

Wie baut man eigentlich Raumschiffe?

(ganz vorsichtig!)

Urs Ganse <[urs@nerd2nerd.org](mailto:urs@nerd2nerd.org)>

## Um was geht's eigentlich?

- Echte Raumschiffe
- Mit Menschen drin (Wetware)
- (Auch Aliens haben ein Recht auf eine warme Mahlzeit)
- Materialien, Bauformen, Design-Entscheidungen

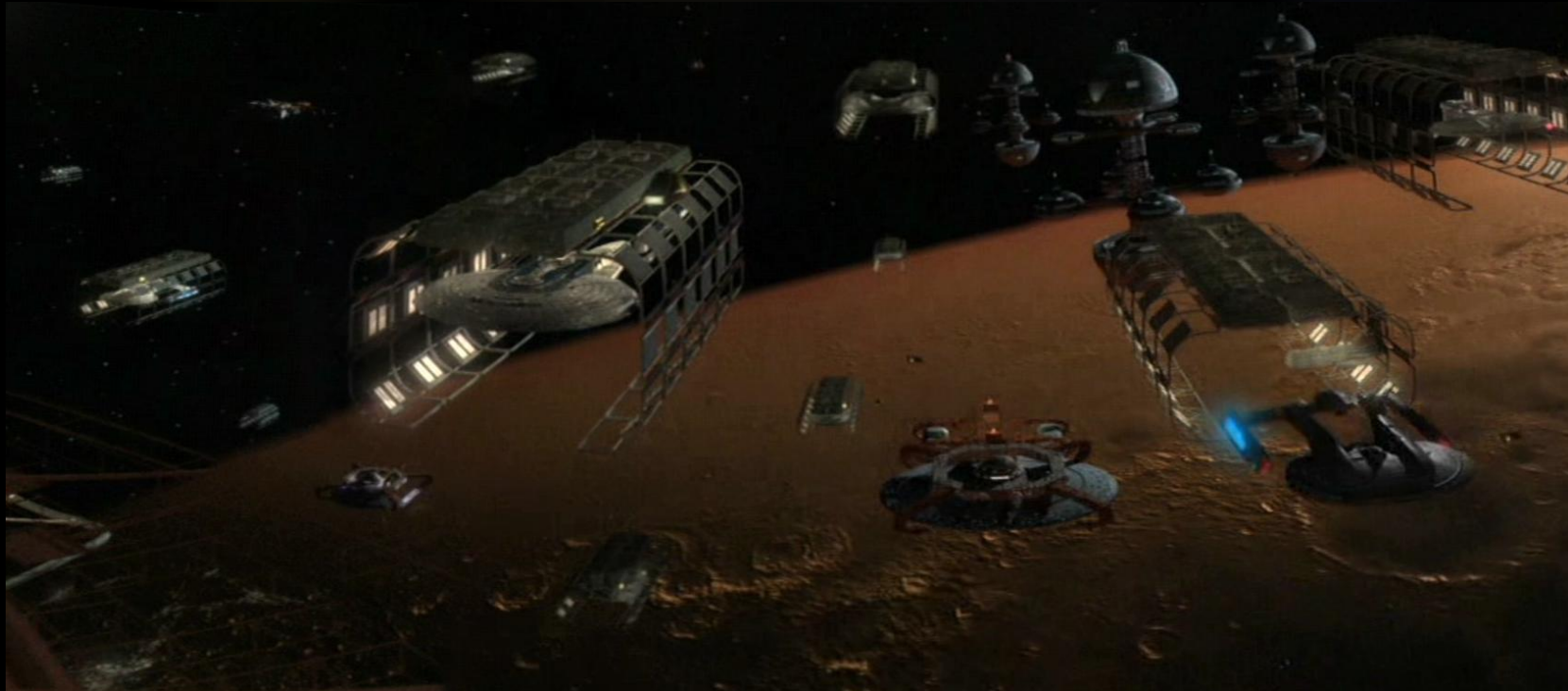
SciFi sagt uns...



SciFi sagt uns...

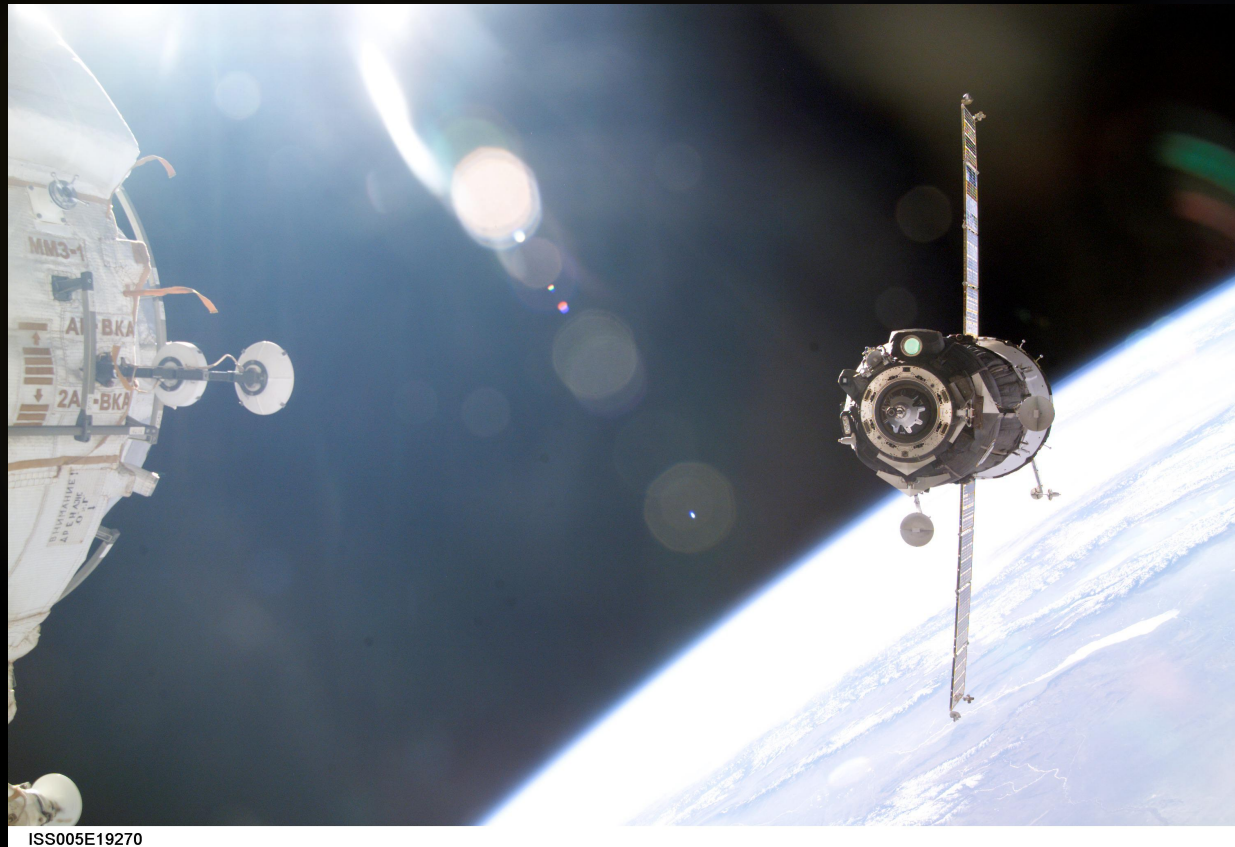


# SciFi sagt uns...



- Doch so geht das nicht

# Echte Raumschiffe sind Blechdosen!



- ... und ich erkläre, warum!

Echte Raumschiffe sind Blechdosen!



- ... und ich erkläre, warum!

## Annahmen:

- Wir haben eine Rakete  
(oder ein Katapult)



## Annahmen:

- Wir haben eine Rakete  
(oder ein Katapult)
- Einige Sachen draussen halten:

## Annahmen:

- Wir haben eine Rakete  
(oder ein Katapult)
- Einige Sachen draussen halten:
  - Vakuum

## Annahmen:

- Wir haben eine Rakete  
(oder ein Katapult)
- Einige Sachen draussen halten:
  - Vakuum
  - Strahlung

## Annahmen:

- Wir haben eine Rakete  
(oder ein Katapult)
- Einige Sachen draussen halten:
  - Vakuum
  - Strahlung
  - Temperatur

## Annahmen:

- Wir haben eine Rakete  
(oder ein Katapult)
- Einige Sachen draussen halten:
  - Vakuum
  - Strahlung
  - Temperatur
  - Mikrometeoroiden

## Annahmen:

- Wir haben eine Rakete  
(oder ein Katapult)
- Einige Sachen draussen halten:
  - Vakuum
  - Strahlung
  - Temperatur
  - Mikrometeoroiden
  - Aliens

## Annahmen:

- Wir haben eine Rakete  
(oder ein Katapult)
- Einige Sachen draussen halten
- Andere Sachen drin lassen:

## Annahmen:

- Wir haben eine Rakete  
(oder ein Katapult)
- Einige Sachen draussen halten
- Andere Sachen drin lassen:
  - Menschen knusprig halten



## Annahmen:

- Wir haben eine Rakete  
(oder ein Katapult)
- Einige Sachen draussen halten
- Andere Sachen drin lassen:
  - Menschen knusprig halten
  - Geruchsdicht verpackt

## Annahmen:

- Wir haben eine Rakete  
(oder ein Katapult)
- Einige Sachen draussen halten
- Andere Sachen drin lassen:
  - Menschen knusprig halten
  - Geruchsdicht verpackt
  - Weiche Wände,  
weiche Gedanken

Anforderungen sind ungefähr wie...

Anforderungen sind ungefähr wie...

- ... eine Wurstdose!

Anforderungen sind ungefähr wie...

- ... eine Wurstdose!
- Luftdicht

Anforderungen sind ungefähr wie...

- ... eine Wurstdose!
- Luftdicht, Geruch drin

Anforderungen sind ungefähr wie...

- ... eine Wurstdose!
- Luftdicht, Geruch drin

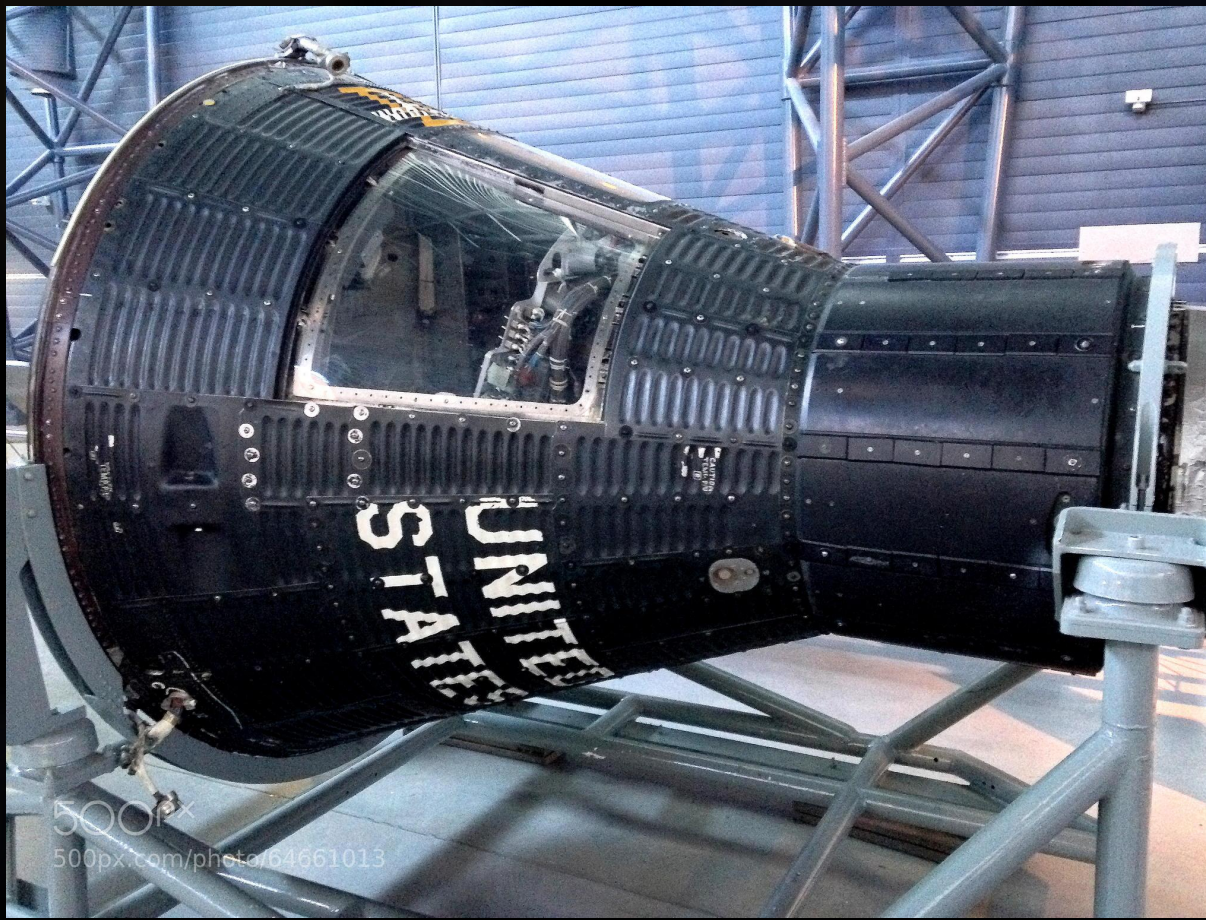
Anforderungen sind ungefähr wie...

- ... eine Wurstdose!
- Luftdicht, Geruch drin, Aliens draussen



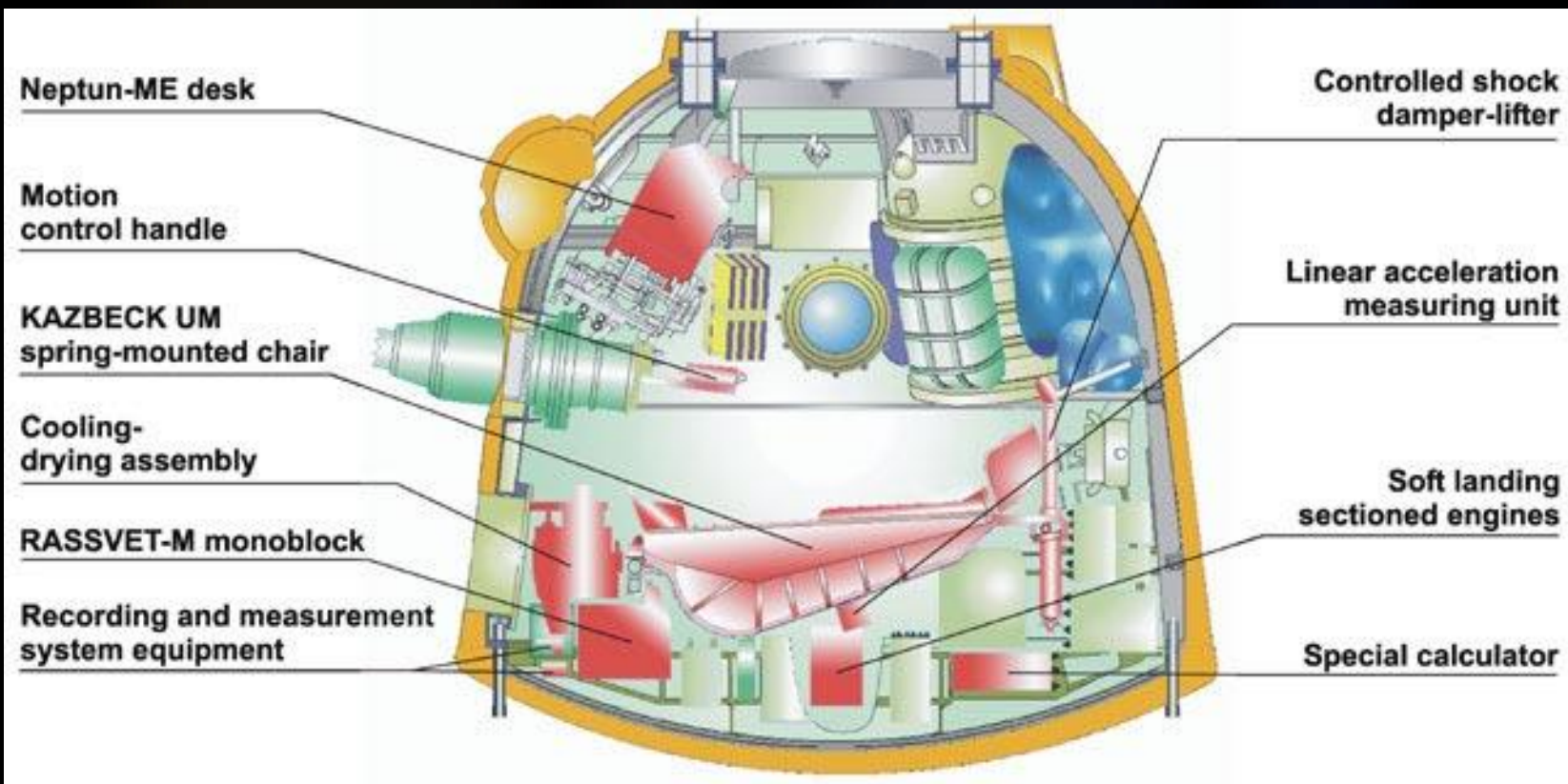
Anforderungen sind ungefähr wie...

- ... eine Wurstdose!
- Luftdicht, Geruch drin, Aliens draussen



# Anforderungen sind ungefähr wie...

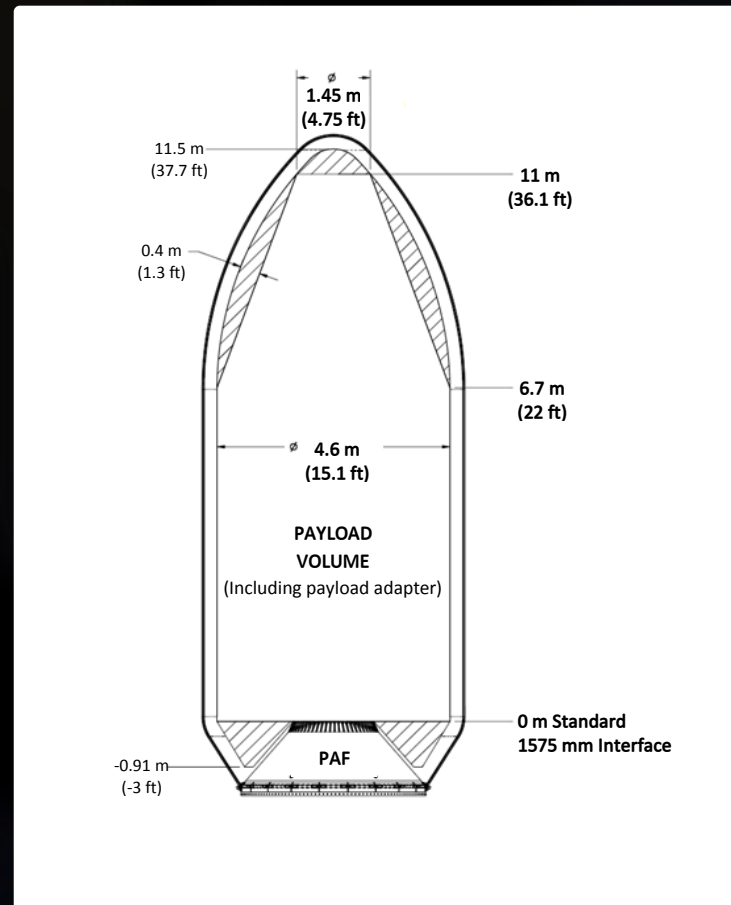
- ... eine Wurstdose!
- Luftdicht, Geruch drin, Aliens draussen



# Form und Größe

# Form und Größe

- Größe ist vom Startsystem beschränkt



# Alternativen zur Blechdose

# Alternativen zur Blechdose

- Menschen nehmen,

## Alternativen zur Blechdose

- Menschen nehmen,  
Menschen einpacken,

## Alternativen zur Blechdose

- Menschen nehmen,  
Menschen einpacken,  
Menschen 'rauswerfen:



## Alternativen zur Blechdose

- Menschen nehmen,  
Menschen einpacken,  
Menschen 'rauswerfen:  
Raumanzug!

## Alternativen zur Blechdose

- Menschen nehmen,  
Menschen einpacken,  
Menschen 'rauswerfen:  
Raumanzug!
- Wenn man das mit Menschen machen kann...

## Alternativen zur Blechdose

- Menschen nehmen,  
Menschen einpacken,  
Menschen 'rauswerfen:  
Raumanzug!
- Wenn man das mit Menschen machen kann, dann evtl auch mit Raumschiffen

# Alternativen zur Blechdose

- Menschen nehmen,  
Menschen einpacken,  
Menschen 'rauswerfen:  
Raumanzug!
- Wenn man das mit Menschen machen  
kann, dann evtl auch mit Raumschiffen
- Aufblasbare Raumstationen!

## Alternativen zur Blechdose

- **Aufblasbare Raumstationen!**

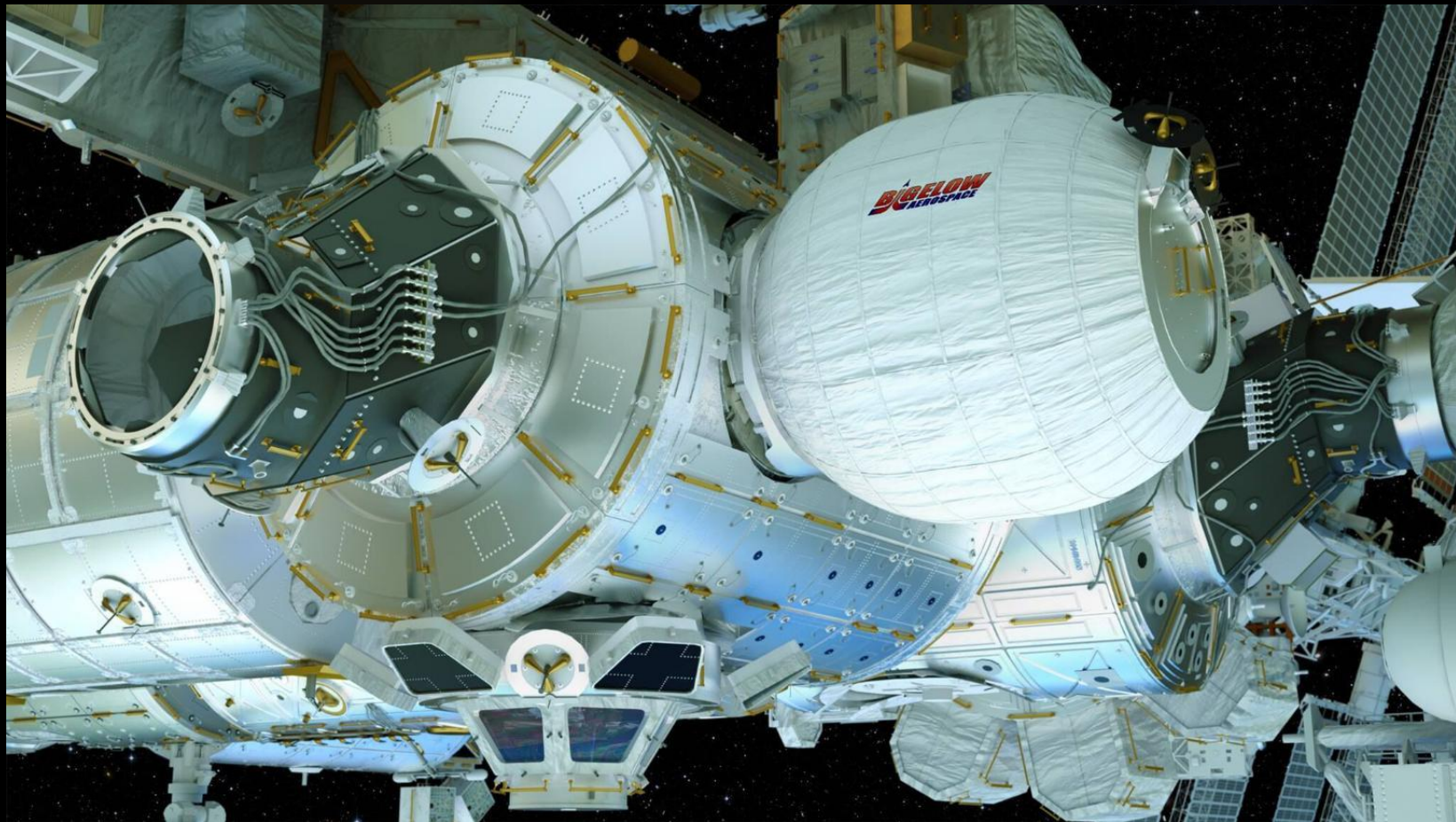
# Alternativen zur Blechdose

- Aufblasbare Raumstationen!



# Alternativen zur Blechdose

- **Aufblasbare Raumstationen!**



Anders als in der Speisekammer



## Anders als in der Speisekammer

- Temperaturdifferenz:

## Anders als in der Speisekammer

- Temperaturdifferenz:
  - Sonne 5600K, 1.6 kW/m<sup>2</sup>

## Anders als in der Speisekammer

- Temperaturdifferenz:
  - Sonne 5600K, 1.6 kW/m<sup>2</sup>
  - Weltraum: 2.73 K

## Anders als in der Speisekammer

- Temperaturdifferenz:
  - Sonne 5600K, 1.6 kW/m<sup>2</sup>
  - Weltraum: 2.73 K
- => Thermische Verspannungen

## Anders als in der Speisekammer

- Temperaturdifferenz:
  - Sonne 5600K, 1.6 kW/m<sup>2</sup>
  - Weltraum: 2.73 K
- => Thermische Verspannungen
- Weiss anmalen

## Anders als in der Speisekammer

- Temperaturdifferenz:
  - Sonne 5600K, 1.6 kW/m<sup>2</sup>
  - Weltraum: 2.73 K
- => Thermische Verspannungen
- Weiss anmalen
- Aktives Kühlsystem (ammoniak!)

## Anders als in der Speisekammer

- Temperaturdifferenz:
  - Sonne 5600K, 1.6 kW/m<sup>2</sup>
  - Weltraum: 2.73 K
- => Thermische Verspannungen
- Weiss anmalen
- Aktives Kühlsystem (ammoniak!)
- Apollo: langsam drehen  
(Weltraum-Dönerspiess!)

## Anders als in der Speisekammer

- Sichtbares Licht und UV-Strahlung



## Anders als in der Speisekammer

- Sichtbares Licht und UV-Strahlung
- Fenster haben UV-Filter

## Anders als in der Speisekammer

- Sichtbares Licht und UV-Strahlung
- Fenster haben UV-Filter
- ISS: Wegklappbare Filter

## Anders als in der Speisekammer

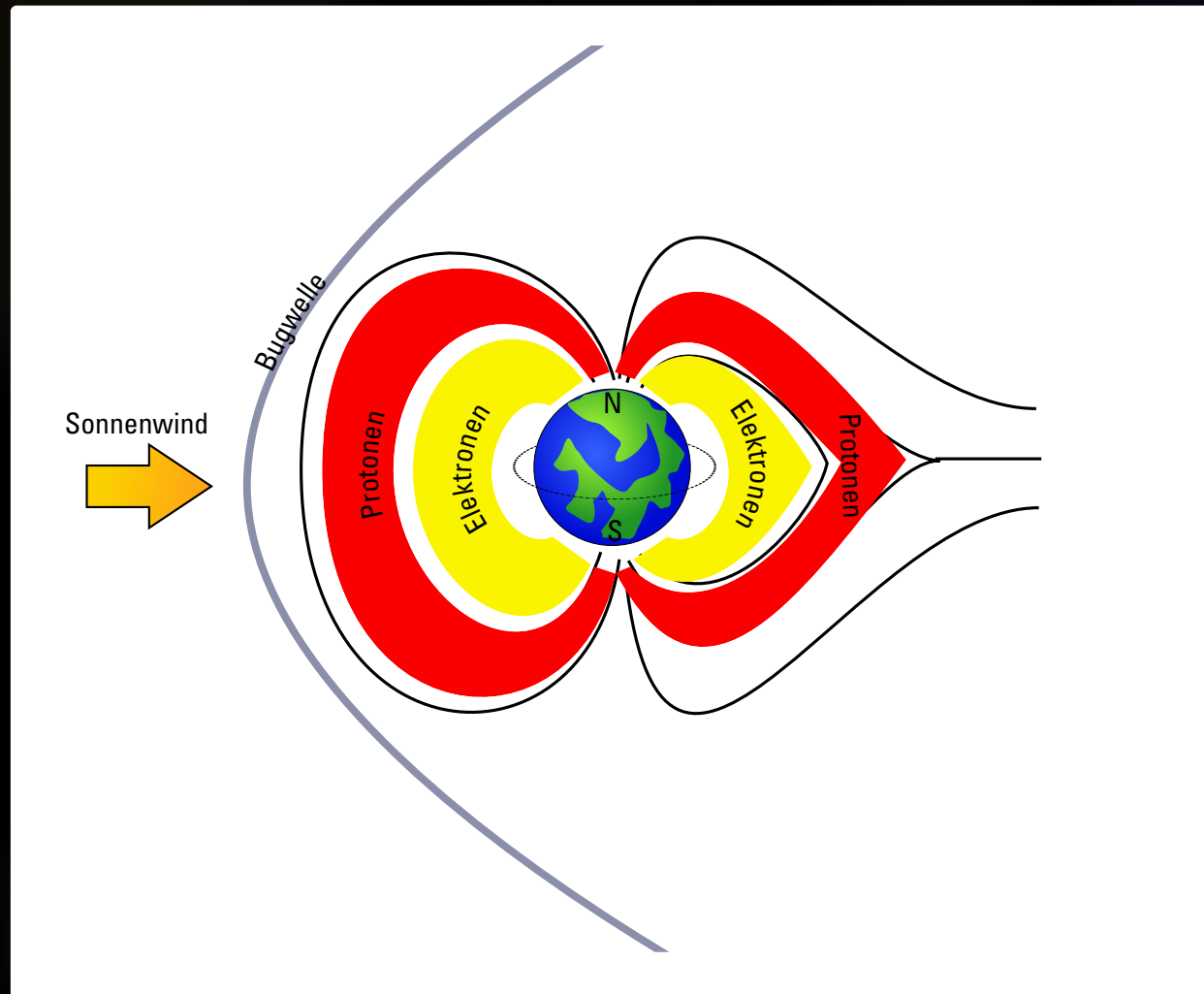
- Sichtbares Licht und UV-Strahlung
- Fenster haben UV-Filter
- ISS: Wegklappbare Filter
  - Schlechte Idee

Anders als in der Speisekammer

- Hochenergetische Strahlung

# Anders als in der Speisekammer

- Hochenergetische Strahlung



## Anders als in der Speisekammer

- Hochenergetische Strahlung
- Am besten innen bleiben!

## Anders als in der Speisekammer

- Hochenergetische Strahlung
- Am besten innen bleiben!
- Wenn das nicht geht:
  - Dick Blei aussenrum!

## Anders als in der Speisekammer

- Hochenergetische Strahlung
- Am besten innen bleiben!
- Wenn das nicht geht:
  - Dick Blei aussenrum!
  - Hmm, schlechte Idee



## Anders als in der Speisekammer

- Hochenergetische Strahlung
- Am besten innen bleiben!
- Wenn das nicht geht:
  - Dick Blei aussenrum!
  - Hmm, schlechte Idee
  - Wasser/Treibstoff aussenrum

## Anders als in der Speisekammer

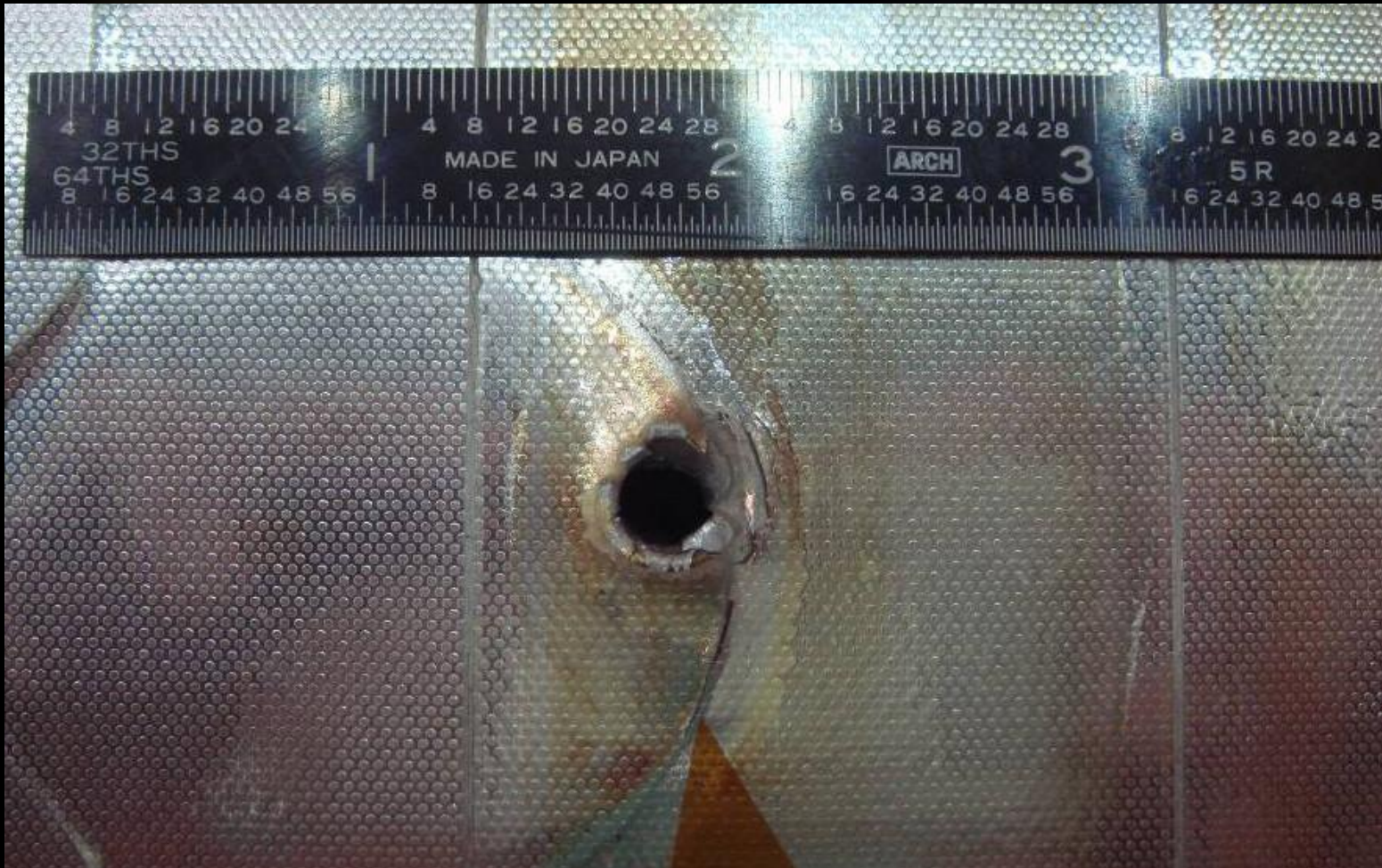
- Hochenergetische Strahlung
- Am besten innen bleiben!
- Wenn das nicht geht:
  - Dick Blei aussenrum!
  - Hmm, schlechte Idee
  - Wasser/Treibstoff aussenrum
  - Effekte unbekannt

## Anders als in der Speisekammer

- Mikrometeoroiden

# Anders als in der Speisekammer

- Mikrometeoroiden

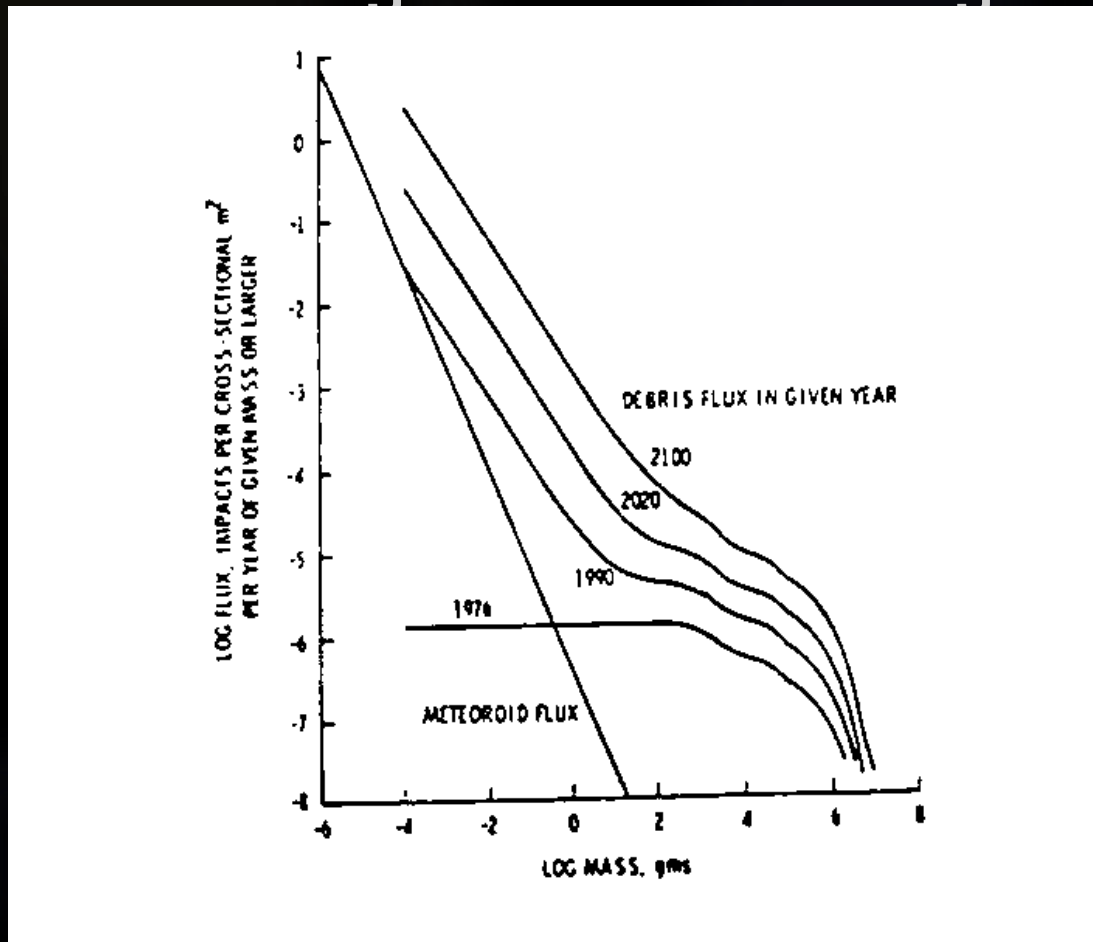


## Anders als in der Speisekammer

- Mikrometeoroiden
- Von Staubgröße bis Stadtgröße

# Anders als in der Speisekammer

- Mikrometeoroiden
- Von Staubgröße bis Stadtgröße



## Anders als in der Speisekammer

- Mikrometeoroiden
- Große Meteoroiden:

## Anders als in der Speisekammer

- Mikrometeoroiden
- Große Meteoroiden: Ausweichen!



## Anders als in der Speisekammer

- Mikrometeoroiden
- Große Meteoroiden: Ausweichen!
- Kleine Meteoroiden:

## Anders als in der Speisekammer

- Mikrometeoroiden
- Große Meteoroiden: Ausweichen!
- Kleine Meteoroiden: Absorbieren!

## Anders als in der Speisekammer

- Mikrometeoroiden
- Große Meteoroiden: Ausweichen!
- Kleine Meteoroiden: Absorbieren!
- Mittelgroße...:

## Anders als in der Speisekammer

- Mikrometeoroiden
- Große Meteoroiden: Ausweichen!
- Kleine Meteoroiden: Absorbieren!
- Mittelhgroße...: Good Luck. :D

# Whipple Shields

# Whipple Shields

- Hypervelocity impact tests

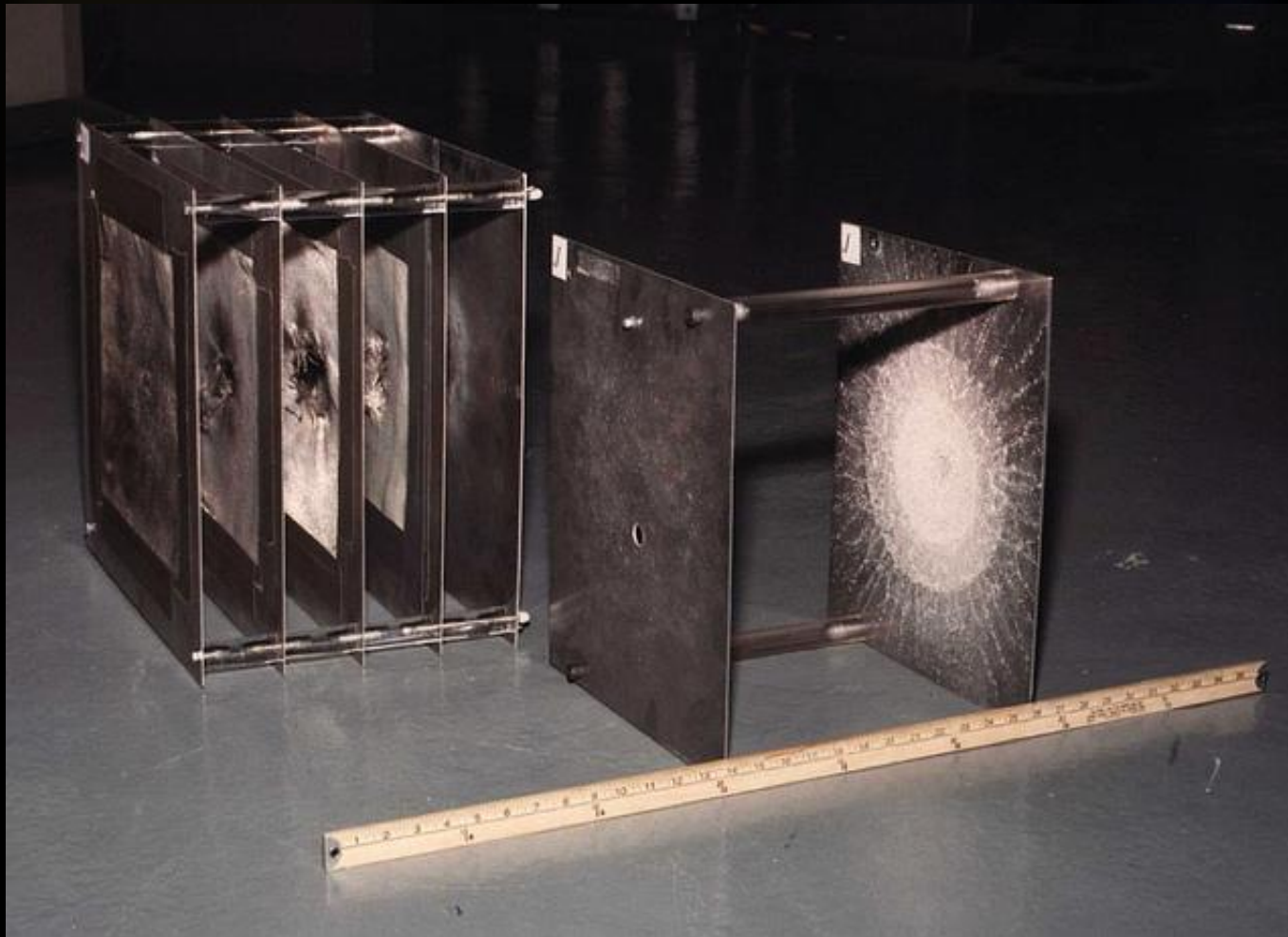
# Whipple Shields

- Hypervelocity impact tests



# Whipple Shields

- Hypervelocity impact tests





# Whipple Shields

- Hypervelocity impact tests

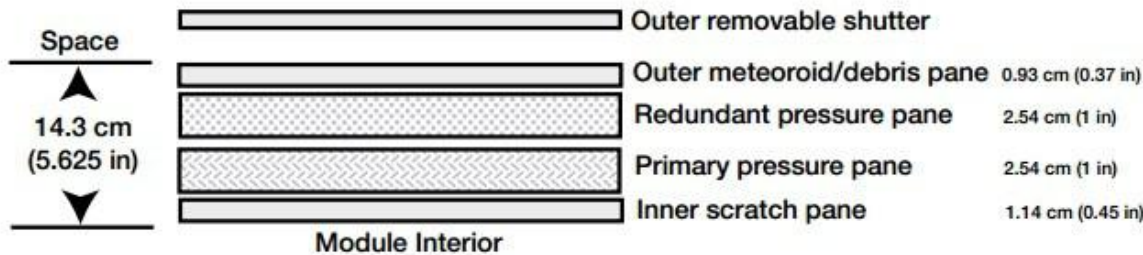
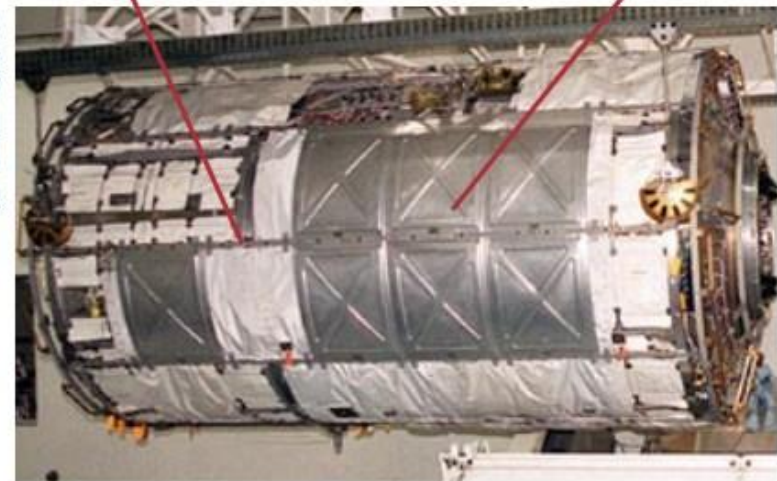


Deployed shutters for Cupola windows.

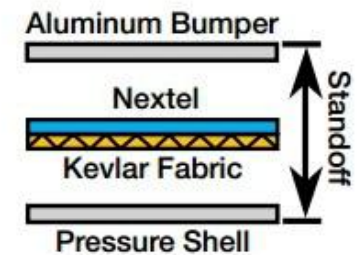
US Lab Module during installation of micrometeoroid and orbital debris shielding

Intermediate Debris Shield, Nextel and Kevlar Blankets

Outer Debris Shield, Aluminum



Typical Glass Windowpane Design



Typical Debris Shield Design

# Atmosphärischer Wiedereintritt

# Atmosphärischer Wiedereintritt

- Irgendwann will man vielleicht wieder zur Erde

# Atmosphärischer Wiedereintritt

- Irgendwann will man vielleicht wieder zur Erde
- Bewegungsenergie von 30000 km/h muss irgendwo hin.

# Atmosphärischer Wiedereintritt

- Irgendwann will man vielleicht wieder zur Erde
- Bewegungsenergie von 30000 km/h muss irgendwo hin.
- Noch mehr Treibstoff mitbringen ist blöd.

# Atmosphärischer Wiedereintritt

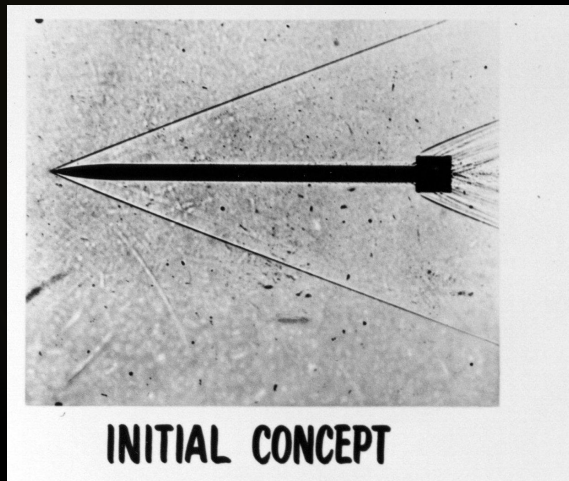
- Irgendwann will man vielleicht wieder zur Erde
- Bewegungsenergie von 30000 km/h muss irgendwo hin.
- Noch mehr Treibstoff mitbringen ist blöd.
- An der Atmosphäre reiben!

# Atmosphärischer Wiedereintritt

- **Nachteil: das wird warm**

# Atmosphärischer Wiedereintritt

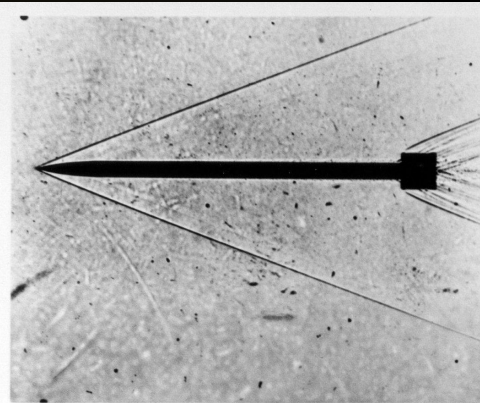
- **Nachteil: das wird warm**



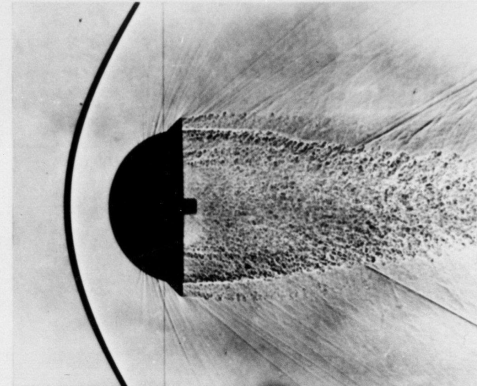


# Atmosphärischer Wiedereintritt

- **Nachteil: das wird warm**



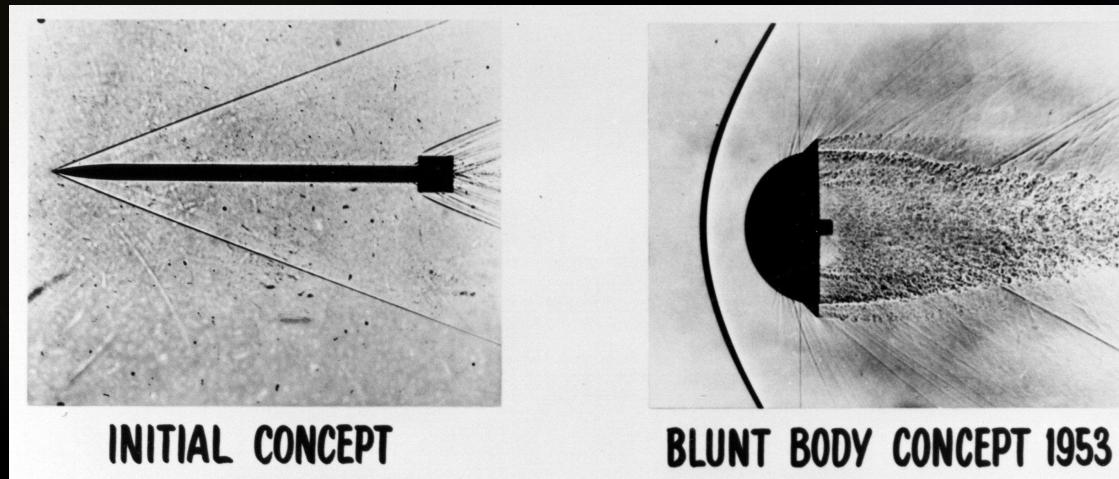
**INITIAL CONCEPT**



**BLUNT BODY CONCEPT 1953**

# Atmosphärischer Wiedereintritt

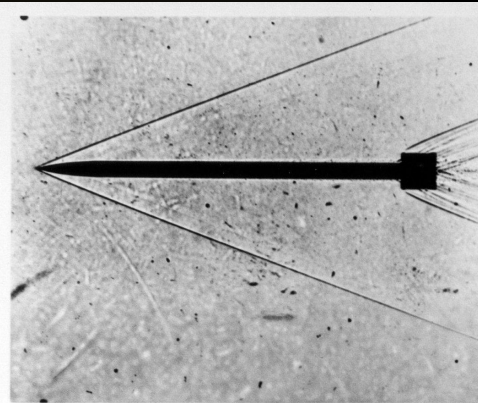
- **Nachteil: das wird warm**



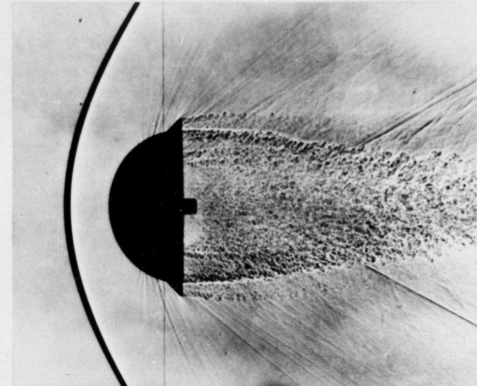
- **Je schlechter die Form, desto weniger Aufheizung?!**

# Atmosphärischer Wiedereintritt

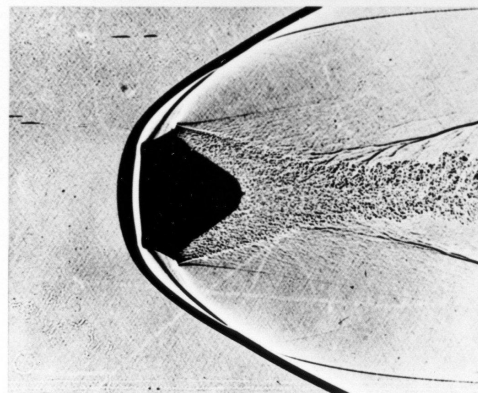
- **Nachteil: das wird warm**



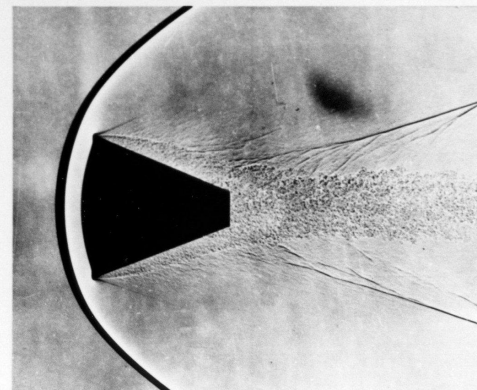
**INITIAL CONCEPT**



**BLUNT BODY CONCEPT 1953**



**MISSILE NOSE CONES 1953-1957**



**MANNED CAPSULE CONCEPT 1957**

# Atmosphärischer Wiedereintritt

- Hitzeschild: Materialien

# Atmosphärischer Wiedereintritt

- Hitzeschild: Materialien
- 1. Thermal Soaking

# Atmosphärischer Wiedereintritt

- Hitzeschild: Materialien
- 1. Thermal Soaking

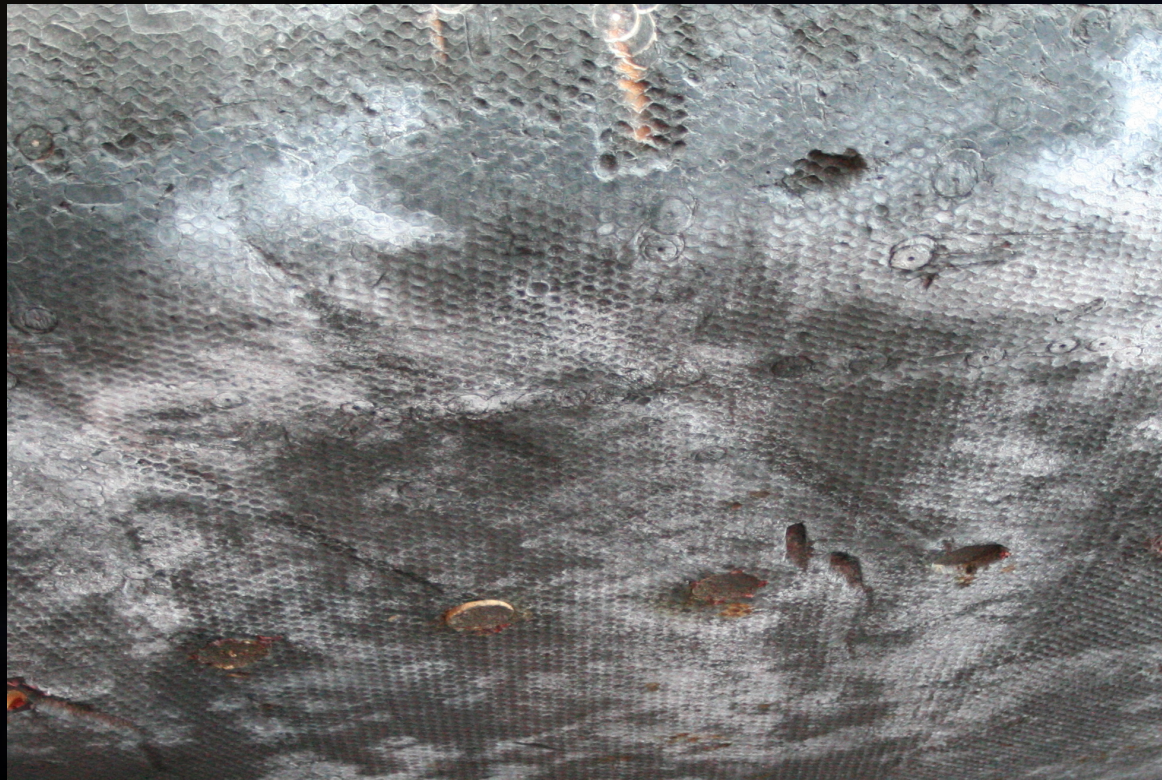


# Atmosphärischer Wiedereintritt

- Hitzeschild: Materialien
- 1. Thermal Soaking
- 2. Ablativ Kühlen

# Atmosphärischer Wiedereintritt

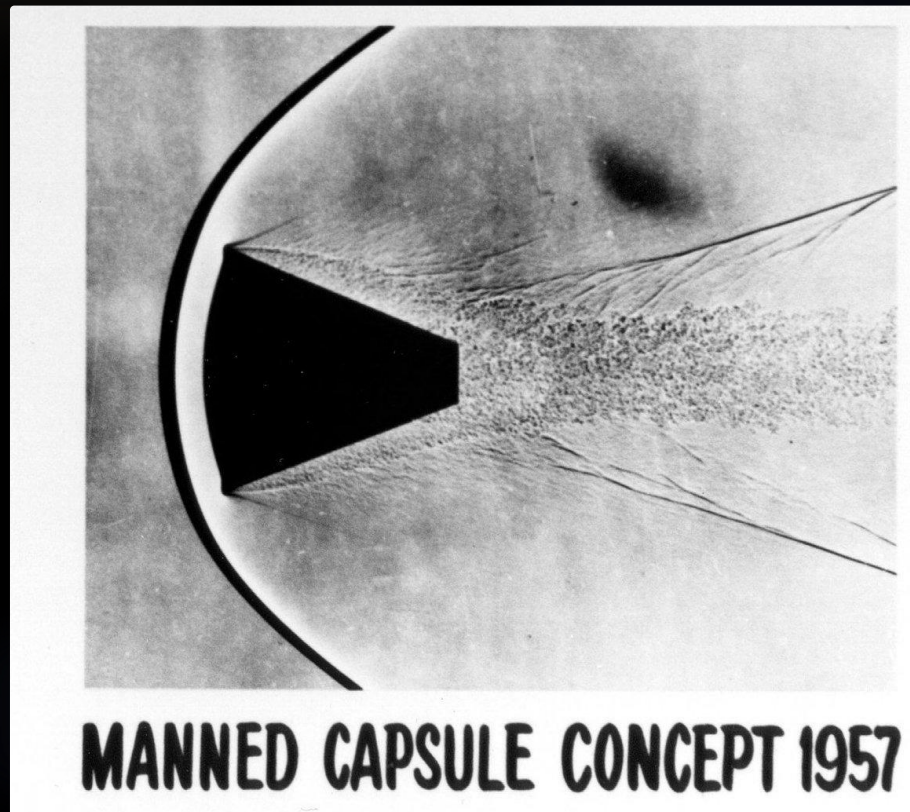
- Hitzeschild: Materialien
- 1. Thermal Soaking
- 2. Ablativ Kühlen





# Atmosphärischer Wiedereintritt

- Hitzeschild: Materialien
- 1. Thermal Soaking
- 2. Ablativ Kühlen



# Atmosphärischer Wiedereintritt

- Hitzeschild: Materialien
- 1. Thermal Soaking
- 2. Ablativ Kühlen
- 3. Injektiv Kühlen

# Atmosphärischer Wiedereintritt

- Hitzeschild: Materialien
- 1. Thermal Soaking
- 2. Ablativ Kühlen
- 3. Injektiv Kühlen
  - Geheim, geheim

# Atmosphärischer Wiedereintritt

- Hitzeschild: Materialien
- 1. Thermal Soaking
- 2. Ablativ Kühlen
- 3. Injektiv Kühlen
  - Geheim, geheim
  - Wasser? Kohlenstoffpartikel?

# Atmosphärischer Wiedereintritt

- Hitzeschild: Materialien
- 1. Thermal Soaking
- 2. Ablativ Kühlen
- 3. Injektiv Kühlen
  - Geheim, geheim
  - Wasser? Kohlenstoffpartikel?
  - Erbsensuppe!

# Atmosphärischer Wiedereintritt

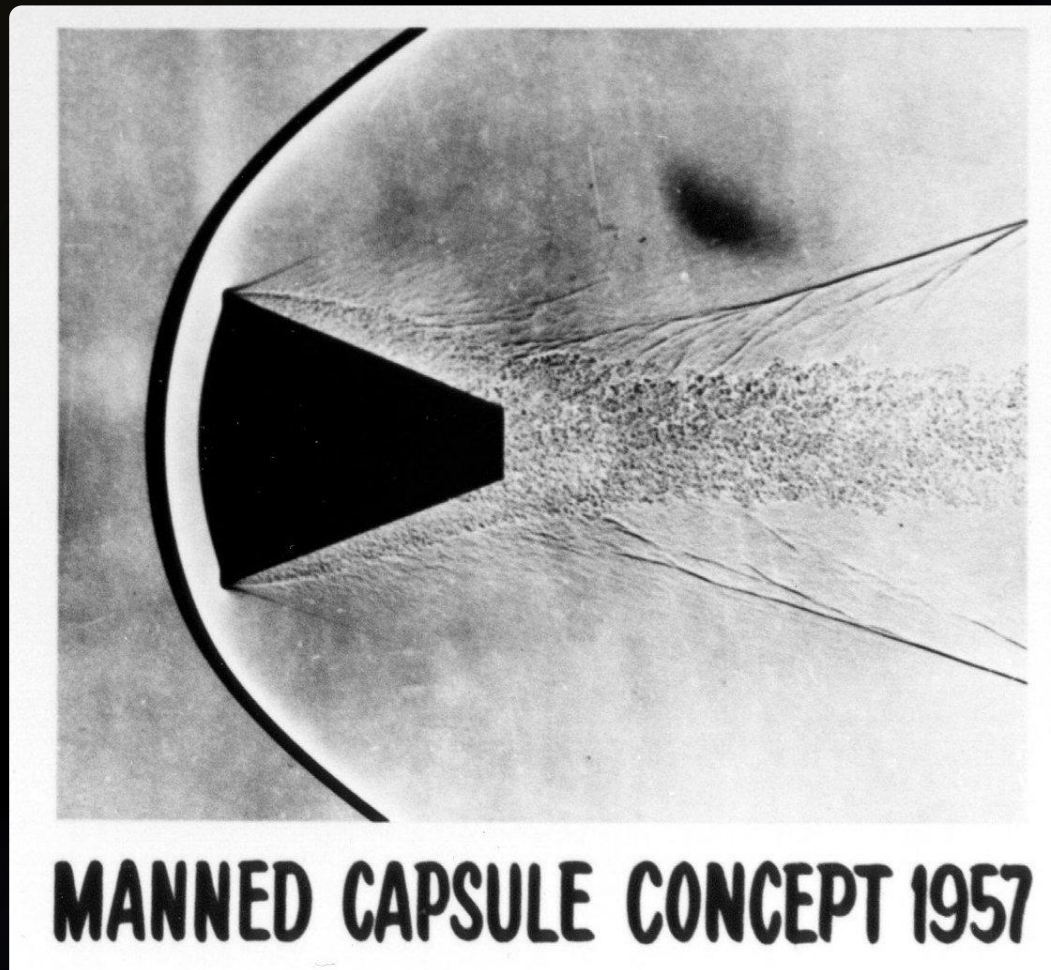
- Hitzeschild: Materialien
- 1. Thermal Soaking
- 2. Ablativ Kühlen
- 3. Injektiv Kühlen
  - Geheim, geheim
  - Wasser? Kohlenstoffpartikel?
  - Erbsensuppe!
- Wenn wir schon bei geheim sind:

# Atmosphärischer Wiedereintritt

- Steuern:

# Atmosphärischer Wiedereintritt

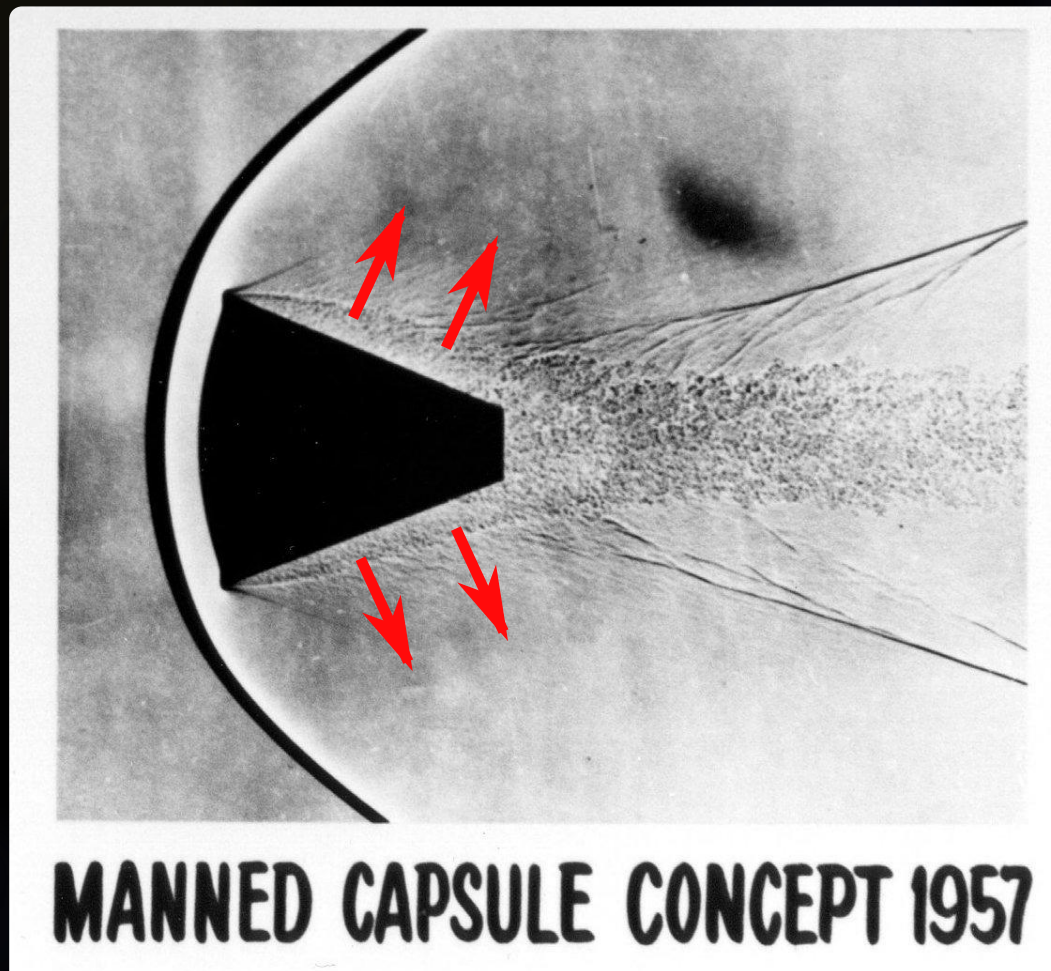
- Steuern:





# Atmosphärischer Wiedereintritt

- Steuern:



# Atmosphärischer Wiedereintritt

- Steuern:
- Tolle Methode: Elektromagnetisch
- Typische Methode:
  - Raumkapsel Asymmetrisch bauen

# Atmosphärischer Wiedereintritt

- Steuern:
- Tolle Methode: Elektromagnetisch
- Typische Methode:
  - Raumkapsel Asymmetrisch bauen
  - Steuern durch Drehen

Zeit ist alle!

Zeit ist alle!

- Bestimmt nicht deswegen, weil die Zeit zum Folien machen abgelaufen ist

## Zeit ist alle!

- Bestimmt nicht deswegen, weil die Zeit zum Folien machen abgelaufen ist
- Sondern weil ihr jetzt alles wisst

## Zeit ist alle!

- Bestimmt nicht deswegen, weil die Zeit zum Folien machen abgelaufen ist
- Sondern weil ihr jetzt alles wisst
- Fertig! Danke!