

## Temperatur des Grundwassers

W4

WOLF-PETER VON PAPE

Die Grundwassertemperatur ist nahe der Oberfläche von der Umgebungs- und Lufttemperatur und der Sonneneinstrahlung beeinflusst. Im Sommer dringt Sonnenwärme in den Boden und im Winter wird diese Wärmeenergie abgegeben, weshalb Temperaturschwankungen nahe der Oberfläche am größten sind und mit zunehmender Tiefe abnehmen. In etwa 20 m Tiefe ist ein Jahrestemperaturgang in der

Regel nicht mehr festzustellen, die dort zu messende Temperatur entspricht der mittleren Jahrestemperatur. Die Wärmeenergie breitet sich zeitlich verzögert in die Tiefe aus mit einer Phasenverschiebung von etwa einem halben Jahr in 10 m Tiefe, so dass dort im Sommer niedrige und im Winter hohe Grundwassertemperaturen auftreten (Abb. 2).



Abb. 1: Kochbrunnen in Wiesbaden.



**Abb. 2:** Jahreszeitliche Verschiebung der Temperatur des Grundwassers in 7 bis 9 m Tiefe; Messung 1 m unter Grundwasserspiegel. Grundwassermessstelle Wiesbaden-Biebrich Nr. 506034.

Unterhalb dieser Zone mit Temperaturschwankungen nimmt die Temperatur aufgrund der Eigenwärme der Erde zu, und zwar um durchschnittlich 3 °C

pro 100 Meter Tiefe. Das ist ein mittlerer Temperaturgradient, der regional variieren kann.

## Herkunft der Messwerte

In der Grundwasserdatenbank im HLUG liegen Daten der Grundwassertemperatur von über 4000 Brunnen und Messstellen vor, die jährlich oder in längeren Zeitabständen und zu unterschiedlichen Jahreszeiten gemessen werden. An 55 Quellen des Landesgrundwasserdienstes wird die Temperatur regelmäßig – meistens einmal pro Woche – gemessen.

An den für die öffentliche Wasserversorgung genutzten Quellen und Brunnen werden **Rohwasseruntersuchungen (RUV)** vorgenommen. Bei der Entnahme

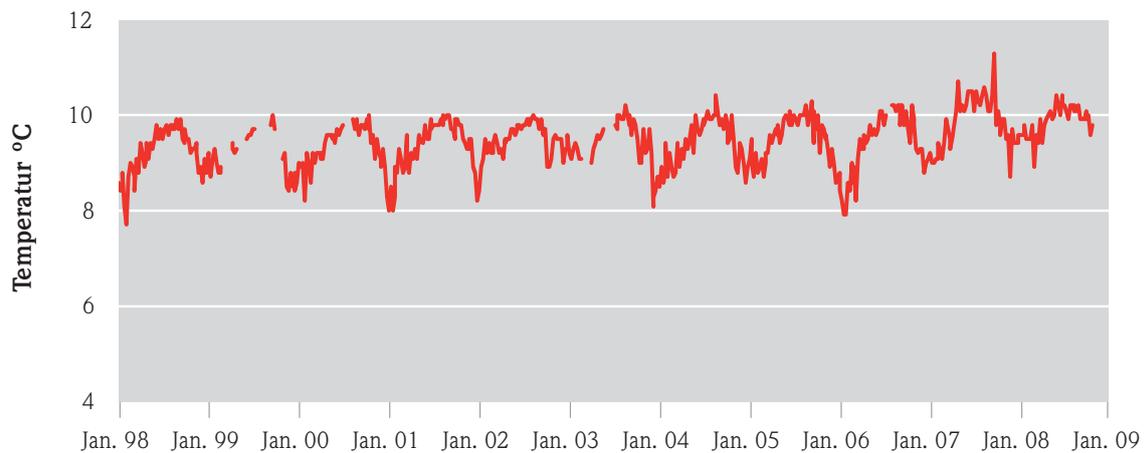
von Grundwasserproben im Förderbetrieb wird die Wassertemperatur gemessen.

Grundwassermessstellen des Landesgrundwasserdienstes, der Wasserversorgungsunternehmen und solchen zur Überwachung von Deponien und diversen Eingriffen in die Umwelt werden vor der Entnahme von Wasserproben abgepumpt, bis das Grundwasser eine gleichbleibende Leitfähigkeit und Temperatur aufweist.

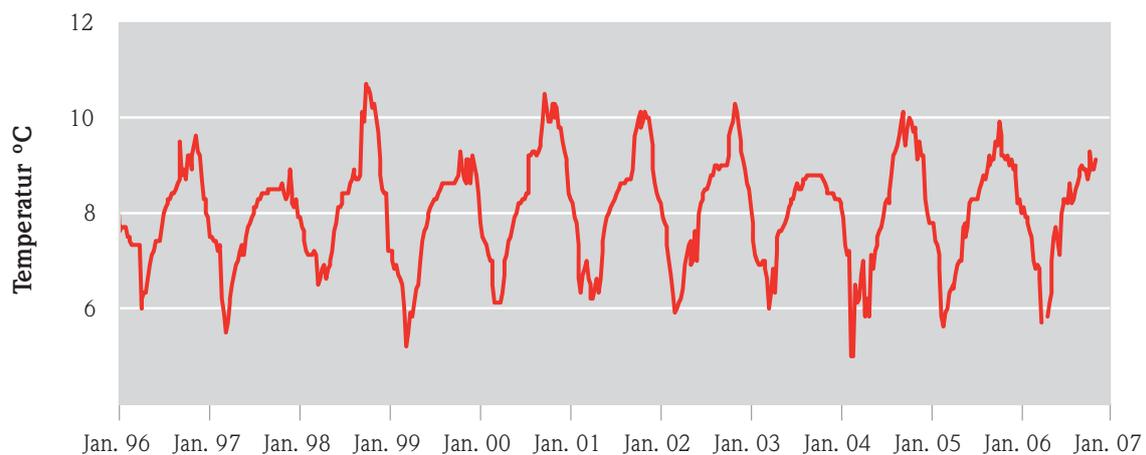
## Qualität der Messwerte

Nahe der Oberfläche hat das Grundwasser mittlere Tagestemperaturen, die von den Temperaturen der Jahreszeiten abhängig sind (Abb. 3 und 4). In größeren Tiefen dagegen bleibt die Wassertemperatur langfristig nahezu unverändert. Um möglichst realistische

Temperaturen darzustellen, werden auf den nachfolgenden Karten die Mittelwerte aller Messwerte im Zeitraum von 1998 bis 2008 verwendet. Die originalen Daten sind über diese Anwendung verfügbar: [geoextra.hmulv.hessen.de/website/gruschu/](http://geoextra.hmulv.hessen.de/website/gruschu/)



**Abb. 3:** Temperaturschwankung in Quelle Caldén Nr. 384509 mit oberflächennahem Einzugsgebiet; Geländehöhe ca. 233 m ü. NN.



**Abb. 4:** Temperaturschwankung in Quelle Burghards Nr. 486510 mit oberflächennahem Einzugsgebiet; Geländehöhe ca. 475 m ü. NN.

## Repräsentanz der Messwerte

Die bei den Probenahmen gemessenen Grundwassertemperaturen sind repräsentativ für das nähere Einzugsgebiet des zuströmenden Grundwassers. In Quellen tritt überwiegend oberflächennahes Grundwasser aus, das aus dem höher gelegenen Einzugsgebiet stammt. Seltener gibt es Quellen, die von aufsteigendem Tiefenwasser gespeist werden, z. B. Arteser und Thermalquellen.

Das aus Brunnen und Messstellen gepumpte Grundwasser stammt in der Regel aus dem Bereich, den die Filterstrecke des Brunnens erschließt. Tiefbrunnen können mehrere Wasserhorizonte erschließen, so dass die Temperatur des geförderten Grundwassers eine Mischtemperatur des zuströmenden Wassers hat. Weiter ist zu berücksichtigen, dass das Wasser nicht gleichmäßig über die Brunnenfilter zuströmt.

## Ergebnis

In den Kartendarstellungen wird bestätigt, dass die Temperatur des oberflächennahen Grundwassers mit der höhenabhängigen Umgebungstemperatur an der Luft korreliert. Der Temperaturbereich der Mittelwerte reicht von 7 bis 14 °C. Die mittlere Temperatur des Grundwassers der meisten Brunnen bleibt bis in Tiefen von 10 bis 150 m im Temperaturbereich 10 bis 12 °C. Höhere Temperaturen um 13 °C gibt es in den Gebieten Wetterau, südlich Kassel, nordöstliches Main-Taunusvorland und Rheinebene,

und zwar in allen Tiefenbereich von 10 bis 150 m. Diese Auswertung bietet keine eindeutigen Anhaltspunkte für die Tiefe des Einflusses der Oberflächentemperatur auf das Grundwasser und lässt nicht auf die Tiefe schließen, ab der die Eigenwärme der Erde (Geothermie) zunimmt. Ein Großteil der über 150 m tiefen Brunnen hat deutlich höhere Grundwassertemperaturen, die auf diese Erdwärme zurückzuführen sind.

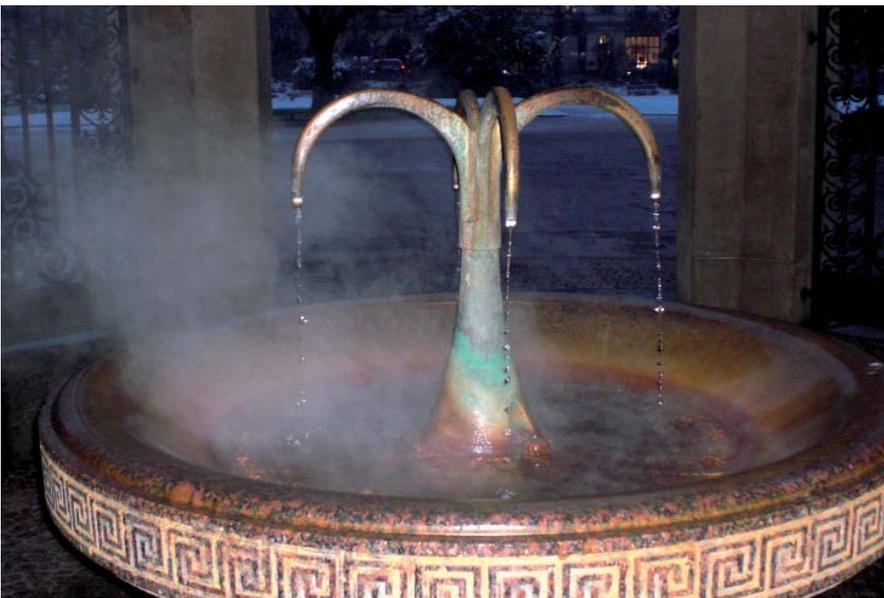


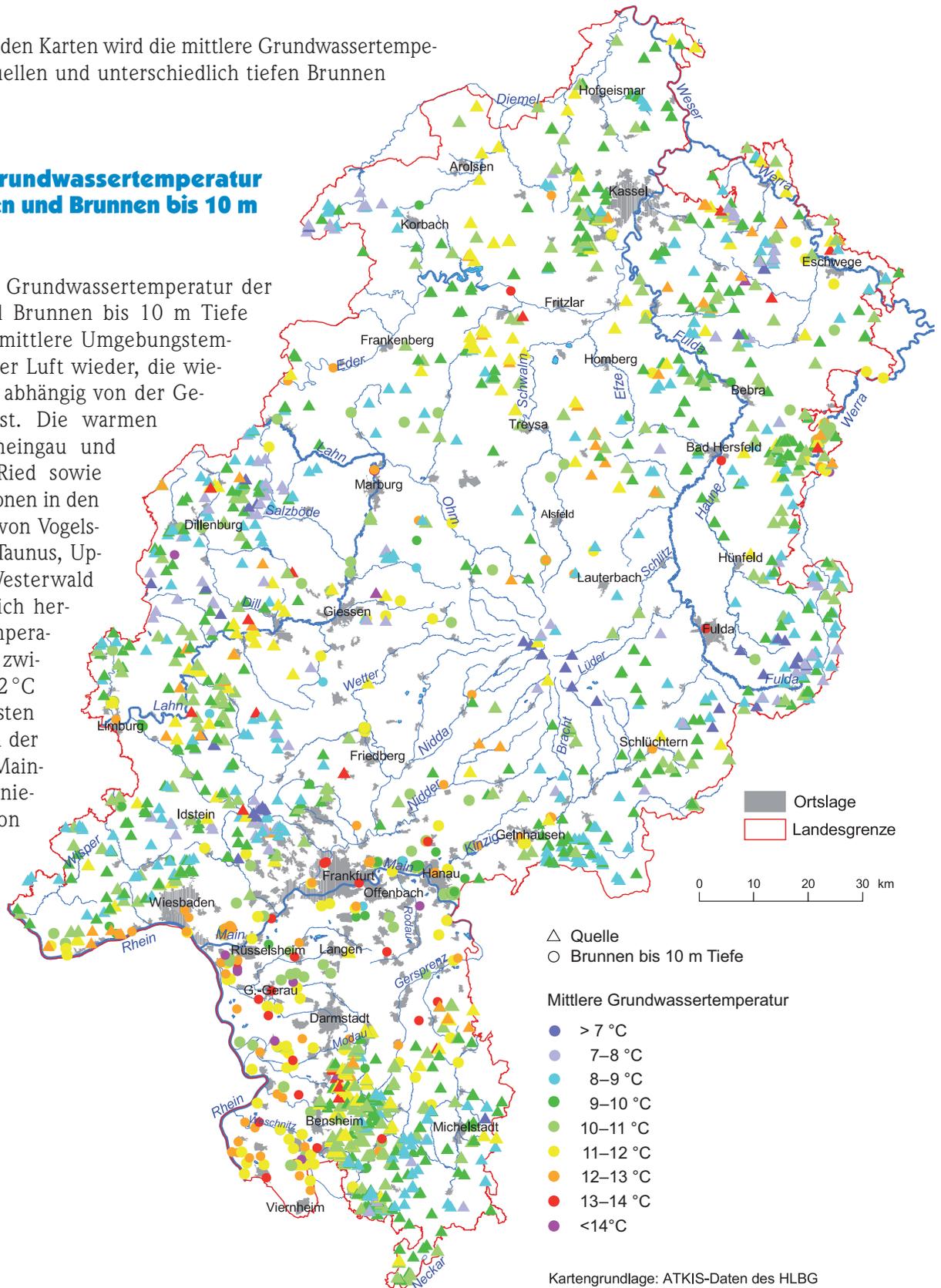
Abb. 5: Kochbrunnen in Wiesbaden.

## Karten

In den folgenden Karten wird die mittlere Grundwassertemperatur von Quellen und unterschiedlich tiefen Brunnen dargestellt.

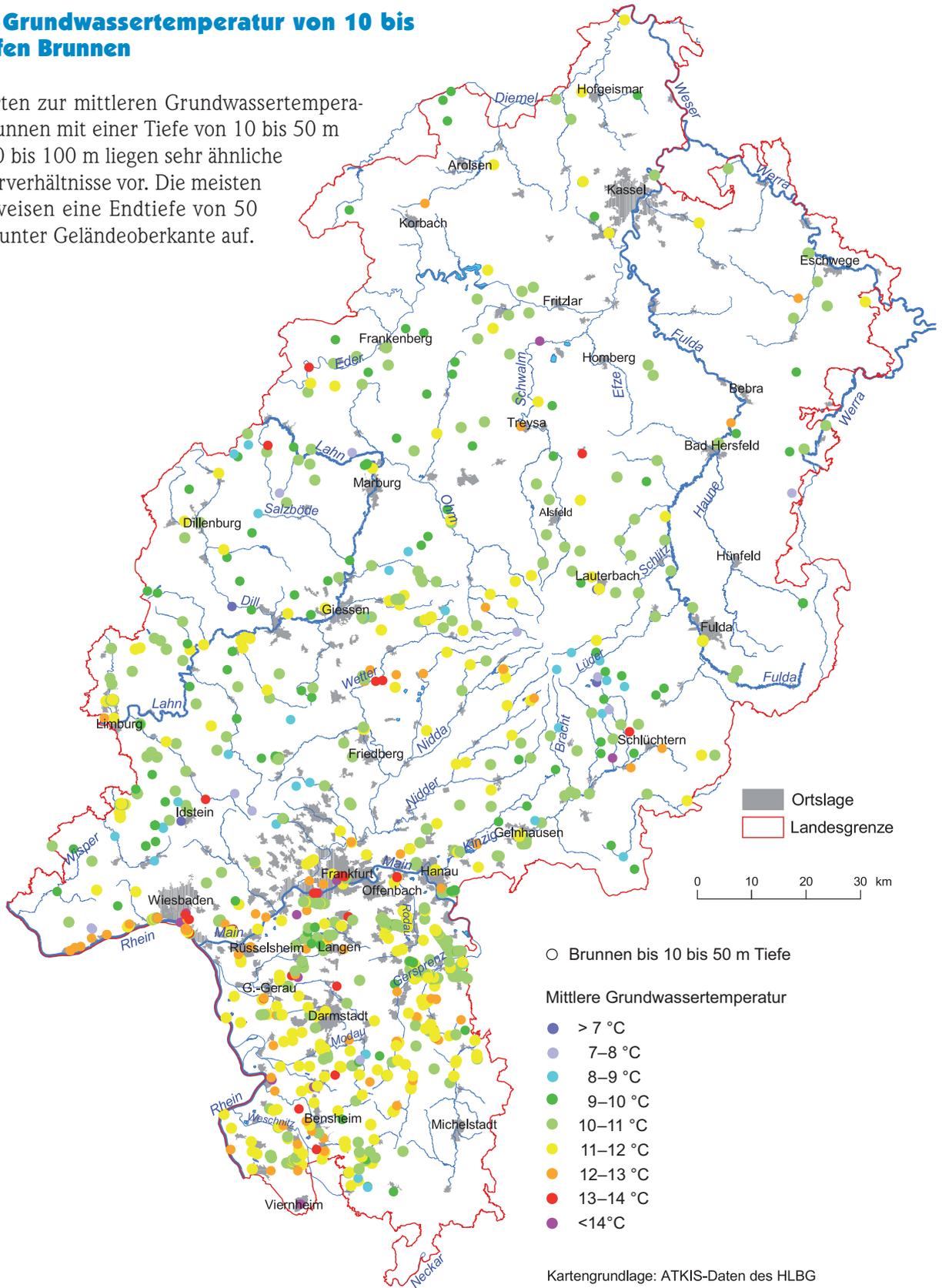
### Mittlere Grundwassertemperatur von Quellen und Brunnen bis 10 m Tiefe

Die mittlere Grundwassertemperatur der Quellen und Brunnen bis 10 m Tiefe spiegelt die mittlere Umgebungstemperatur an der Luft wieder, die wiederum stark abhängig von der Geländehöhe ist. Die warmen Regionen Rheingau und Hessisches Ried sowie die Kälteregeonen in den Höhenlagen von Vogelsberg, Rhön, Taunus, Upland und Westerwald treten deutlich hervor. Der Temperaturbereich zwischen 9 und 12 °C ist am weitesten verbreitet. In der Rhein- und Mainebene dominieren Werte von 11 bis 13 °C.



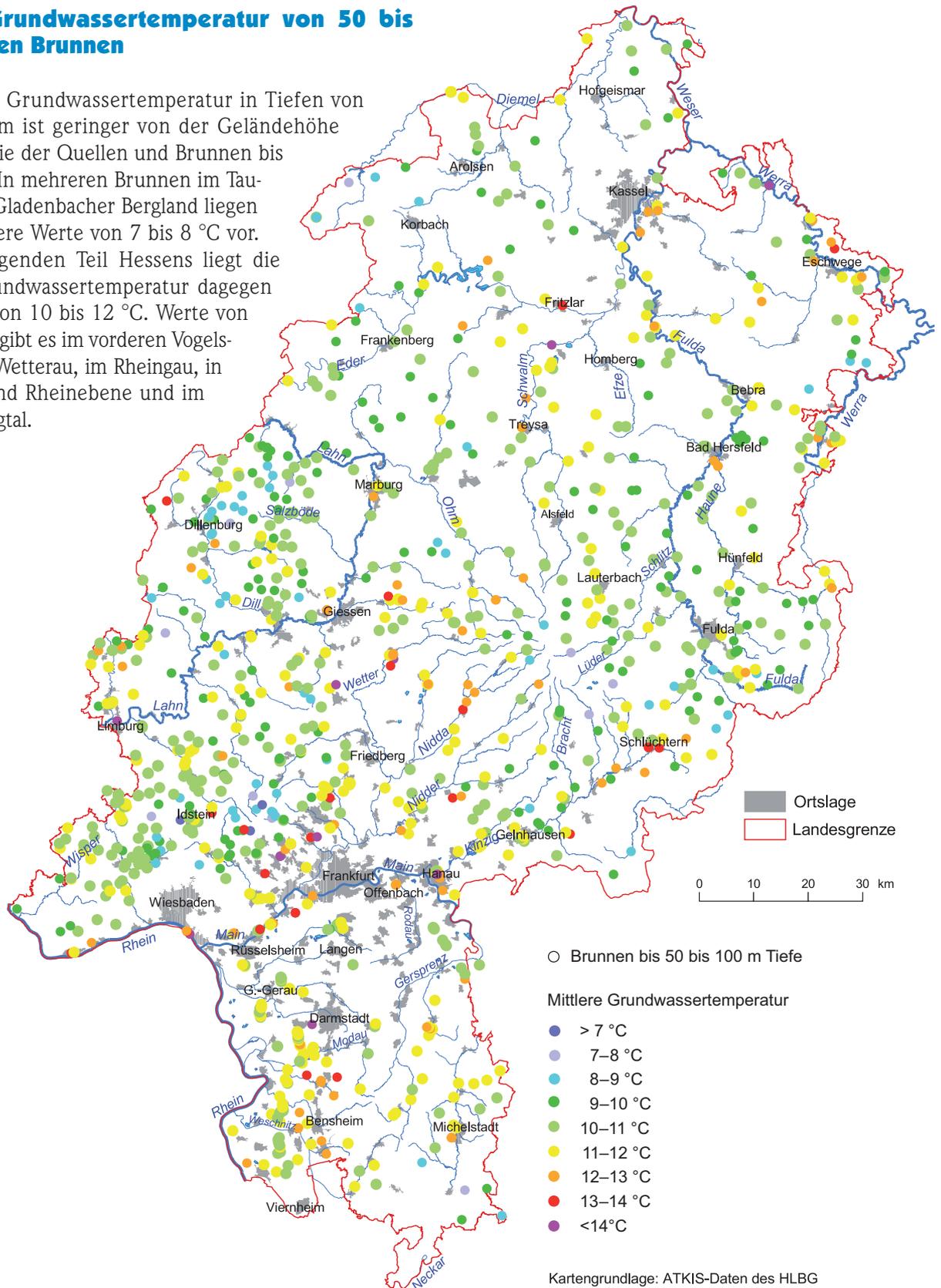
## Mittlere Grundwassertemperatur von 10 bis 50 m tiefen Brunnen

In den Karten zur mittleren Grundwassertemperatur von Brunnen mit einer Tiefe von 10 bis 50 m und von 50 bis 100 m liegen sehr ähnliche Temperaturverhältnisse vor. Die meisten Brunnen weisen eine Endtiefe von 50 bis 100 m unter Geländeoberkante auf.



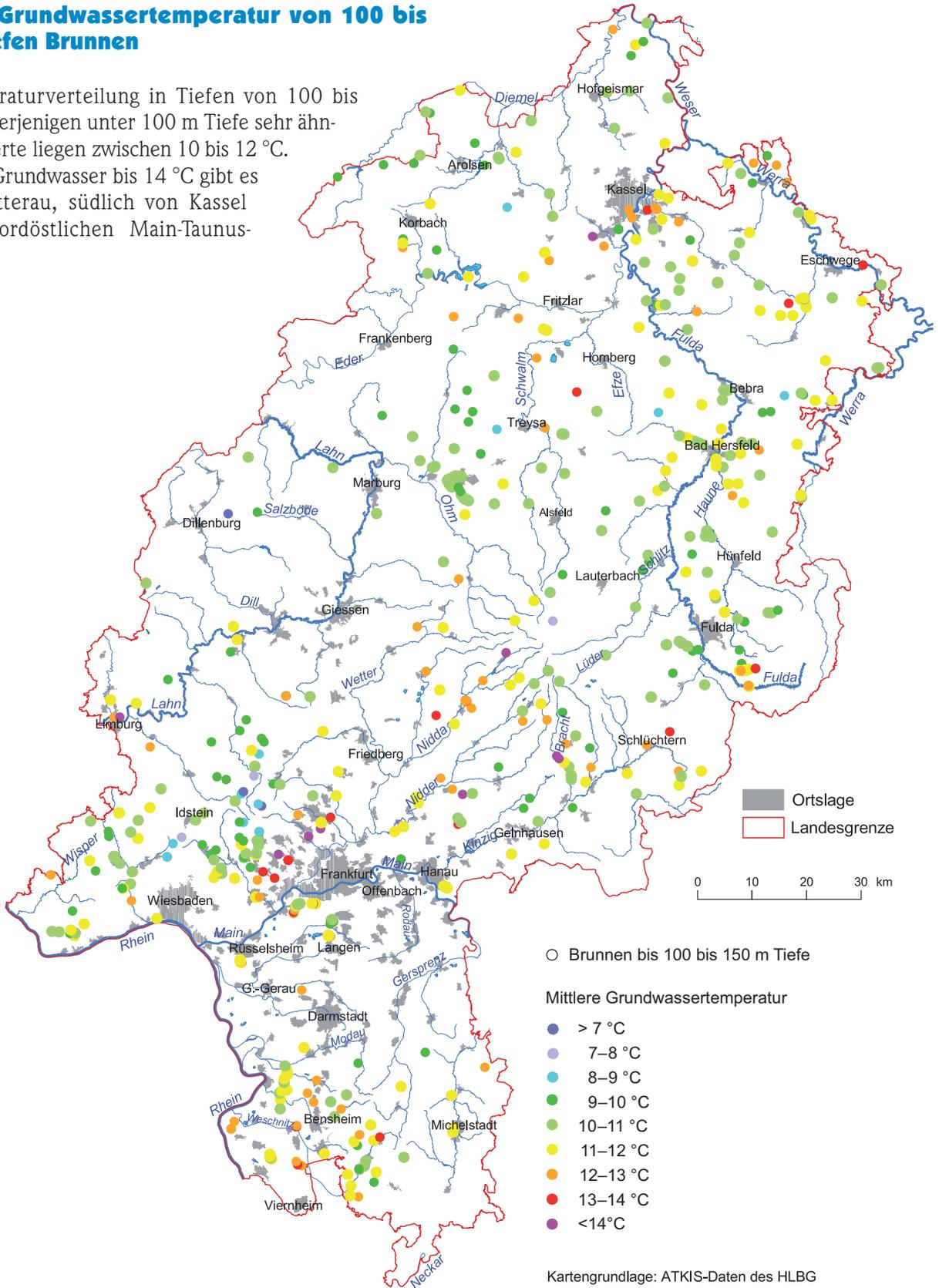
## Mittlere Grundwassertemperatur von 50 bis 100 m tiefen Brunnen

Die mittlere Grundwassertemperatur in Tiefen von 10 bis 100 m ist geringer von der Geländehöhe geprägt als die der Quellen und Brunnen bis 10 m Tiefe. In mehreren Brunnen im Taunus und im Gladenbacher Bergland liegen deutlich tiefere Werte von 7 bis 8 °C vor. Im überwiegenden Teil Hessens liegt die mittlere Grundwassertemperatur dagegen im Bereich von 10 bis 12 °C. Werte von 11 bis 13 °C gibt es im vorderen Vogelsberg, in der Wetterau, im Rheingau, in der Main- und Rheinebene und im oberen Kinzigtal.



### Mittlere Grundwassertemperatur von 100 bis 150 m tiefen Brunnen

Die Temperaturverteilung in Tiefen von 100 bis 150 m ist derjenigen unter 100 m Tiefe sehr ähnlich, die Werte liegen zwischen 10 bis 12 °C. Wärmeres Grundwasser bis 14 °C gibt es in der Wetterau, südlich von Kassel und im nordöstlichen Main-Taunusvorland.



## Mittlere Grundwassertemperatur von Brunnen tiefer 150 m

Die Anzahl von Brunnen mit Tiefen über 150 m ist wesentlich kleiner. Die Karte zeigt eine Häufung von Tiefbrunnen im Nordosten Hessens. Es liegen Grundwassertemperaturen von bis zu 400 m tiefen Brunnen vor. Diese erfassen meist nicht den tiefen Bereich allein, so dass eine Mischtemperatur mit Grundwasser aus höheren Grundwasserhorizonten entsteht. Die mittlere Grundwassertemperatur der Tiefbrunnen liegt oft über 11 °C und kann 17 °C, selten mehr, erreichen. In der Umgebung von Kassel gibt es eine Häufung von Tiefbrunnen mit Werten von 14 °C und mehr. Ein Einfluss der Geländehöhenlagen ist nicht erkennbar; die geothermische Temperatur ist in diesen Tiefen dominierend. Die erhöhten Temperaturen treten nur in einzelnen Brunnen auf und nicht in bestimmten Tiefenhorizonten, was ein Hinweis auf den Aufstieg von Tiefenwässern entlang geologischer Störungszonen ist.

### Anmerkung

Die Temperaturen von Grundwasser der Thermalbrunnen und Heilquellen sind hier nicht enthalten; diese werden in einer weiteren Studie behandelt, die in Vorbereitung ist.

