nach Exoplaneten
Teilerfolg
Terrestrische und Weltraumbasierte Teleskope (meistens mit der Transient Methode, in Zukunft vermehrt direkte Beobachtung, ...)
- ▶ SETI & OSETI
Kein Erfolg
Empfang und Analyse von Signalen überwiegend im Radiowellenlängenbereich aber auch im optischen Bereich



Eine neue Hypothese

Der verlorene Schlüssel, oder „mehr desselben“

(Paul Watzlawick, Anleitung Zum Unglücklich Sein)



Vorschlag für eine neuartige SETI-Variante basierend auf drei Hypothesen/Grundannahmen:

1. Es existieren weiter fortgeschrittene Zivilisationen als wir
2. Sie sind in der Lage die Lichtgeschwindigkeitsgrenze zu überwinden
3. Die Antwort auf das Fermi-Paradoxon ist eine Kombination der zuvor genannten möglichen Ursachen (mit Ausnahme der „Nicht-Existent“).



Hyper-SETI

- Die effektivste Suchmethode besteht darin, eigene technische Fähigkeiten auf die **Suche nach ungewöhnlichen Signaturen/Seiteneffekten zu konzentrieren** („Hyper-SETI“) in denen das Potential einer neuen (bisher unentdeckten) Technologie liegen könnte, **die die Lichtgeschwindigkeit überwinden kann**.
- Diese Methode überwindet die problematische Strategie des „mehr desselben“.
- Nur so ist eine effektive interstellare Kommunikation (vielleicht sogar Transportation) auf Dauer sinnvoll und effektiv möglich. Und deswegen werden andere Kommunikationswege meist erst gar nicht genutzt.
- Daneben sollten klassische SETI Methoden weiter betrieben werden, da Zivilisationen mit einem vergleichbaren Entwicklungsstand sie trotzdem nutzen könnten



„Signaturen“

Ist es überhaupt möglich, Signaturen einer hypothetisch angenommenen, völlig unbekanntem Kommunikation/Transportation zu detektieren?

- ▶ Es besteht die Möglichkeit, dass der technologische Abstand zu groß ist, als dass wir es als solche überhaupt erkennen können.
- ▶ Allerdings: Selbst wenn die zugrundeliegende Technik nicht bekannt und nicht direkt detektierbar ist, wäre es dennoch möglich, dass der Einsatz dieser Technik eine Interaktion mit der uns bekannten Umwelt zur Folge hat (Randerscheinung), die wir prinzipiell im elektromagnetischen Spektrum beobachten könnten.
- ▶ Diese Signaturen müssen sich zwingend als Abweichungen von den uns bekannten Modellen der physikalischen Welt um uns herum darstellen, da wir sie nicht kennen (sonst wären es bekannte Phänomene/Objekte). Dabei könnten auch neue natürliche Phänomene entdeckt werden.
- ▶ Daher lohnt sich die Suche nach genau solchen Signaturen



Zusammenfassung

1. Vorschlag für eine neue SETI Variante: „Hyper-SETI“
2. Suche nach Signaturen der Kommunikation/Transportation mit Hilfe von hypothetisch angenommenen Technologien zur Überwindung der Lichtgeschwindigkeit
3. Signaturen können kurzzeitige Randerscheinungen oder Nebenprodukte dieser Technologie sein, die im elektromagnetischen Spektrum von uns beobachtet werden könnten
4. Diese Signaturen müssen sich uns als ungewöhnliche Phänomene präsentieren
5. Die technische Herausforderung besteht darin, diese zuverlässig als solche zu detektieren und zu identifizieren
6. Die technologischen Fortschritte im Bereich der künstlichen Intelligenz erscheinen vielversprechend



Warum beobachten? (anstatt zu diskutieren)

"We are unanimous in our conviction that the only significant test of the existence of extraterrestrial intelligence is an experimental one.

No a priori arguments on this subject can be compelling or should be used as a substitute for an observational program."

Carl Sagan

The Abundance of Life-Bearing Planets

(This originally appeared in The Bioastronomy News, vol. 7, no. 4, 1995.)

By Carl Sagan. Editor's note: This is Carl Sagan's response to "A Critique of the Search for Extraterrestrial Intelligence" by Ernst Mayr, which appeared in The Bioastronomy News, vol. 7, no. 3, 1995.



„Suche nach ungewöhnlichen Signaturen“

Zwei Fragen zu beantworten:

- ▶ Was genau ist „ungewöhnlich“?
- ▶ Wie genau kann man danach suchen?



„ungewöhnlich“

Bedeutung des Wortes laut Duden (online):

1. vom Üblichen, Gewohnten, Erwarteten abweichend; selten vorkommend
2. a. das gewohnte Maß übersteigend, enorm
b. sehr, überaus, über alle Maßen

SYNONYME ZU UNGEWÖHNLICH

i

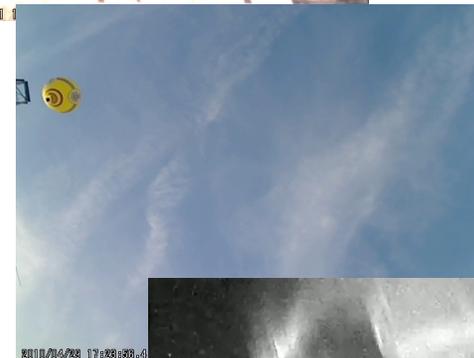
- anders, auffallend, aufsehenerregend, aus dem Rahmen fallend, außergewöhnlich, außerordentlich, beeindruckend, bemerkenswert, bizarr, eindrucksvoll, exotisch, fantastisch, herausragend, hervorragend, hervorstechend, imponierend, imposant, markant, nicht alltäglich, spektakulär; (bildungssprachlich) unkonventionell
- ansehnlich, beträchtlich, enorm, erheblich, gehörig, gewaltig, grandios, großartig, immens, imposant, kolossal, mächtig, monumental, stattlich, überwältigend, ungeheuer, ungemain, unsagbar, unwahrscheinlich, üppig, verblüffend, wesentlich; (österreichisch, sonst bildungssprachlich) eminent, exzeptionell; (bildungssprachlich) epochal, exzellent, signifikant; (umgangssprachlich) anständig, irrsinnig, kapital, ordentlich, schön, toll, unglaublich; (oft emotional) riesig, unvergleichlich; (umgangssprachlich emotional) sagenhaft; (bildungssprachlich veraltend) extraordinär



Unterscheidung „gewöhnlich/ungewöhnlich“

Schlussfolgerung aus der Beschreibung des ungewöhnlichen:

- ▶ Das gewohnte, normale, zu erwartende, ... muss bekannt sein, um es vom Ungewöhnlichen unterscheiden zu können.
- ▶ Das heißt, ein System welches das ungewöhnliche (autonom) suchen soll, muss wissen, was „gewöhnlich“ ist und die Fähigkeit besitzen, es zu erkennen.
- ▶ Dazu ist es u.a. erforderlich, zu lernen, was normal ist.



Quelle: Kamerasysteme und Software der Uni Würzburg

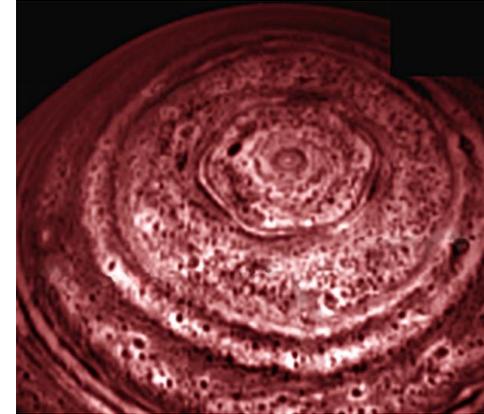


Wonach suchen?

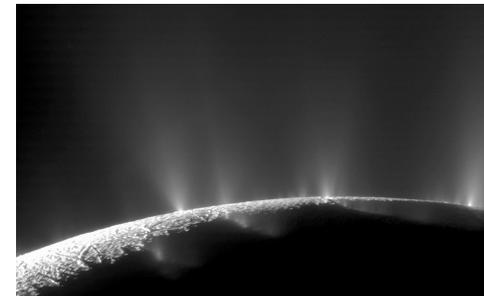
Möglicher Ansatz: Suche nach Abweichungen.
Einige Vorschläge/Beispiele:

- ▶ Geometrische Formen
- ▶ Ungewöhnlich starke Signale
- ▶ Kurzzeitige Erscheinungen
- ▶ Sich wiederholende Muster
- ▶ Große Anhäufungen/Konzentrationen
- ▶ Signale in ungewöhnlichen Spektralbereichen
- ▶ Ungewöhnliche chemische Zusammensetzung
- ▶ ...

Dazu ist es erforderlich, das der „normale“ Zustand von einem Detektionssystem laufend aktualisiert und gelernt wird (als Ergänzung zum vorherigen Training, Beispiel: Raumsonde zeichnet und analysiert laufend Daten von der Oberfläche eines Planeten/Mondes).



Sechseckiges Gebilde auf dem Nordpol des Saturn (NASA)



Geysire auf dem Saturn-Mond Enceladus Saturn (NASA)



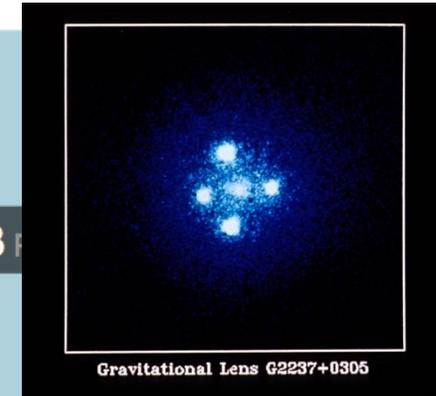
Beispiel aus der Astronomie

Neuer Algorithmus entdeckte 56 potenzielle Gravitationslinsen

VIDEO

DAVID RENNERT

26. Oktober 2017, 18:10



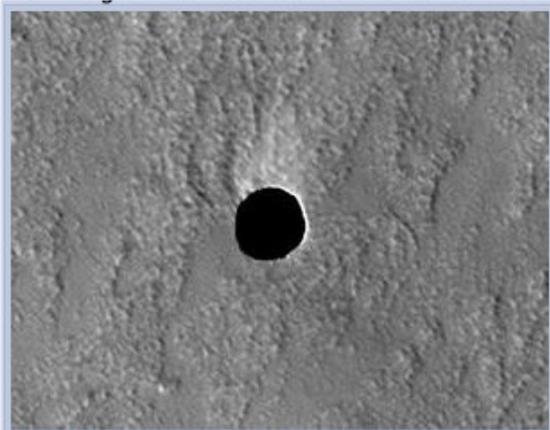
Künstliches neuronales Netzwerk scannte Aufnahmen des Very Large Telescopes und identifizierte vielversprechende Objekte

Die Wissenschaftler wollen den Algorithmus nun verfeinern und demnächst neue Suchläufe starten. "Es ist das erste Mal, dass ein **Convolutional Neural Network** für eine solche Suche eingesetzt wurde", sagte Petrillo. "Ich denke, das wird zur Norm werden: Künftige astronomische Erhebungen werden so große Datenmengen erzeugen, dass wir einfach nicht genug Astronomen haben, um damit fertigzuwerden." (David Rennert, 26.10.2017)

Quelle: derStandart.at vom 26.10.2017

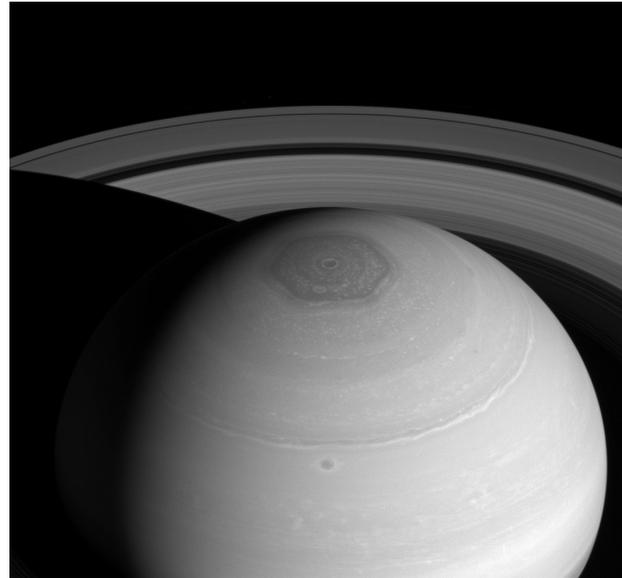


Beispiele



Die HiRISE-Aufnahme von "Jeanne", einer Höhlenöffnung von über 100 Metern Durchmesser. Im Großbild sieht man am oberen und rechten Rand die Dicke der Höhlendecke sowie eine digital bearbeitete Version des Bildes, die die extreme Schwärze des Loches zeigt. (Bild: NASA / JPL / U. Arizona)

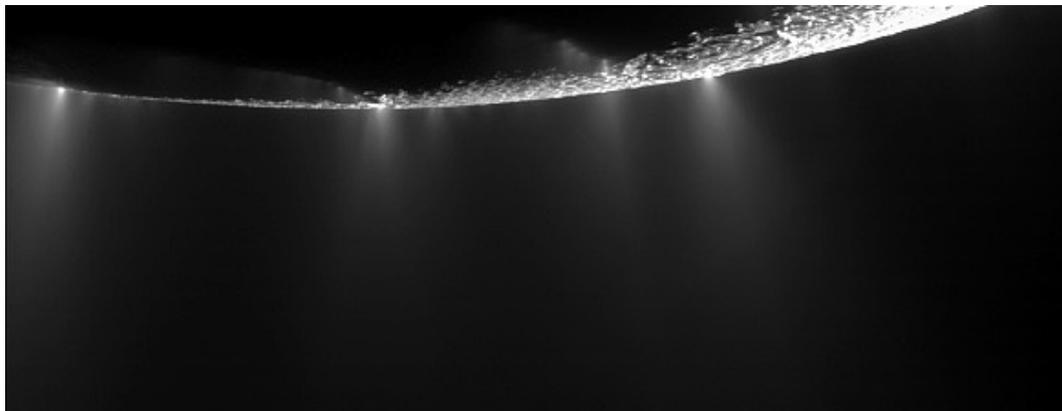
Quelle: Raumfahrer.net



Quelle: Wikipedia/NASA



Oumuamua
Dez. 2017
(Wikipedia)



Quelle: NASA/JPL



Quelle: SonotaCo



Beispiele

Neuer Algorithmus entdeckte 56 potenzielle Gravitationslinsen

Künstliches **neuronales Netzwerk** scannte Aufnahmen des Very Large Telescopes und identifizierte vielversprechende Objekte

David Rennert 26. Oktober 2017, 18:11 33 Postings

Groningen – Der Gravitationslinseneffekt zählt zu den Anwendungen der Allgemeinen Relativitätstheorie. Albert Einstein selbst hielt ihn für unbedeutend, Gravitationslinsen Astronomen heute die Beobachtung von Objekten, die sonst nicht sichtbar wären.

Da Licht durch Objekte mit großer Masse abgelenkt wird, wirken sie ähnlich wie eine Linse: Die ursprüngliche Sicht wird verschoben, verzerrt und mehrfach abgebildet. Dies ist nützlich, wenn das Bild von einem sonst nicht sichtbaren Objekt, etwa einer fernen Galaxie, durch eine Gravitationslinse sichtbar wird.

Strong Gravitational lensing



Nachrichten > Wissen > Weltraum > Kepler 90: Nasa entdeckt acht Planeten in fremdem Sonnensystem

+++ Pressekonferenz im Protokoll +++

Kepler 90: Nasa entdeckt acht Planeten in fremdem Sonnensystem

Neuer Planet dank künstlicher Intelligenz entdeckt

19.07 Uhr: "Kepler" hat einen neuen Planeten entdeckt", sagt der Experte. Der Name des neuen Planeten ist Kepler 90-i. Das "i" steht dafür, dass es der achte Planet ist, der entdeckt wurde.

19.06 Uhr: Gerade spricht ein Software-Entwickler von Google. Er erklärt, wie mit Hilfe von **künstlicher Intelligenz**, Nasa und Google Planeten entdecken können.

19.05 Uhr: Die Entdeckung, die heute verkündet werden soll, gelang mit Hilfe von Machine Learning, wie der Nasa-Experte sagt.

Quelle: Focus, 14.12.2017

Quelle: Der Standard.de

Curiosity findet auf dem Mars mögliche fossile Strukturen

ANSICHTSSACHE
7. Jänner 2018, 21:28

f g+ t 43 POSTINGS

Außerdem: Neuer Riesenkrake entdeckt, Trumps irrer Kälte-Tweet und Chinas Pläne, Leben auf den Mond zu bringen

Bild 2 von 16

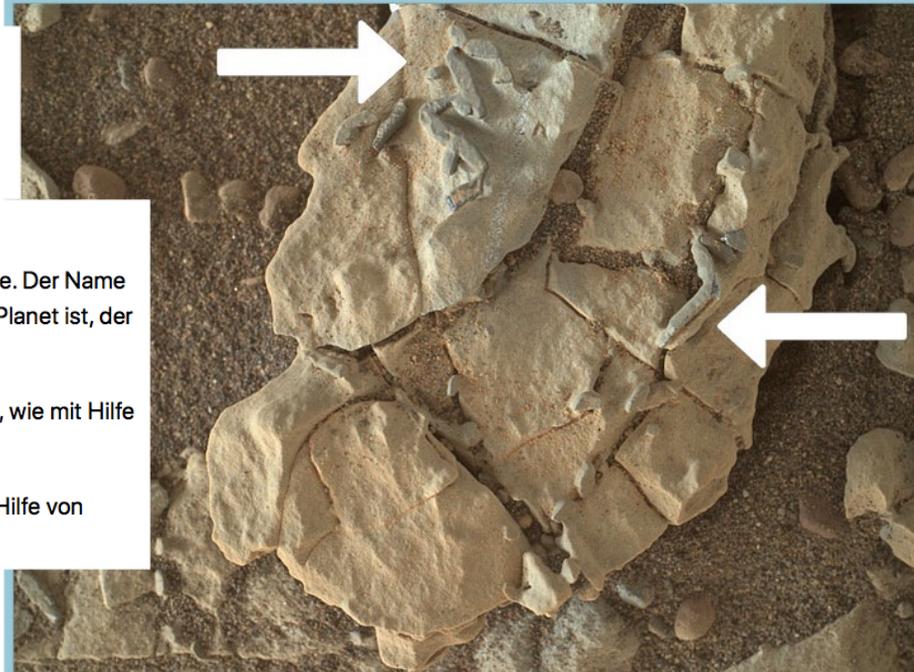


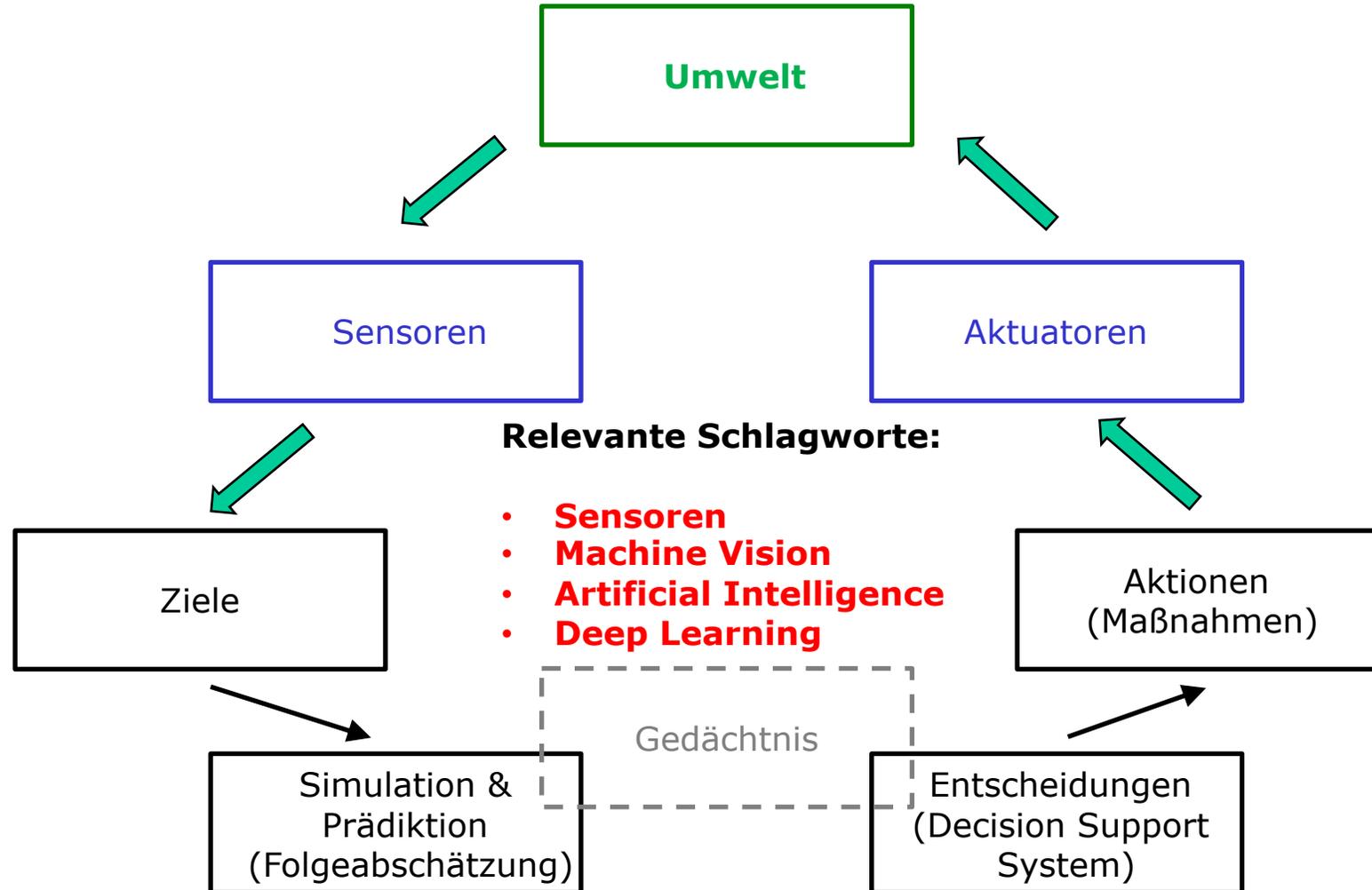
foto: nasa/jpl-caltech

Hat Curiosity auf dem Mars Mikrofossilien entdeckt? (II)

Nähere Untersuchungen der Bilder hätten ergeben, dass die wurstchenartigen Formen an vielen Stellen recht regelmäßig erscheinen. Das würde für kristalline Strukturen sprechen und damit auch für eine geologische Entstehung. Laut Vasavada sei es allerdings auch schwer, einen biologischen von einem rein geochemischen Kristallisationsprozess zu unterscheiden. "Das wäre schon in einem Labor auf der Erde nicht einfach", so der Forscher.

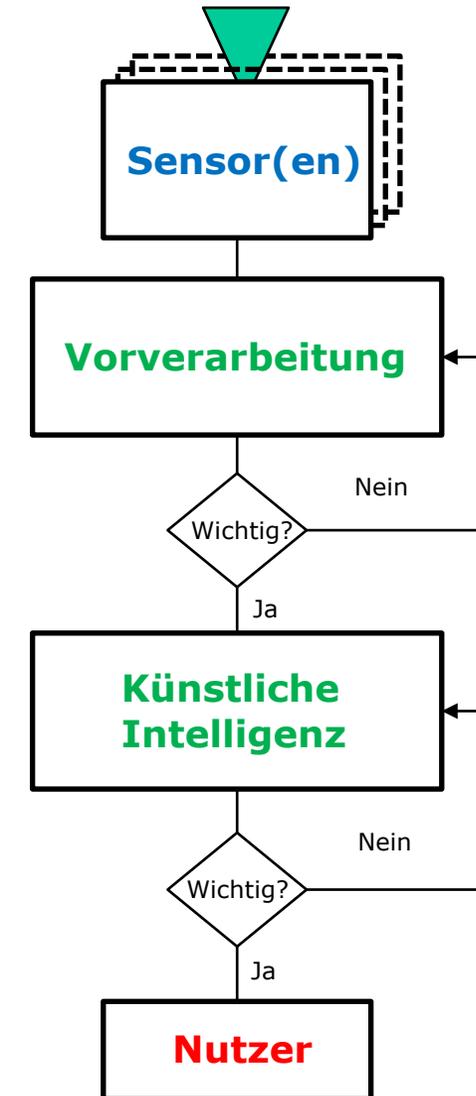


Zukunftsvision Autonomie in der Raumfahrttechnik und deren Hauptelemente



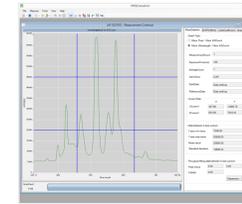
Miniatur Multifunktionssensor

- ▶ Kombi-Sensorinstrument
- ▶ Optische Bildverarbeitung kombiniert mit anderen Sensoren, z.B. Spektrometer, Magnetometer, ...
- ▶ Analyse durch Anwendung von Methoden der künstlichen Intelligenz, deep learning und machine vision
- ▶ Modulares, mehrstufiges Konzept
- ▶ Intelligente Erkennung von Ereignissen und Datenreduktion durch Verarbeitung vor Ort.
- ▶ Große Herausforderung im Weltraum, da beschränkte Ressourcen (kein Zugang zu einer Cloud, wenig Energie, kleine Masse, kleines Volumen, harte Strahlung,...)



Multi-Sensor-Plattform

Plattform für Tests von Software und Algorithmen sowie für studentische Arbeiten



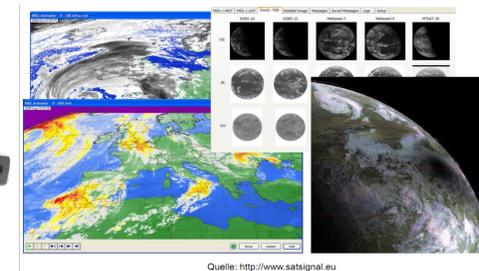
- ▶ Kontinuierliche Beobachtung des Himmels (SkyCAM)



- ▶ Empfang von ADS-B Daten



- ▶ Empfang von Wettersatelliten

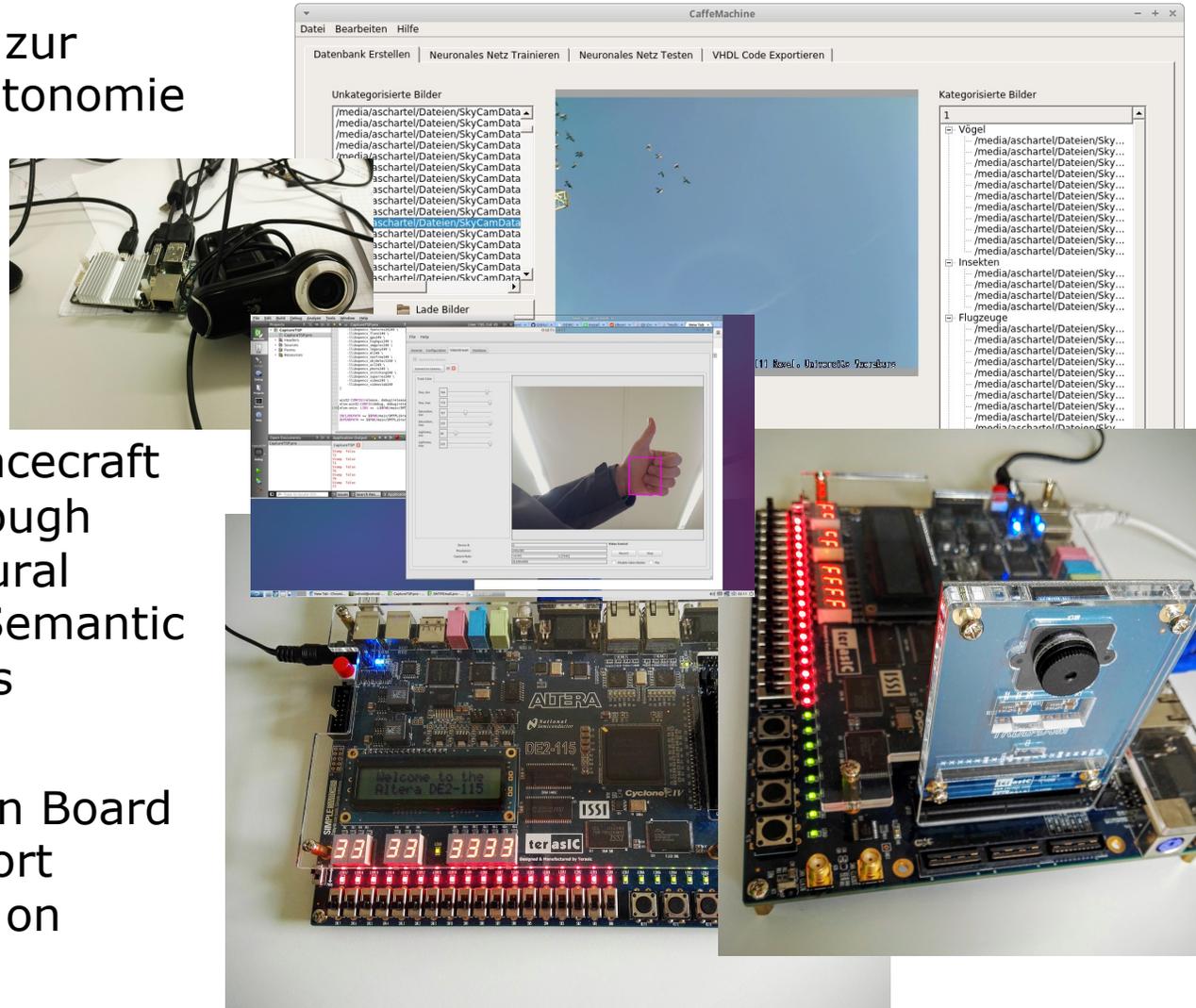


- ▶ Satellitenbahnen

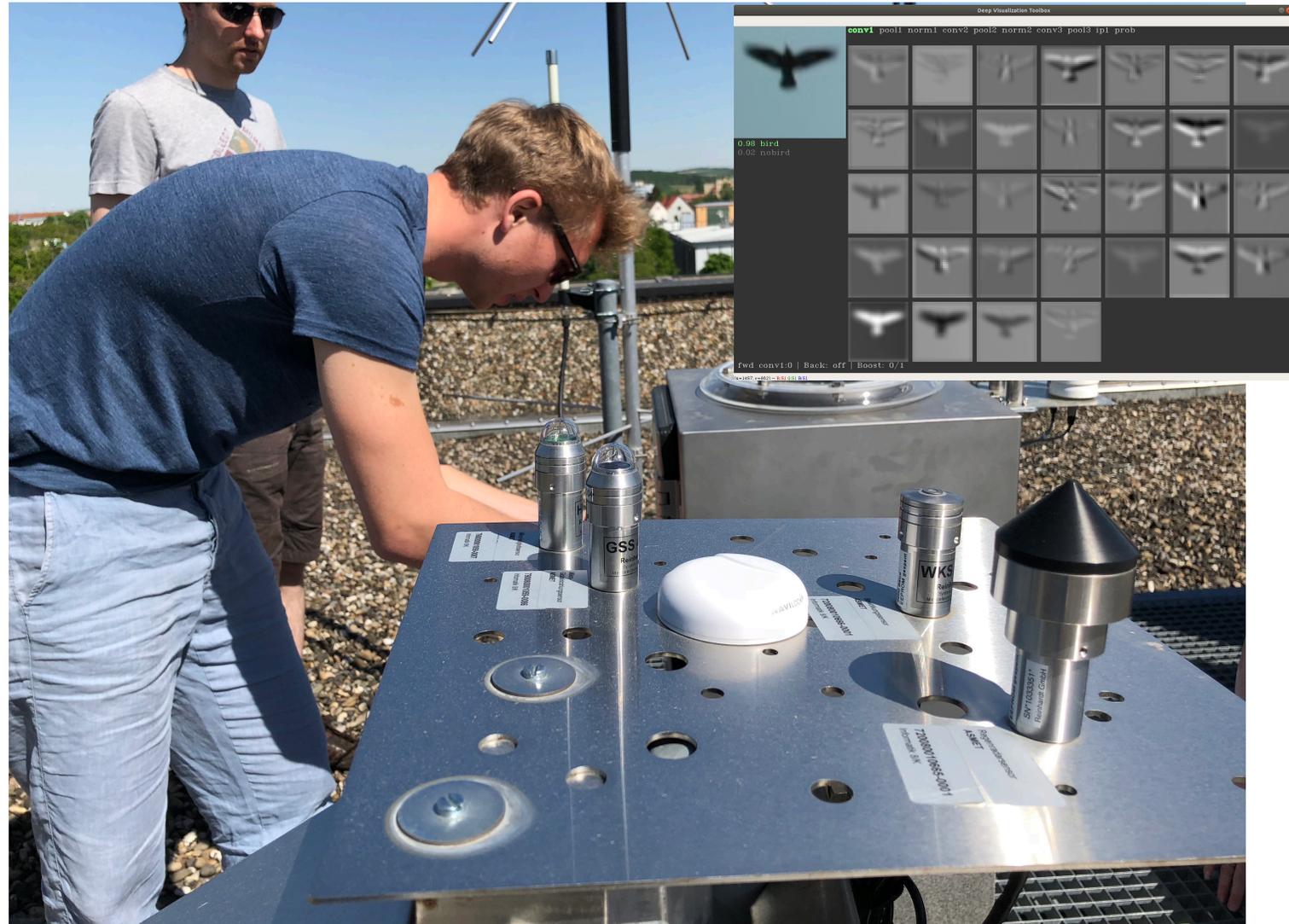
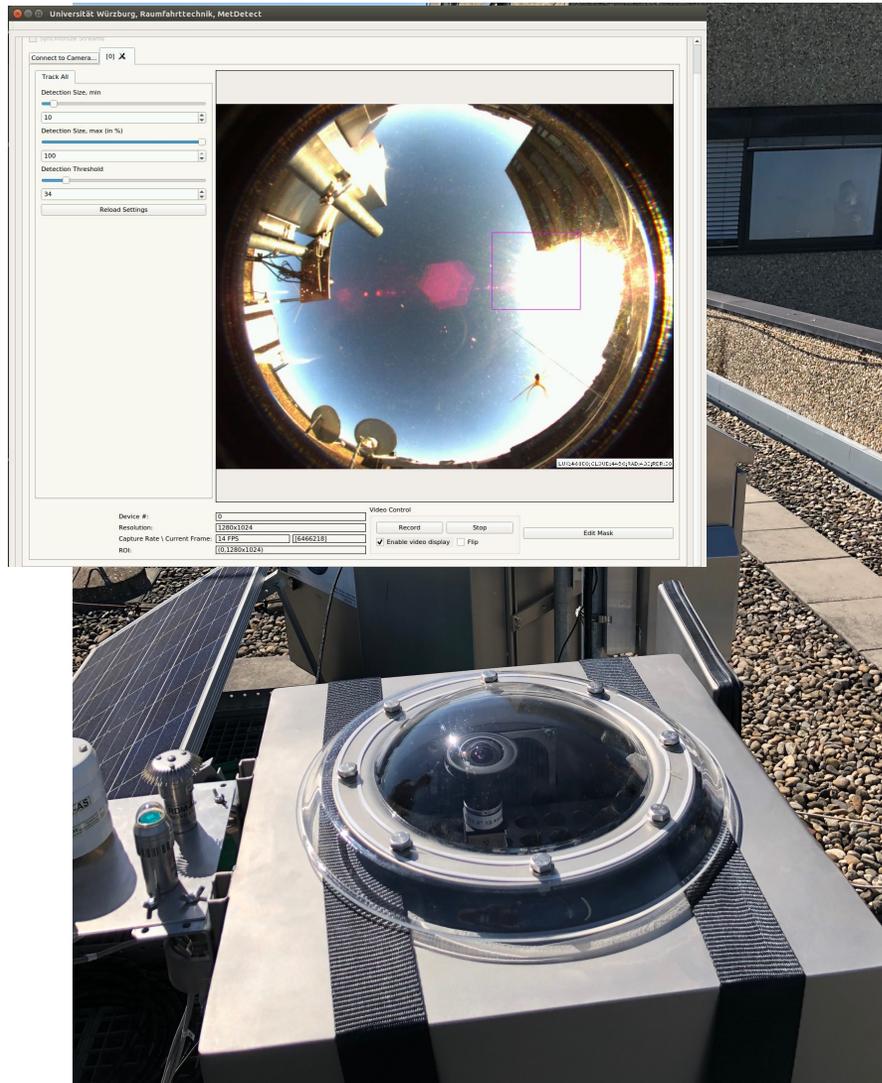


Einen Schritt weiter...

- ▶ Neuere Methoden zur Steigerung der Autonomie in Arbeit
- ▶ Beispiele für Masterarbeiten:
 - Increasing Spacecraft Autonomy through Embedded Neural Networks for Semantic Image Analysis
 - Design of an on Board Decision Support System Based on Prolog



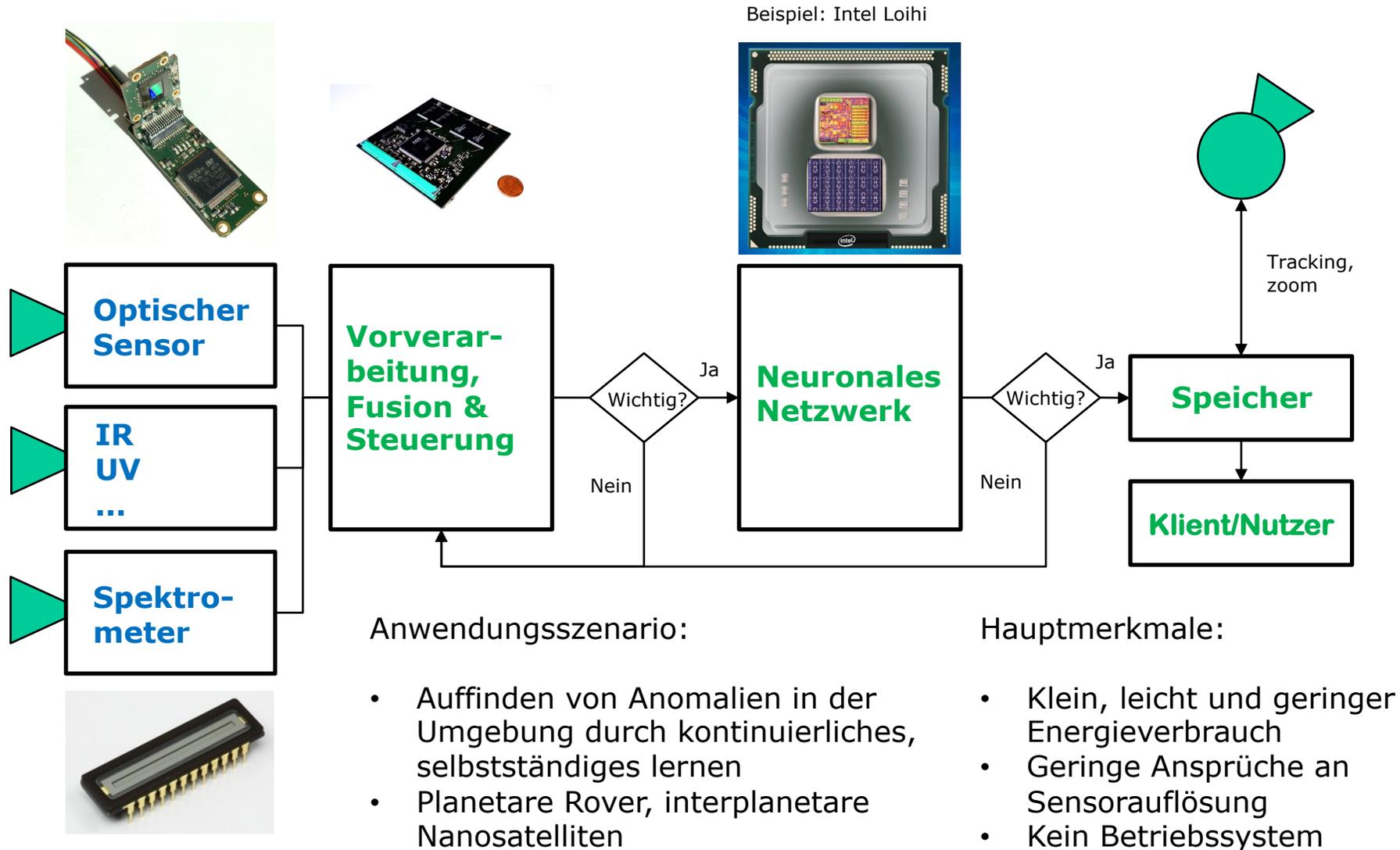
ASMET (Autonomes System zur Meteor Beobachtung)



ASMET (Univ. Würzburg)

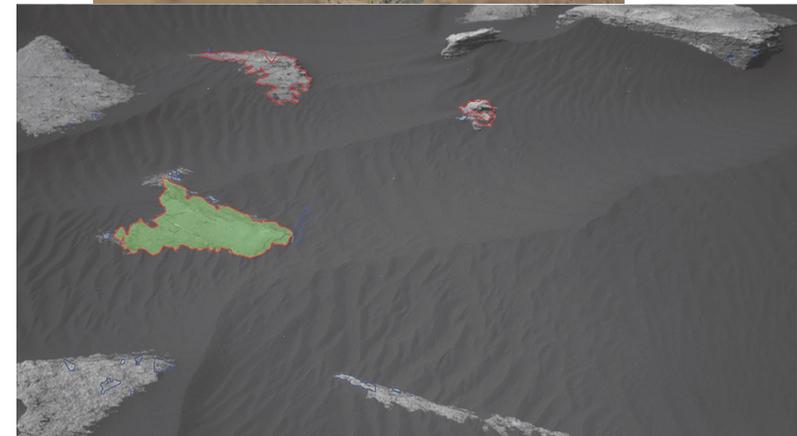
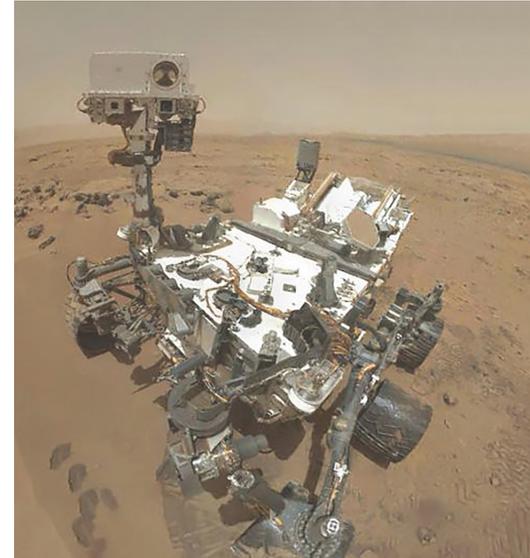


Autonomes Multisensorsystem (AMUSENS)



Beispiel aus der Raumfahrt

- ▶ Der Mars Rover Curiosity kann seit ca. einem Jahr autonom nach „interessanten“ Objekten in der Umgebung suchen.
- ▶ Das Ziel der „Autonomous Exploration for Gathering Increased Science“ Software ist:
 - Steigerung der Autonomie
 - Steigerung der Effizienz
 - Daten werden nur dann übermittelt, wenn etwas interessantes gefunden und analysiert worden ist
 - Reduktion des menschlichen Einsatzes
 - Kombination von „computer-vision“ mit „maschine-learning“



Mars Rover Curiosity und Detektion eines interessanten features Quelle: (SpaceNews/NASA/JPL)



Unbekannte Himmelsphänomene



Unbekannte Himmelsphänomene

- ▶ Seit Jahrzehnten werden Phänomene am Himmel beobachtet, deren Ursprung zunächst nicht erklärt werden kann
- ▶ Die meisten Beobachtungen lassen sich bei Involvierung von Experten leicht erklären
- ▶ Trotz aller Analysen bleibt aber ein beachtlicher Teil ungeklärt
- ▶ Diese gut dokumentierten Fälle sind für die wissenschaftlich äußerst interessant, da sie das Potential auf Entdeckung von bisher unbekanntem Phänomenen in sich tragen
- ▶ Viele Beobachtungen wurden/werden allerdings verschwiegen, lächerlich gemacht, Beobachter diskreditiert oder zumindest geheim gehalten, was offiziell freigegebene Akten beweisen. Dies erschwert die wissenschaftliche Untersuchung
- ▶ **Notwendig ist eine unabhängige, unvoreingenommene und wissenschaftlich fundierte Erforschung von solchen Beobachtungen**



▶ **Extreme (abrupte) Beschleunigungen**

- extrem hohe Geschwindigkeit aus dem Stand
- plötzliches stoppen und an der Stelle schweben
- Abrupte Richtungswechsel

▶ **Gleichzeitige visuelle und RADAR Beobachtungen** vom Boden und aus der Luft

▶ **Geräuschlosigkeit**

▶ **Sehr helle Beleuchtung**, scheinbar von sich aus, oftmals mit vielen verschiedenen und wechselnden Farben, manchmal auch unbeleuchtet

▶ Verschiedene Formen



Weitere Interessante Aspekte

- ▶ Abmessungen zwischen (geschätzten oder via RADAR ermittelten) einigen Metern und mehreren hundert Metern
- ▶ Wenige Berichte über Objekte mit physischer Interaktion
- ▶ Objekte, die sich scheinbar teilen, wieder vereinigen und wegfliegen
- ▶ Formationsflug von vielen Objekten (>20..30)
- ▶ Nach unten gerichtete intensive Strahlen
- ▶ Verfolgung und Beschuss durch Kampffjets und durch Flugabwehr
- ▶ Teilweise scheinbar „intelligentes“ Verhalten (ausweichende Manöver, Verfolgung oder Begleitung von Flugzeugen)
- ▶ Ausfall von elektrischen Anlagen (Zündung von Autos, Funkgeräte,...)
- ▶ Gefährdung und Verzögerungen im Luftverkehr



Ignorieren oder erforschen?

Erforschen:

1. Wichtig ist, das Thema nicht sich selbst zu überlassen, sondern mit wissenschaftlichen und technischen Mitteln zu erforschen (erfordert leider oftmals Mut)
2. Besonders herausragende Fälle zu untersuchen
3. Mit allen relevanten Institutionen, interdisziplinär zu kooperieren (z.B. GEIPAN, Weltraumlagezentrum, Flugaufsicht, Universitäten, ...)
4. Die Politik beraten

WARUM?

- ▶ Weil jedes wirklich unbekannte Himmelsphänomen das Potential einer neuen, vielleicht sehr bedeutsamen Entdeckung in sich trägt. Die Geschichte der Wissenschaft ist bis heute auch eine Geschichte immer neuer, oft sogar überraschender Entdeckungen.
- ▶ Es ist daher die Pflicht der Wissenschaft, solchen Phänomenen Aufmerksamkeit zu schenken, weil

„die Wahrheit (oder der Wahrheit) verpflichtet“



Das Geheimnisvolle

"Das Schönste, was wir erleben können, ist das Geheimnisvolle.

Es ist das Grundgefühl, das an der Wiege von wahrer Kunst und Wissenschaft steht.

Wer es nicht kennt und sich nicht mehr wundern, nicht mehr staunen kann, der ist sozusagen tot und sein Auge erloschen."

Albert Einstein

Wir sollten weiter daran arbeiten, nach dem Geheimnisvollen zu suchen, mit Sensoren, Satelliten, mit zunehmend intelligenter Technik, ...

