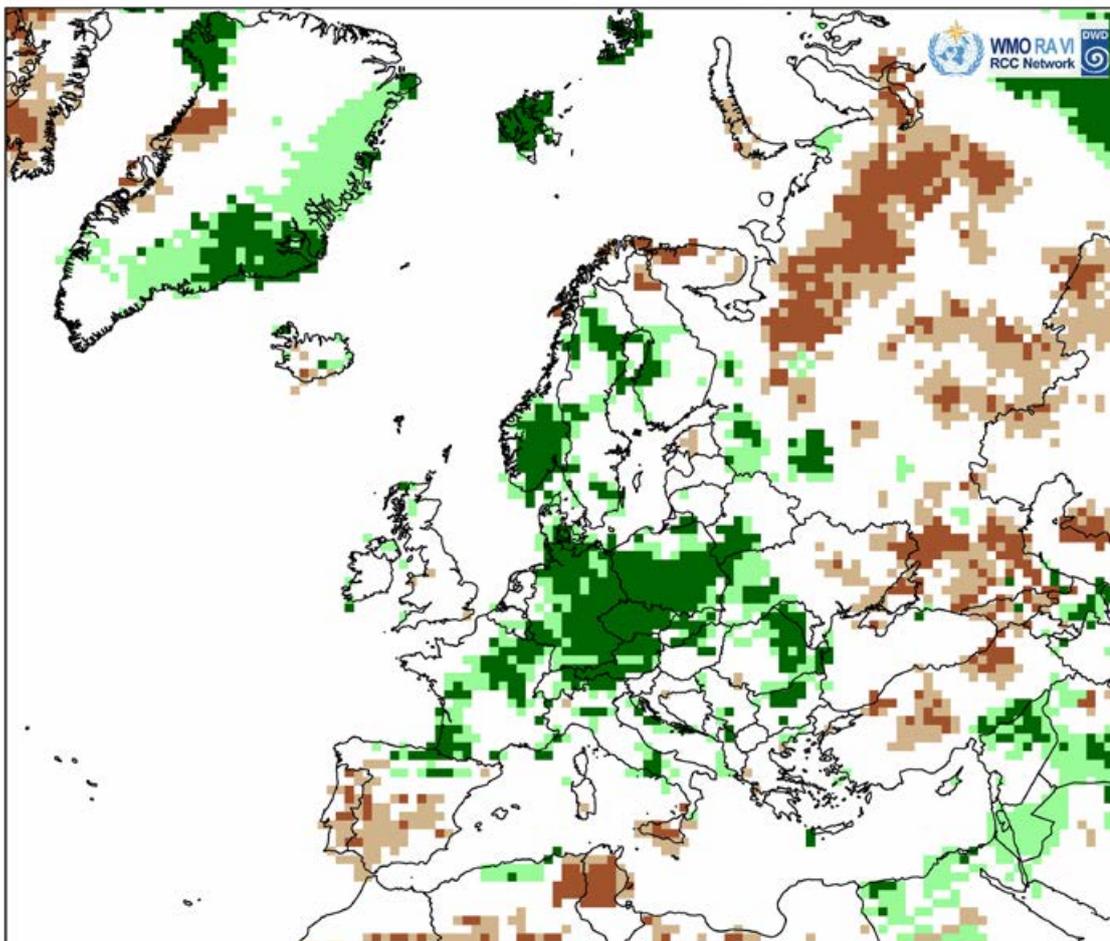


# Klimamonitoring durch Zeitreihenanalyse

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) setzt neuerdings ein Analysetool ein, welches es ermöglicht, Zeitreihenanalysen auf mehrdimensionalen Klimadaten durchzuführen und damit neue Erkenntnisse zu gewinnen, die unsere Klimaentwicklung betreffen: den Rasdaman Big Data Server. Mithilfe der neuen Auswertetechnik gewinnen Klimadatenanalysen eine völlig neue Qualität und bieten vielfältige Möglichkeiten im Bereich des Klimamonitorings. Heike Hoenig sprach mit Karsten Friedrich, Hydrologe beim DWD.

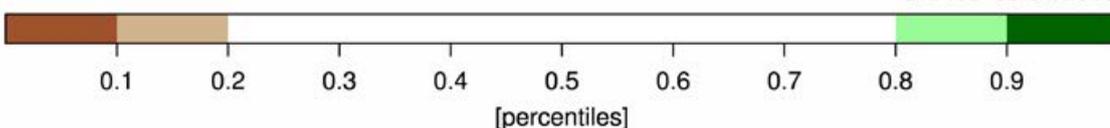
Autorin: Heike Hoenig

**Perzentile des Niederschlags**  
(Referenzperiode Mai - Juni 2013)



Über- und Unterschreitung bestimmter Perzentilgrenzen des Niederschlags für den Zeitraum Mai - Juni 2013. Datengrundlage ist die monatliche Rasterauswertung des Weltzentrums für Niederschlagsklimatologie mit der Berücksichtigung der Referenzperiode 1951 - 2010. Erhebliche Niederschläge Ende Mai und Anfang Juni führten zu extremen Hochwassersituationen an der Donau und der Elbe (Quelle: DWD)

© DWD 08/04/2015



## Worin bestand die Zusammenarbeit des DWD mit der Rasdaman GmbH?

Das gemeinsame Projekt entstand im Rahmen der regionalen Klimaüberwachung. Der DWD ist verantwortlich für das Klimamonitoring, also die Auswertung der Klimadaten in dieser Region. Unser Ziel war es, den Zeitraum 1951 bis 2010 in Europa und dem Nahen Osten zu betrachten und Klima-anomalien zu entdecken. Wir stießen da bisher an unsere Grenzen, bis wir den Rasdaman-Datenserver eingesetzt haben.

Bei Rasdaman ging es primär um die Parameter Temperatur und Niederschlag: Wir haben den von unseren holländischen Nachbarn erzeugten Temperaturdatensatz für Europa in die Datenbank eingespeist. Hinzu kam der globale Niederschlagsdatensatz des Weltzentrums für Niederschlagsklimatologie WZN. Unser Interesse war es, für unterschiedliche Zeiträume Perzentildarstellungen zu erzeugen, um Klima-anomalien zu erkennen.

### Wann spricht man von einer Klima-anomalie?

Eine Klima-anomalie ist eine Abweichung vom normalen Klima. Normal bedeutet hier, dass die Klimadaten dem vieljährigen Mittel über einen langen Zeitraum entsprechen. In der Regel wird hierfür je nach Fragestellung der von der WMO empfohlene 30-jährige Zeitraum 1961 bis 1990 oder 1981 bis 2010 verwendet. Wir haben aber immer eine gewisse Klimavariabilität. Von Jahr zu Jahr ändert sich das Niederschlagsaufkommen oder die Temperatur. Die Klimavariabilität ist abhängig vom Klima des einzelnen Orts und der Jahreszeit. Mithilfe der Perzentile können wir zuverlässig einordnen, ob eine bestimmte Klima-anomalie an einem Ort und zu einer bestimmten Jahreszeit sehr selten oder öfter vorkommt.

### Warum ist das so interessant?

Auf extrem seltene Klima-anomalien sind wir gerade wegen ihrer Seltenheit meist nicht eingestellt. Sie verursachen oft gravierende Schäden oder kosten sogar Menschenleben. Daher müssten wir gerade solche Ereignisse möglichst gut erfassen, nicht nur beim Niederschlag, sondern

auch bei anderen Klimagrößen. So wie wir Niederschlagskarten erstellen, erstellen wir auch Auswertungen für die Temperatur. Mit Perzentilen identifizieren wir besonders warme oder kalte Perioden. Mit der Rasdaman-Datenbanklösung können wir völlig beliebige Zeiträume betrachten, je nachdem, wie die Daten vorliegen. Dies war uns bisher nicht oder nur mit sehr großem Aufwand möglich, bevor wir das neue Auswertetool eingesetzt haben.

### Können Sie mit dieser Methode auch den Klimawandel besser einschätzen?

Eher ist es eine Methode, um die Klimavariabilität besser einschätzen zu können. Wie stark variiert das Klima von Monat zu Monat, von Jahr zu Jahr? Für den Einfluss des Klimawandels würde man eher Trends berechnen. Genau das haben wir mit der Rasdaman-Technologie in Zukunft vor. Die Perzentilberechnungen sind ein erster Schritt in diese Richtung. Wir schauen jetzt, wie wir unsere Analysen weiterentwickeln können. Trendberechnungen sind eine weitere Möglichkeit, da wir uns ganz einfach in unserem Datenkubus in jede beliebige Richtung, also auch in der Zeitrichtung, bewegen können. Wir sind in der Lage, für jeden Rasterpunkt ganz einfach die Zeitreihe zu bestimmen, d. h. für jeden Gitterpunkt des Rasters die Daten von fortlaufenden Monaten herauszuholen. So gehen wir auch für die Berechnung der Perzentile vor: Wir extrahieren die

[www.Green-Maps.de](http://www.Green-Maps.de)

Zeitreihe und werten aus, wie sich der aktuelle Zeitraum einordnet. Zusätzlich kann die zeitliche Entwicklung betrachtet werden: Zeichnet sich ein bestimmter Trend ab und ist der Trend signifikant, also statistisch gesichert? Bisher hatten wir dazu lediglich die Referenzperiode und einen aktuellen Wert.

### Ist diese Methode jetzt exakter?

Ja, weil wir jetzt etwas über die Wahrscheinlichkeit des Wiedereintritts von Ereignissen sagen können. Bei der absoluten oder prozentualen Abweichung hat man

## Was sind Perzentile?

Perzentile (lat.: „Hundertstelwerte“) sind eine Zerlegung der Häufigkeitswerte einer Datenreihe in 100 gleichstarke Mengen, also in 1%-Schritten. Die größten und kleinsten Perzentilwerte – z. B. 5 % und 95 % – zeigen die „Außenseiter“ der Datenreihe, also besonders kleine oder besonders große Werte. Am DWD werden zu Temperatur- und Niederschlagswerten Perzentile gebildet, um Klima-anomalien zu entdecken.

nur eine mittlere Intensitätsangabe. Wir haben nun zusätzlich noch die sogenannte „Wiederkehrzeit“. Wir können also nicht nur ermitteln, wie groß die mittlere Abweichung war, sondern auch, wie oft sie im Mittel vorkommt.

### Welche Art der Datenanalyse ist jetzt möglich?

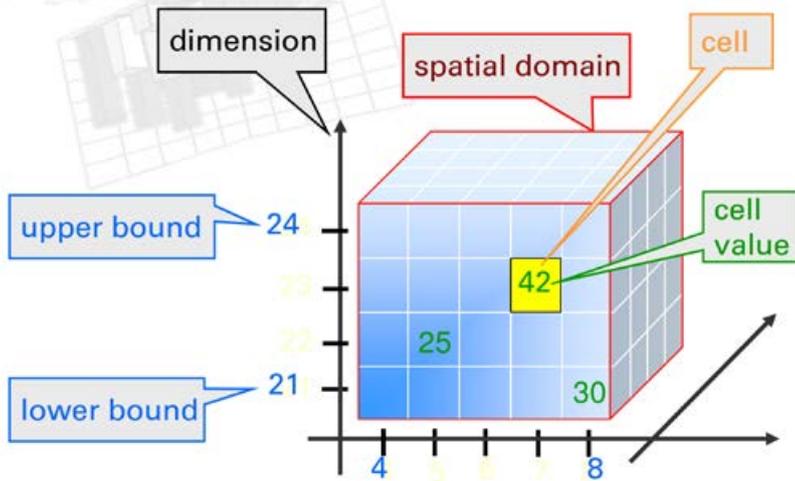
Natürlich haben wir vorher auch Messdaten verarbeitet und für eine Station immer einen bestimmten Messwert. Um sich aber ein Bild über ganz Deutschland oder Europa machen zu können, versucht man seit jeher mit verschiedensten Verfahren, die Punktmessungen in die Fläche zu interpolieren. Bei der Temperatur hat man eine Höhenabhängigkeit, da wird bei der Interpolation die Topographie berücksichtigt. Der Niederschlag wird an wesentlich mehr Stationen als die Temperatur beobachtet,

Niederschlag ist viel variabler. Es kann an einem Ort gerade einen Gewitterschauer geben und 10 km weiter scheint die Sonne. Das Niederschlagsmessnetz ist wesentlich dichter. Die abgeleiteten Rasterdaten können jetzt in unterschiedlicher Weise ausgewertet werden.

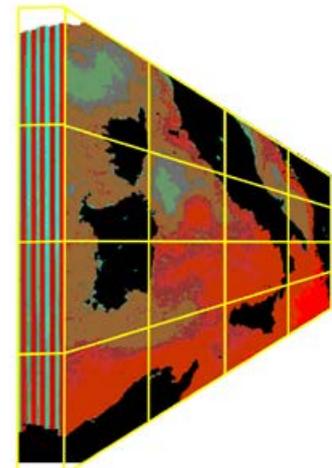
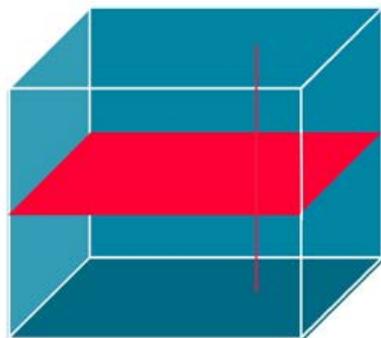
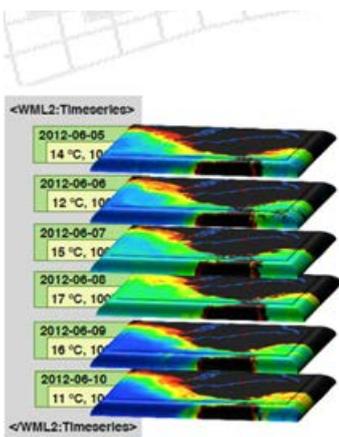
### Liefern Zeitreihenanalysen einen Ansatz für das Klimamonitoring der Zukunft? Was könnte ein hehres Ziel für die künftige Klimasimulation sein?

Wir können mit der Rasdaman-Technologie neuerdings exakt Hitze- oder Kälte-

# Das Multidimensionale Datenmodell



Multidimensionales Datenmodell (Quelle: OGC, Rasdaman GmbH)



In klassischen multi-temporalen Ansätzen (hier: WaterML, links) bleibt nur die räumliche, nicht die zeitliche Nachbarschaft erhalten, sodass insbesondere Zeitreihenanalysen wesentlich ineffizienter sind. Das Datenwürfel-Konzept (rechts) hingegen erlaubt eine effiziente Anordnung der Pixel, sodass Nachbarschaftsbeziehungen in Raum und Zeit erhalten bleiben. Entlang der Achsen Lat, Long und Time lassen sich beliebige Ausschnitte extrahieren, Schnitte legen und Aufsummierungen vornehmen. Die interne Partitionierung lässt sich bei Systemen wie Rasdaman für beliebige raum-zeitliche Anfragen optimieren (Bildmaterial: OGC, Rasdaman GmbH)

wellen identifizieren. Für den Temperaturdatensatz haben wir tägliche Daten zur Verfügung. So schauen wir, ob es über einen bestimmten Zeitraum einen bestimmten Temperaturwert gab bzw. ob ein bestimmtes Temperaturperzentil über- oder unterschritten wurde. Wenn das der Fall ist, merkt sich die Anwendung die Positionen. Im nächsten Schritt wird der zeitliche Verlauf dieser Temperaturüber- und -unterschreitungen analysiert. Wenn es im glei-

chen Gebiet länger anhaltende Zeiträume gegeben hat, in dem ebenfalls eine Temperaturüber- oder -unterschreitung vorgekommen ist, dann spricht man von einer Hitze- oder Kältewelle.

Für die Zukunft schwebt uns vor, nicht nur Messdaten in die Rasdaman-Datenbank einzuspeisen, sondern auch Daten aus Wettervorhersagemodellen. Wir würden dann für die kommenden fünf oder zehn Tage Temperaturdaten importieren

und genau die gleiche Analyse durchführen. So könnten wir frühzeitig anstehende Hitze- oder Kältewellen identifizieren und davor warnen.

**Sie haben mit sehr komplexen Daten zu tun. Haben Sie eine Herausforderung im Sinne von „Big Data“?**

Unsere Datenbank wird gespeist durch Rasterpunkte. Im Wesentlichen sind es dreidimensionale Daten. Es kommt aber

