



Grundwasseruntersuchungen im Kanton St.Gallen

**Spezialauswertung Nitrate und Chloride im Grundwasser
in und nach den Trockenjahren 2003 und 2018**

Kontaktperson	Paul Pfenninger
Telefon	058 229 21 26
E-Mail	paul.pfenninger@sg.ch

Speicherdatum:	13.05.2020
Version:	3



Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	3
2	Ausgangslage	3
3	Messwerte und Resultate	4
3.1	Nitrate	4
3.2	Chloride	8
4	Zusammenfassung	11



1 Einführung

Nitrat ist ein wichtiger Pflanzennährstoff und gelangt durch Düngerausbringung in den Boden. Chlorid ist ein Salzbestandteil und wird beispielsweise im Winterdienst ausgebracht. Nitrate und Chloride sind beide gut löslich und können durch den Sickerwasserstrom vom Boden in Oberflächengewässer oder ins Grundwasser ausgeschwemmt werden. Dies führt zu Nährstoffverlusten und Grundwasserbelastungen. Zu hohe Konzentrationen im Grundwasser, das für Trinkwasserzwecke genutzt wird (25 mg/l für Nitrat und 40 mg/l für Chlorid gemäss Gewässerschutzverordnung (SR 814.201; abgekürzt GSchV)), sind unerwünscht. Sehr hohe Nitratwerte im Trinkwasser sind gefährlich, da sie, im Körper verarbeitet, zu Sauerstoffarmut im Blut führen können. Hohe Chloridwerte können zu einer starken korrosiven Wirkung führen oder gar das Wasser geschmacklich versalzen.

Es wird angenommen, dass in Trockenjahren weniger Nitrate und Chloride ins Grundwasser eingetragen werden, weil die Sickerwasserbindung zwischen Boden und Grundwasser durch das Fehlen von Regen eingeschränkt ist. Nach genügend Niederschlag werden die während der Trockenzeit zurückgehaltenen Nitrate und Chloride gelöst und in erhöhten Konzentrationen ins Grundwasser eingetragen. Dieses Verhalten konnte zum Beispiel 2004, nach dem Trockenjahr 2003, beobachtet werden.

2 Ausgangslage

Seit dem Jahr 2001 wird die Grundwasserqualität im Kanton St.Gallen systematisch überwacht. Dazu werden etwa 60 Messstellen mindestens zweimal im Jahr beprobt und auf verschiedene chemisch-physikalische und mikrobiologische Messgrössen wie Nitrat, Chlorid, Leitfähigkeit oder Keimzahl untersucht. Nach dem Trockenjahr 2018 wurden 2019 an mehreren dieser Messstationen monatliche Messungen gemacht (an sieben Messstellen für Nitrat, an dreien für Chlorid). Ausserdem wurden weitere Messstellen aussersaisonal beprobt (an fünf Messstellen für Nitrat, an sieben für Chlorid). Diese Resultate werden ebenfalls miteinbezogen. Die Verortung dieser Messstellen ist in der Übersichtskarte in Abbildung 1 zu sehen. Mit Hilfe dieser Zusatzmessungen können nun Auswertungen zum Verhalten der Nitrat- und Chloridkonzentrationen im Grundwasser nach einem Trockenjahr gemacht werden. Als Vergleich werden die Daten der bezüglich Witterung normalen Jahre 2016 und 2017 ebenfalls betrachtet.

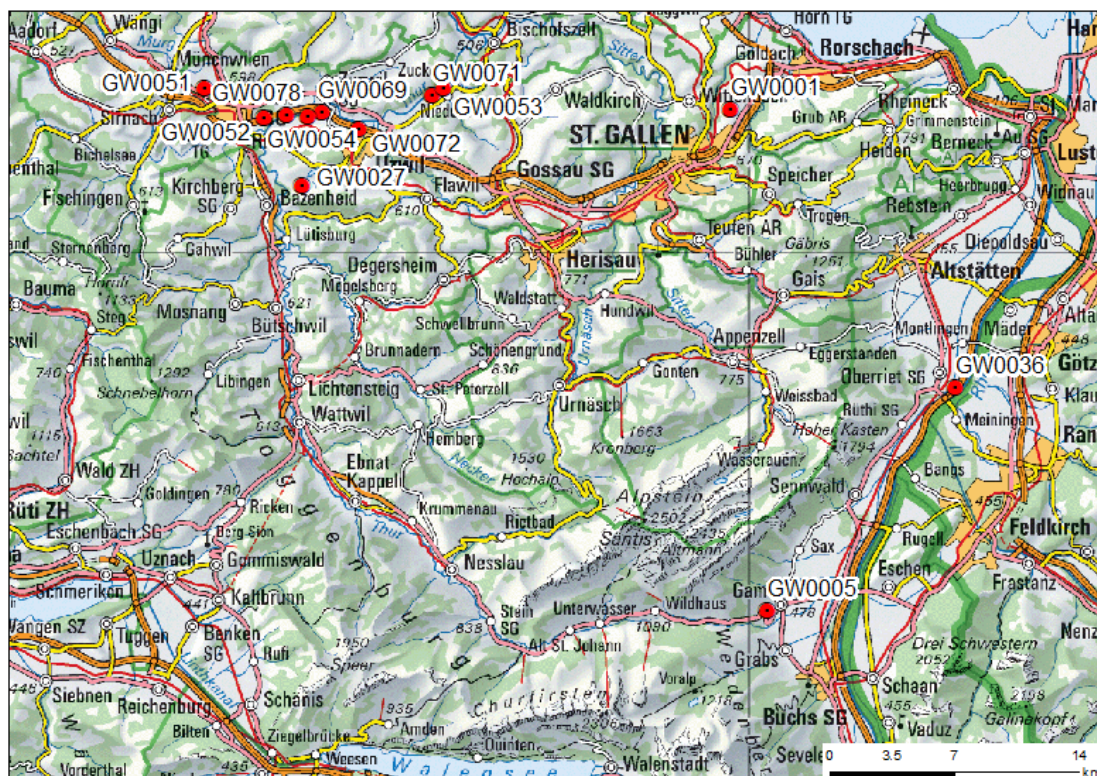


Abbildung 1: Übersichtskarte der untersuchten Messstellen. An allen 12 hier dargestellten Messstellen wurde das Grundwasser auf Nitrat beprobt. Chloridmessungen wurden überall ausser an GW0036 und GW0071 gemacht.

3 Messwerte und Resultate

3.1 Nitrate

Die gemessenen Nitratkonzentrationen zeigen über die Jahre sowohl saisonale als auch jährliche Schwankungen. Diese werden besonders gut ersichtlich in Abbildung 2. Im dort gezeigten Jahresverlauf von 2016 bis 2019 werden die Nitratkonzentrationen zusammen mit über einen Monat gemittelten Werten dargestellt. Die hohen Werte im Spätjahr 2017 entstammen wohl den überdurchschnittlichen Winterniederschlägen, welche mehr Nitrat ins Grundwasser eingetragen haben. Das Jahr 2018 zeigt generell die tiefsten Nitratkonzentrationen mit nur wenig saisonalen Schwankungen. Deren Fehlen ist dadurch erklärbar, dass die Trockenperiode bereits im April begann und bis im November anhielt. Dadurch wurde gleichmässig wenig Nitrat ins Grundwasser eingetragen. Im Dezember 2018 begannen die Konzentrationen stark anzusteigen, was bis Mitte 2019 beobachtbar ist. Die Konzentrationen stiegen dabei oftmals auf über 25 mg Nitrat pro Liter und überstiegen somit den im GSchV gesetzten Grenzwert. Mehrfach wurden sogar beinahe doppelt so hohe Konzentrationen erreicht.

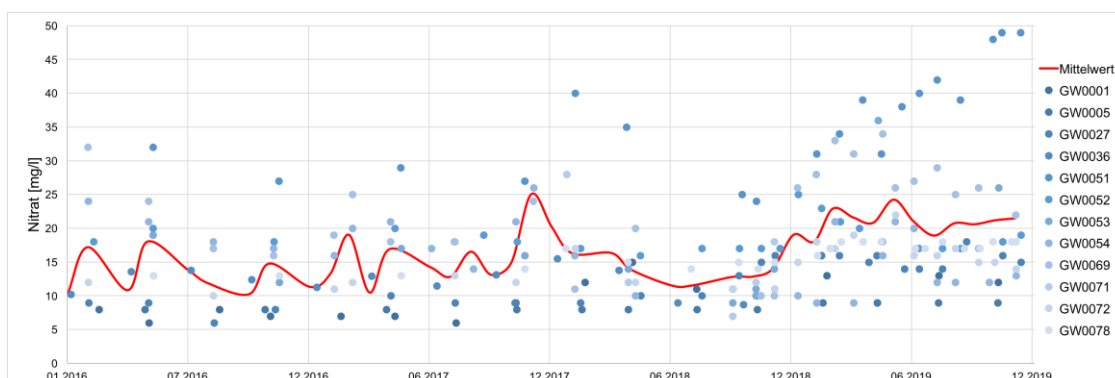


Abbildung 2: Nitratkonzentrationen im Grundwasser gemessen von 2016 bis 2019. Trockenperiode 2018/2019, mit zwei normalen Jahren Vorlauf als Vergleich. Dargestellt sind die Nitratkonzentrationen gemessen an den verschiedenen Messstellen (blau), und deren Trendlinie aus monatlichen Mittelwerten (rot). Ersichtlich sind saisonale Schwankungen, eine Abnahme der Nitratkonzentrationen im Verlauf von 2018, sowie erhöhte Werte im Jahr 2019.

Ein Blick auf Abbildung 3, in welcher die Jahresverläufe von 2017 bis 2019 zur Veranschaulichung der Unterschiede übereinander auf dem gleichen Zeitstrahl dargestellt sind, verdeutlicht dieses Bild zusätzlich. Die mittleren Werte des Jahres 2018 waren für einen Grossteil der Zeit die tiefsten, während die von 2019 die höchsten waren.

Wie viel höher die Konzentrationen 2019 waren, zeigt der Vergleich der Jahresmittel der Nitratkonzentrationen gemessen an den zwölf Messstellen von 2016 bis 2019 in Abbildung 4. Die mittleren Konzentrationen gemessen im Jahr 2019 waren an fast allen Messstellen die höchsten und teilweise beinahe doppelt so hoch wie in anderen Jahren. Erstaunlicherweise war 2018 nicht an allen Messstellen das Jahr mit den tiefsten Konzentrationsdurchschnitten, was auf den ersten Blick der eingangs formulierten Erwartung widerspricht. Diese Messstellen-spezifischen Unterschiede fallen über den ganzen Kanton betrachtet nicht ins Gewicht.

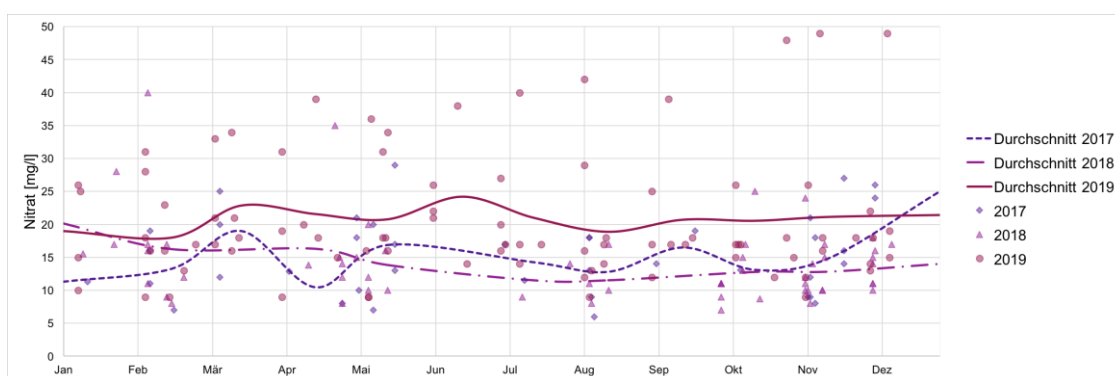


Abbildung 3: Gegenüberstellung der Zeitserien der Nitratwerte von 2017, 2018 und 2019. Ein Vergleich der zeitlichen Entwicklung der Nitratkonzentrationen gemessen 2017 (blau), 2018 (lila) und 2019 (rot). Messwerte sind als Datenpunkte dargestellt, deren monatliche Durchschnitte als Trendlinien (blau gestrichelt; lila Strichpunkte; rot durchgezogen). Die mittleren Werte aus 2019 sind generell die höchsten, während die während der Trockenzeit 2018 gemessenen Konzentrationen die tiefsten sind.

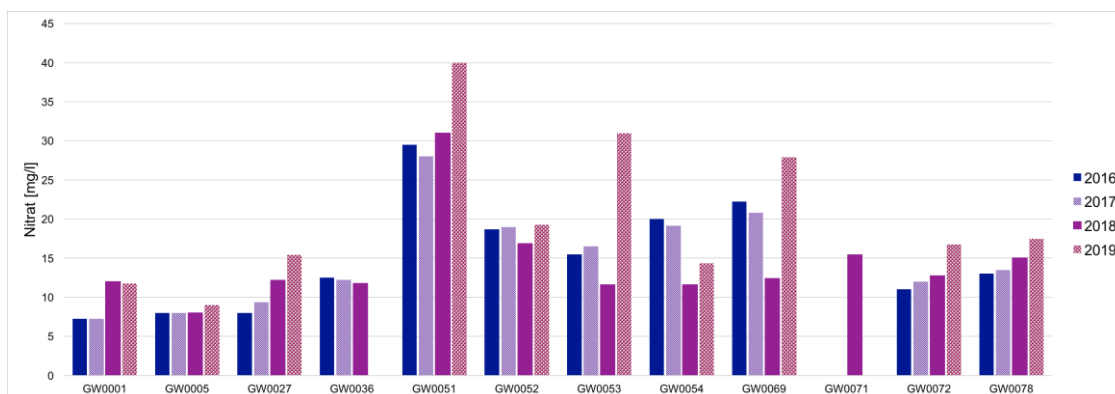


Abbildung 4: Jahresdurchschnitte der Nitratkonzentrationen pro Messstelle. Vergleich der Jahresmittel der Nitratkonzentrationen gemessen an den zwölf Messstellen in den Jahren 2016, 2017, 2018 und 2019.

Die beiden Trockenperioden 2003/2004 und 2018/2019 werden in der Langzeitentwicklung 2001 bis 2019 in Abbildung 5 miteinander verglichen. Dabei fällt auf, dass die Nitratkonzentrationen während beider Trockenperioden ähnlichen Mustern folgten. Die Werte nahmen über das Trockenjahr stetig ab, wobei 2003 wegen des späteren Einsetzens der Trockenzeit noch gewisse Schwankungen zeigte. Dies war 2018 wie bereits erwähnt nicht der Fall. Im der Trockenzeit nachfolgenden Jahr nahmen die Konzentrationen in beiden Fällen sehr stark zu. 2004 scheint die viel stärkere Reaktion zu haben, wenn man nur die monatlichen Mittelwerte betrachtet. Dies könnte jedoch durch die kleinere Anzahl an Messwerten (weniger als halb so viele wie im Jahr 2019) erklärt werden. Tatsächlich waren die Konzentrationen aus dem Jahr 2019 mindestens so hoch wie die aus 2004.

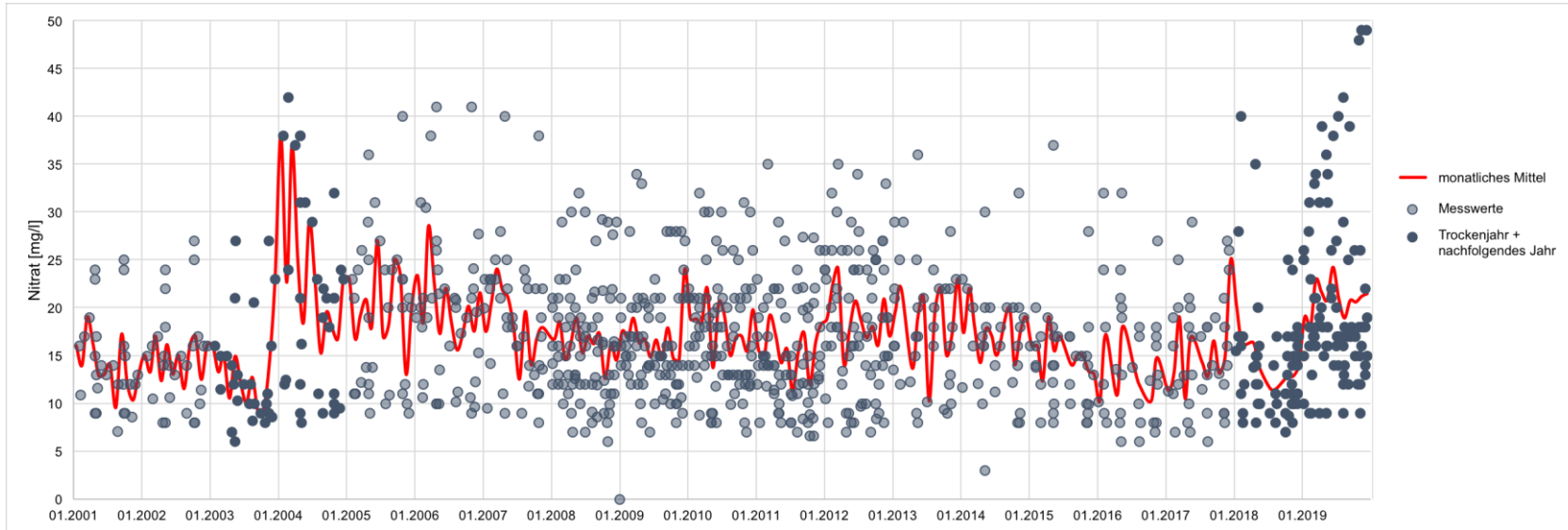
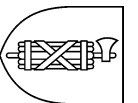


Abbildung 5: Langzeitentwicklung der Nitratkonzentrationen (2001 bis 2019). Verhalten der Nitratwerte im Grundwasser zwischen 2001 und 2019. Blaue Punkte zeigen tatsächliche Messdaten, während die rote Trendlinie über einen Monat gemittelten Werten entspricht. Trockenjahre (2003 und 2018) und deren jeweils nachfolgendes Jahr (2004 und 2019) sind dunkel hervorgehoben. Die beiden Trockenperioden 2003/2004 und 2018/2019 gehen mit einer Senkung der Nitratwerte einher, welche gefolgt wird von erhöhten Werten nach dem Wiedereinsetzen regelmässiger Regenfälle.



3.2 Chloride

Die Chloridmessungen zeigen ein etwas anderes Bild als die Nitratwerte. Wie in Abbildung 6 zu sehen ist, nahmen die Chloridkonzentrationen über die Trockenzeit 2018 zu, um dann 2019 wieder abzunehmen. Dabei blieben die Werte mehrheitlich überdurchschnittlich hoch. Diese Beobachtung wird gespiegelt in Abbildung 7, aus welcher wieder deutlich wird, dass die Werte im Herbst 2018 anstiegen und dann im Frühjahr 2019 langsam abnahmen. Die Chloridkonzentrationen aus dem Jahr 2017 waren dabei weitgehend die niedrigsten. Auch beim Vergleich der Jahresmittel in Abbildung 8 fällt auf, dass die Chloridkonzentrationen des Jahres 2018 an mehreren Messstellen höher waren als im nachfolgenden 2019 und meist auch höher als die beiden vorhergehenden Jahre 2016 und 2017. Dies widerspricht den Erwartungen von tiefen Konzentrationen während der Trockenzeit mit anschließender Spitze nach deren Ende.

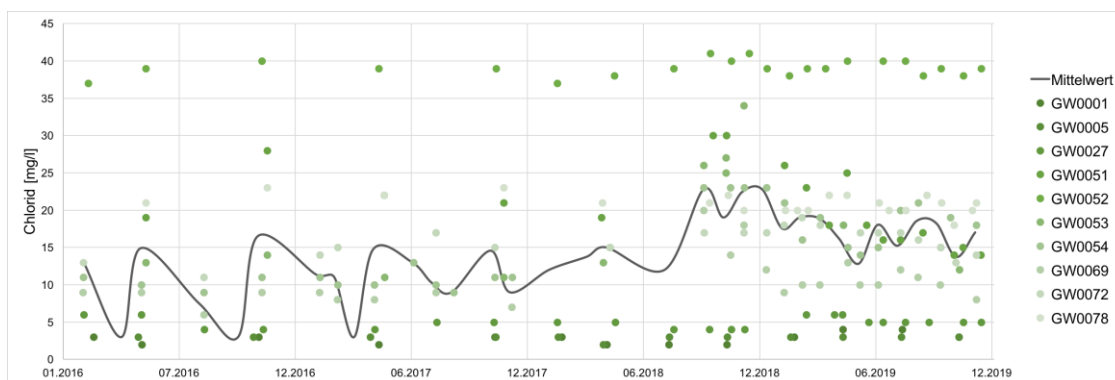


Abbildung 6: Jahresverlauf der Chloridkonzentrationen gemessen im Grundwasser zwischen 2016 und 2019. Trockenzeit 2018, mit zwei normalen Jahren Vorlauf, und dem nachfolgenden Jahr 2019. Dargestellt sind die Chloridaten der verschiedenen Messstellen (grün), und die Trendlinie aus deren monatlichen Mittelwerten (grau). Zu sehen sind saisonale Schwankungen und erhöhte Chloridkonzentrationen ab Frühherbst 2018.

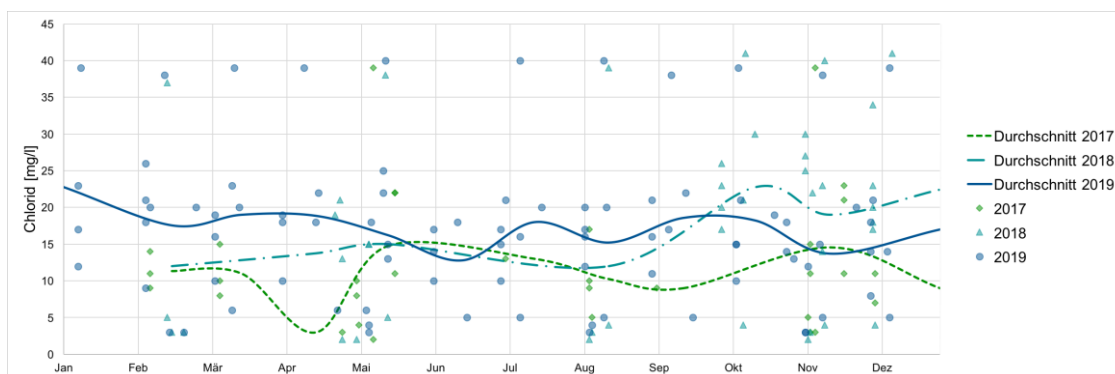


Abbildung 7: Gegenüberstellung der Zeitserien der Chloridwerte von 2017, 2018 und 2019. Ein Vergleich der zeitlichen Entwicklung der Chloridkonzentrationen von 2017 (grün), 2018 (blau) und 2019 (dunkelblau). Messwerte sind als Datenpunkte dargestellt, deren monatlicher Durchschnitt als Trendlinie (grün gestrichelt; blaue Strichpunkte; dunkelblau durchgezogene Linie).

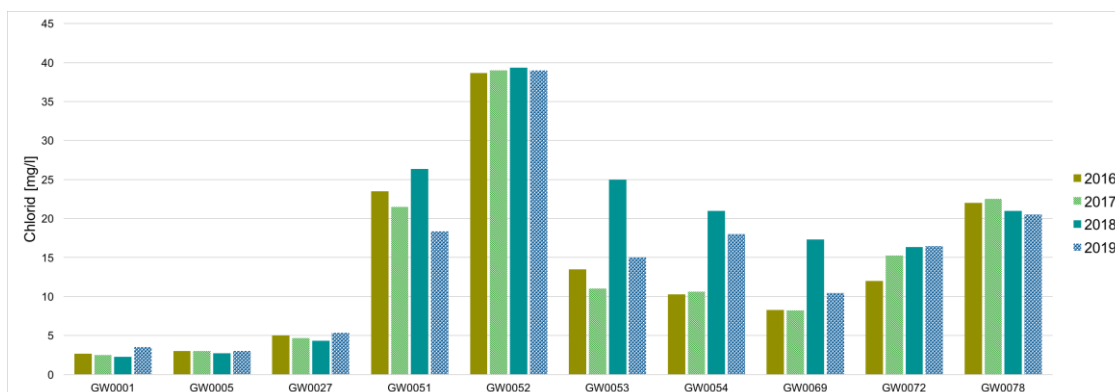


Abbildung 8: Jahresdurchschnitte der Chloridkonzentrationen pro Messstelle. Vergleich der Jahresmittel der Chloridkonzentrationen der zehn Messstellen gemessen in den Jahren 2016, 2017, 2018 und 2019.

Über die letzten 20 Jahre bewegten sich die Chloridkonzentrationen in einem relativ stabilen Bereich, wie aus der Darstellung der Langzeitentwicklung von 2001 bis 2019 in Abbildung 9 ersichtlich wird. Die Konzentrationsmittel stiegen jedoch sowohl in der Trockenperiode 2003/2004 als auch in derjenigen von 2018/2019 etwas an. In beiden Fällen erfolgte dieser Anstieg während der tatsächlichen Trockenzeit und nicht wie erwartet aufgrund verstärkter Einschwemmung als Folge von Niederschlag nach längerer Trockenheit. Trotz Nachschlagen in der Literatur konnte dafür keine eindeutige Erklärung gefunden werden. Es könnte jedoch mit erhöhten Verdunstungsraten zu tun haben, aufgrund welcher Chloride im Boden angereichert und schliesslich in erhöhten Mengen ins Grundwasser eingetragen werden. Ebenfalls wird in dieser Abbildung sichtbar, dass der in der GSchV gesetzte Grenzwert von 40 mg Chlorid je Liter Grundwasser spätestens ab 2016 wiederholt überschritten wurde. Dies geschah vor allem an einer Messstelle (GW0052). An dieser Stelle sollten dringend gegenwirkende Massnahmen ergriffen werden.

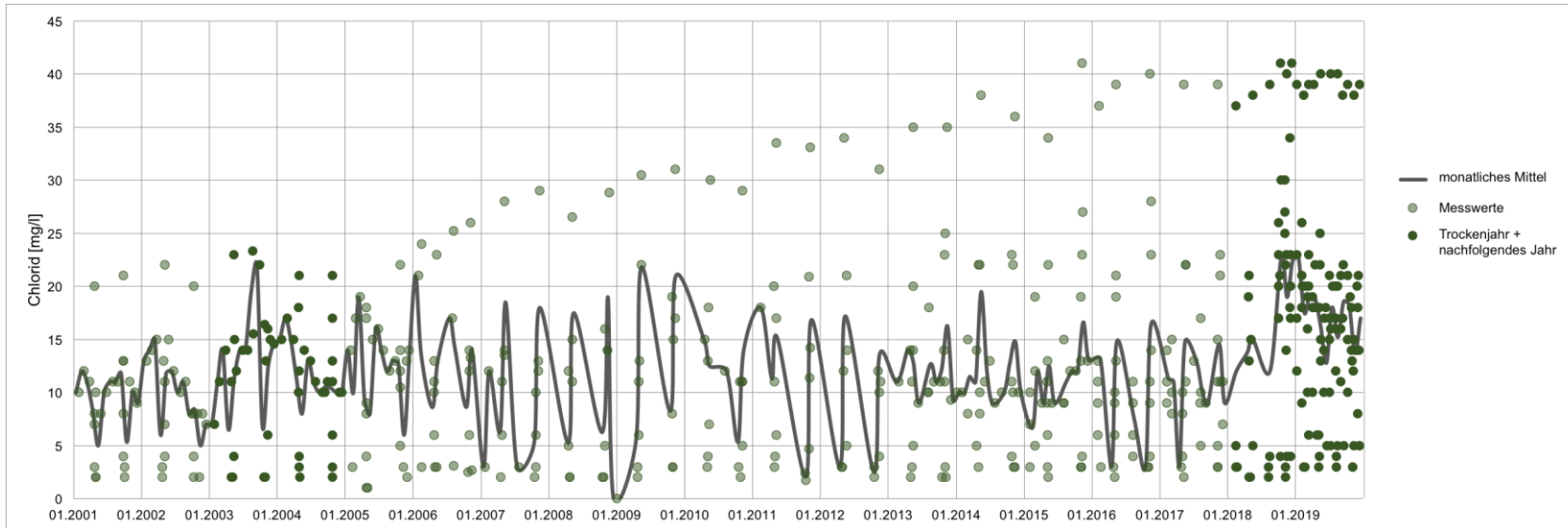
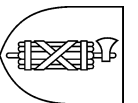


Abbildung 9: Langzeitentwicklung der Chloridkonzentrationen (2001 bis 2019). Verhalten der Chloridkonzentrationen im Grundwasser zwischen 2001 und 2019. Grüne Punkte zeigen tatsächliche Messdaten, während die graue Trendlinie über einen Monat gemittelten Werten entspricht. Trockenjahre und deren jeweilig nachfolgendes Jahr sind dunkel hervorgehoben.





4 Zusammenfassung

Wie erwartet zeigen die Nitratkonzentrationen im Grundwasser einen Rückgang während der Trockenzeit im Jahr 2018. Darauf folgte ein starker Anstieg der Nitratwerte im nachfolgenden Jahr, nach dem Einsetzen genügend starker Regenfälle. Dieses Verhalten ist das selbe wie bereits in der Trockenperiode 2003/2004 beobachtet worden war und entspricht somit den Erwartungen. Der im GSchV gesetzte Grenzwert von 25 mg/l wurde oft – teilweise stark – überschritten.

Die Chloridkonzentrationen im Grundwasser verhielten sich entgegen der Erwartungen. Es wurde ein Anstieg im Frühherbst 2018 beobachtet, mit den höchsten Jahreswerten gemessen kurz vor den Regenfällen im November. Die Chloridwerte des Grundwassers waren überhaupt sehr hoch. Der Grenzwert des GSchV von 40 mg Chlorid je Liter Grundwasser wurde mehrfach überschritten.

Aufgrund des häufigen Überschreitens der Grenzwerte beider hier betrachteten Stoffe wird empfohlen, die Ursachen der hohen Konzentrationen zu untersuchen und entsprechende Massnahmen zu ergreifen, damit die Werte künftig merklich verringert werden.