

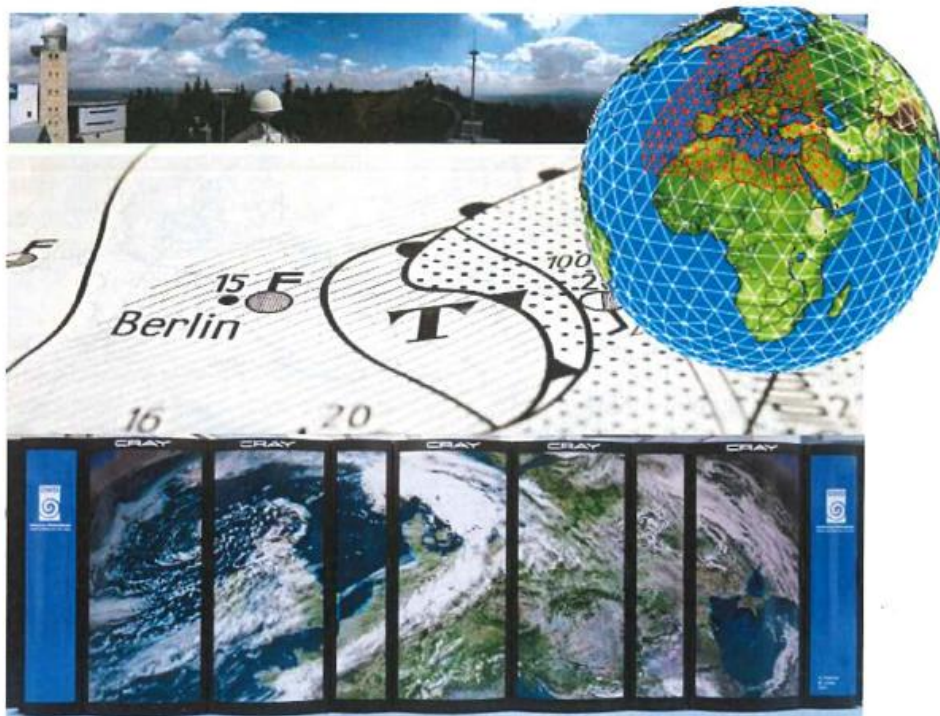
229602



15.276

Wie das **Wetter** **Rechnen** lernt

Deutsches Meteorologisches Rechenzentrum
(DMRZ)



Version 1.0, Stand 04.05.2015
N. Döbler, E. Cyris

Deutsches Meteorologisches Rechenzentrum (DMRZ)

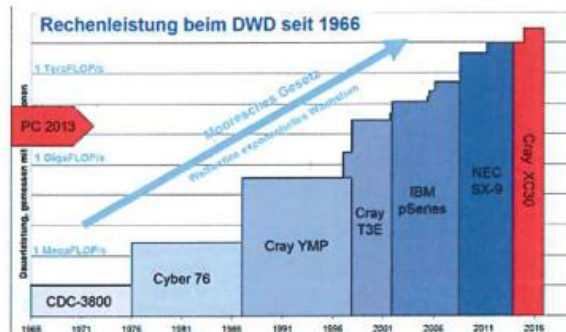
Der technische Dienstleister stellt die für den Betrieb des gesamten Wetterdienstes notwendigen Basissysteme bereit und sorgt für deren unterbrechungsfreien Betrieb. Hierzu gehören die Gewinnung von meteorologischen und Umweltdaten in den eigenen festen Beobachtungsnetzen und die Integration anderer Datenquellen, die zeitgerechte Sammlung, auch international von anderen nationalen Wetterdiensten bereitgestellter Daten, die Verarbeitung, Qualitätskontrolle und Bereitstellung aller erforderlichen Basisdaten für unterschiedlichste Anwendungszwecke, der Betrieb und die Unterstützung aller zentralen und dezentralen IT - Systeme und -Verfahren, insbesondere die Bereitstellung der benötigten Rechenleistung im Deutschen Meteorologischen Rechenzentrum für den zivilen und militärischen Bereich. Hinsichtlich des internationalen Datenaustauschs und einer allgemeinen Zusammenarbeit übernehmen eine Reihe von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern Aufgaben in Arbeitsgruppen, Gremien und Projekten internationaler Organisationen, z.B. von EZMW, EUMETNET oder der WMO.

Die Datengewinnung, Produktionsinfrastruktur und zugehörige Dienste ist mit ca. 923 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der größte Bereich des DWD.

Die vielfältigen Aufgaben und sehr unterschiedlichen technischen Systeme stellen an

das Personal des Geschäftsbereichs besondere Anforderungen:

- Wechselschichtdienst im Beobachtungsdienst und im Rechenzentrum (24 Stunden/7 Tage)
- Hohe Leistungsbereitschaft (z.B. für Rufbereitschaft und in Notfällen)
- Lebenslanges Lernen aufgrund der schnellen technischen Entwicklungen
- Expertise auf den Gebieten der Mess-, Informations- und Kommunikationstechnik



Quelle: Dr. H. Weber

Die künftige Entwicklung erfordert für die Durchführung der Aufgaben immer höhere Qualifikation und Flexibilität

Datengewinnung

Für Mensch und Umwelt, vom Katastrophenschutz bis zur privaten Planung, insbesondere Warn- und Vorhersageservice, ist das Wetter von öffentlichem Interesse. Eine wesentliche Grundlage für alle meteorologischen Dienstleistungen ist die Messung und Beobachtung der Wettererscheinungen, d.h. die kontinuierliche Gewinnung und Bereitstellung meteorologischer Daten für die verschiedensten Anwendungsbereiche.

Mess- und Beobachtungsnetz des DWD Stand September 2014	
Das hauptamtliche Netz	
183 hauptamtliche Wetterwarten und Wetterstationen	
9 Aerologische Stationen	
121 Stationen mit Strahlungsmessung	
48 Stationen mit Radioaktivitätsmessungen	
18 Radarstandorte	
Das nebenamtliche Netz	
1798 ehrenamtlich betreute Wetterstationen	
Das phänologische Beobachtungsnetz	
1222 phänologische Beobachtungsstellen	
Das maritime Messnetz	
620 Stationen	

Weltweiter Datenaustausch des DWD im Rahmen der WMO: GTS und WIS

Der globale Austausch meteorologischer Daten ist die Voraussetzung der weltweiten Wetter- und Klimaüberwachung sowie zum Betrieb der numerischen Vorhersagemodelle, die die

Grundlage der Wettervorhersagen und aller daraus abgeleiteten Produkte (Warnungen) darstellen (s. Anhang 1).

Produktionsinfrastruktur

Die Produktionsinfrastruktur ist die zentrale Produktionsabteilung des Deutschen Wetterdienstes. Die Produktion des DWD erfolgt in drei Stufen:

➤ DWD-Preprocessing

Die Daten des aktuellen Wetters werden weltweit von den offiziellen Beobachtungsstationen eingesammelt, für die numerische Wettervorhersage aufbereitet und in Beobachtungsdatenbanken gespeichert.

➤ DWD-Kernprozess

Die aufbereiteten Beobachtungsdaten gehen als Anfangswerte in die numerische Wetter- und Klimavorhersage.

Der DWD betreibt mehrere Wetter- und Klimamodelle sowie Ausschnitte in verschiedenen Auflösungen. Vom weltweiten Modell bis hin zu lokalen Ausschnitten über europäischen und deutschlandweitem Gebiet. Die Ergebnisse der numerischen Vorhersage werden wiederum in Datenbanken gespeichert.

➤ DWD-Postprocessing

In dieser Produktionsphase werden die Ergebnisse der numerischen Vorhersagen zu Pro-

dukten für die verschiedenen Kundengruppen des DWD verarbeitet

Der DWD versendet jeden Tag über 90 000 Produkte an seine Kunden.

Die zentrale Produktion des DWD ist überwiegend vollautomatisiert. Dafür wird eine sehr leistungsfähige Informations- und Kommunikationstechnik benötigt. Der Bereich Produktionsinfrastruktur nimmt dazu u. a. die folgenden Aufgaben wahr:

- Sie betreibt das Deutsche Meteorologische Rechenzentrum (DMRZ) mit den Standorten Offenbach, Berlin/Potsdam und Euskirchen für den DWD und die Bundeswehr. Die verschiedenen Standorte garantieren einen kontinuierlichen Betrieb selbst bei schwerwiegenden Störungen eines Standortes.
- Sie betreibt internationale und nationale Kommunikationsnetze für den DWD und darüber hinaus auch das Weitverkehrsnetz der Bundesverwaltung für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI-WAN).
- Sie stellt den internationalen Austausch von Wetterdaten und den Empfang von Satellitendaten im Rahmen der geltenden UN-Regularien sicher.

Zentrale Systeme des DMRZ

Das DMRZ besteht aus den Standorten Offenbach, Euskirchen und Berlin/Potsdam. Der Hochleistungsrechner sowie das entsprechende Backup-System werden vom DWD und dem Amt für Geoinformationswesen der Bundeswehr am Standort Offenbach gemeinsam betrieben.

In Offenbach werden auch die Klimamodelle und die Ausbreitungsmodelle für chemische Darüber hinaus gibt es in Berlin/Potsdam für die wichtigsten Verfahren ein georedundantes

und radioaktive Atmosphärenverunreinigungen sowie für Vulkanasche gerechnet.

Zusätzlich zum Hochleistungsrechner sind am Standort Offenbach alle anderen Server und Netzwerkkomponenten mit dazugehörigem Backup untergebracht, die für einen sicheren Betrieb und die Produktverteilung erforderlich sind. Diese Produktiv- und Backupsysteme sind auf zwei Brandabschnitte verteilt.

Backup. Sollten alle Hochleistungsrechner für die Wettermodelle ausfallen, so kann der Be-

trieb über das Europäische Wetterzentrum in Reading aufrechterhalten werden. Das DMRZ ist aktiv am nationalen und internationalen Austausch meteorologischer Daten beteiligt. Neben regulären Aufgaben, zu denen die Zu-

sammenarbeit mit WMO und ICAO gehört, beteiligt sich das DMRZ an besonderen Aktionen wie z.B. dem Antarktis-Monitoring (s. Anhang 2).

Leitstand

Im Leitstand werden alle Systeme und Anwendungen sowie alle nationalen und internationalen Kommunikationsverbindungen des DWD überwacht. Die Überwachung findet 24 Std./Tag und 7 Tage in der Woche statt. Die wichtigste Anwendung ist die numerische Wettervorhersage. Es ist die Rechnersimulation der atmosphärischen Prozesse, die ausgehend von der Analyse des aktuellen Zustandes eine Prognose zur zukünftigen Entwicklung ableitet. Den Anfangszustand für die numerische Wet-

tervorhersage gewinnt man durch Messung aller relevanten Daten in einem weltumspannenden Beobachtungsnetz. Diese Daten werden empfangen, gespeichert und weiter verarbeitet und zudem über ein internationales Kommunikationsnetz zwischen den nationalen Wetterdiensten ausgetauscht. Mit Hilfe eines Assimilationsverfahrens werden die zeitlich und räumlich unregelmäßig verteilten Beobachtungsdaten aufbereitet und auf unterschiedlichen Modellgettern transformiert.



WISO-Leitstand, Quelle DWD



Prozesskette des DMRZ

Meteorologischer Service Desk

Der UHD (User Help Desk) ist die zentrale Stelle im DWD, um Problemmeldungen und Beratungswünsche von Nutzern zu technischen Systemen zu melden.

Soweit möglich, werden hier im First-Level-Support die Kundenanfragen bereits zu einer Lösung gebracht. Wird das Problem zur weiteren Bearbeitung an den Second Level Support weitergegeben, werden die Kundenanforde-

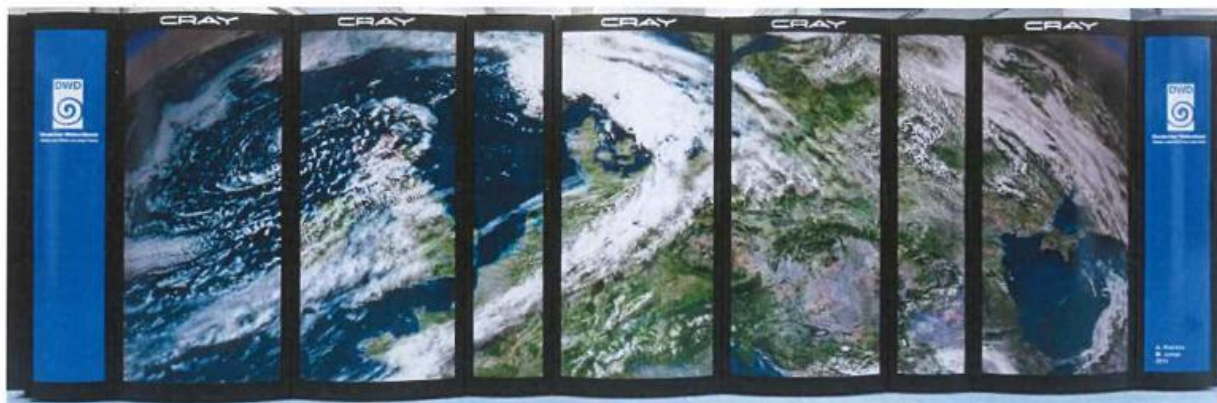
rungen in ein zentrales Ticketsystem qualifiziert aufgenommen und an die verantwortliche Stelle geleitet. Der Nutzer wird soweit möglich per E-Mail informiert. Darüber hinaus haben alle internen Nutzer die Möglichkeit, Newsletter mit unterschiedlichen Themen zu abonnieren. In diesem Fall wird dann bei größeren Problemen mit dem Eintrag auf die Störungsseite eine E-Mail versendet. Weitere E-Mail kommen bei Änderungen der Störung und wenn die Störung beseitigt ist.

Rechner und Systeme zur numerischen Wettervorhersage

Eine der Hauptaufgaben des DWD ist die numerische Wettervorhersage. Zu ihrer Realisierung wird Ende 2014 ein leistungsfähiges, doppelt ausgelegtes XC30-Cluster der Firma Cray mit 2 x 796 Knoten und insgesamt 2 x 17 642 Prozessoren zur Verfügung stehen.

Die Rechenleistung beträgt 2 x 560 TeraFLOP/s (560 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde).

Die Vorverarbeitung der verschiedenen Datenarten, Aufbereitung und Speicherung der Modellergebnisse erfolgen auf einem doppelt ausgelegten Linux-Cluster mit jeweils 24/26 Knoten und 520/576 Prozessoren. Ein Cluster und ein Cray XC30-System können auf ein gemeinsames paralleles Dateisystem mit einer Gesamtkapazität von etwa 2 PetaByte (das entspricht 2 000 Milliarden Byte) zugreifen.



CRAY XC40

Spezielle Datenhaltungs- und Archivierungssysteme

Meteorologische und klimatologische Daten, z.B. Meldungen in Text- oder verschlüsselter Form, Bilder, Radar- und Satellitendaten, auch Ergebnisse der numerischen Wettervorhersage und der Klimamodellierung, werden in eigens hierfür entwickelten Datenhaltungssystemen gespeichert.

Für die Datenhaltung wird ein doppelt ausgelegtes Servercluster des Typs Sun Server X2-4/8 mit 3 x X2-8- und 2 x X2-4-Servern eingesetzt, das in Datenbankcluster und Datenzugriffscluster aufgeteilt ist. Für beide Datenhaltungssysteme steht ein Festplattenspeicher mit einer Gesamtkapazität von 3 PetaByte zur Verfügung.

Die Langzeitspeicherung dieser Daten erfolgt in zwei ORACLE/STK-Bandrobotersystemen mit T10000-Laufwerkstechnologie und 20.000 Kassettenstellplätzen.

Das gespeicherte Datenvolumen wird Ende 2014 ca. 22 PetaByte ($22 \cdot 10^{15}$ Byte) betragen.



NEC Speichersysteme

Arbeitsplatzrechner und Workstations

Der Bereich Produktionsinfrastruktur ist ebenfalls verantwortlich für die dezentrale Informationstechnik des DWD. Dazu gehören insbesondere Arbeitsplatzrechner und dezentrale Server.

Sie übernimmt in diesen Bereichen Planung, Entwicklung, Pflege, Betrieb und Beratung hinsichtlich Hardware, Betriebssystemen und Anwendungssoftware.

Als operative Dienstleistung stellt sie IT-Arbeitsplätze (ca. 2 700 PCs und Notebooks,

ca. 150 Workstations) für meteorologische Facharbeitsplätze, für Bürokommunikation und weitere Anwendungen zur Verfügung, die von allen Organisationseinheiten des DWD benutzt werden. Diese Arbeitsplatz-IT benötigt eine leistungsfähige, zentrale Serverinfrastruktur. Für diese Zwecke werden ca. 500 Linux- und Windows-Server bereitgestellt, die größtenteils als virtuelle Systeme konfiguriert sind. Die Speichersysteme stellen bundesweit 6 Peta-Byte an Speicherplatz zur Verfügung.

Meteorologische Kommunikation und Netzwerke

Zum Bezug und der Verteilung meteorologischer Daten betreibt der Bereich Produktionsinfrastruktur mehrere Kommunikationssysteme und ist darüber hinaus an internationalen Einrichtungen beteiligt. Bei den Daten handelt es sich um meteorologische Meldungen, Beobachtungsdaten, Radar- und Satellitenbilder sowie Ergebnisse der Wettervorhersage. Die Vertriebswege sind sehr vielfältig und reichen von FAX, E-Mail und SMS für Mobiltelefone über dateibasierte Verteilsysteme, Informationen und Downloads in unserem Web-Portal bis zur Satellitentechnik.

In den LANs (Local Area Networks) des DWD gibt es ca. 7 000 Anschlüsse. Für jeden Mitarbeiter ist die Nutzung moderner Informations- und Kommunikationstechnik wie IP-Telefonie, E-Mail, Mitarbeiterportal und Internetzugang selbstverständlich.

Die dezentralen Dienststellen sind mit einem Weitverkehrsnetzwerk von einer Kapazität von 2Mbit/s bis 1 Gbit/s an die nächste Regionalzentrale angebunden.

Die DWD-Zentrale und die Regionalzentralen stehen in einem Kommunikationsverbund mit einem 1Gbit/s-Backbone in vermaschter Ringtopologie. Die beiden Rechenzentren in Offenbach und am ZIB in Berlin sind mit derzeit 2 Gbit/s zusätzlich direkt verbunden. Für den Zugang zu diesen Rechenzentren ist der Standort Euskirchen der Bundeswehr ebenfalls direkt angebunden.

Der Anschluss an das Internet erfolgt zentral mit einer Kapazität von insgesamt 10 x 2 Gbit/s über verschiedene Internet-Service-Provider sowie über einen Backup-Anschluss mit 1 Gbit/s am Backup-Rechenzentrum.

Die gesamte Infrastruktur wird durch komplexe technische Sicherheitseinrichtungen geschützt (s. Anhang 3).

Betriebs- und Gebäudetechnik Offenbach

Nicht zuletzt für einen zuverlässigen Betrieb des DMRZ in Offenbach mit seinem Hochleistungsrechner sind komplexe climatechnische Anlagen und eine ausfallsichere Stromversorgung zu betreiben. Dies erfolgt durch das technische Gebäudemanagement in Zusammenarbeit mit dem Liegenschaftsmanagement und in enger Abstimmung mit dem DMRZ.



Infrastruktur (Netzwerk, Strom, Klimatisierung)



Notstrom-Generatoren Fa. MTU



Kaltwasser-Versorgung



Klimatechnik (Rückkühler)

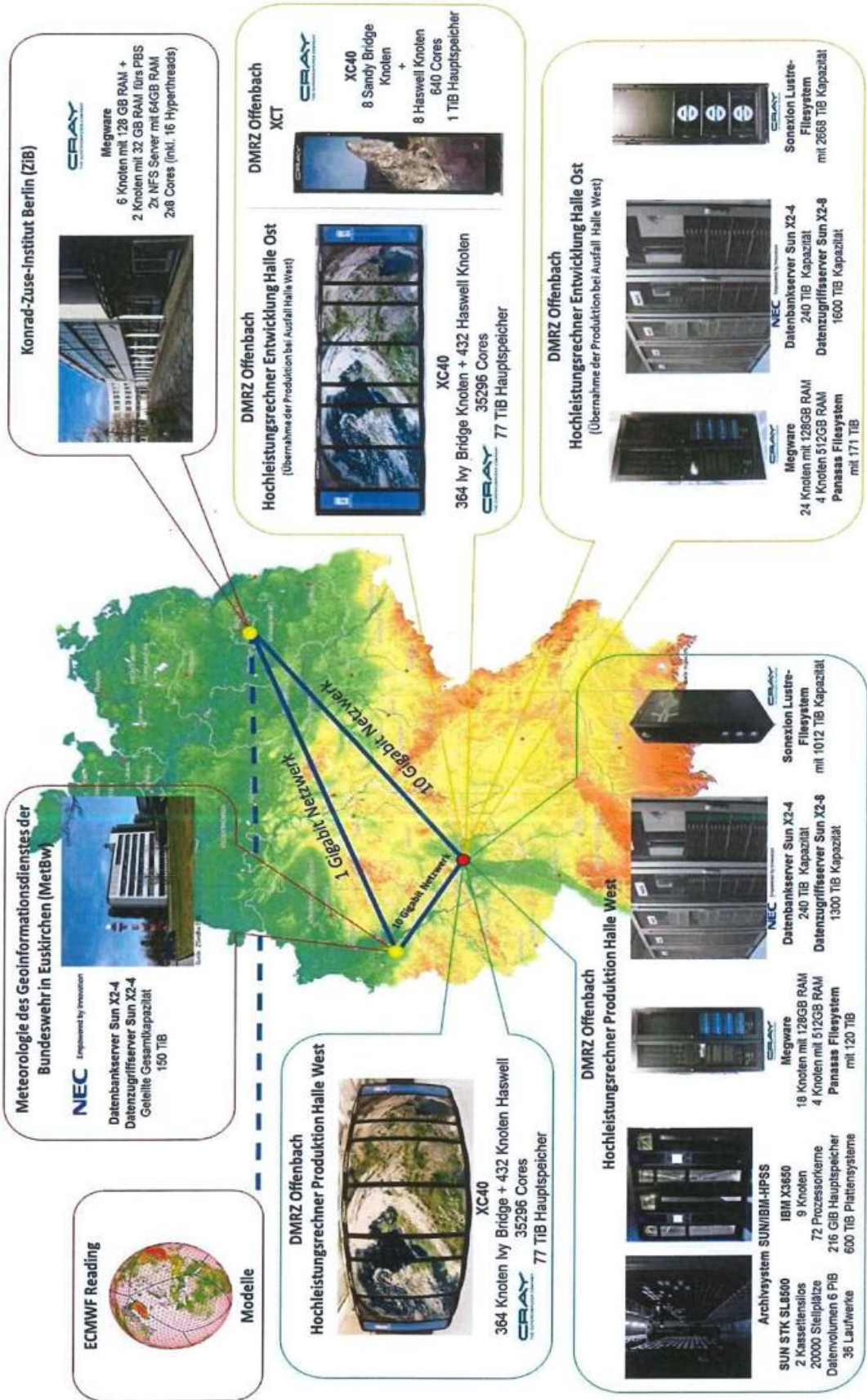


Klimatechnik (Kaltwasserkühlung CRAY XC40)

Quellen, Bildmaterial, Tabellen, Grafiken:

M. Jonas, A. Pielicke, Dr. H. Weber, L. Bezrouk,
TI16

Deutsches Meteorologisches Rechenzentrum - Zentrale Systeme



WAN der Bundesverwaltung für Verkehr und digital Infrastruktur



Schematische Darstellung. Standorte nicht maßstabsgetreu