

Analyse großer heterogener Daten in der Luft- und Raumfahrtforschung

Andreas Schreiber

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Köln-Porz / Berlin-Zentrum / Braunschweig



Wissen für Morgen





"Analyse großer heterogener Daten in der Luft- und Raumfahrtforschung" von [Andreas Schreiber \(DLR\)](#) ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz](#).



Alle Bilder: [DLR](#) (CC-BY 3.0), soweit nicht explizit anders gekennzeichnet.



Überblick

- Vorstellung
- Das DLR
- Beispiele aus dem DLR
 - Space Debris
 - MDAO
 - Quantencomputing



Vorstellung Werdegang

Studium
Technomathematik



Soldat (SIGINT, COMINT)



Wissenschaftler



Vorstellung Heute

Wissenschaftler,
Abteilungsleiter



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt
German Aerospace Center

Gründer, Geschäftsführer,
Patient und Anwender



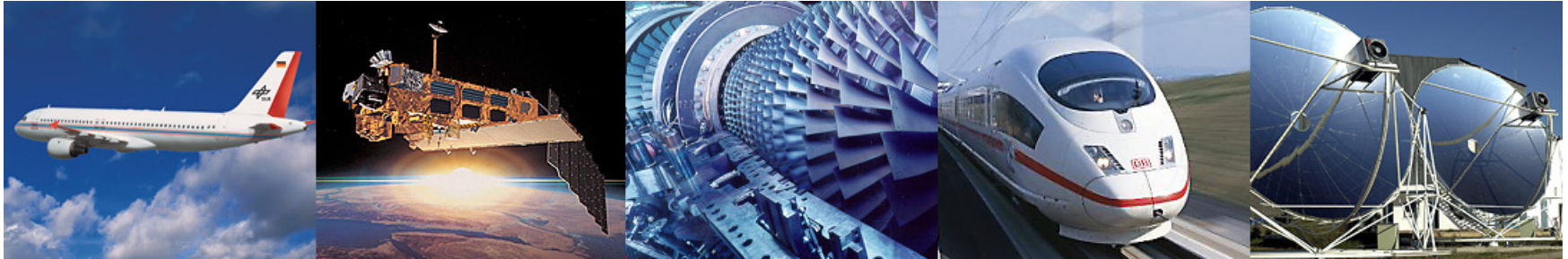
medando

Communities



Das DLR

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt



- Forschungseinrichtung
- Raumfahrt-Agentur
- Projektträger

Forschungsgebiete

- Luftfahrt
- Raumfahrt
- Energie
- Verkehr
- Sicherheit



Das DLR

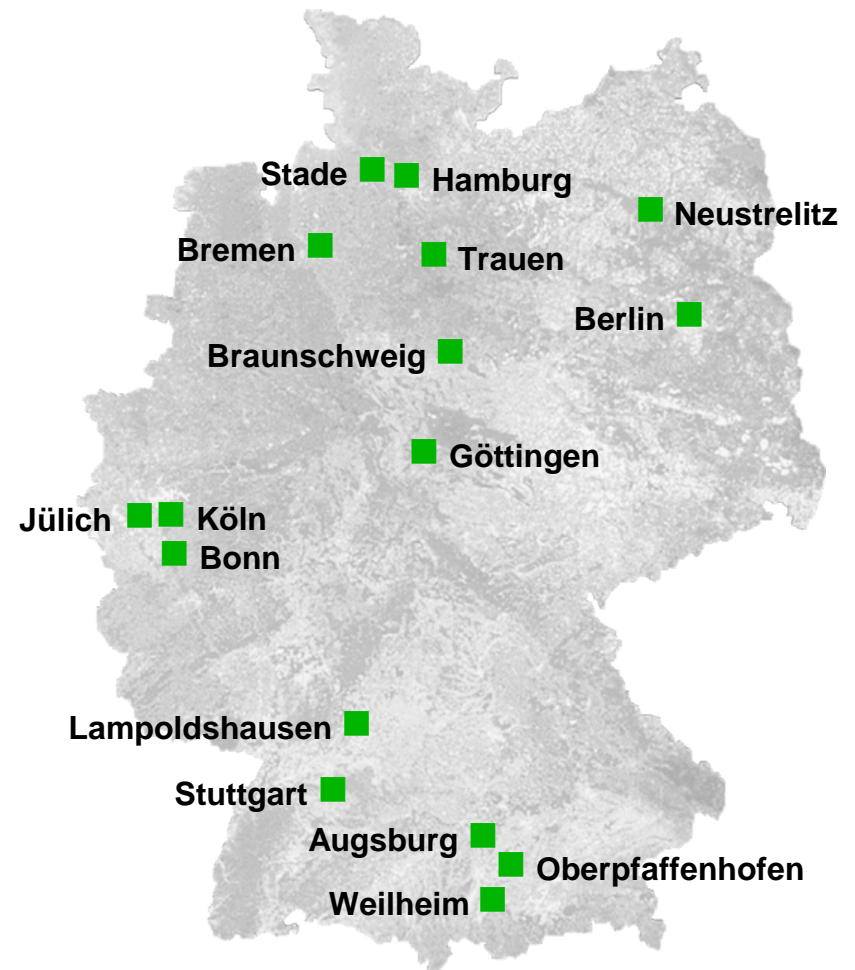
Standorte und Personal

Circa 8.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter arbeiten in 33 Instituten und Einrichtungen in
■ 16 Standorten.

Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington.

Einrichtung für Software-Forschung: Simulations- und Softwaretechnik

Köln-Porz, Berlin-Zentrum, Braunschweig





Bilder: DLR (CC-BY 3.0)

DLR Simulations- und Softwaretechnik

Aktuelle Forschungsgebiete

Big Data Usability Quantencomputing
Multidisziplinäre Simulation

Modellbasiertes Systems Engineering Mobile Systeme

Sicherheit High Performance Computing
Software Engineering Wissensmanagement

Verteilte Systeme Interaktive Visualisierung
Virtual und Augmented Reality Eingebettete Systeme

Datenmanagement



Beispiele aus dem DLR

Space Debris

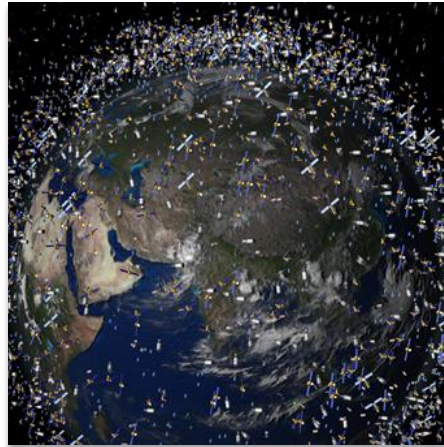


Bild: DLR (CC-BY 3.0)

MDAO

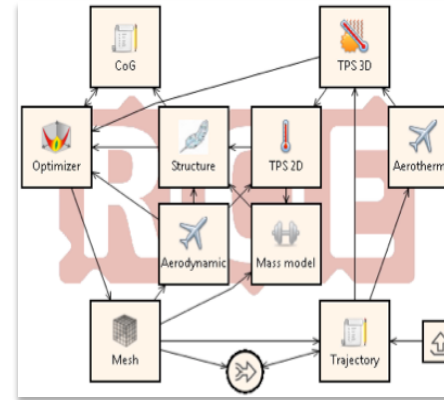


Bild: DLR (CC-BY 3.0)

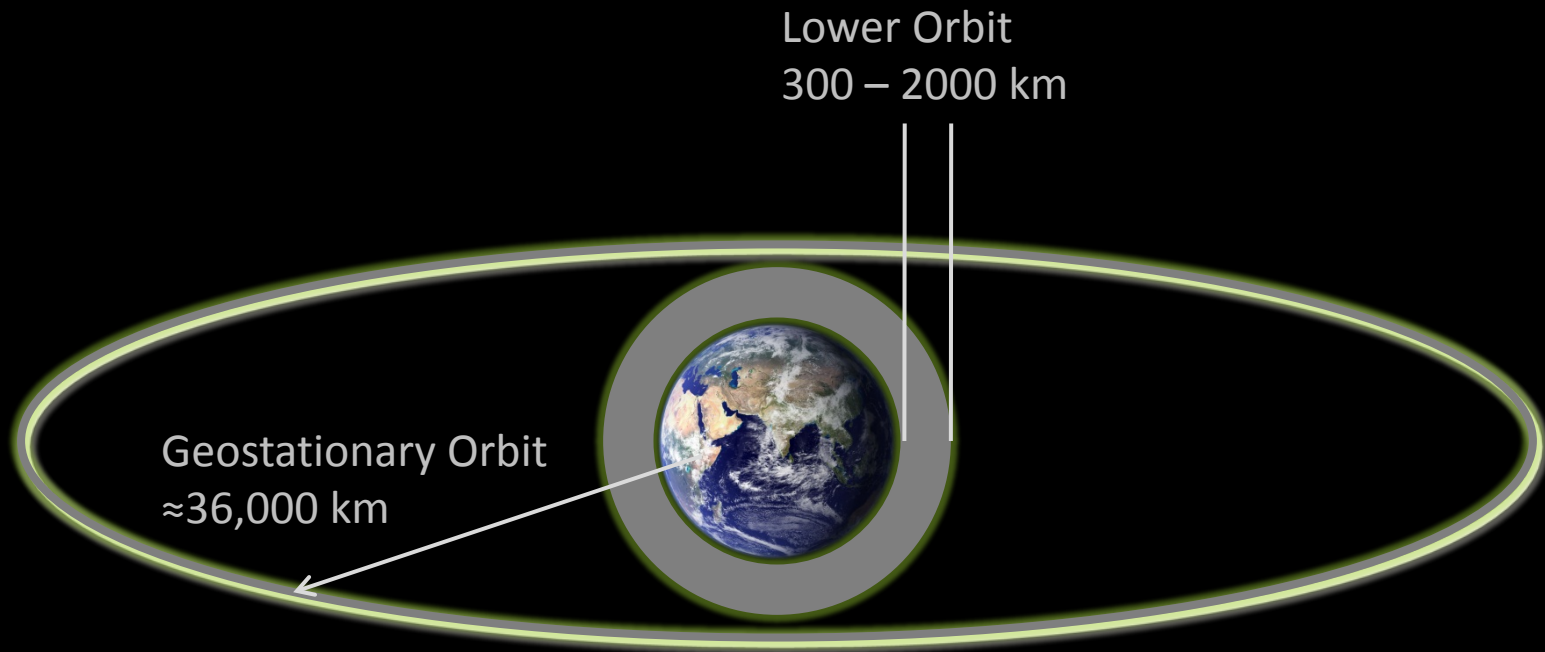
Quantum Computing



Bild: © D-Wave Systems, Inc.



Space Debris

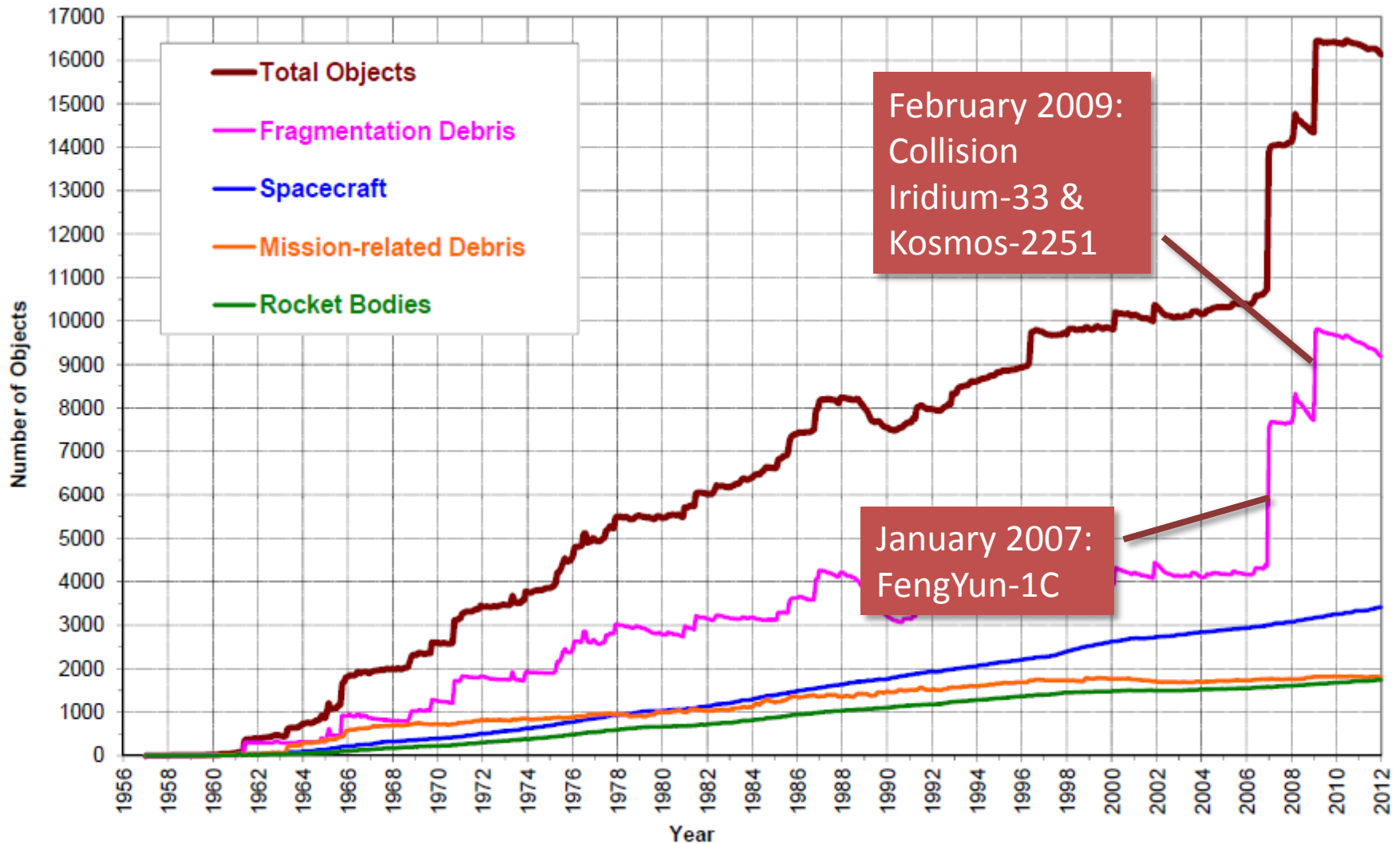


Über 50 Jahre Raumfahrt

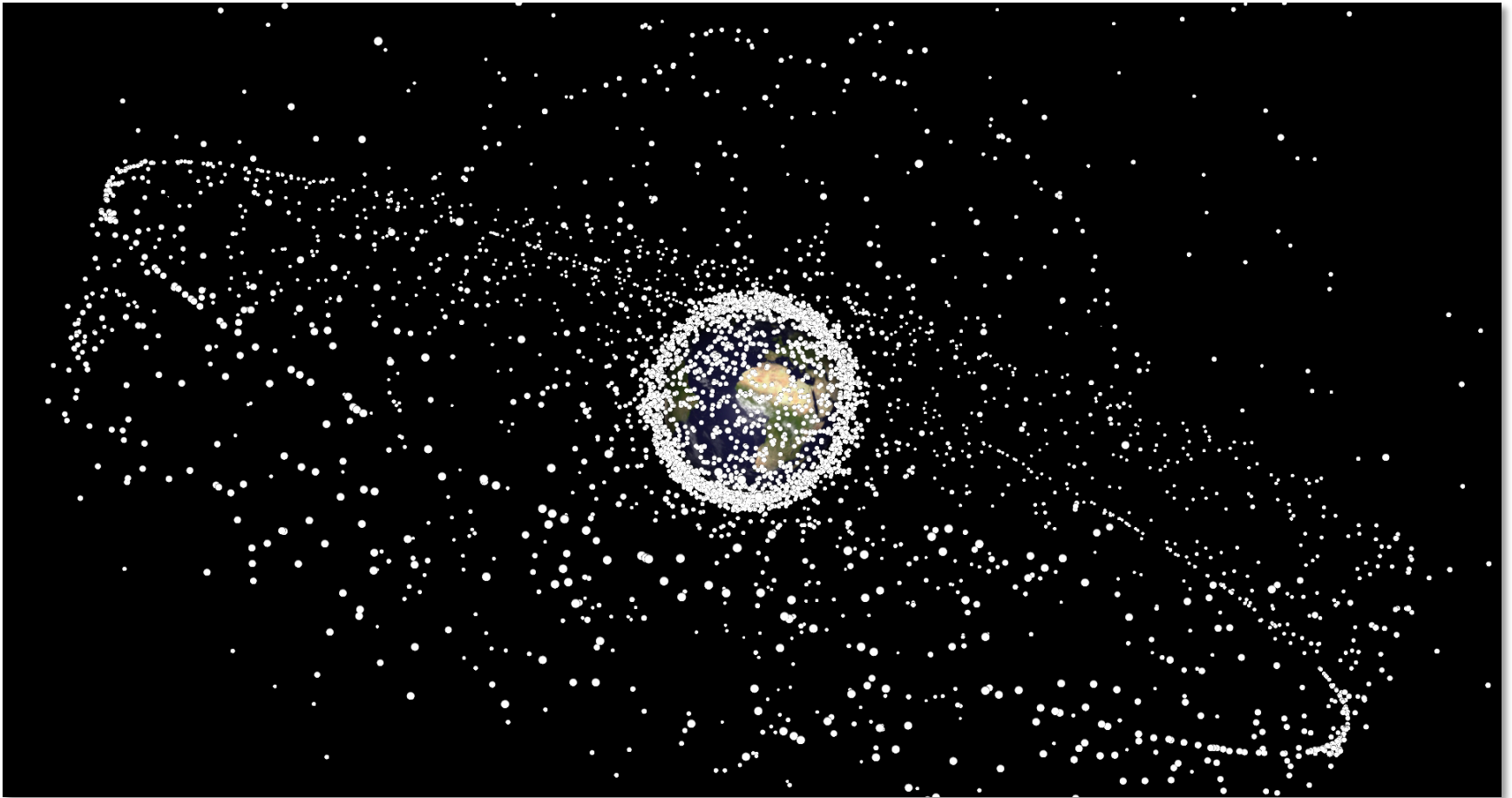
- Fast 5000 gestartete Raketen
- Mehr als 6000 Satelliten im Orbit platziert
- Derzeit ca. 1000 aktive Satelliten
... die sind aber nur ein kleiner Teil der Objekte



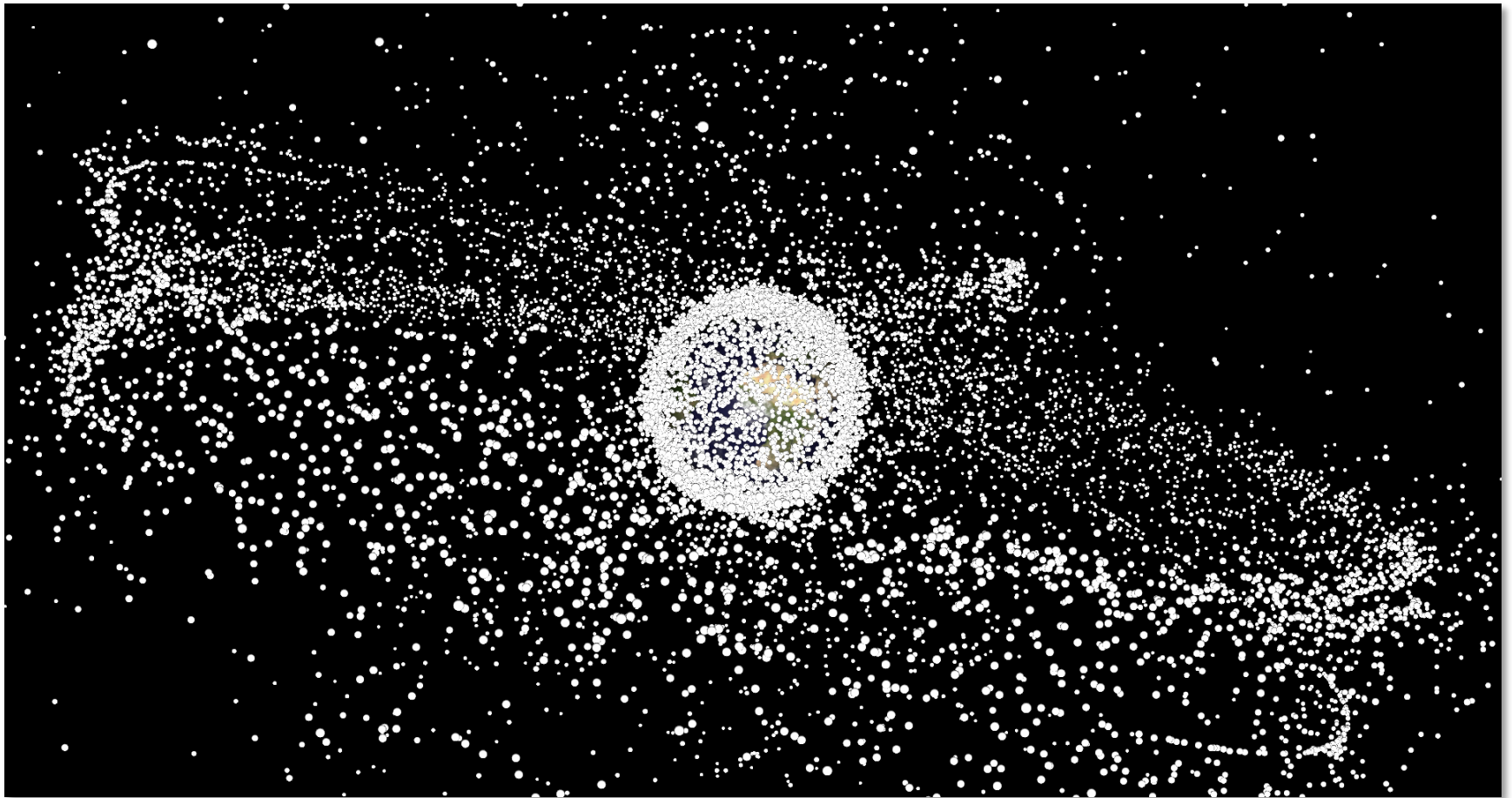
Space Debris – Weltraumschrott



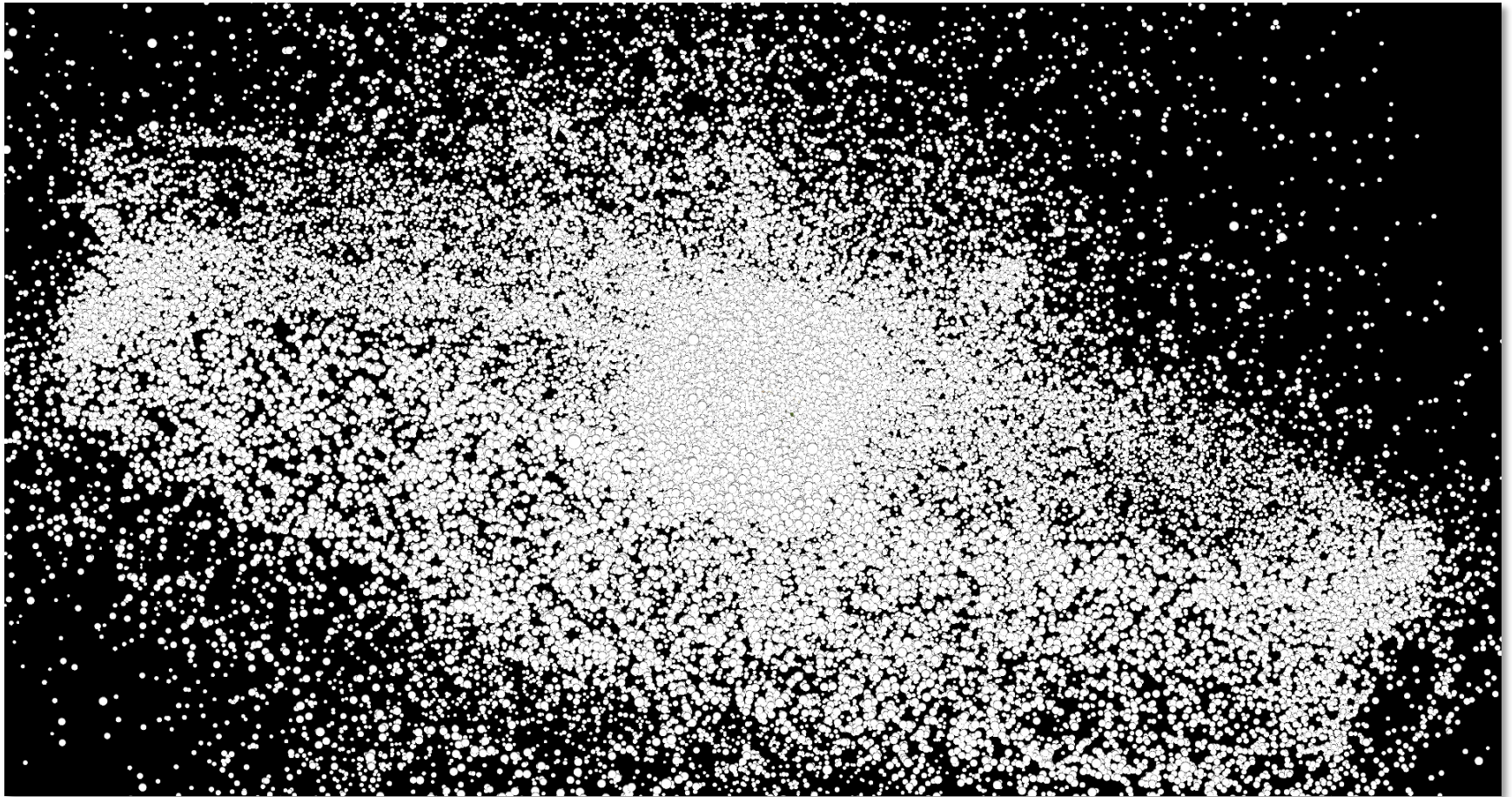
Weltraumschrott wird Katalogisiert



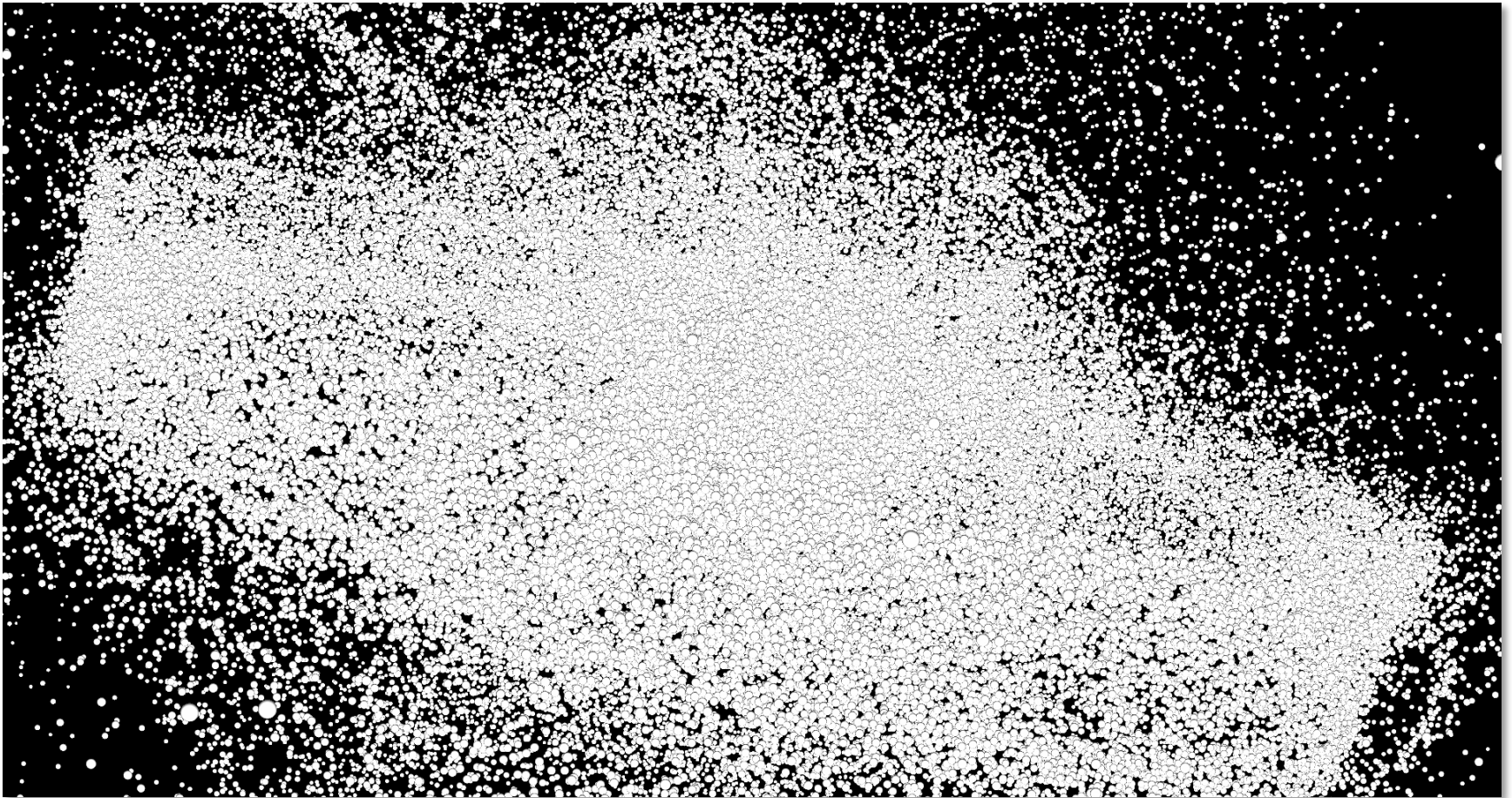
29,000 Objekte größer als 10 cm



750,000 Objekte größer als 1 cm



150 Mio. Objekte größer als 1 mm



Impact



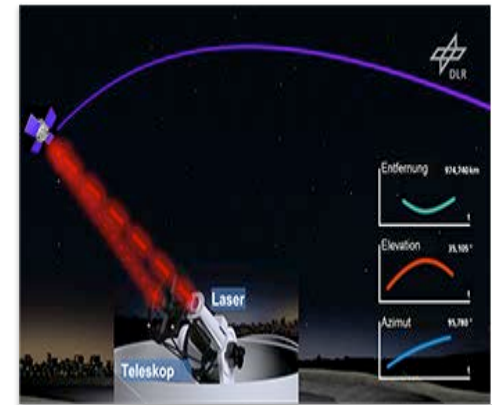
Detektieren von Weltraumschrott



Optical



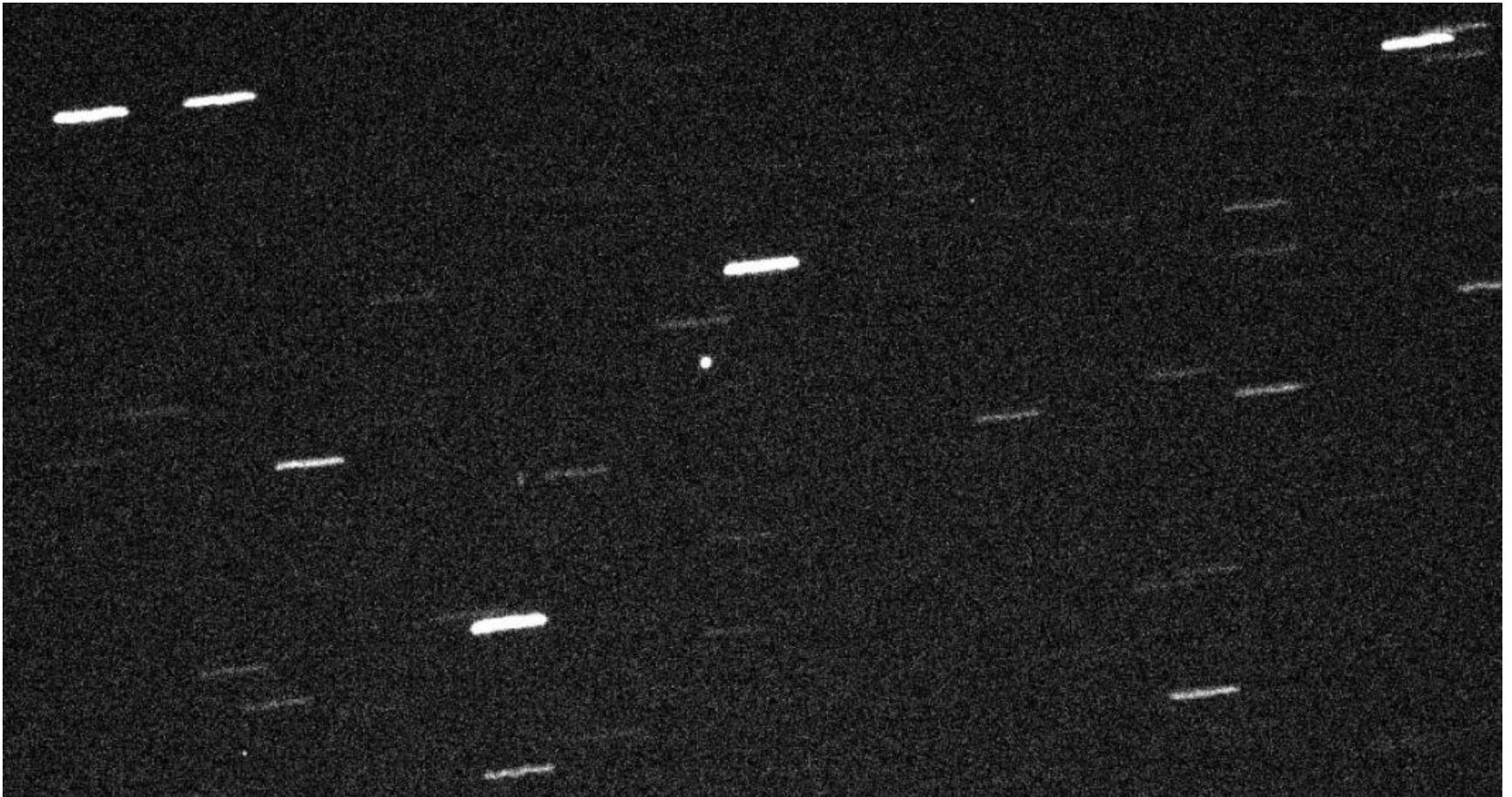
Radar



Laser

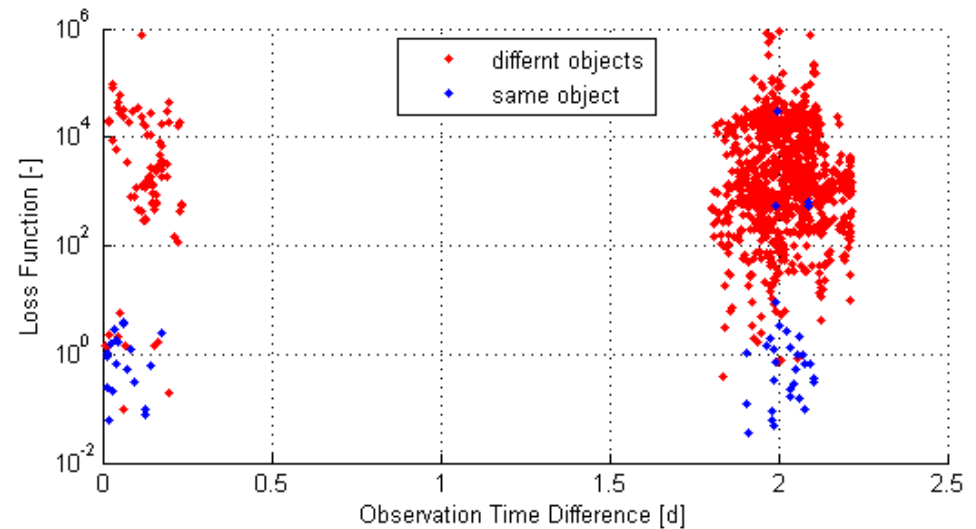
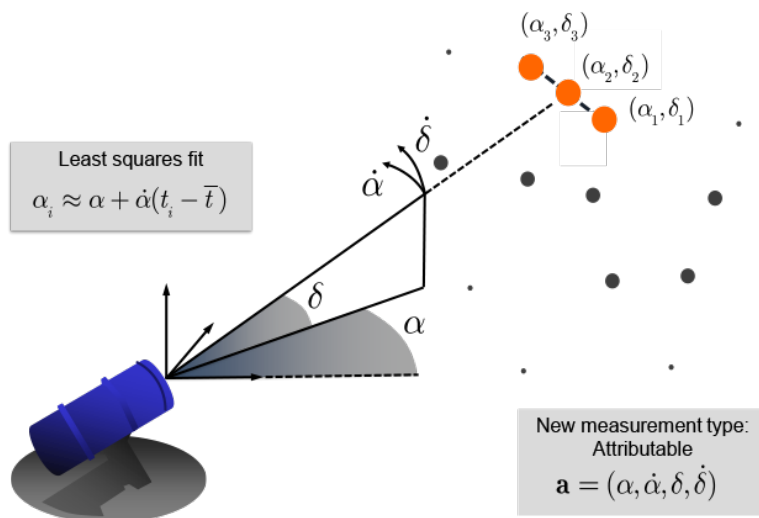


Objekt-Erkennung mit optischen Teleskopen



Objekt-Korrelation

- Separation of real / false tracklets above threshold of loss function (chi-squared distribution)
- Filter rate depends on accuracy, time difference, survey strategy, ...



Operativer Betrieb

Lage im Weltraum *in Echtzeit*

Missionsunterstützung

- Orbit-Berechnung
- Kollisionserkennung
- Wiedereintrittsvorhersage

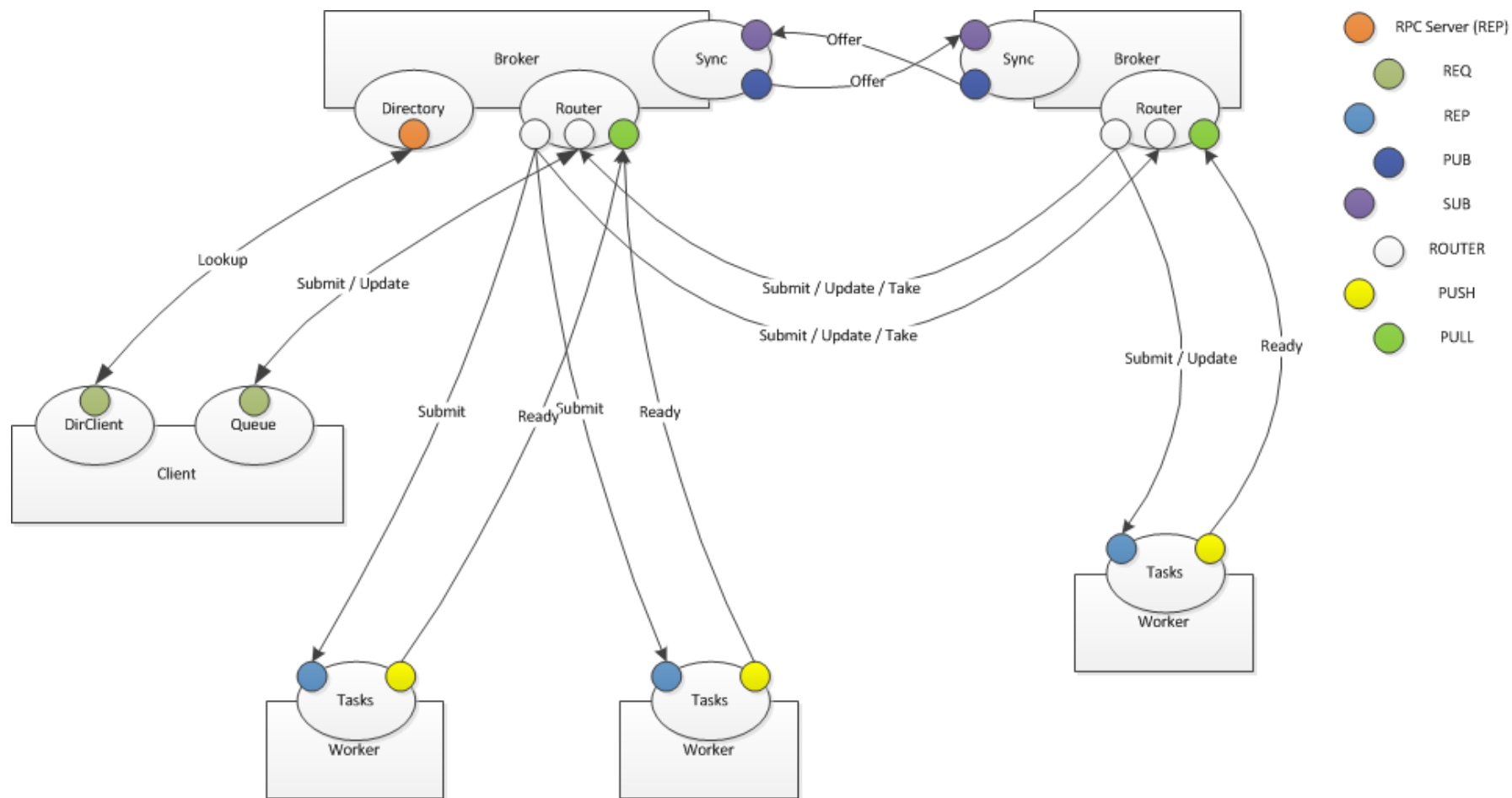


System BACARDI

- Backbone Catalogue of Relational Debris Information



Verteiltes Datenbank- und Analysesystem BACARDI



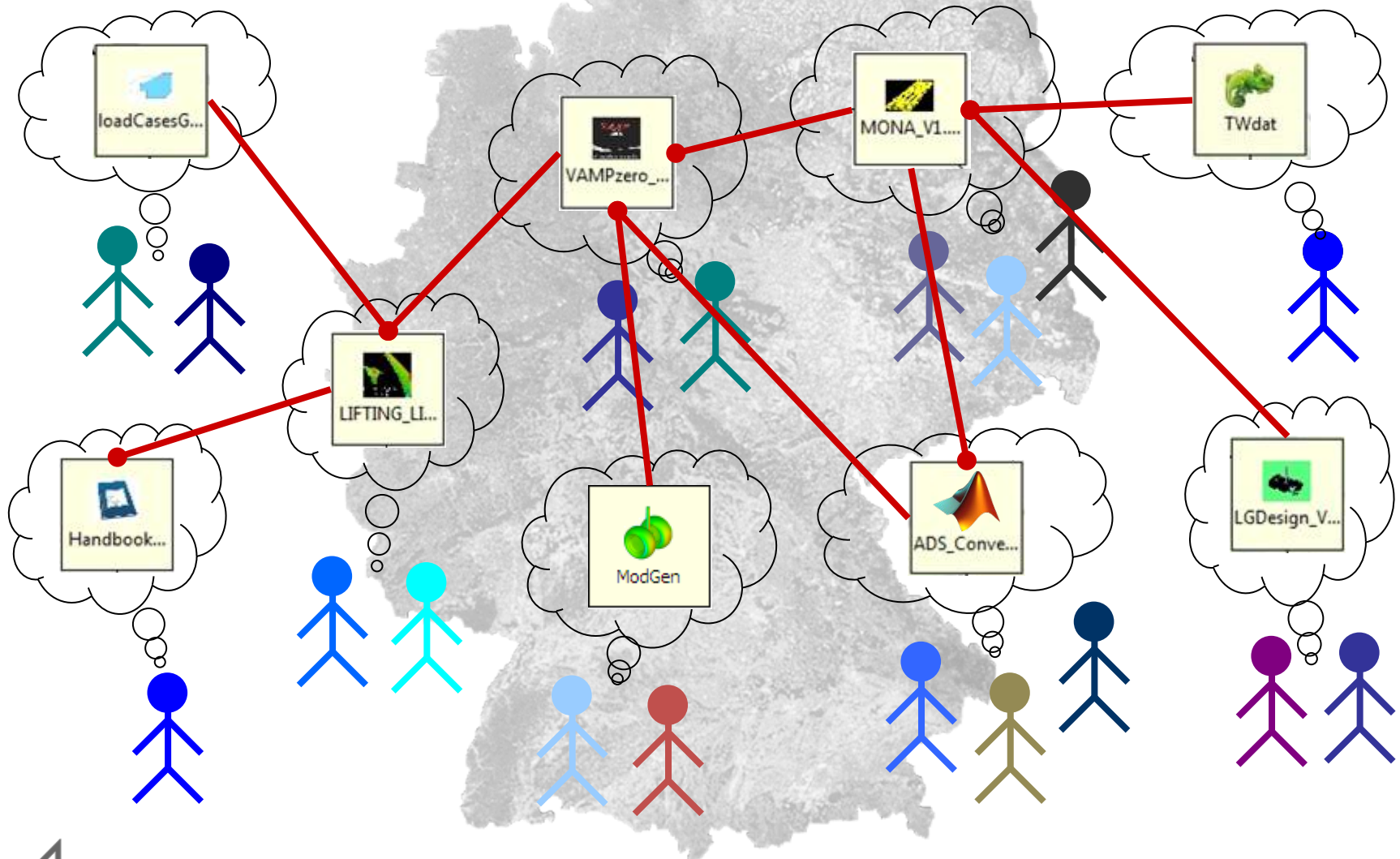
MDAO

Multidisziplinäre Analyse und Design-Optimierung

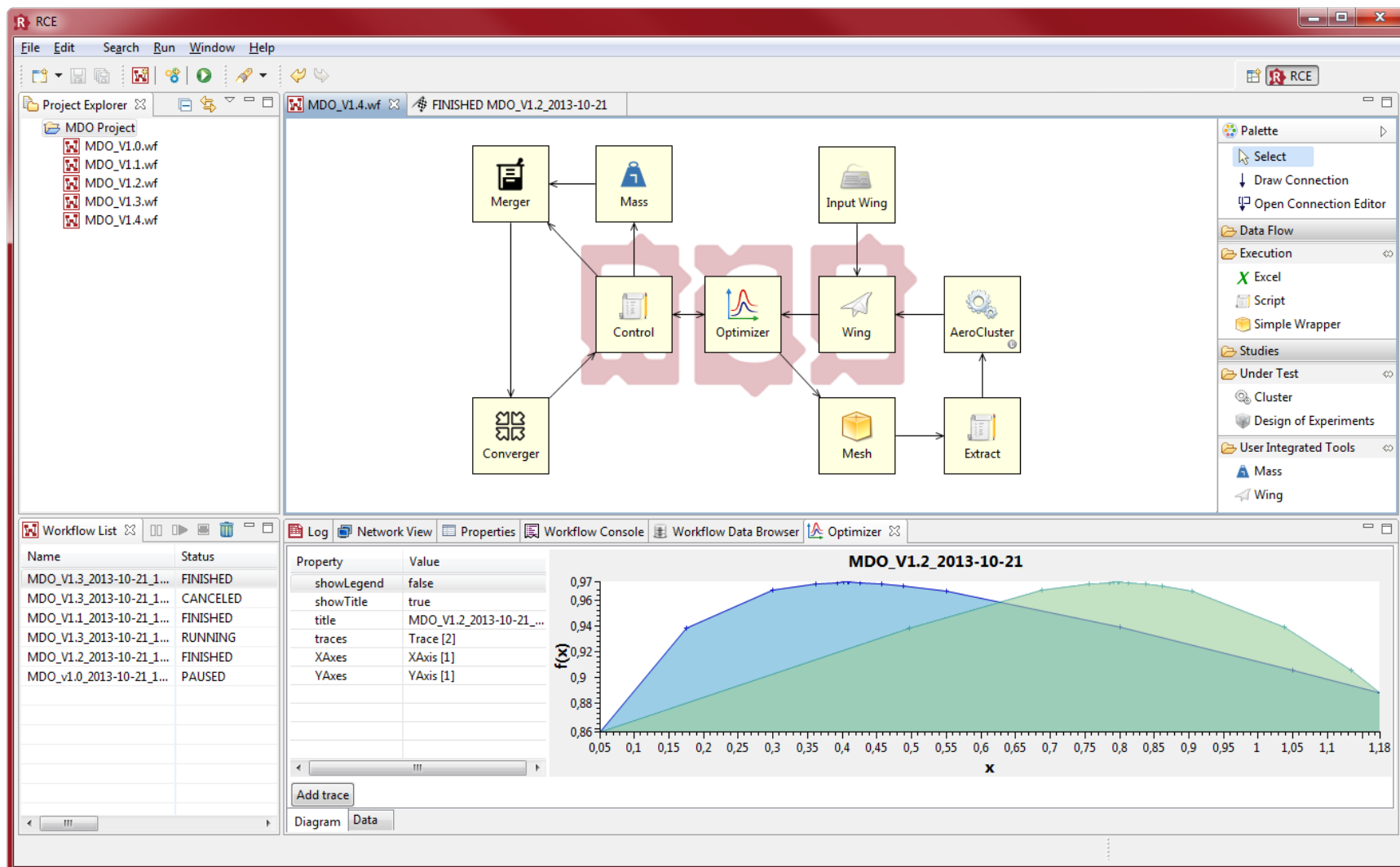
Beispiel: Neue Flugzeugkonfigurationen



Entwurfsprozesse – heterogen, verteilt

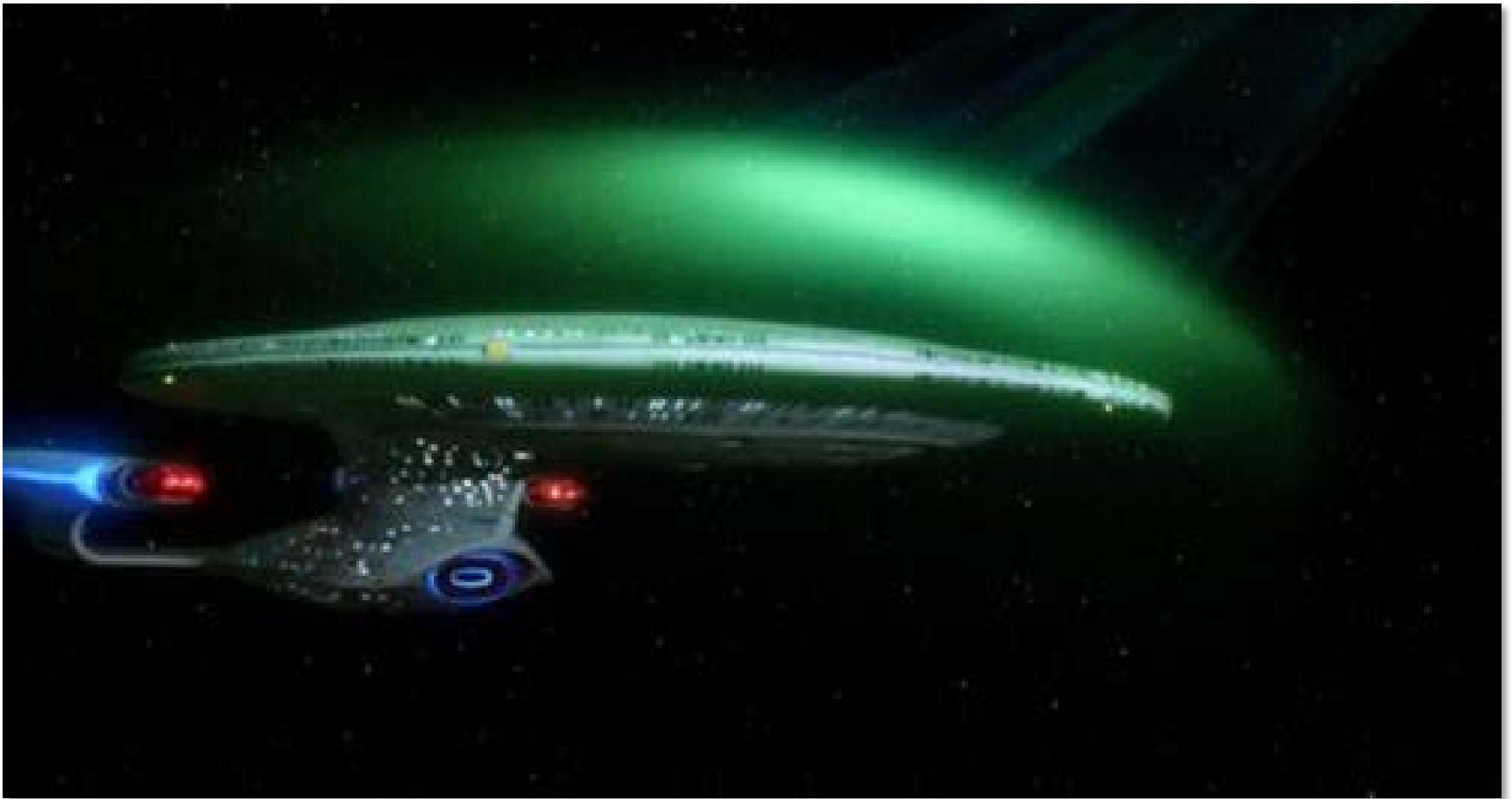


Integrierte Umgebungen für Analyse und Entwurf

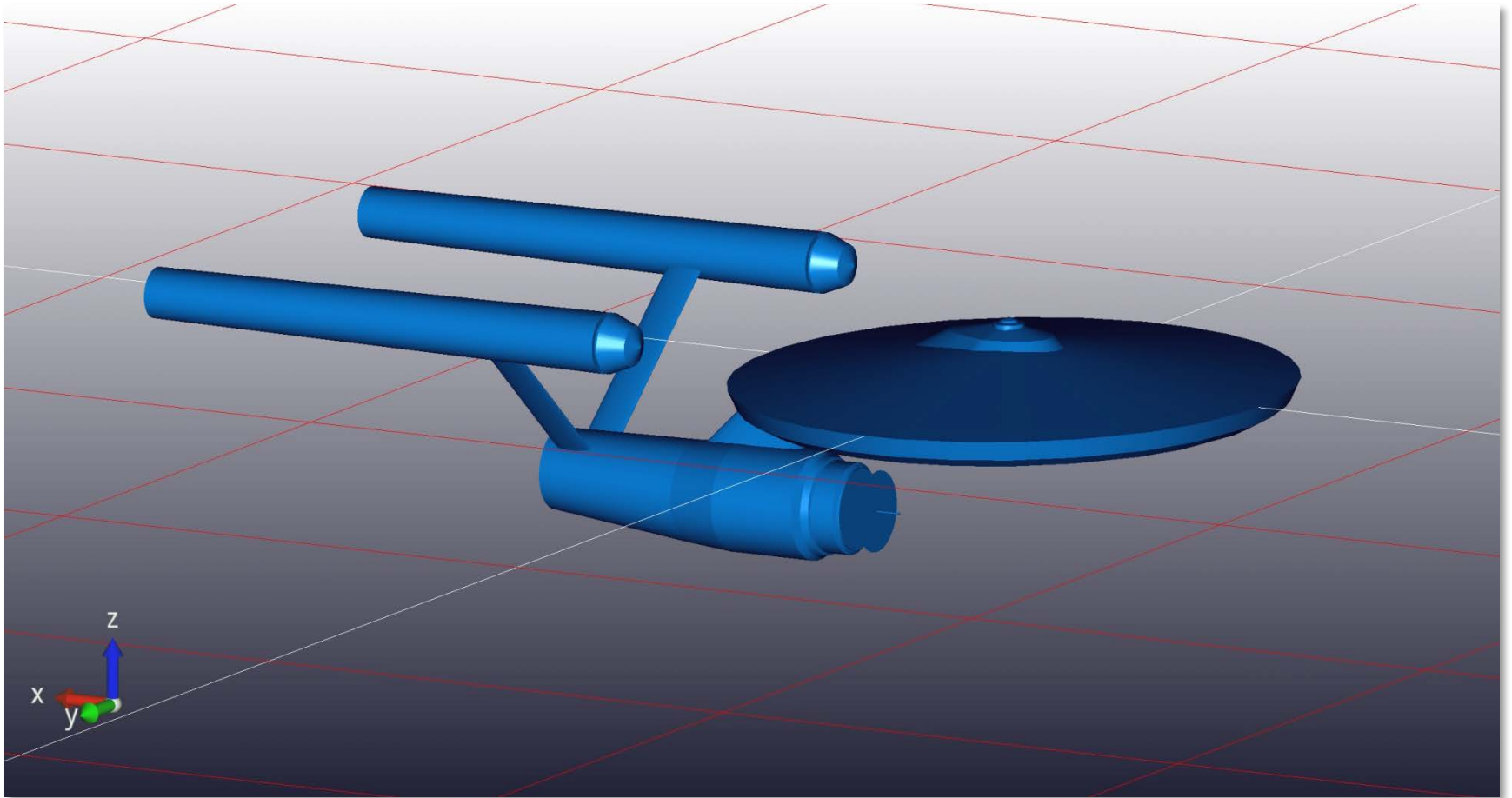


Multidisziplinäre Analyse und Design-Optimierung

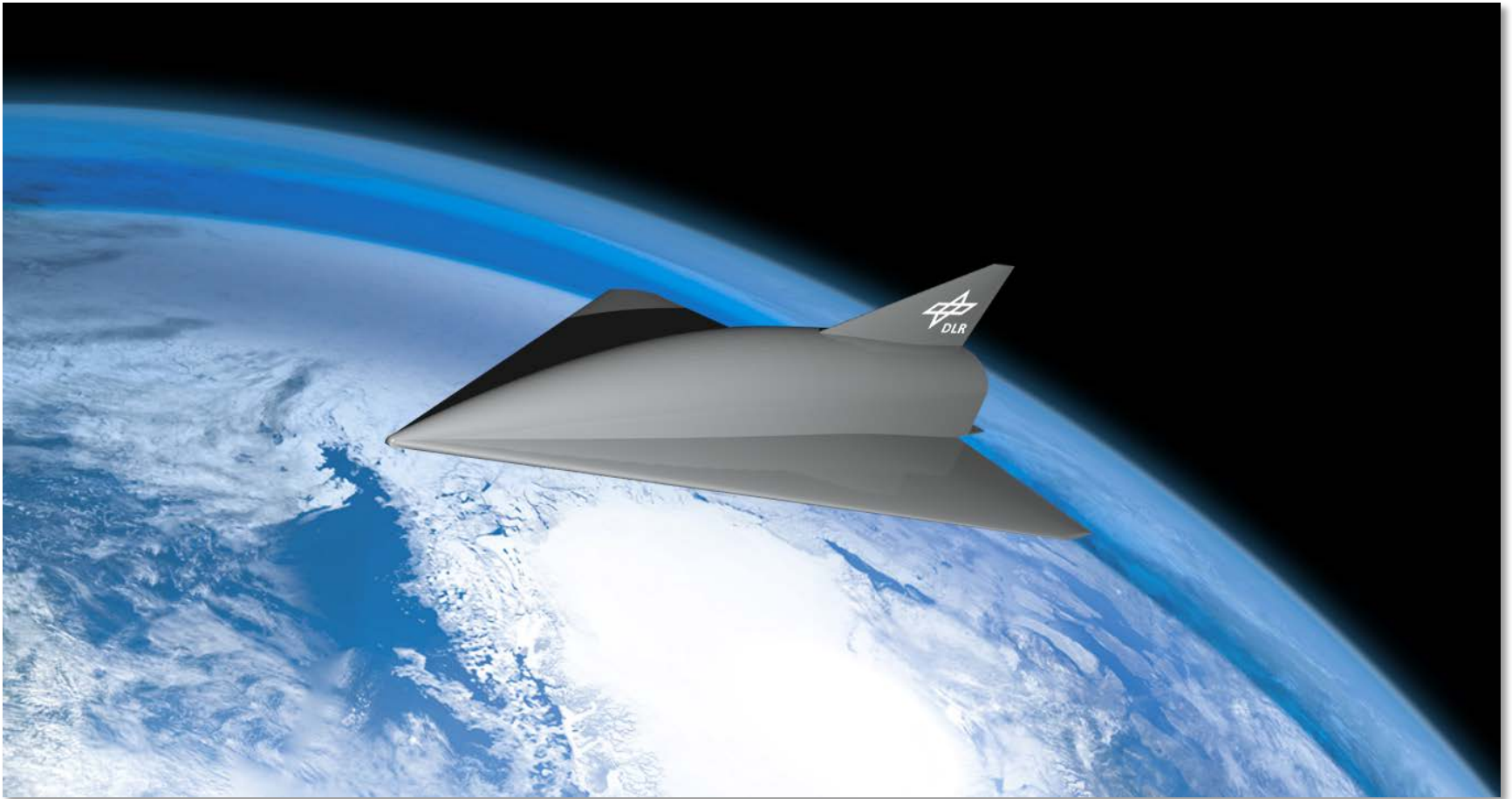
Beispiel: Raumschiffe



Model

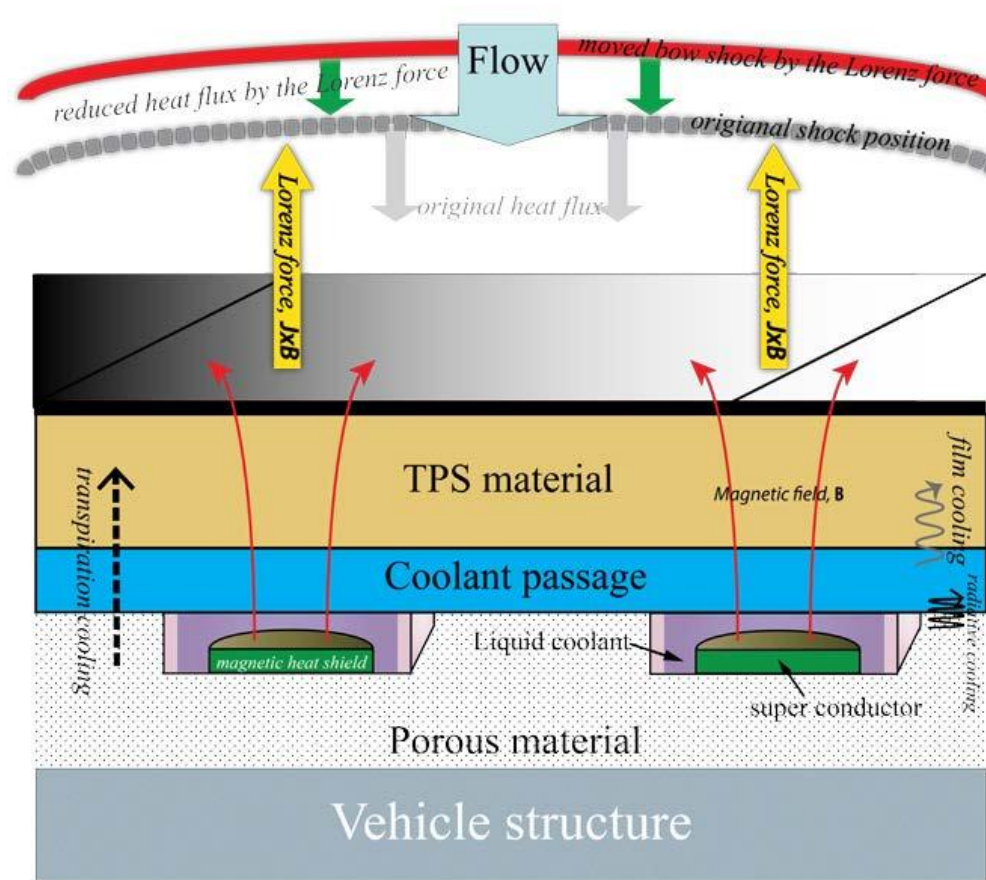


SpaceLiner

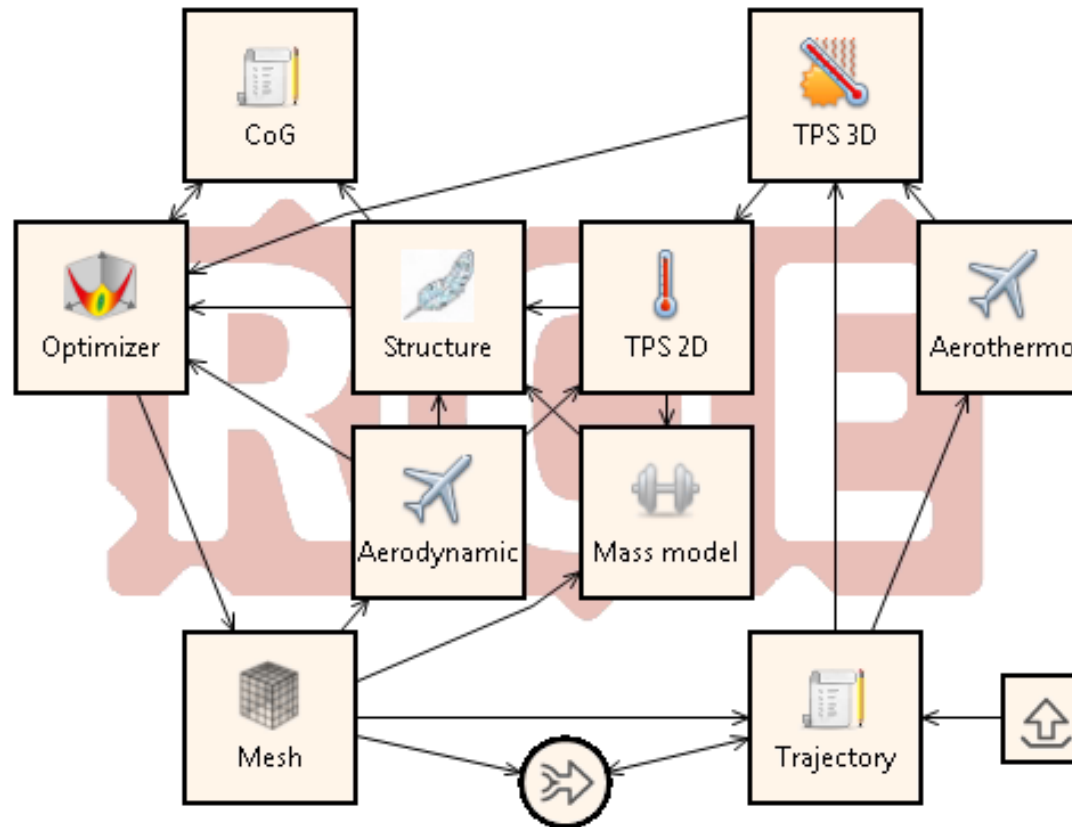


Wärmeschutzsystem

Magnetohydrodynamik mit supraleitenden Magneten



Analyse-Workflow



RCE (THERMAS User Instance)

File Edit Search Window Help

mdo_v1.9.8.6t_with_bttool_20150120_forv6_with_hysap_withT... mdo_v1.9.8.6t_with_bttool_20150120_forv6_with_hysap_withT...

TiGL Viewer

File Edit CPACS TIGL Exports View

Invoker File|Open

Workflow Data Browser Workflow Console Log Properties Workflow List

info stdout stderr [ALL] [ALL] search in messages Reset Search

T...	Time	Message	Component	Workflow
	2015-02-09 15:52:54,396	Block Nr.: 1	Aerothermo	mdo_v1.9.8.6t_with_...
	2015-02-09 15:52:54,396	NPI = 67 NPK = 16 NP = 1072	Aerothermo	mdo_v1.9.8.6t_with_...
	2015-02-09 15:52:54,396	-----	Aerothermo	mdo_v1.9.8.6t_with_...
	2015-02-09 15:52:54,396	-----	Aerothermo	mdo_v1.9.8.6t_with_...
	2015-02-09 15:52:54,396	Block Nr.: 2	Aerothermo	mdo_v1.9.8.6t_with_...
	2015-02-09 15:52:54,396	NPI = 67 NPK = 16 NP = 1072	Aerothermo	mdo_v1.9.8.6t_with_...

The image shows a screenshot of the RCE (THERMAS User Instance) software interface. The main window displays a workflow diagram with various components like CoG, TPS 2D, TPS 1D, Aerothermo, Mass model, Aerodynamic, Mesh, Trajectory, and TiGL Viewer. The TiGL Viewer window on the right shows a 3D model of a aircraft wing. The bottom panel shows a log of workflow messages, including block numbers, NPI, NPK, and NP values, and the component and workflow names.

Quantum Computing

A large, curved image of the Earth from space occupies the bottom half of the slide. It shows a portion of the globe with blue oceans, green landmasses, and white clouds. The curvature of the Earth is clearly visible, creating a sense of depth and perspective.

Wissen für Morgen

Neuer Ansatz: Quantencomputing

Diskrete Optimierung ist die Grundlage für viele Probleme

→ Packungen

→ Partitionen

→ Zuordnungen

→ Scheduling

NP-schwere Probleme!

Hoffnung: **Quantencomputer** löst diese **schneller** als klassische Rechner

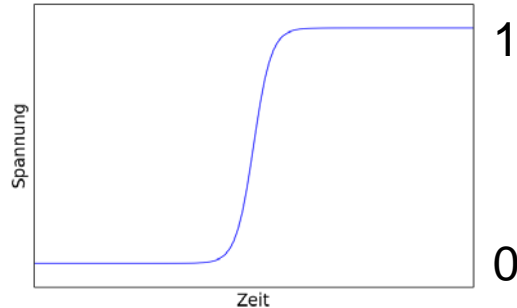


Quantencomputing

Unterschiede zum klassischen Computer

Klassische Bits

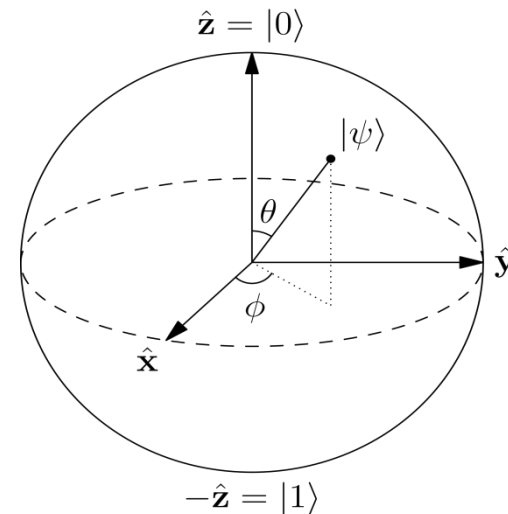
- „0“ oder „1“
- Elektrische Spannung



Quantenbits (Qubits)

- Überlagerung („Superposition“) komplexer Basiszustände

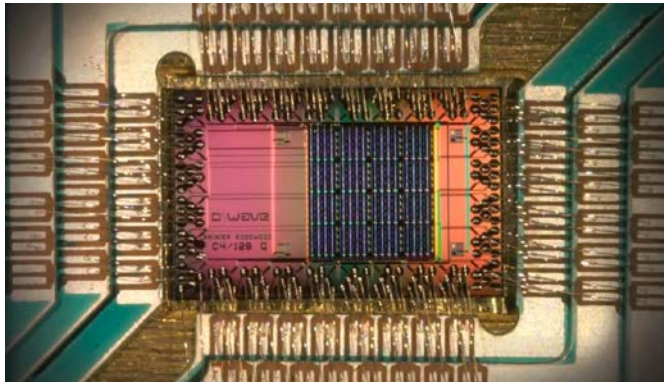
$$|\psi\rangle = c_0|0\rangle + c_1|1\rangle$$



Quantencomputer Hardware

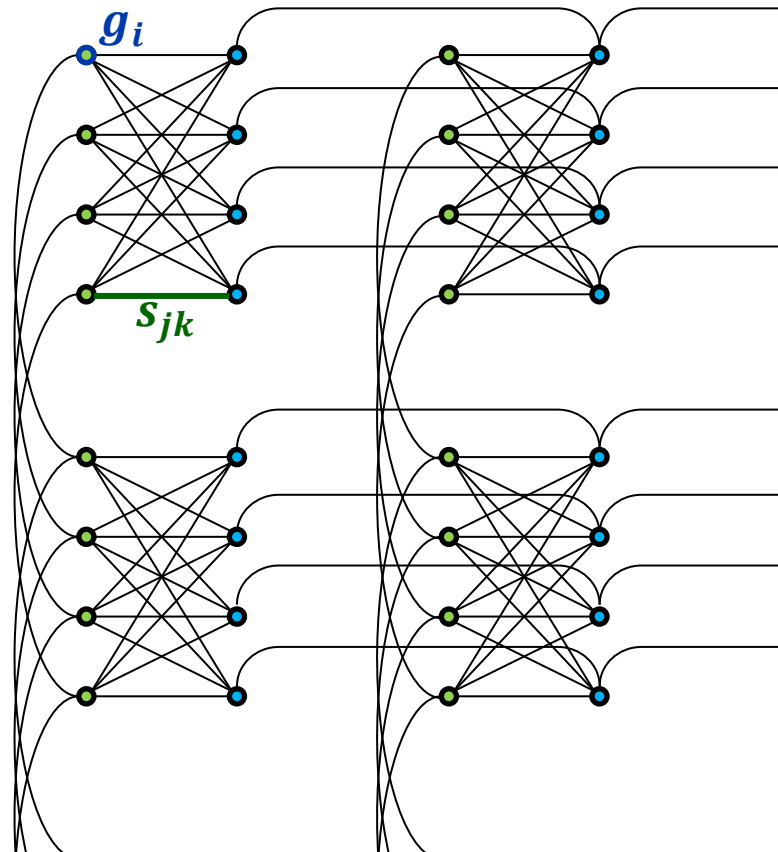
**Bisher ist ein Quantencomputer
kommerziell verfügbar**

- Firma D-Wave Systems
- System mit ca. 1200 Qubits („D-Wave 2X“)
- Adiabatischer Quantencomputer



Quantencomputer D-Wave

Topologie der Qubits



“Programmieren” eines Quantencomputers

Problem auf den Rechner bringen

1. Das Problem irgendwie in ein diskretes Optimierungsproblem (QUBO; Quadratic unconstrained binary optimization) umformulieren:

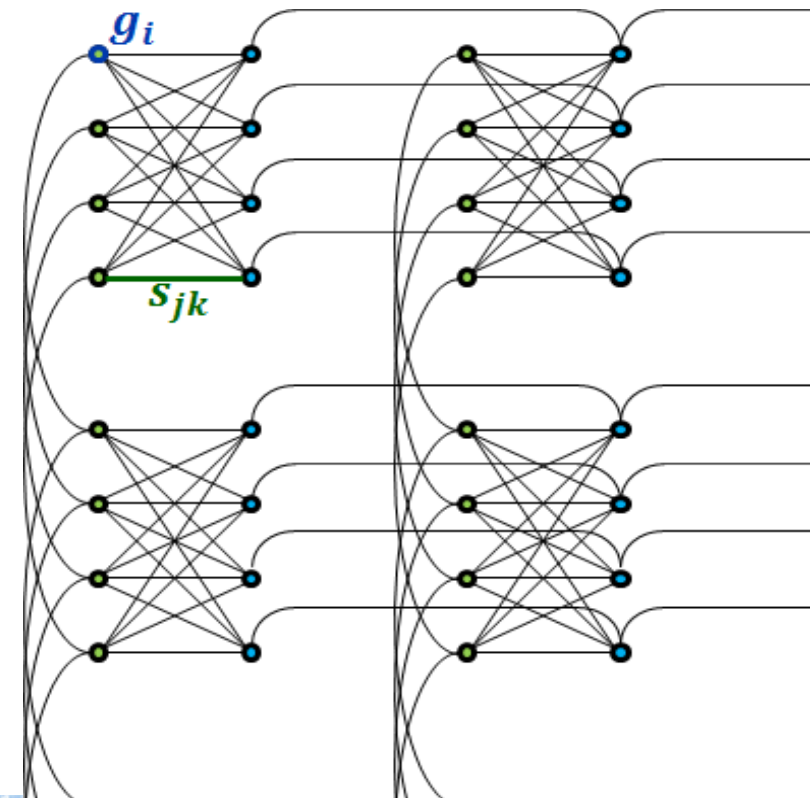
$$E(q_1, \dots, q_n) = \sum_{i=1}^n g_i q_i + \sum_{i,j=1}^n s_{ij} q_i q_j$$

$$q_i = \begin{cases} 0, & \text{für Schalter aus} \\ 1, & \text{für Schalter an} \end{cases}$$

g_i Gewichte

s_{ij} Stärken der Kopplungen

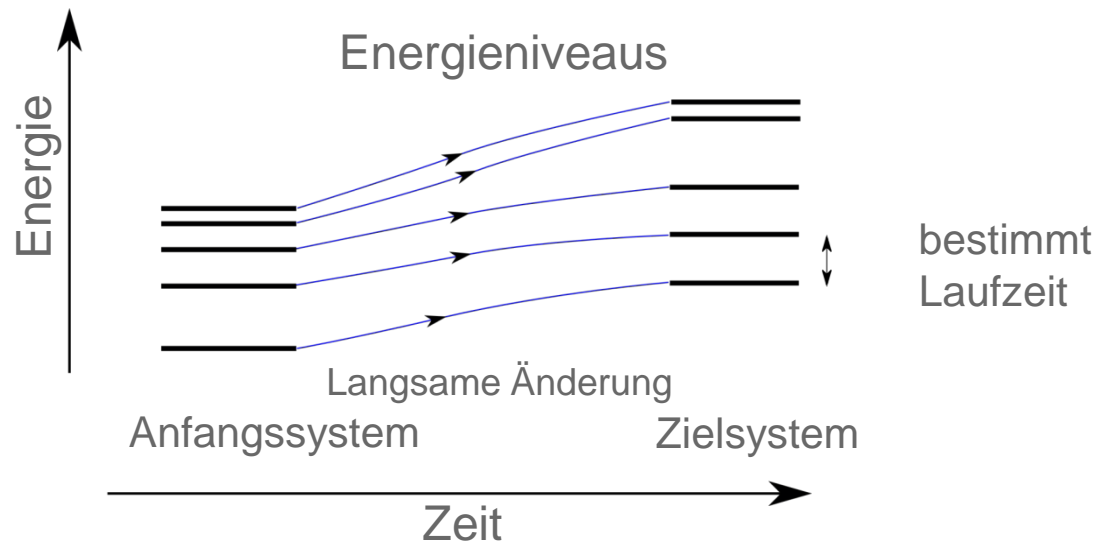
2. Vorbelegen der physikalischen Qubits mit den Gewichten und Stärken



„Programmieren“ eines Quantencomputers

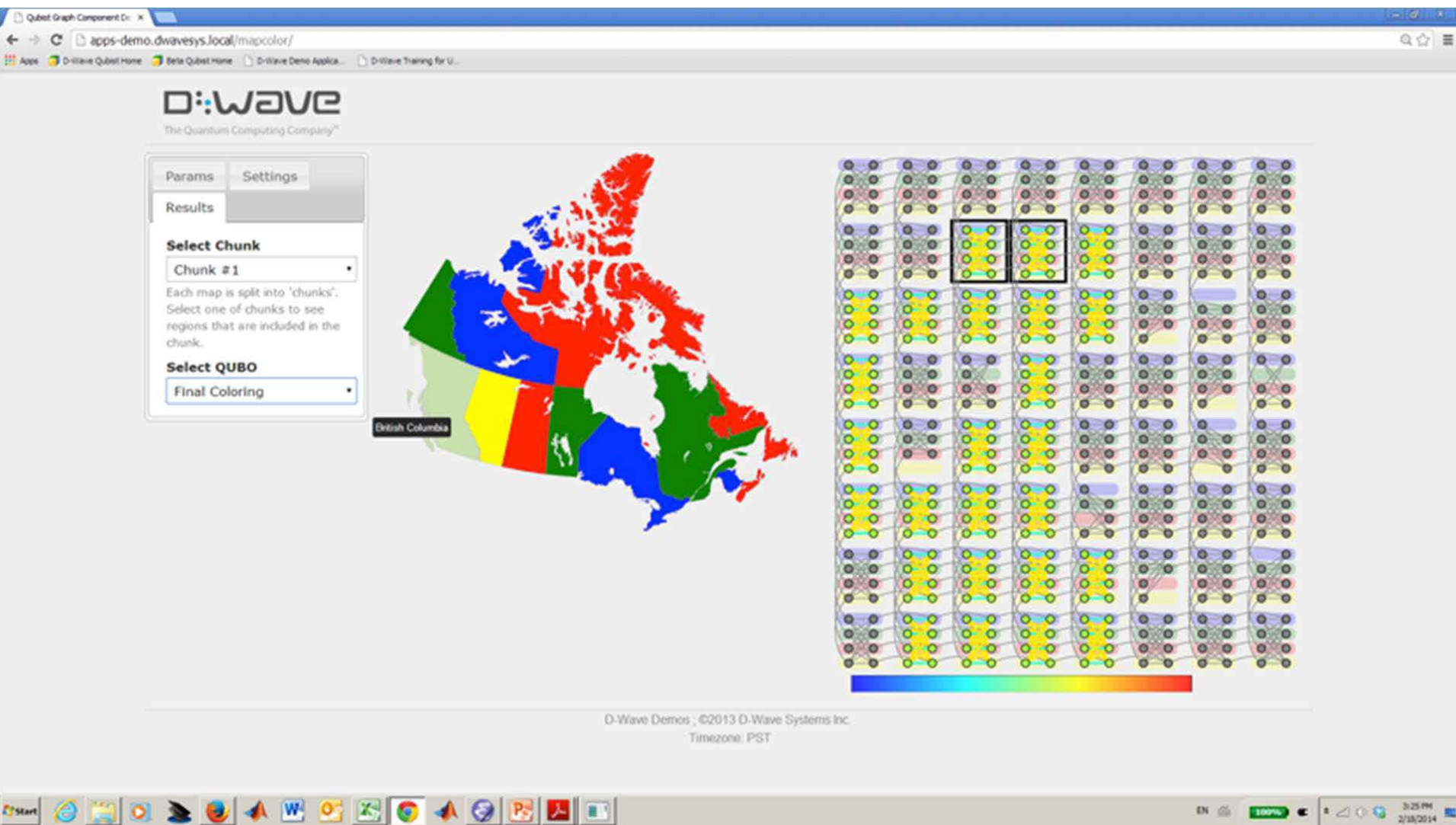
Problem auf den Rechner bringen

3. Die eigentliche “Berechnung”:
Langsame (adiabatische) Überführung des Energiezustands in einen Zustand, welcher der Lösung des Optimierungsproblems entspricht



4. Physikalische Messung zum Auslesen der Energien





Viele (Teil-)Probleme aus Luft- und Raumfahrt lassen sich als diskrete Optimierungsprobleme beschreiben

Design-Optimierung von Systemen in der Luft- und Raumfahrt **Robust Design**

- Bewertung der Robustheit von virtuell ausgelegten Luft- und Raumfahrtsystemen unter Einbeziehung von Unsicherheiten

Maschinelles Lernen

- Deep Learning, Pattern Recognition, Clustering, Bilderkennung, Durchsuchen von Datenströmen

Erkennen von Anomalien

- Monitoring von Raumfahrtsystemen

Missionsplanung

- Optimierung in Bezug auf Zeit, Ressourceneinsatz, Energieverbrauch, Kosten etc.

Verifikation und Validierung von Software



PyData Cologne 2016

Save the date...

28.11. – 30.11.2016

DLR Conference Center, Köln-Porz

@PyDataCologne



Vielen Dank!

Fragen?

Andreas.Schreiber@dlr.de
www.DLR.de/sc | [@onyame](#)

