

Wie ist es um das Aargauer Grundwasser bestellt?

Stefanie Hübner | Abteilung für Umwelt | 062 835 33 60

Ist das Grundwasser in den Aargauer Grundwasserstationen gesunken, gestiegen oder gleich geblieben? Ist die zukünftige Grundwasserversorgung durch Klimawandel und menschliche Eingriffe gefährdet? Ein Blick in die Datenaufzeichnungen der letzten Jahre zeigt die Veränderung der Grundwasserspiegel und liefert Antworten.

Langzeitreihen von 138 Grundwasserstationen sind statistisch analysiert worden. Es handelt sich um ausgewählte Datenreihen von Grundwasserstationen, die ein lokales Areal repräsentieren. Die Werte werden im

Durchschnitt alle 14 Tage aufgezeichnet.

Zur Datenanalyse ist die Methode des «Mann-Kendall»-Trendtests angewendet worden. Mit diesem Trendtest wird ermittelt, ob die vorliegenden

Zeitreihen einen positiven, einen negativen oder keinen linearen Trend aufweisen. Ein negativer Trend im Grundwasser würde bedeuten, dass der Grundwasserspiegel gesunken ist. Im Gegensatz dazu würde ein positiver Trend einen Anstieg des Grundwasserspiegels bezeichnen. Ohne einen Trend würde sich der Spiegel in etwa auf dem gleichen Niveau bewegen bzw. wären die Schwankungen ausgeglichen.

Für die bessere Einordnung und Verdeutlichung über die Entwicklung der Grundwasserspiegel sind die Ergebnisse in Indikatoren eingeteilt worden. Von diesen fünf Haupt-Indikatoren kommen hier nur vier zur Anwendung, da die Ergebnisse keine Werte im Bereich eines perfekten linearen Trends aufweisen.

Mann-Kendall-Trendtest

Der Mann-Kendall-Trendtest eignet sich besonders, da er nicht nur eine Aussage darüber treffen kann, ob es einen Trend gibt, sondern auch wie stark dieser ausgeprägt ist. Zudem ist es ein nicht-parametrischer Trendtest, der auf nicht normal-verteilte Daten, wie sie hier in diesem Fall vorliegen, angewendet werden kann. Zurückzuführen ist der Trendtest auf den britischen Statistiker Maurice George Kendall (1907–1983, England) und den US-amerikanischen Mathematiker Henry Berthold Mann (1905–2000, Österreich/Arizona).

Kendallscore (S)

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k)$$

Rang-Korrelationskoeffizient tau (t)

$$t = S/D$$

Der Kendallscore (S) ist das Resultat der Rangverteilung zwischen x_j und x_k , wobei j und k die Position des Wertes repräsentieren.

S gibt nach der Zählung die Summe an, bei der die x_j -Werte die x_k -Werte übersteigen ($j > k$).

Der höchste Score wird erreicht, wenn jeder Wert grösser ist als der vorherige. Diesen theoretisch höchsten Score zeigt der Denominator (D) auf. Aus dem Verhältnis von S zu D (S/D) wird der Rang-Korrelationskoeffizient tau (t) berechnet.

Überblick der Ergebnisse

Unter den 138 Grundwasserstationen gibt es 72, die keinen Trend (Typ 1) besitzen. Das heisst allerdings nicht, dass keine Tendenzen zu erkennen sind. Bei einer grossen Anzahl deuten sich in den letzten Jahren der Aufzeichnungen sinkende oder auch steigende Spiegel an.

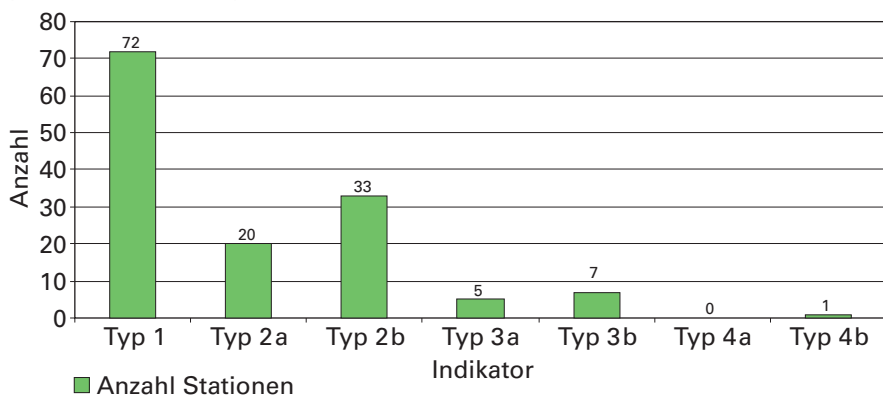
25 Stationen besitzen einen positiven Trend. Dies bedeutet, dass die Grundwasserspiegel schwach (Typ 2 a) bzw. stark ausgeprägt (Typ 3 a) gestiegen sind. Für den zukünftigen Trinkwasserbedarf ist das eine gute Voraussetzung, sofern der Trend sich fortsetzt. Es gibt allerdings auch 41 Stationen, bei denen ein negativer Trend vorliegt und der Spiegel somit gesunken

Trend-Indikatoren Grundwasserspiegel (a = positiver Trend, b = negativer Trend)								
Typ 1 keine Prägung	Typ 2 schwach ausgeprägt		Typ 3 stark ausgeprägt		Typ 4 sehr stark ausgeprägt		Typ 5 perfekt ausgeprägt	
(t = 0 bis ±0,14)	Typ 2 a: steigend (t ≥ 0,2)	Typ 2 b: sinkend (t ≤ -0,2)	Typ 3 a: steigend (t ≥ 0,4)	Typ 3 b: sinkend (t ≤ -0,4)	Typ 4 a: steigend (t ≥ 0,7)	Typ 4 b: sinkend (t ≤ -0,7)	Typ 5 a: steigend (t ≥ 0,9)	Typ 5 b: sinkend (t ≤ -0,9)

Die Trend-Indikatoren sind anhand des tau-Ranges (-1 < t < 1) gebildet worden.

Gesamtübersicht Indikator-Verteilung Grundwasserspiegel

(total 138 Stationen)



72 Grundwasserstationen haben keinen Trend (Typ 1) in ihrem langjährigen Verlauf. 25 Stationen besitzen einen positiven Trend (Typ 2a/3a) und damit einen steigenden Grundwasserspiegel. Dahingegen zeigen 41 Grundwasserstationen in Form eines negativen Trends (Typ 2b/3b/4b) einen sinkenden Grundwasserspiegel.

ist. Die Absenkungen reichen von schwach ausgeprägt (Typ 2b) über stark ausgeprägt (Typ 3b) bis hin zu sehr stark ausgeprägt (Typ 4b). Mit einem negativen Trend und dessen Weiterführung könnten vor Ort die Grundwasserneubildung und damit der wahrscheinlich steigende Bedarf der Grundwasserversorgung in der Zukunft gefährdet sein. Regionen, die viele Grundwasserstationen umfassen, finden sich zumeist bei (fast) allen Trendtypen wieder.

Aaretal und Rheintal beheimaten die meisten Stationen ohne Trend (Typ 1). Das Rheintal ist zudem bei allen Typen vertreten, abgesehen von Typ 4. Auffällig ist, dass das Wiggertal, wie auch das Surbtal, zuzüglich der Stationen mit dem Trend Typ 1, nur Stationen mit negativen Trends (Typ 2b und 3b) aufweisen. Also nur Stationen, bei denen das Grundwasser gesunken ist. Mit der stärksten Ausprägung, Trend Typ 4, ist die Station Blumatt in der

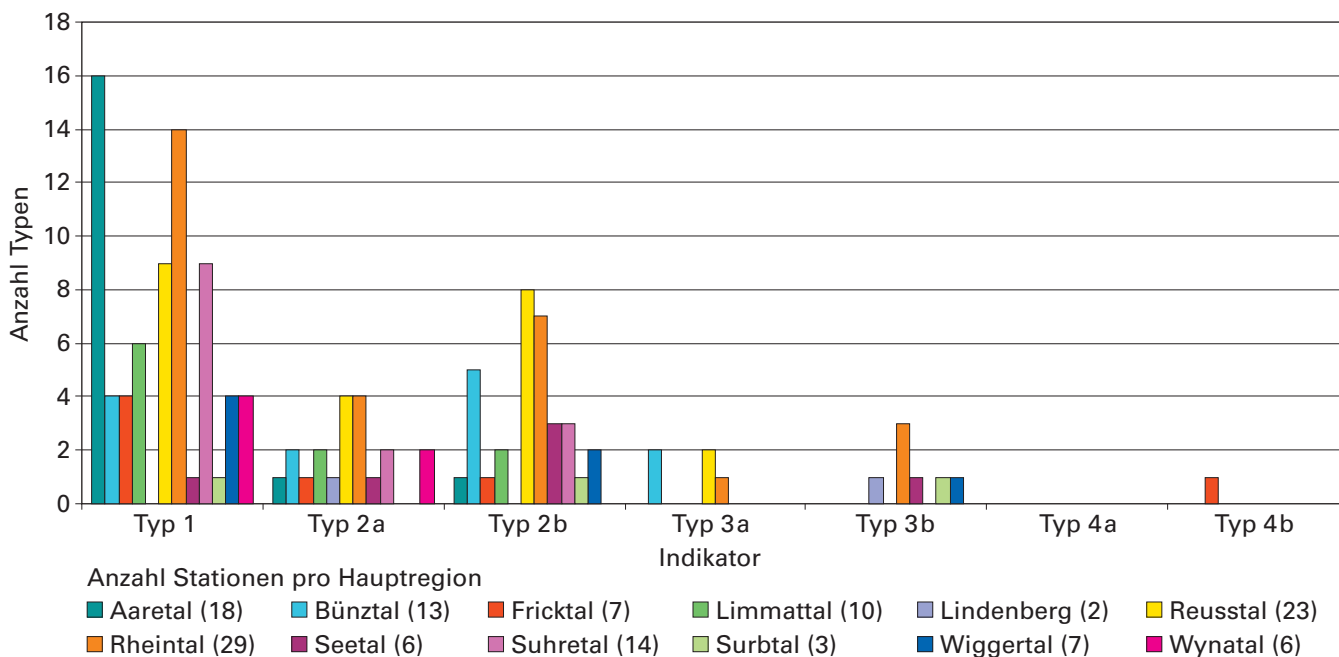
Gemeinde Gipf-Oberfrick im Fricktal als einzige klassifiziert. Diese Zeitreihe wird seit dem Jahr 1975 geführt. Dort ist der Grundwasserspiegel in einer sehr starken Ausprägung gesunken (Typ 4b). Die Differenz zwischen dem Minimum- und dem Maximumgrundwasserstand beträgt allerdings nur 3,78 Meter.

Im Vergleich dazu zeigt die Station Eichholz, deren Zeitreihe die Jahre von 1975 bis 2010 umfasst, eine 11,65 Meter grosse Differenz zwischen Minimum- und Maximumspiegel. Eichholz aus der Gemeinde Wohlen im Bünztal ist die Station mit dem stärksten positiv ausgeprägten Trend (Typ 3a). Ein Beispiel für einen Grundwasserungsverlauf ohne Trend (Typ 1) ist die Station Stieracker in der Gemeinde Villnachern im Aaretal. Diese Zeitreihe wird seit 1975 geführt und die letzten Daten sind von Anfang 2012. Es ist gut zu erkennen, dass sich das Grundwasser relativ kontinuierlich innerhalb eines Schwankungsbereiches von 7,06 Metern bewegt. Dabei gleichen sich die aufeinanderfolgenden hohen und niedrigen Grundwasserstände gegenseitig aus.

Fazit

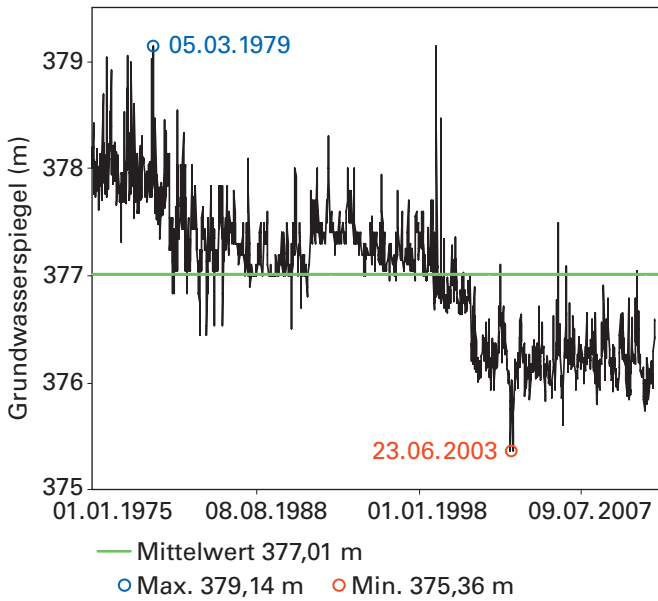
Derzeit gibt es keine Bedenken hinsichtlich der zukünftigen Trinkwas-

Regionale Verteilung Grundwasserspiegel-Indikatoren



Im Kanton Aargau wurden die Grundwasserstationen nach ihrer Lage in Grundwassertäler eingeteilt. Es gibt 12 Hauptregionen, welche unterschiedlich viele überwachte Grundwasserstationen umfassen. Dabei finden sich die meisten Stationen innerhalb der Schottergrundwasserleiter an Hauptflüssen (Rhein, Reuss, Aare, Limmat) des Kantons wieder.

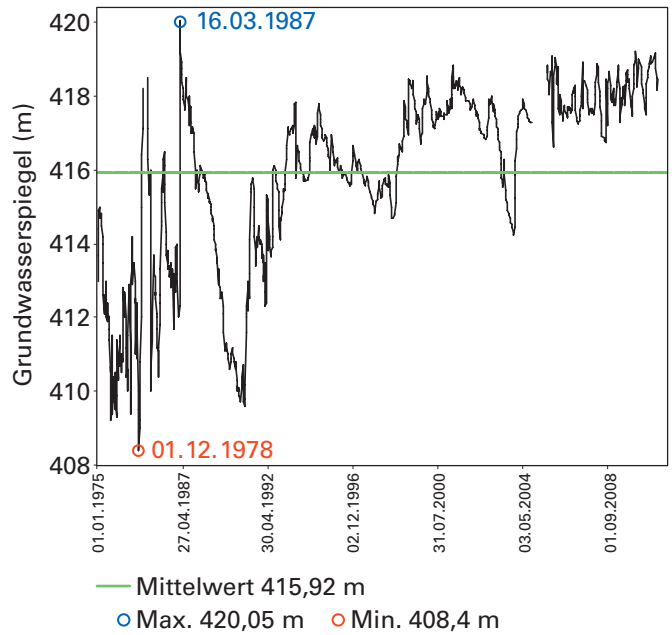
**Grundwasserspiegel 1975–2011
Station 06.15 Blumatt**



(01.01.1975–31.12.2011 Messwerte können NA* enthalten), (NA* = Not Available)

Der Grundwasserspiegel der Station Blumatt (Gemeinde Gipf-Oberfrick im Fricktal) ist hier in einer starken Ausprägung gesunken (Typ 4b). Die Differenz zwischen dem Minimum- und dem Maximumgrundwasserstand beträgt aber nur 3,78 Meter.

**Grundwasserspiegel 1975–2010
Station 03.08 Eichholz**



(01.01.1975–31.12.2010 Messwerte können NA* enthalten), (NA* = Not Available)

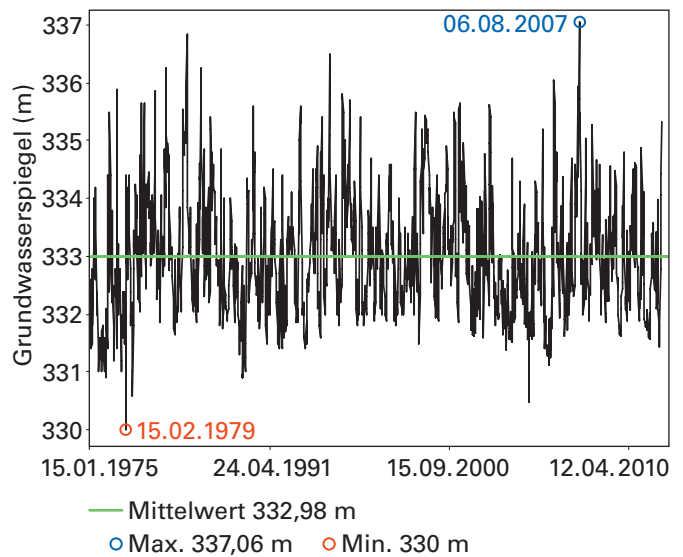
Die Station Eichholz (Gemeinde Wohlen im Bünztal) zeigt den stärksten positiv ausgeprägten Trend (Typ 3a). Die Differenz zwischen dem Minimum- und dem Maximumgrundwasserstand beträgt 11,65 Meter.

serversorgung bei den untersuchten Grundwasserstationen. Es sind einzelne Stationen, bei denen der Grundwasserspiegel in überdurchschnittlichem Masse abgesunken ist. Mehr als die Hälfte der Grundwasserspiegel mit einem negativen Trend haben jedoch einen niedrigen Schwankungsbereich unter 5 Meter. Dies stellt bei der Grösse der Grundwasserkörper und der eintragreichen Flussspeisung keine Gefährdung für die Grundwasserneubildung dar. Ausserdem sind auch positive Ergebnisse zu verzeichnen, bei denen sich steigende Grundwasserspiegel herauskristallisiert haben. Stationen, bei denen ein potenzielles Risiko besteht, dass das Grundwasser weiter absinkt, können nun gezielt beobachtet werden. Zudem kann abgeschätzt und untersucht werden, in welchem Masse bestimmte Faktoren für das Grundwasserverhalten verantwortlich sein können und ob gewisse Schwankungen innerhalb der Grundwasserkörper normal sind.

Diese errechneten Trends und die beobachteten Tendenzen müssen sich in der Zukunft nicht fortsetzen. Die Trendanalyse stellt lediglich die Entwicklung bis heute dar. Es ist eine

Momentaufnahme, die einen Überblick gibt und anhand deren weitere Beobachtungen, Handlungsbedarf und nachfolgende Analysen abgeleitet werden können.

**Grundwasserspiegel 1975–2012
Station 04.22 Stieracker**



(15.01.1975–02.01.2012 Messwerte können NA* enthalten), (NA* = Not Available)

Die aufeinanderfolgenden hohen und niedrigen Grundwasserstände der Station Stieracker (Gemeinde Villnachern im Aaretal) gleichen sich gegenseitig aus (Typ 1).

Dieser Artikel entstand in Zusammenarbeit mit Daniel Schaub, Abteilung für Umwelt, 062 835 33 60.

