

# Zukunft der Raumfahrt

---

Jens Juhl, Torben Mehner

11. Dezember 2017

KIT

## Zukunft der Raumfahrt

2017-12-11

Zukunft der Raumfahrt

Jens Juhl, Torben Mehner  
11. Dezember 2017  
KIT

<b>Inhaltsverzeichnis</b>
Nahe Zukunft
NASA - Journey to Mars
ESA und Roscosmos - ExoMars
ESA - Kommerziell
SpaceX
CNSA
Satelliten-Entwicklung
Ferne Zukunft
Antriebe der Zukunft
FTL Antriebe
Weltraumkolonien

# Inhaltsverzeichnis

## Nahe Zukunft

NASA - Journey to Mars

ESA und Roscosmos - ExoMars

ESA - Kommerziell

SpaceX

CNSA

Satelliten-Entwicklung

## Ferne Zukunft

Antriebe der Zukunft

FTL Antriebe

Weltraumkolonien

# Zukunft der Raumfahrt

2017-12-11

## └ Inhaltsverzeichnis

## Nahe Zukunft

---

Zukunft der Raumfahrt  
└ Nahe Zukunft

2017-12-11

Nahe Zukunft

---

# Nahe Zukunft: NASA - Journey to Mars

Heute - Mitte 2020:  
**Earth Reliant**

2018 - 2030:  
**Proving Ground**

Heute - 2030 und länger:  
**Earth Independant**



An Astronaut's View From the 'Corner Office',

Quelle: nasa.gov

## Zukunft der Raumfahrt

### └ Nahe Zukunft

#### └ NASA - Journey to Mars

##### └ Nahe Zukunft: NASA - Journey to Mars

2017-12-11

Heute - Mitte 2020:  
Earth Reliant

2018 - 2030:  
Proving Ground

Heute - 2030 und länger:  
Earth Independant



An Astronaut's View From the 'Corner Office'

Quelle: nasa.gov

## Earth Reliant

- ISS bis 2024
- Kommerzielle Raumfahrt im erdnahen Orbit
- Entwicklung von Systemen für interplanetare Raumfahrt

# Nahe Zukunft: NASA - Journey to Mars

Heute - Mitte 2020:  
**Earth Reliant**

2018 - 2030:  
**Proving Ground**

Heute - 2030 und länger:  
**Earth Independant**



Photo of full Moon taken at Apollo 11 mission,

Quelle: nasa.gov

## Zukunft der Raumfahrt

└ Nahe Zukunft

└ NASA - Journey to Mars

└ Nahe Zukunft: NASA - Journey to Mars

2017-12-11



# Nahe Zukunft: NASA - Journey to Mars

Heute - Mitte 2020:  
**Earth Reliant**

2018 - 2030:  
**Proving Ground**

Heute - 2030 und länger:  
**Earth Independant**



Curiosity Self-Portrait at 'Murray Buttes',

Quelle: nasa.gov

## Zukunft der Raumfahrt

### └ Nahe Zukunft

#### └ NASA - Journey to Mars

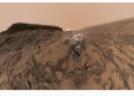
##### └ Nahe Zukunft: NASA - Journey to Mars

2017-12-11

Heute - Mitte 2020:  
Earth Reliant

2018 - 2030:  
Proving Ground

Heute - 2030 und länger:  
Earth Independant



Curiosity Self-Portrait at 'Murray Buttes',  
Quelle: nasa.gov

# Nahe Zukunft: ESA und Roscosmos - ExoMars

Heute - 2024:  
**ISS**



An Astronaut's View From the 'Corner Office',

Quelle: nasa.gov

2016 - 2022:  
**TGO und Schiaparelli**

Ab 2020:  
**ExoMars Rover**

## Zukunft der Raumfahrt

- └ Nahe Zukunft
  - └ ESA und Roscosmos - ExoMars
    - └ Nahe Zukunft: ESA und Roscosmos - ExoMars

ISS:

- Deutschland hat die finanziellen Mittel bereitgestellt



An Astronaut's View From the 'Corner Office'

Quelle: nasa.gov

# Nahe Zukunft: ESA und Roscosmos - ExoMars

Heute - 2024:  
**ISS**

2016 - 2022:  
**TGO und Schiaparelli**

Ab 2020:  
**ExoMars Rover**



ExoMars 2016: Trace Gas Orbiter and Schiaparelli,

Quelle: esa.int

## Zukunft der Raumfahrt

- └ Nahe Zukunft
  - └ ESA und Roscosmos - ExoMars
    - └ Nahe Zukunft: ESA und Roscosmos - ExoMars

## Schiaparelli

- TGO: Trace Gas Orbiter
- Nachweis von Stoffwechselprodukten
- Schiaparelli bei Landung (Oktober 2016) zerschellt



# Nahe Zukunft: ESA und Roscosmos - ExoMars

Heute - 2024:  
**ISS**

2016 - 2022:  
**TGO und Schiaparelli**

Ab 2020:  
**ExoMars Rover**



The ExoMars Rover Prototype,

Quelle: esa.int

## Zukunft der Raumfahrt

- └ Nahe Zukunft
  - └ ESA und Roscosmos - ExoMars
    - └ Nahe Zukunft: ESA und Roscosmos - ExoMars

### ExoMars Rover

- Sucht Leben auf dem Mars
- Hat einen Bohrer um tiefe Schichten zu erreichen (2m Maximum)
- Hat viele Analyseinstrumente um Zusammensetzung des Bodens zu bestimmen
- Fährt autonom bis zu 100m pro Sol (Mars-Tag). Verbindung zur ESA nur ein bis zwei mal pro Sol möglich.

Heute - 2024:  
**ISS**

2016 - 2022:  
**TGO und Schiaparelli**

Ab 2020:  
**ExoMars Rover**



The ExoMars Rover Prototype,  
Quelle: esa.int

Heute - 2020:

## Umrüstung auf Ariane VI



Artist's view of Vega, Vega-C, Ariane 5 ECA and the two

configurations of Ariane 6,

Quelle: esa.int

## Zukunft der Raumfahrt

### └ Nahe Zukunft

#### └ ESA - Kommerziell

##### └ Nahe Zukunft: ESA - Kommerziell

2017-12-11

- Preis pro kg bei 11to: 8000 Euro (4 Booster)
- Preis pro kg bei 4,5to: 16700 Euro (2Booster)
- Falcon 9 pro kg bei 8,5to: 7500 Euro
- Falcon Heavy pro kg bei 26,7to: 3400 Euro

Heute - 2020:  
Umrüstung auf Ariane VI



Artist's view of Vega, Vega-C, Ariane 5 ECA and the two  
configurations of Ariane 6.  
Quelle: esa.int

Nahe Zukunft: ESA - Kommerziell

## Nahe Zukunft: SpaceX

Ab 2022:  
**Making Life Multiplanetary**

Ab 2022:  
**BFR | Earth to Earth**



Missions to Mars,

Quelle: spacex.com

## Zukunft der Raumfahrt

└ Nahe Zukunft  
  └ SpaceX  
    └ Nahe Zukunft: SpaceX

2017-12-11



## Nahe Zukunft: SpaceX

Ab 2022:

**Making Life Multiplanetary**

Ab 2022:

**BFR | Earth to Earth**



BFR: Earth to Earth,

Quelle: [spacex.com](https://spacex.com)

## Zukunft der Raumfahrt

└ Nahe Zukunft

└ SpaceX

└ Nahe Zukunft: SpaceX

2017-12-11

Nahe Zukunft: SpaceX

Ab 2022:  
**Making Life Multiplanetary**



Ab 2022:  
**BFR | Earth to Earth**

spacex.com

- BFR: Rakete der Marsmission
- Slogan: Um die halbe Welt in weniger als 30 Minuten

## Nahe Zukunft: CNSA

2025 - 2060:  
**Space based solar power**



CNSA Logo,

Quelle: space.com

## Zukunft der Raumfahrt

- └ Nahe Zukunft
  - └ CNSA
    - └ Nahe Zukunft: CNSA

2017-12-11

Nahe Zukunft: CNSA

2025 - 2060:  
Space based solar power



# Nahe Zukunft: Satelliten-Entwicklung

## GNSS

- GPS & GLONASS
- Galileo & Beidou

## Erdbeobachtung

## Andere Satelliten



GPS Logo

Quelle: wikipedia.org

Galileo Logo  
Quelle: wikipedia.org

## Zukunft der Raumfahrt

### └ Nahe Zukunft

#### └ Satelliten-Entwicklung

##### └ Nahe Zukunft: Satelliten-Entwicklung

2017-12-11

Nahe Zukunft: Satelliten-Entwicklung

GNSS

- GPS & GLONASS
- Galileo & Beidou

Erdbeobachtung

Andere Satelliten



GPS Logo  
Quelle: wikipedia.org

Galileo Logo  
Quelle: wikipedia.org

## GNSS

- GPS & GLONASS
- Galileo & Beidou

Erdbeobachtung

Andere Satelliten



## Zukunft der Raumfahrt

- └ Nahe Zukunft
  - └ Satelliten-Entwicklung
    - └ Nahe Zukunft: Satelliten-Entwicklung

2017-12-11

### Galileo Beidou

- Galileo praktisch einsatzbereit
- bis 2020 online mit 30 Satelliten
- Beidou seit 2012 lokal China
- Bis 2020 35 Satelliten

GNSS

- GPS & GLONASS
- Galileo & Beidou

Erdbeobachtung

Andere Satelliten



# Nahe Zukunft: Satelliten-Entwicklung

## GNSS

## Erdbeobachtung

- Terrain Kartierung
- Optische Beobachtung



Erdbeobachtungssatellit Sentinel  
Quelle: wikipedia.org

## Andere Satelliten

## Zukunft der Raumfahrt

- └ Nahe Zukunft
  - └ Satelliten-Entwicklung
    - └ Nahe Zukunft: Satelliten-Entwicklung

2017-12-11

## Terrain

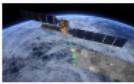
- genaue Vermessung der Erde
- Navigation, Geologie und Katastrophenschutz

Nahe Zukunft: Satelliten-Entwicklung

GNSS

Erdbeobachtung

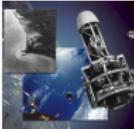
- Terrain Kartierung
- Optische Beobachtung



Andere Satelliten

**GNSS****Erdbeobachtung**

- Terrain Kartierung
- Optische Beobachtung

**Andere Satelliten**

- Satelliten-Internet
- Fernsehen etc.

Nahzukunfts Keyhole

Quelle: wikipedia.org

# Nahe Zukunft: Satelliten-Entwicklung

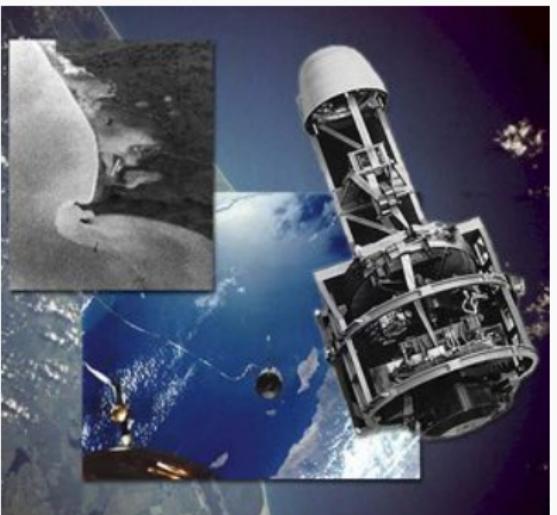
## GNSS

## Erdbeobachtung

- Terrain Kartierung
- Optische Beobachtung

## Andere Satelliten

- Satelliten-Internet
- Fernsehen etc.



Spionagesatellit Keyhole  
Quelle: wikipedia.org

## Zukunft der Raumfahrt

### Nahe Zukunft

#### Satelliten-Entwicklung

##### Nahe Zukunft: Satelliten-Entwicklung

2017-12-11

## Optisch

- Hochauflösende Kameras
- Interpolation aktueller Entwicklung

**GNSS**

**Erdbeobachtung**

**Andere Satelliten**



Satelliten-Internet  
Quelle: wieistmeineip.de

Zukunft der Raumfahrt

└ Nahe Zukunft

└ Satelliten-Entwicklung

└ Nahe Zukunft: Satelliten-Entwicklung

2017-12-11

Andere

- Internet und Telefon eher Nische
- mit besserer Technologie
- Fernsehen etc nur technische Verbesserungen

GNSS

Erdbeobachtung

Andere Satelliten



Satelliten-Internet  
Quelle: wieistmeineip.de

# Ferne Zukunft

---

Zukunft der Raumfahrt  
└ Ferne Zukunft

2017-12-11

Ferne Zukunft

---

# Ferne Zukunft: Antriebe der Zukunft

## Electro Dynamic Tethering

Ionen Antrieb



STS-75 Onboard View,

Quelle: nasa.gov

## Zukunft der Raumfahrt

### └ Ferne Zukunft

#### └ Antriebe der Zukunft

##### └ Ferne Zukunft: Antriebe der Zukunft

2017-12-11

## Ort

- Tether: Leine
- Nutzt Energie und Erdmagnetfeld als Antrieb
- Sehr Effizient
- Wenig Schub

Electro Dynamic Tethering

Ionen Antrieb



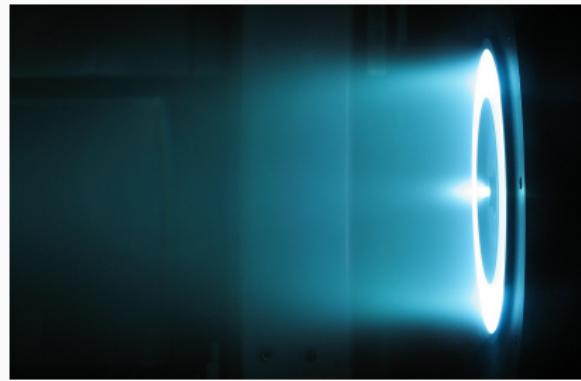
STS-75 Onboard View

Quelle: nasa.gov

# Ferne Zukunft: Antriebe der Zukunft

**Electro Dynamic Tethering**

**Ionen Antrieb**



6 kW Hall thruster,

Quelle: jpt.nasa.gov

Zukunft der Raumfahrt

└ Ferne Zukunft

└ Antriebe der Zukunft

└ Ferne Zukunft: Antriebe der Zukunft

2017-12-11

Electro Dynamic Tethering

Ionen Antrieb



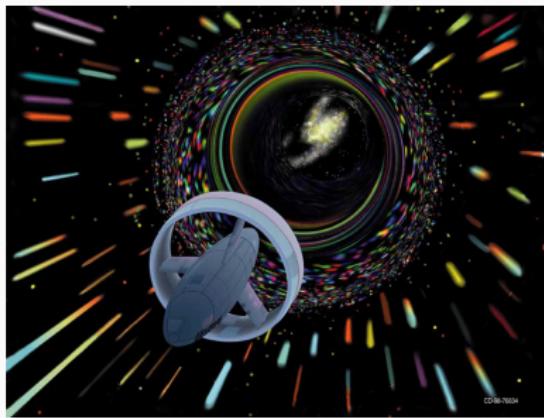
6 kW Hall thruster

Quelle: jpt.nasa.gov

# Ferne Zukunft: FTL Antriebe

## Warp Antrieb

- Herkunft
- Idee



## Wurmloch Generator

## Andere Möglichkeiten

Übergang zu Warpgeschwindigkeit  
Quelle: wikipedia.org

## Zukunft der Raumfahrt

- └ Ferne Zukunft
  - └ FTL Antriebe
    - └ Ferne Zukunft: FTL Antriebe

2017-12-11

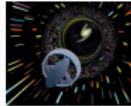
Ferne Zukunft: FTL Antriebe

### Warp Antrieb

- Herkunft
- Idee

### Wurmloch Generator

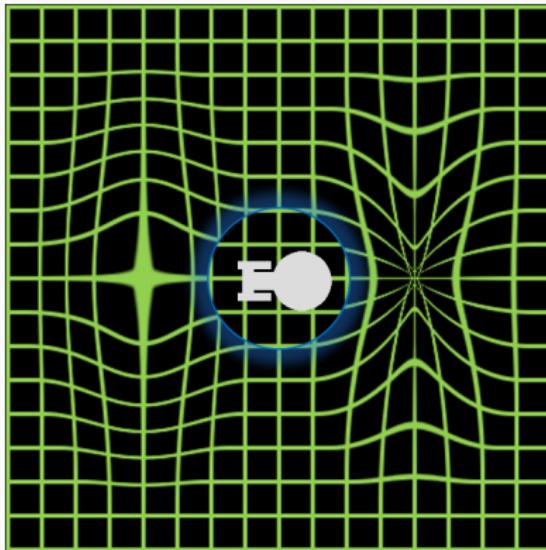
Andere Möglichkeiten



# Ferne Zukunft: FTL Antriebe

## Warp Antrieb

- Herkunft
- Idee



Funktion des Warp-Feldes bei Star Trek  
Quelle: wikipedia.org

## Wurmloch Generator

## Andere Möglichkeiten

## Zukunft der Raumfahrt

- └ Ferne Zukunft
  - └ FTL Antriebe
    - └ Ferne Zukunft: FTL Antriebe

2017-12-11

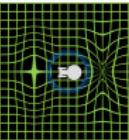
Ferne Zukunft: FTL Antriebe

### Warp Antrieb

- Herkunft
- Idee

### Wurmloch Generator

### Andere Möglichkeiten



Redaktion des Warp-Feldes bei Star Trek

Quelle: wikipedia.org

Warp Antrieb

Wurmloch Generator

• Herkunft

• Idee



Andere Möglichkeiten

# Ferne Zukunft: FTL Antriebe

## Warp Antrieb



## Wurmloch Generator

- Herkunft
- Idee

Wurmlochgenerator  
Quelle: stargate.wikia.com

## Andere Möglichkeiten

## Zukunft der Raumfahrt

### └ Ferne Zukunft

#### └ FTL Antriebe

##### └ Ferne Zukunft: FTL Antriebe

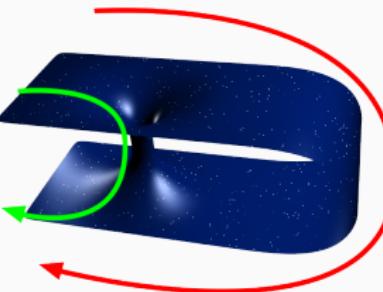
2017-12-11

## Warp Antrieb

## Wurmloch Generator

- Herkunft
- Idee

## Andere Möglichkeiten



Funktion eines Wurmlochs

Quelle: wikipedia.org Generationen-Schiff

Quelle: phoxim.de

## Zukunft der Raumfahrt

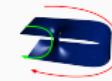
- └ Ferne Zukunft
  - └ FTL Antriebe
    - └ Ferne Zukunft: FTL Antriebe

2017-12-11

Warp Antrieb

Wurmloch Generator

- Herkunft
- Idee



Andere Möglichkeiten

Quelle: wikipedia.org Generationen-Schiff

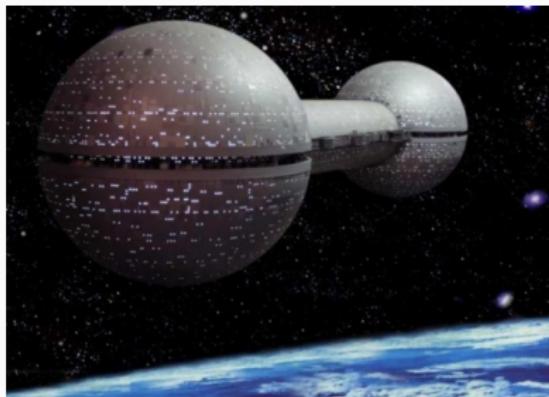
Quelle: phoxim.de

## Wurmloch Generator

- Öffnet eine Art Portal zu einer anderen Stelle des Universums.
- Begriff "Wurmloch" geprägt von John Wheeler.
- Bekannt durch die Serien Stargate und Deep Space Nine.
- Ermöglicht eine instantane Reise zum Ziel.
- Widerspricht aktuellem Wissenschaftlichen Kenntnisstand.

# Ferne Zukunft: FTL Antriebe

## Warp Antrieb



## Wurmloch Generator

## Andere Möglichkeiten

- Weltraum Routen
- Generationen-Schiffe

## Zukunft der Raumfahrt

- └ Ferne Zukunft
  - └ FTL Antriebe
    - └ Ferne Zukunft: FTL Antriebe

2017-12-11

- Warp Antrieb
- Wurmloch Generator
- Andere Möglichkeiten
  - Weltraum Routen
  - Generationen-Schiffe



## Alternativen

- Weltraum Routen: Englisch Hyper-Lanes
- Ermöglichen Fortbewegung auf fest definierten Routen
- wenig Erklärung oder Erklärung über Warp-Antrieb
- Generationen-Schiffe: Nicht wirklich FTL

# Ferne Zukunft: Weltraumkolonien

## Ursache

- Religion
- Geld
- Ressourcen



"Cooper Station",

Quelle: Interstellar, Warner Bros. Pictures

## Ort

## Größe

## Zukunft der Raumfahrt

### └ Ferne Zukunft

#### └ Weltraumkolonien

##### └ Ferne Zukunft: Weltraumkolonien

2017-12-11

Ursache

- Religion
- Geld
- Ressourcen

Ort

Größe



"Cooper Station",  
Quelle: Interstellar, Warner Bros. Pictures

## Ursache

- Religion
- Geld
- Ressourcen (Platz, Rohstoffe)

# Ferne Zukunft: Weltraumkolonien

## Ursache

## Ort

- Planet
- Asteroid
- Struktur



"Cooper Station",

Quelle: Interstellar, Warner Bros. Pictures

## Größe

## Zukunft der Raumfahrt

### └ Ferne Zukunft

#### └ Weltraumkolonien

##### └ Ferne Zukunft: Weltraumkolonien

2017-12-11

## Ursache

### Ort

- Planet
- Asteroid
- Struktur

### Größe



"Cooper Station",  
Quelle: Interstellar, Warner Bros. Pictures

## Ort

- Planet
- Asteroid (kann sogar verlegt werden)
- Selbstgebaute Struktur (z.B. Todesstern aus Star Wars, auch nur vorübergehend vgl. Interstellar)

# Ferne Zukunft: Weltraumkolonien

**Ursache**

**Ort**

**Größe**



"Cooper Station",

Quelle: Interstellar, Warner Bros. Pictures

Zukunft der Raumfahrt

└ Ferne Zukunft

└ Weltraumkolonien

└ Ferne Zukunft: Weltraumkolonien

2017-12-11

Ferne Zukunft: Weltraumkolonien

Ursache

Ort

Größe

