

Entwicklung der Sulfatkonzentrationen

Alle GWM mit einer mittleren Änderung der Sulfatkonzentrationen von mindestens 2,5 mg/l/a im Zeitraum zwischen 2005 und 2020 sind in der Karte V dargestellt. Davon weisen 28 GWM einen signifikanten Anstieg auf, während 44 Messstellen einen Rückgang der Sulfat-Konzentration verzeichnen. Ansteigende Sulfat-Konzentrationen können z.B. anthropogen durch die Entnahme von Grundwasser hervorgerufen werden. Hierbei kann es zu einem Aufstieg (upconing) von hochmineralisierten Tiefenwässern oder Salzstockablaugungen kommen.

[3] Initiiert durch das flächenhafte Absinken des Grundwasserspiegels (z.B. in Trockenjahren) kann die Oxidation von Schwefelverbindungen in der ungesättigten Zone zu einem sprunghaften Anstieg der Sulfat-Konzentration führen. Rückläufig hingegen sind die atmosphärischen Depositionen – der mittlere Sulfat-Gehalt an den 5 ostfriesischen Depositionsmessstellen liegt im Betrachtungszeitraum bei 2,6 mg/l. Seit 1990 sind die Schwefeldioxid-Emissionen um über 90 % zurückgegangen – diese Entwicklung ist auf den technischen Fortschritt und die Verwendung schwefelarmer Brennstoffe zurückzuführen. [5]

Sulfat in der Trinkwassergewinnung

Die Sulfat-Konzentrationen der ostfriesischen Trinkwässer sind vergleichsweise niedrig und liegen im Mittel der Rohwässer aller 12 Festlands- und 5 Inselwasserwerke aktuell bei 26 mg/l. Es treten vereinzelt aber auch Gehalte zwischen 40 und 140 mg/l in Erscheinung – der vermutlich stärkste Einflussfaktor ist dabei die Ablaugung aus den gipshaltigen Abdeckungen der Salzstöcke. Die Bedeutung von Sulfat für die Trinkwassergewinnung ist vielschichtig – neben seiner Funktion als Indikatorparameter für geogene und anthropogene Beeinflussungen des Rohstoffs Grundwasser, gelten erhöhte Sulfat-Konzentrationen im Trinkwasser als abführend und bewirken Störungen der Darmfunktionen [6]. Daraus begründet sich der

Grenzwert für Trinkwasser von 250 mg/l (TrinkwV). In Verbindung mit Calcium und Magnesium bilden Sulfate einen Bestandteil der Nichtkarbonathärte (permanente Härte) und tragen damit zur Gesamthärte bei [7]. Darüber hinaus wirken erhöhte Sulfat-Konzentrationen korrosionsfördernd bei Bauteilen der Trinkwasserversorgung aus unlegiertem oder niedrig legiertem Stahl und Gusseisen. Innerhalb der Korrosionsprodukte kann Sulfat zu Schwefelwasserstoff reduziert werden und mit dem Eisen Oxidationsprodukte bilden [8]. Sehr bedeutsam z.B. in Tief- und Wasserbau ist die Betonaggressivität von sulfathaltigen Grundwässern – bereits Konzentrationen ab 200 mg/l gelten als schwach angreifend XA1 und Konzentrationen über 3.000 mg/l als sehr stark angreifend XA3 (DIN 4030).

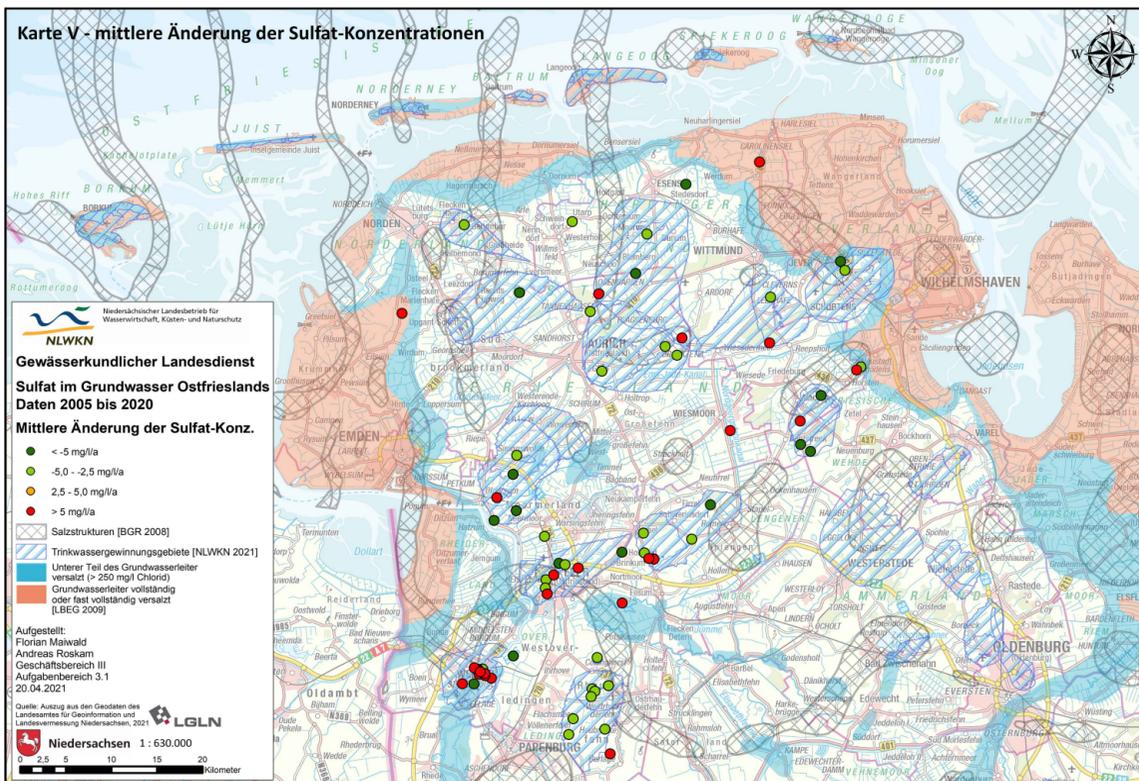


Grundwasser

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz



Regionales Parameterblatt Sulfat im Grundwasser Ostfrieslands Daten 2000 bis 2020



Bedeutung von Sulfat für die Umwelt

Schwefel ist für Organismen ein lebensnotwendiger Stoff und Bestandteil tierischen und pflanzlichen Eiweißes. Daher ist er fossil in den Abbauprodukten Kohle, Erdöl und Erdgas zu finden, aber auch in den organischen Fraktionen des Bodens (Humus), so wie beispielsweise konzentriert in Hoch- und Niedermooren. Auswaschungen aus dem Boden erfolgen in Form des anorganischen Sulfats. In Form von Gips, Anhydrit oder Natrium- und Magnesiumsalz ist Sulfat in der Umwelt weit verbreitet. Die biochemischen Schwefelkreisläufe in Boden und GW sind sehr

komplex und dynamisch, auf die verschiedene Schwefelbakterien einwirken. Unter stark reduzierenden Milieu-Bedingungen im GW kann das Sulfat zu Sulfiden oder Schwefelwasserstoff reduziert werden. Bei sehr niedrigen pH-Werten, hohen Sulfat-Konzentrationen aus der Meerwasserintrusion und organischem Kohlenstoff als Reduktionsmittel fällt unter diesen Bedingungen auch elementarer Schwefel aus – ein entscheidender Prozess bei der Entstehung der potenziell sulfat-sauren Böden im Küstengebiet Norddeutschlands.

Literatur- und Quellenverzeichnis

[1] KATALYSE e.V. (1990): Das Wasserbuch; 257 Seiten.

[2] HÖLTING, B., COLDEWEY, W. G. (2013): Hydrogeologie - Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie; 470 Seiten.

[3] GRUBE, A., WICHMANN, K., HAHN, J., NACHTIGAL, K. H. (2000): Geogene Grundwasserversalzung in den Porengrundwasserleitern Norddeutschlands und ihre Bedeutung für die Wasserwirtschaft; 203 Seiten.

[4] WISOTZKY, F. (2014): Bedeutung von Pyritmineralien für die Grundwasserchemie, in: Grundwasser – Zeitschrift der Fachsektion

Hydrogeologie; 9 Seiten.

[5] UMWELTBUNDESAMT (2020): Schwefeldioxid-Emissionen

[6] SCHLEYER, R., KERNDORFF, H. (1992): Die Grundwasserqualität westdeutscher Trinkwasserressourcen; 249 Seiten.

[7] WISOTZKY, F., CREMER, N., LENK, S. (2018): Angewandte Grundwasserchemie, Hydrogeologie und hydrogeochemische Modellierung; 719 Seiten.

[8] KÖLLE, W. (2004): Wasseranalysen - richtig beurteilt; 424 Seiten.

Gewässerkundlicher Landesdienst des NLWKN

Bildnachweis

Umschlag GW-Messstelle R128-13 NLWKN
Klostermoor Brunselmeer (Hochmooreinfluss)

Verfasser:

BSc. Florian Maiwald (Prakt.)
Dipl. Ing. Andreas Roskam
Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Betriebsstelle Aurich
Oldersumer Straße 48
26603 Aurich

1. Auflage Mai 2021

Herausgeber:

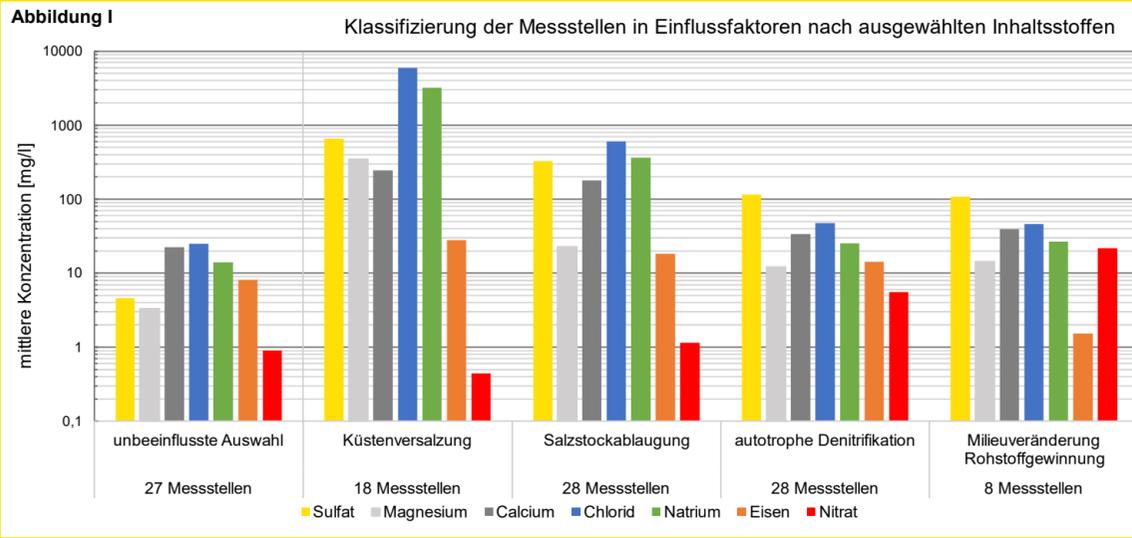
Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Am Sportplatz 23
26506 Norden

Online verfügbar www.nlwkn.niedersachsen.de

Messnetz und Ergebnisse der regionalen Sulfatauswertung

In dem vorliegenden Parameterblatt werden die Daten von insgesamt 904 Grundwassermessstellen (GWM) berücksichtigt. Davon stammen 249 GWM vom Gewässerkundlichen Landesdienst im NLWKN, 551 GWM inkl. Förderbrunnen von den regionalen Wasserversorgungsunternehmen (WVU) und 106 GWM aus der Beweissicherung der Rohstoffgewinnung. Neben dem Auswertungs-Parameter Sulfat sind zusätzlich die Inhaltsstoffe Calcium, Magnesium, Natrium, Chlorid, Eisen und Nitrat in die Auswertungsarbeit eingeflossen. Der Betrachtungszeitraum erstreckt sich von 2000 bis 2020. Die

mittleren Sulfat-Konzentrationen aller Messstellen (Mest.) mit mindestens 3 Messwerten im Betrachtungszeitraum sind in den Karten I – IV in Abhängigkeit von ihrer mittleren Filterlage unter Geländeoberkante (uGOK) dargestellt. Auf Basis der zusätzlich betrachteten Parameter und der räumlichen Verteilung zeigt sich, dass die sehr hohen Sulfat-Konzentrationen mit Mittelwerten über 250 mg/l auf Küstenversalzungen und Salzstockablauungen zurückzuführen sind. Die Abb. I zeigt die mittleren Konzentrationen ausgewählter Inhaltsstoffe von allen GWM mit mehr als 80 mg/l Sulfat klassifiziert in die Einflussfaktoren. Als Referenz dienen ausgewählte GWM auf der Geest ohne Wirkung der Einflussfaktoren.

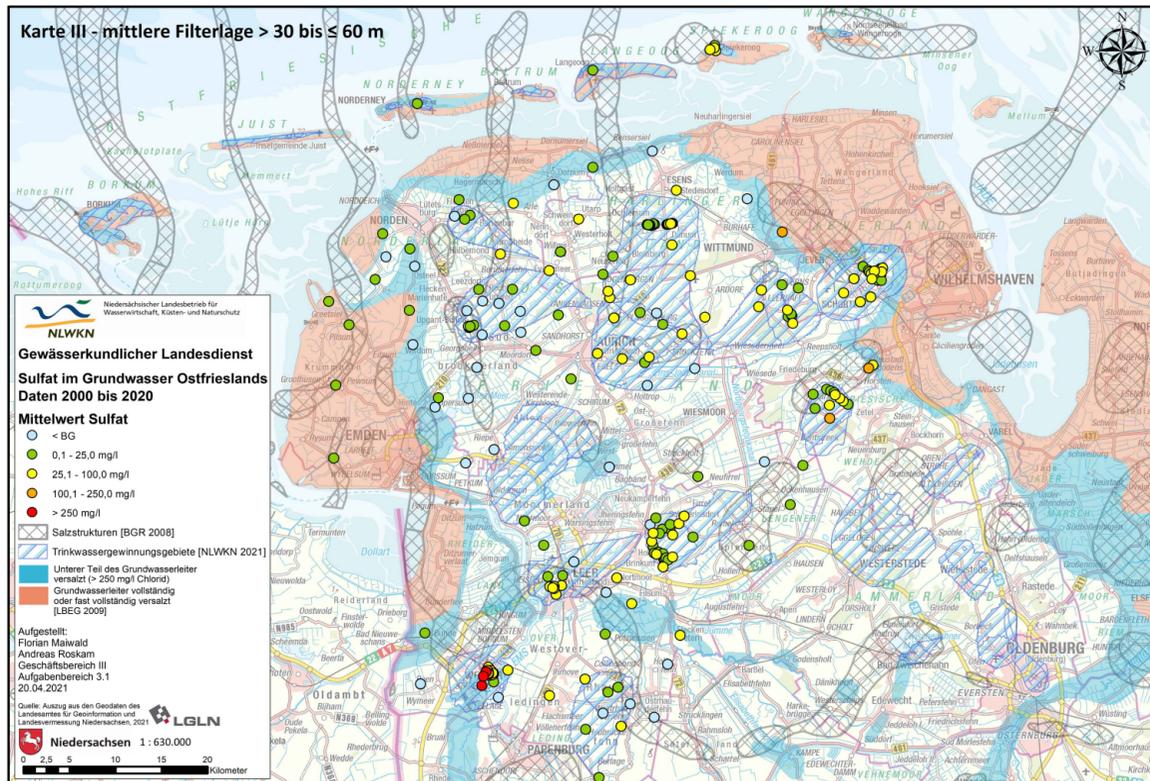
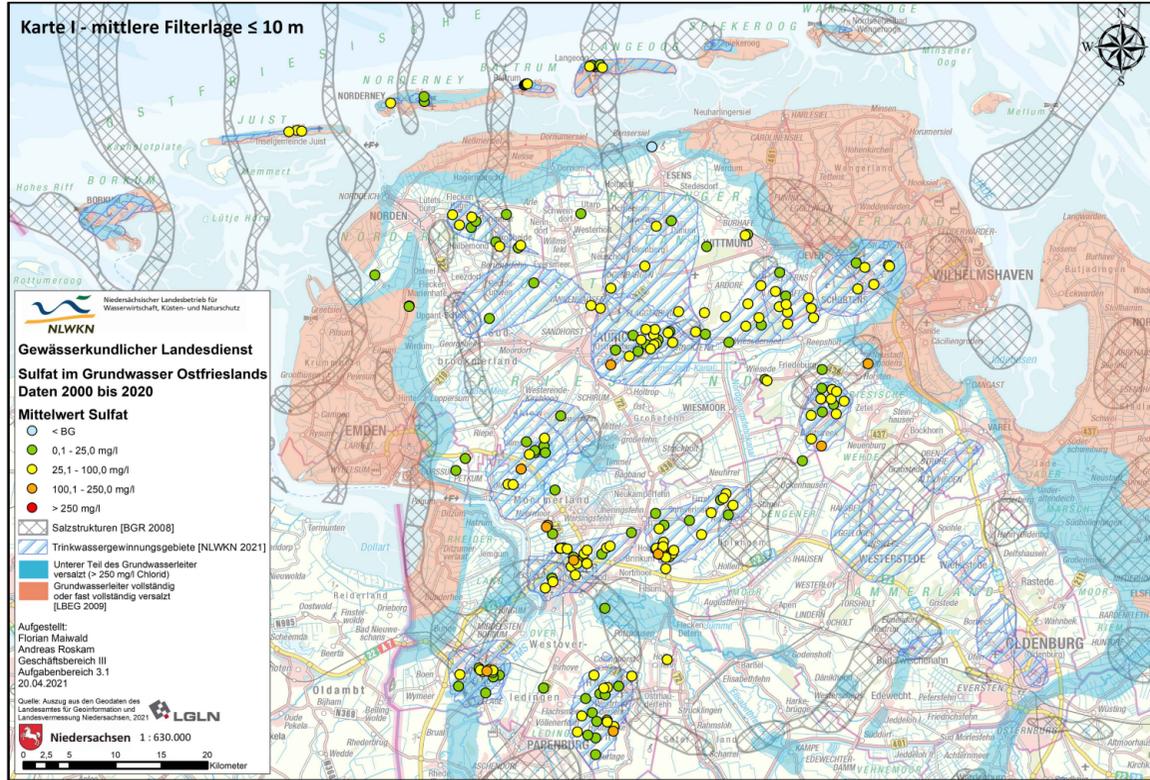


Sulfatquellen

Anthropogene Sulfateinträge in das Grundwasser (GW) können aus der landwirtschaftlichen Düngung, Deponiesickerwässern (z.B. aus Bauschutt und Schlacken) oder schwefelhaltigen Niederschlägen (aus der Verbrennung fossiler Energieträger) stammen. Sulfat stellt in vielen Grundwässern aber auch einen geogenen Hauptbestandteil dar. Es ist im GW sehr mobil und natürliche Sulfat-Konzentrationen liegen bei 30 mg/l oder darunter [1]. Sulfat (SO_4^{2-}) ist mit über 2.500 mg/l nach Chlorid das zweithäufigste Anion im Meerwasser [2]. Dies führt dazu, dass das küstennahe GW unter dem Einfluss von Meerwasserintrusionen sich neben Natrium- und Chloridionen auch mit Sulfat anreichern kann (Abb. I). Als weitere Sulfatquelle sind Salzstöcke anzuführen, welche sich im Zechstein vor über 250 Mio. Jahren bei der Eindampfung von Meeresbecken gebildet haben. Aus diesem Grund finden sich in Grundwasserleitern, welche durch Salzstockablauungen beeinflusst

werden, ähnliche Inhaltsstoffe wie im Meerwasser. Der Ursprung hoher Sulfat-Konzentrationen in der Umgebung von Salzstöcken ist meist auf Hutgesteine (Caprock) aus Anhydrit/Gips ($\text{CaSO}_4/\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) zurückzuführen, welche sich über dem Steinsalz (NaCl) angereichert haben [3]. Sulfat kann ebenfalls durch die Oxidation von Pyrit (FeS_2) freigesetzt werden. Pyrit ist ein natürlich vorkommendes Mineral, welches unter anoxischen und nitratfreien Bedingungen gebildet werden kann und stabil ist. Unter dem Beisein von Nitrat kann Pyrit in einem sauerstofffreien Milieu zu zweiwertigem Eisen und Sulfat oxidiert werden, während es zur Reduktion des Nitrats und u.a. zur Bildung von elementarem Stickstoff kommt. [4] In einem aeroben Milieu oxidiert Pyrit durch den vorhandenen Sauerstoff ebenfalls zu Sulfat. Bei einem Eintrag von Sauerstoff in das GW z.B. bei einer Absenkung des Grundwasserspiegels oder durch Baggerseen im Sand- und Kiesabbau, kann es so zu einem Anstieg der Sulfat-Konzentration kommen.

Karten I und III - Räumliche Verteilung der mittleren Sulfatkonzentrationen unterteilt in die mittleren Filtertiefen



Karten II und IV - Räumliche Verteilung der mittleren Sulfatkonzentrationen unterteilt in die mittleren Filtertiefen

