



Disintegrating Rockets

Wie wir in der Raumfahrt lernen (am Beispiel der Softwareentwicklung)

Carina Haupt
@caha42

Die Historie der Softwareentwicklung



“... as long as there were no machines,
programming was no problem at all;
when we had a few weak computers,
programming became a mild problem,
and
now we have gigantic computers,
programming has become an equally gigantic problem.”

Edsger W. Dijkstras zur Ursache der „Software-Krise“, 1972

Edsger W. Dijkstra, 2002

By Hamilton Richards - CC-BY-SA-3.0

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Edsger_Wybe_Dijkstra.jpg



Die „Software-Krise“ (1960er)

Die Entstehung von Software Engineering

„Zielorientierte Bereitstellung und systematische Verwendung von **Prinzipien, Methoden und Werkzeugen** für die arbeitsteilige, **ingenieurmäßige Entwicklung** und Anwendung von umfangreichen Softwaresystemen.“

Helmut Balzert, Lehrbuch der Software-Technik, S. 36



A rocket launch at night. A thick, dark plume of smoke and fire rises from the launch site. To the right of the plume, a bright starburst of light indicates the disintegration of a rocket stage. The background is a dark, cloudy sky.

**Wie wir in der Raumfahrt lernen
ODER
Disintegrating Rockets**

Mariner 1 (1962)

Flyby an Venus

Was lief schief?

- Manuelle Abschrift der Spezifikation fehlerhaft –
Inkorrekte Formel im Steuerungsprogramm

Resultat

- Kursabweichung
- Kontrollverlust
- Selbstzerstörung aktiviert nach 294,5 Sekunden



Atlas Agena with Mariner 1.jpg by NASA – Public Domain
https://en.wikipedia.org/wiki/File:Atlas_Agena_with_Mariner_1.jpg

Phobos 1 (1988)

Mars, Phobos und Deimos erforschen

Was lief schief?

- Techniker lässt Bindestrich ("–") in Kommando aus
- Computer zur Verifikation out of order
- Techniker sendet es trotzdem

Resultat

- Steuerdüsen werden abgeschaltet
- Falscher Winkel der Solarsegel
- Batterien leer gelaufen



Phobos Marte.jpg by NASA – Public Domain
https://en.wikipedia.org/wiki/File:Phobos_Marte.jpg

Ariane 5 Flight 501 (1996)

Transport von Satelliten in die Magnetosphäre der Erde

Was lief schief?

- Cast von 64-bit Floating Point zu 16-bit Signed Integer

Resultat

- Automatische Kursanpassung
- Drastische Winkeländerung
- Launcher desintegriert nach 39 Sekunden

Kosten: US \$ 370 Millionen



way to ELA-3.jpg DLR – CC-BY-
ES_with_ATV_4_on_its_way_to_



By ESA

Schiaparelli (2016)

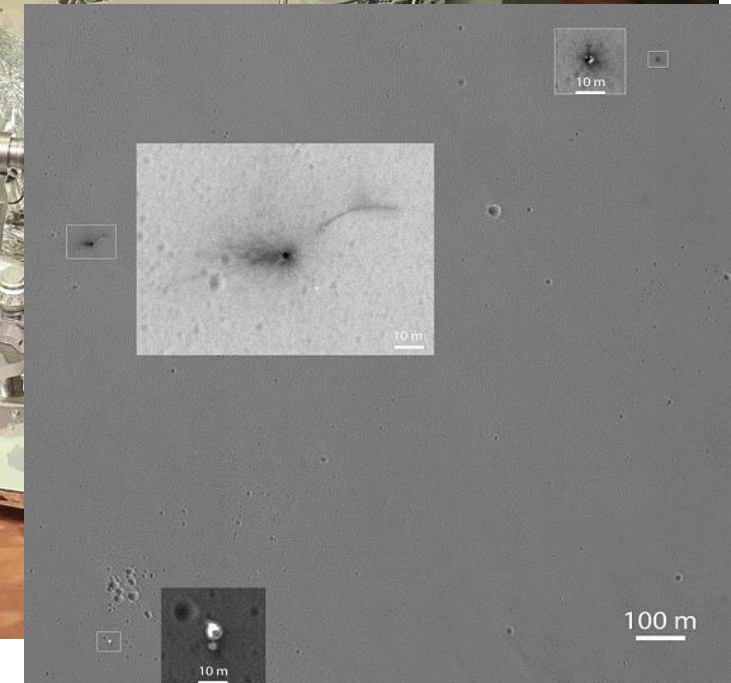
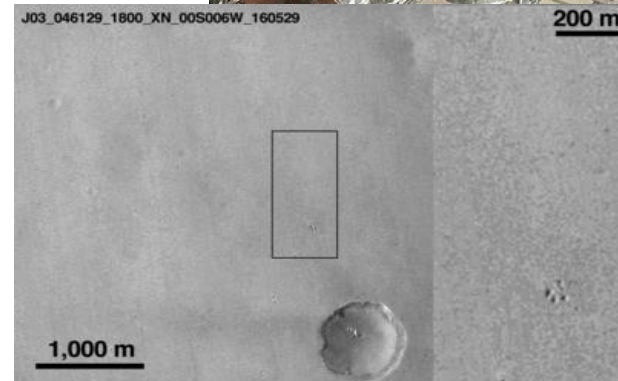
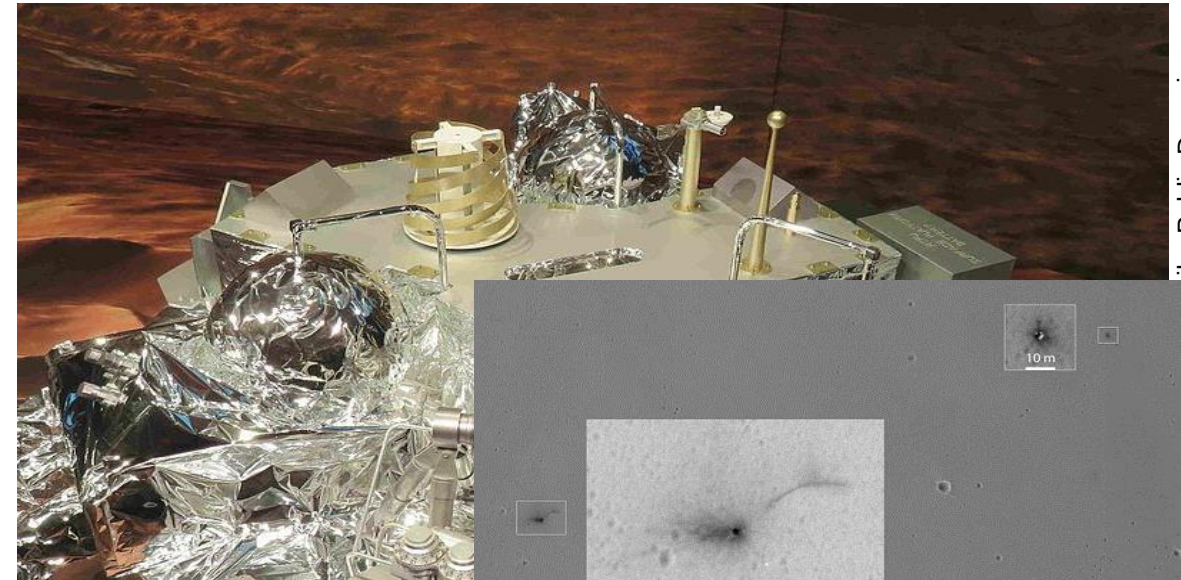
Landung auf Mars

Was lief schief?

- Unerwarteter negativer Wert

Resultat

- Fallschirm und Hitzeschild zu früh abgeworfen
- Bremstriebwerke nur 3 Sekunden statt 30 Sekunden gefeuert
- Einschlag auf Mars aus 3,7km Höhe



PIA21130 Signs of Schiaparelli Test Lander Seen From Orbit.gif by NASA – Public Domain

https://en.wikipedia.org/wiki/File:PIA21130_Signs_of_Schiaparelli_Test_Lander_Seen_From_Orbit.gif

PIA21131 Closer Look at Schiaparelli Impact Site on Mars.jpg by NASA – Public Domain

https://en.wikipedia.org/wiki/File:PIA21131_Closer_Look_at_Schiaparelli_Impact_Site_on_Mars.jpg

Schiaparelli Lander Model at ESOC.JPG by Gerbil – Public Domain
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Schiaparelli_Lander_Model_at_ESOC.JPG

Warum läuft so viel schief?

It's rocket science!

- Keiner weiß was uns erwartet
- State of the Art - Man wusste es nicht besser

⇒ Dies war kein repräsentativer Auszug!

Wir scheitern nicht, wir lernen (und lehren)!

- Software Engineering Methoden eingeführt
- SE Schulungen für Wissenschaftler
- Standards! (ECSS)

Und auch die nächste Generation lernt bei uns

Berlin

Braunschweig

Bremen

Göttingen

Köln

Lampoldshausen / Stuttgart

Neustrelitz

Oberpfaffenhofen

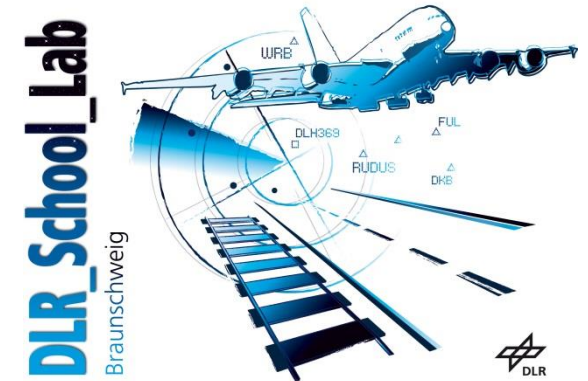
RWTH Aachen

TU Darmstadt

TU Dortmund

TU Dresden

TU Hamburg



Vielen Dank!

Carina Haupt

Leiterin Software Engineering Gruppe
Stellvertretende Abteilungsleitung
Intelligente und Verteilte Systeme
<http://www.DLR.de/sc/ivs>

Carina.Haupt@dlr.de
[@caha42](#)

#WIRROCKENSOFTWARE

