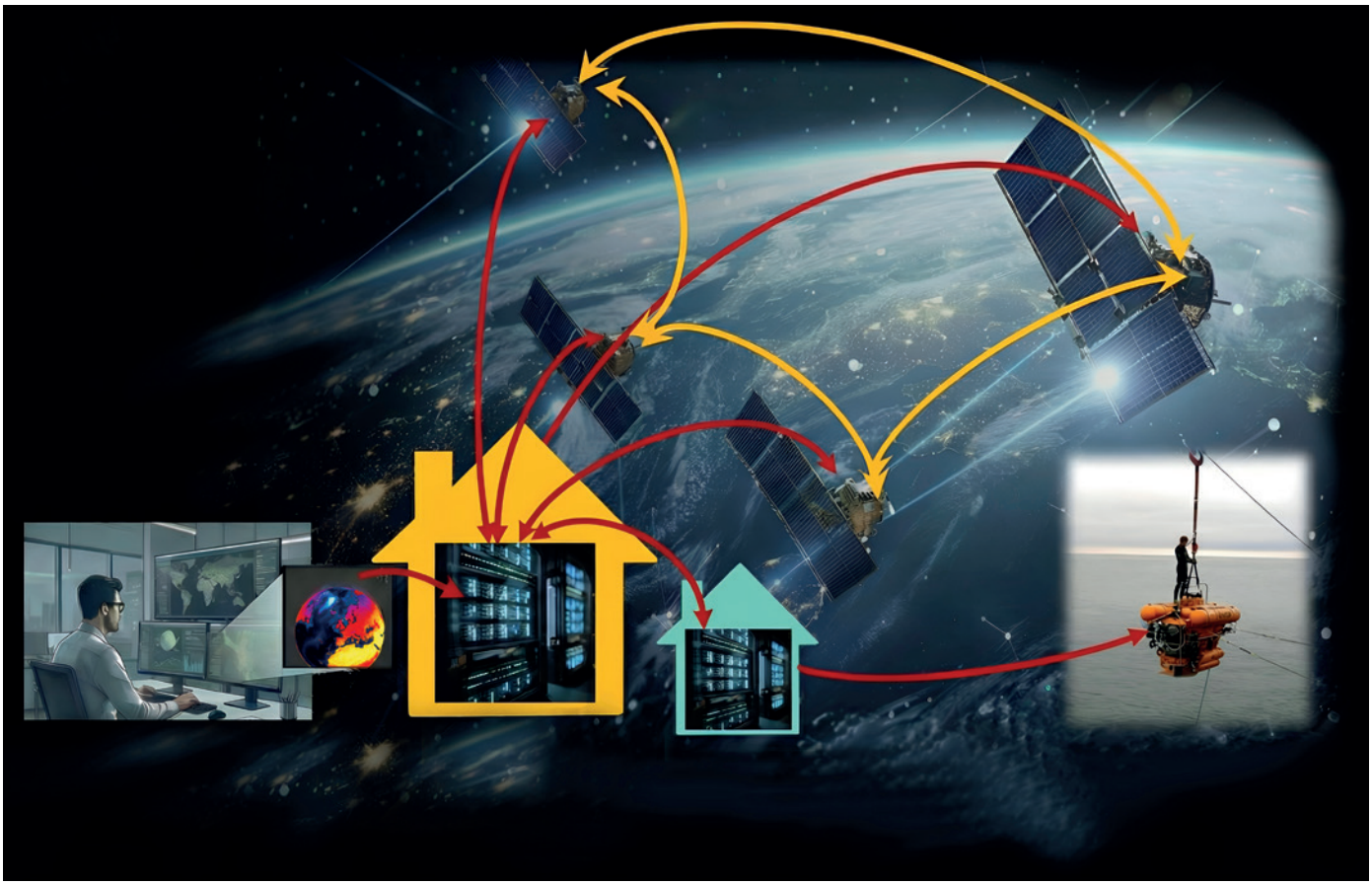


Bilder: rasdaman

Bei der verteilten Datenfusion entsteht ein einheitlicher, homogenisierter Informationsraum.

Kommt ein Raspberry geflogen …

Das SkyFed-Projekt zeigt, wie Datenwürfel-Analyse mittels verteilter Datenfusion und KI die Erdbeobachtung revolutionieren – demonstriert auf 64 Raspberry-Pi-Computern.

Autorin: **Heike Hoenig**

Millionen von Gigabytes prasseln auf uns herab. Tag für Tag liefern Erdbeobachtungssatelliten neue Informationen: Bilder, Zeitreihen, Wetter- und Klimadaten, Höhenmodelle in immer höherer Auflösung. Was früher wie ein Fortschrittsversprechen klang, ist längst auch ein Infrastrukturproblem. Die Archive wachsen schneller, als klassische Auswertungsprozesse hinterherkommen. Wer rechtzeitig Erkenntnisse gewinnen will, darf Daten nicht mehr nur sammeln – er muss sie dort analysieren, wo sie entstehen.

Vom Datenstrom zur Datenintelligenz

Genau hier setzt SkyFed an: Das Vorhaben – kofinanziert durch den EU-EFRE-Fonds sowie das Land Bremen – bringt drei Partner zusammen: die rasdaman GmbH, die Constructor University und die Hochschule Bremen. Statt Rohdaten in riesigen Mengen zur Erde zu senden, sollen die Sensoren selbst – also die Satelliten – Fragen beantworten können: Raum und Zeit verstehen, Datenquellen kombinieren, sich in föderierte Systeme einfügen und KI-gestützte Schlussfolgerungen direkt an Bord durchführen. Das Ergebnis: kein unkontrollierter Datenstrom mehr, sondern zielgerichtete Informationen, nur wenige Kilobyte groß.

SkyFed: Satellitenschwarm als Föderation

Diese Vision trägt den Namen „Location-Transparent Earth/Sky Datacube Federation“: ein integrierter Datenraum, in dem Rechenzentren, Cloud-Systeme, Drohnen, Flugzeuge und Satelliten gemeinsam eine

Informationseinheit bilden. Grundlage ist rasdaman – eine ausgereifte Big-Data-Technologie, die bereits operativ im Rahmen der EarthServer-Initiative Geodaten weltweit föderiert.

Der Begriff „Föderation“ ist dabei zentral. In einem föderierten System arbeiten viele verteilte Knoten – hier 64 Raspberry Pis – als eine homogenisierte Einheit zusammen. Jeder Knoten enthält einen Teil der Daten. Wird eine Anfrage gestellt, sorgt der Prozess der verteilten Datenfusion dafür, dass jeder Knoten die Daten liefert, die zur Beantwortung nötig sind. Die Nutzer müssen nicht wissen, welcher Teil der Daten auf welchem Gerät liegt – das System automatisiert die Verteilung und den Lastausgleich. Für den Nutzer entsteht ein einheitlicher Blick auf die Daten, obwohl im Hintergrund viele Komponenten beteiligt sind. Genau dieses Prinzip – Standorttransparenz – macht den Demonstrator so bedeutsam.

Ein Team unter Hochdruck

Der Zeitplan war eng. Vom Projektstart bis zur geplanten Präsentation auf der Space Tech Expo in Bremen blieben nur wenige Wochen. Der Bau und die Konfiguration der Hardware erwiesen sich als schweißtreibend. Der rasdaman-Server musste portiert und für die Raspberry-Pi-Plattform optimiert werden. Die Konfiguration der Föderation und die Visualisierung der Datenwürfel waren zum Schluss dran. Jeder Mitarbeiter hatte ein klar umrissenes Arbeitsfeld, und doch hing alles voneinander ab: Wenn die Stromversorgung instabil war, half die beste Software nichts. Wenn die Föderation nicht funktionierte, blieb der Cluster eine Ansammlung einzelner Platinen.

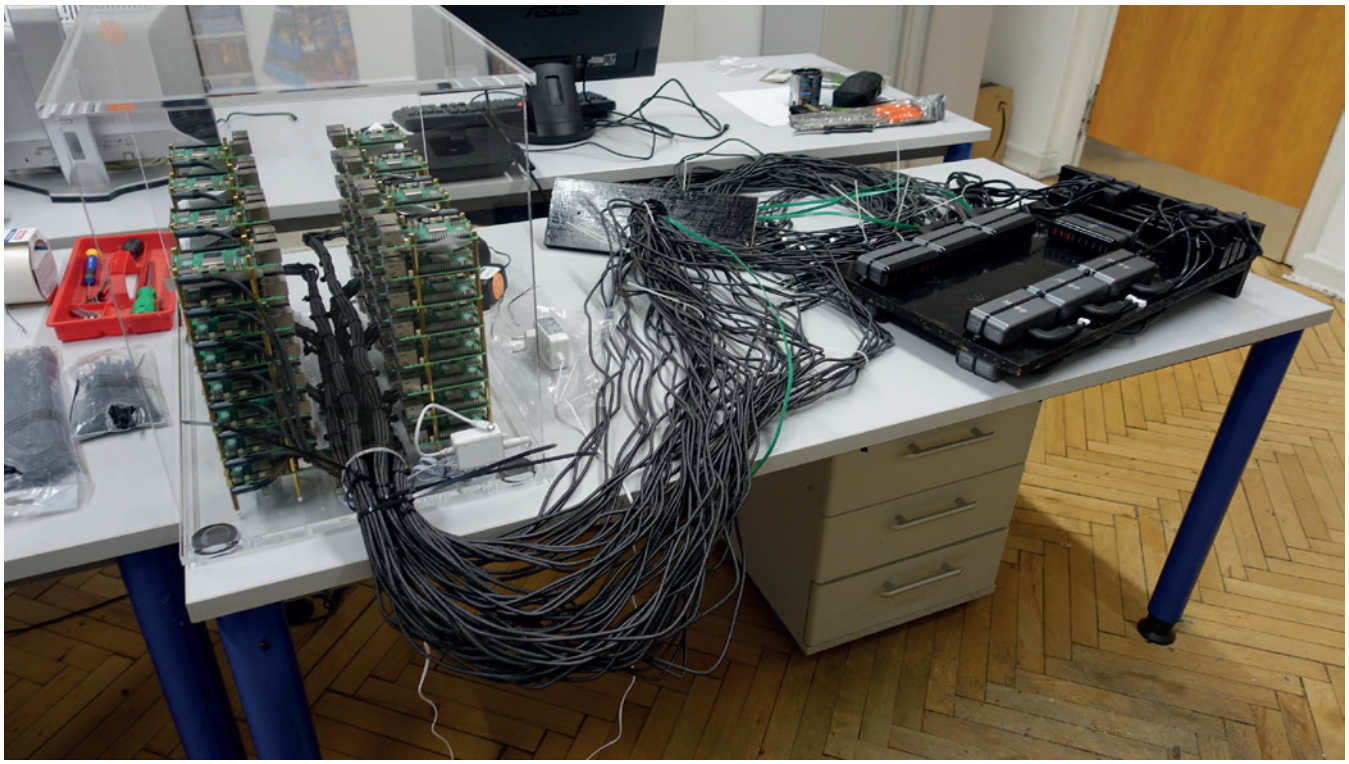
Logistik als Herausforderung: Hardware meets Deadline

Am Anfang stand Logistik. 64 Raspberry Pis der neuesten Generation mussten kurzfristig beschafft werden – dazu Speichermedien, Netzteile, USB-Kabel, Montagematerial, WLAN-Infrastruktur und ein maßgeschneidertes Acrylgehäuse. Gerade dieses Gehäuse machte die Planung heikel: Es wurde eigens gefertigt und wegen Preis und Zeit gab es praktisch nur einen Versuch. Abstände, Bohrungen, Kabelführung, Luftzirkulation, Stabilität – bei 64 Rechnern wird Improvisation schnell teuer.

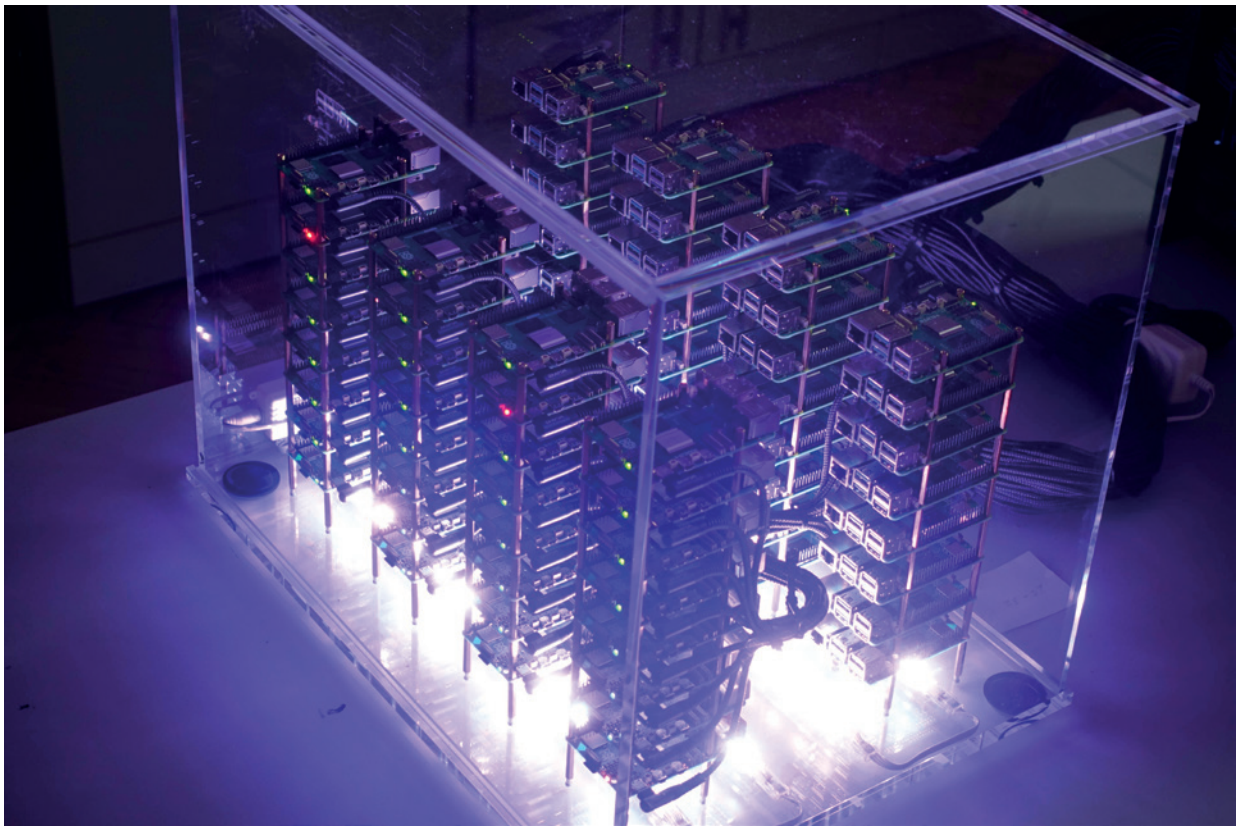
Dann trafen die ersten Teile ein. Jeder Raspberry Pi bekam eine microSD-Karte, musste vorbereitet, beschriftet und getestet werden. Aus den Einzelgeräten entstanden zunächst 8er-Türme – kleine vertikale Stapel, die später gemeinsam in das Acrylgehäuse eingesetzt wurden. Mit der Ankunft des Gehäuses wurde aus den acht Türmen eine Installation. Die transparente Konstruktion machte sichtbar, was bei vielen Recheninfrastrukturen verborgen bleibt: die einzelnen Knoten, die Ordnung der Ebenen, die Wiederholung eines Prinzips. 64 kleine Computer, jeder für sich unscheinbar, zusammen ein Objekt, das sofort Aufmerksamkeit erzeugte.

Parallel entstand eine Trägerplatte für die elektrische Infrastruktur – unsichtbar unter dem Präsentationstisch, aber das Fundament des Demonstrators. Auf ihr fanden Stromverteilung, Netzteile und WLAN-Router ihren Platz. Die Kommunikation zwischen den Raspberry Pis lief vollständig über WLAN; die sichtbaren USB-Kabel dienten ausschließlich der Stromversorgung. Diese Entscheidung war mehr als Pragmatismus: Ein Satellitenschwarm ist nicht über Ethernet-Kabel verbunden. Der Cluster sollte dieses Prinzip widerspiegeln.

Softwareseitig bestand die Aufgabe darin, aus 64 Rechnern einen homogenisierten Datenraum zu machen. Ein ERA5-Klima-Datenwürfel wurde über die Knoten verteilt und zu einem virtuellen Gesamtwürfel zusammengefasst. Anfragen



Die Stromversorgung des Raspberry-Clusters erfolgt durch 64 separate Kabel, die an 13 Netzteile mit 5 Ausgängen angeschlossen sind.



Das fertige Raspberry-Cluster zeigt exemplarisch die Möglichkeit der Föderation von Edge-Geräten.

in der Geo-Datenwürfel-Anfragesprache WCPS (Web Coverage Processing Service) konnten dadurch verteilt verarbeitet werden – hochdynamisch, ohne Programmieraufwand für den Nutzer. In einem weiteren Schritt wurden bestehende Archive eingebunden: der CoperniCUBE-Datacube-Service und ein Aviation-Weather-Service aus dem NATO-SPS-Projekt Cube4EnvSec. Damit war der Cluster kein isoliertes Schaustück, sondern Teil eines größeren Datenökosystems.

Links:

- https://skyfed.space
- https://dataspace.copernicus.eu/ecosystem/services/copernicube
- https://weather.cube4envsec.org/rasdaman-dashboard/
- https://cube4envsec
- https://earthserver.eu

Video zum Beitrag:

www.youtube.com/watch?v=oe6WqWMHE6o&t=9s

Dann kam der große Tag: die Space Tech Expo Europe in Bremen, angekündigt als „The Largest B2B Space Event in Europe“. Am Stand wurde der Cluster zum Blickfang. Besucher blieben stehen, weil 64 Raspberry Pis in einem Acrylaufbau sofort Neugier wecken. Der eigentliche Effekt entstand aber im Gespräch: Was wie ein spektakuläres Bastelprojekt aussah, entpuppte sich als Demonstrator für eine neue Datenarchitektur. Auch kleine Rechner können Teil von Big-Data-Föderationen sein. Auch Satelliten und Edge-Geräte können Datacube-Analytics ausführen. Und selbst massive Erdbeobachtungsarchive lassen sich so anbinden, dass technische Grenzen nicht mehr länger eine Herausforderung sind.

Ausblick: Eine neue Ära der Geoinformation

Der transparente Cluster symbolisiert mehr, als seine 64 Platinen auf den ersten Blick verraten. Er steht für Tempo – in wenigen Wochen entstand aus Planungsherausforderungen wie Hardwarelogistik, Softwareportierung und Messepräsentation ein funktionierender Demonstrator. Er steht für Pragmatismus – handelsübliche Raspberry Pis zeigen, was mit kluger Architektur möglich wird. Und er steht für eine neue Stufe der Erdbeobachtung: Sensoren, die nicht nur Daten liefern, sondern Teil eines intelligenten, föderierten Informationsraums werden. Große Ideen müssen irgendwann in kleine Schrauben passen – und genau das ist hier gelungen.

Kontakt:
Heike Hoenig
Wissenschaftsjournalistin
I: www.heike-hoenig.de

Wichmann

Technikwissen punktgenau

GIS in Landschaftsarchitektur und Umweltplanung

- Kompakter Einstieg in GIS speziell für Landschaftsarchitektur und Umweltplanung
- Grundlagen, Methoden und Einsatzmöglichkeiten verständlich erklärt
- Fundierte Einführung in GIS-Standards wie XPlanung und BIM
- Mit konkreten Praxisbeispielen – z. B. zur Bewertung von Ökosystemleistungen, zu Kulturlandschaftsanalysen und zur GIS-BIM-Verknüpfung in Infrastrukturprojekten

2025. 366 Seiten
48,– € (Buch/E-Book)
67,20 € (Kombi)

Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten. Sowohl das E-Book als auch das Kombiangebot (Buch + E-Book) sind ausschließlich auf **www.vde-verlag.de** erhältlich.

Bestellen Sie jetzt: (030) 34 80 01-222 oder www.vde-verlag.de/buecher/537736

Werbung Nr. 251210