



Grundwasserbericht Niedersachsen

Sammlung

Parameterblätter

Datenbestand 2018



Niedersachsen

Einleitung

Die Untersuchung des Grundwasser auf chemische Inhaltsstoffe dient dazu, die natürliche bzw. geogene Grundwasserbeschaffenheit in den unterschiedlichen Regionen Niedersachsens zu erkunden. Es gilt festzustellen, wo und in welchem Maße nachhaltig Veränderungen durch menschliche Tätigkeiten verursacht worden sind.

Als Grundlage für die Bemessung der Grundwassergüte wird eine Vielzahl unterschiedlicher chemischer Parameter herangezogen. Parameter wie Nitrat dienen zur Charakterisierung der Grundwasserbeschaffenheit und unterliegen als Belastungsgrößen einer genauen Beobachtung. Ergänzend zu den Grundparametern werden weitere Inhaltsstoffe (Ergänzungsparameter) untersucht, die geogen oder

auch in Folge menschlichen Handelns im Grundwasser vorkommen können.

Der landesweite Grundwasserbericht Niedersachsen informiert internetbasiert mit gezielten Auswertungen über die Grundwassersituation. Weiterführende Auswertungen werden in Themen- und Regionalberichten bereitgestellt.

Die landesweiten Parameterblätter, die jährlich aktualisiert werden, ergänzen mit weiteren Informationen zur Grundwasserbeschaffenheit dieses Angebot.

In der vorliegenden Sammlung sind 12 Parameterblätter zusammengefasst worden. Daneben sind die Faltblätter aller bisher erstellten Parameterblätter auch auf der Internetseite des NLWKN als pdf-Download erhältlich.

Hinweise zum Grundwasserbericht

Berücksichtigt wurde für den Grundwasserbericht der Datenbestand der Messprogramme „Wasserrahmenrichtlinie-Güte“ und „Grundwasser Güte“.

Der vollständige [Grundwasserbericht Niedersachsen](#) ist auf der Internetseite des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz abrufbar. Auf der Homepage des NLWKN sind Informationen zum [Grundwasserbericht](#) unter Wasserwirtschaft → Grundwasser eingestellt.

Weitere Informationen zu den Güte-Parametern können für einzelne Messstellen aus der interaktiven Karte auf der Internetseite des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz entnommen werden:

[Niedersächsische Umweltkarten](#)

Über den Layer-Bereich „Hydrologie“ und den Unterbereich „Grundwasserbericht Güte“ können einzelne Güte-Parameter ausgewählt werden.

Ansprechpartnerin

Annette Kayser
Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Betriebsstelle Cloppenburg
Drüdingstraße 25
49661 Cloppenburg

Herausgeber:

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

Bildnachweis

Grundwasser-Messstelle Restrup neu (Deckblatt)
Probenahme (Seite 2)
NLWKN Bst. Cloppenburg

1. Auflage 2019

Online verfügbar: www.nlwkn.niedersachsen.de

Inhalt	Seite
• Aluminium	4
• Ammonium	6
• Cadmium	8
• Chlorid	10
• Eisen	12
• Kalium	14
• Magnesium	16
• Nickel	18
• Nitrat	20
• Nitrit	22
• pH-Wert	24
• Sulfat	26
• Literaturverzeichnis	29



Bedeutung für die Umwelt

Aluminium (Al) ist das häufigste Metall in der Erdkruste. Es kommt in vielen Silikaten und Tonmineralen vor. Anthropogene Quellen spielen keine Rolle. Die Löslichkeit von Aluminiumhydroxid ist stark pH-Wert abhängig. Dabei können sowohl in stark saurem wie auch in stark alkalischem Milieu hohe Aluminiumkonzentrationen (amphoterer Verhalten) auftreten (Kölle 2010). Im sauren, oberflächennahen Grundwasser können Aluminiumgehalte um 10 mg/l erreicht werden (Kölle 2010).

Durch hohe luftbürtige Schwefel- oder Stickstoffdepositionen kommt es zu erhöhten Konzentrationen von Sulfat und Nitrat in der Lösungsphase (Versauerung), was zu einem vermehrten Austrag von Kationen,

beispielsweise über Aluminiumverbindungen, führt (NLWKN 2007).

Kritisch ist ein pH-Wert im Boden unter pH 4,2 anzusehen, da hier verstärkt Aluminium durch den Zerfall von Tonmineralen freigesetzt wird und in das Grundwasser eingetragen werden kann. Im Boden führen erhöhte Aluminiumkonzentrationen zu Schädigungen von Feinwurzeln und Bodenorganismen.

Der Grenzwert für Aluminium nach der Trinkwasserverordnung beträgt 0,2 mg/l.

In der Grundwasserverordnung 2010 ist kein Schwellenwert festgeschrieben.

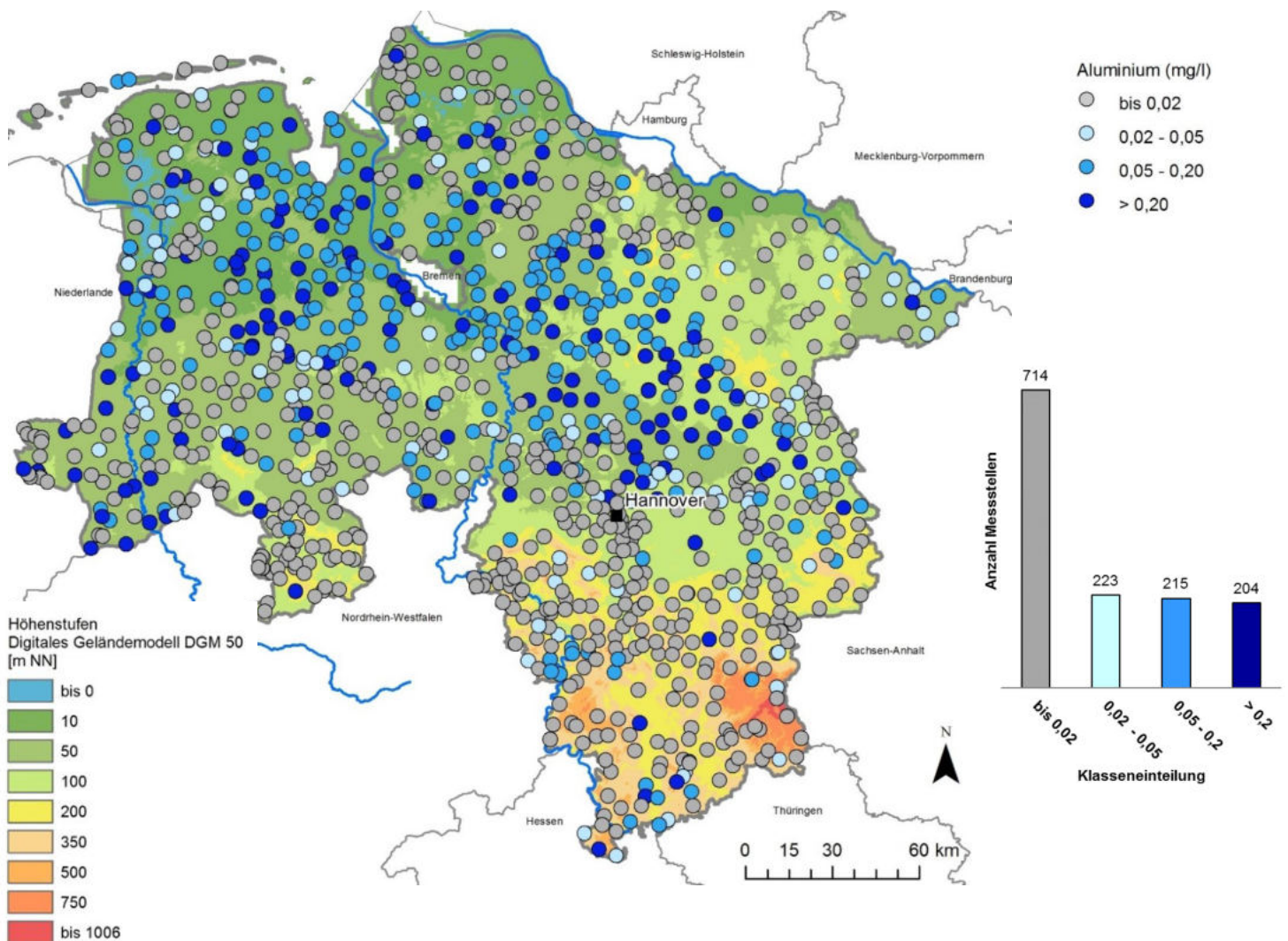


Abbildung 1: Aluminiumgehalte im Grundwasser (Datenbestand 2018).

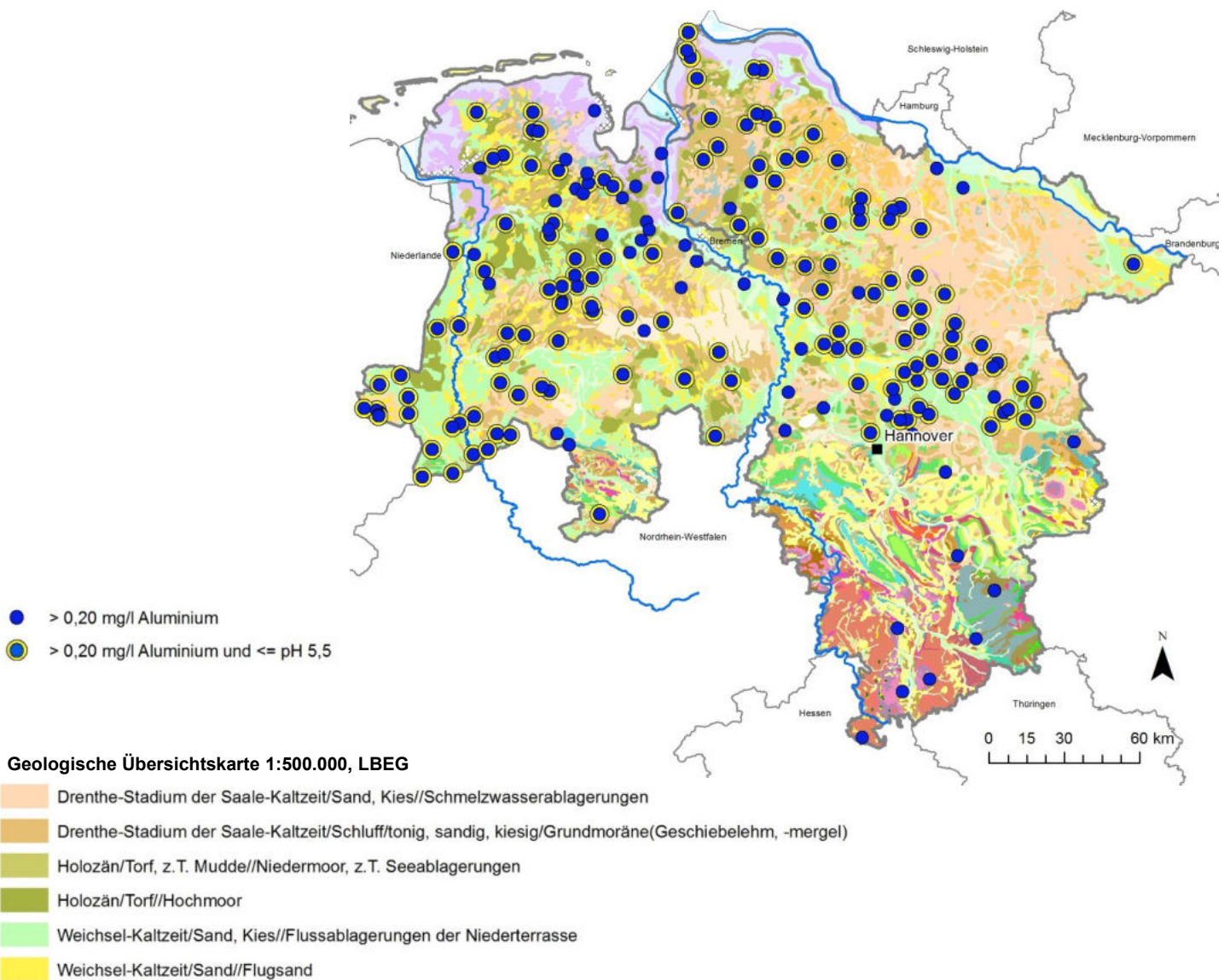


Abbildung 2: Erhöhte Aluminiumgehalte treten vor allem im Bereich schwach gepufferter Sande und unter Mooren auf.

Beschaffenheit des Grundwassers

Für die Auswertung des Parameters Aluminium standen Untersuchungsergebnisse von 1356 Grundwassermessstellen zur Verfügung (Datenbestand 2018, Abbildung 1). 53% der Messstellen weisen sehr geringe Aluminiumkonzentrationen bis 0,02 mg/l auf. Der Grenzwert nach Trinkwasserverordnung von 0,2 mg/l wird bei 204 Messstellen (15%) überschritten, wobei 56 Messstellen Aluminiumgehalte über 1 mg/l aufweisen. Bei 71% der Messstellen mit erhöhten Aluminiumgehalten zeigen pH-Werte unter 5,5 eine Versauerung im Grundwasser an (Abbildung 2).

Insbesondere ab einem pH-Wert unter pH 4,7 in der Bodenlösung kann von erhöhten Aluminiumkonzentrationen im Sickerwasser und letztlich im Grundwasser ausgegangen werden (NLWKN 2007). Als Spitzenwert konnte in einer Messstelle ein Aluminiumgehalt von 15 mg/l ermittelt werden. Insbesondere die schwach gepufferten pleistozänen Lockersedimente und Moore weisen erhöhte Aluminiumgehalte auf (Abbildung 2).

Bedeutung für die Umwelt

Ammonium (NH_4^+) ist ein Bestandteil von Eiweißverbindungen und in pflanzlichen und tierischen Organismen enthalten. Ammonium wird vor allem bei der Zersetzung (Mineralisation) organischer Stoffe wie Pflanzenresten, tierischen und menschlichen Ausscheidungen freigesetzt.

Unter den organischen Böden der Moor- und Niederungsgebiete sind Ammoniumgehalte daher oft geogen bedingt erhöht.

Hohe Ammoniumgehalte im Grundwasser können auf Verschmutzungen durch Abwasser und Abfälle oder den übermäßigen Gebrauch von Wirtschaftsdünger hinweisen. Daneben kann Ammonium über Mineraldünger und über trockene und nasse Deposition (Luft, Niederschlag) besonders aus Regionen mit intensiver Tierhaltung eingetragen werden.

Im sauerstofffreien Grundwasser ist neben der Denitrifikation (Umwandlung von Nitrat in Lachgas und atmosphärischen Stickstoff) auch die mikrobielle Umwandlung von Nitrat zu Ammonium (Nitratammonifikation) möglich.

Im Boden wird Ammonium relativ leicht an Kationenaustauscher (Tonminerale) gebunden, sodass die Gefahr einer Verlagerung und Auswaschung mit dem Sickerwasser gering ist. Im Zuge der Nitrifikation wird Ammonium zu Nitrat oxidiert, das leicht löslich ist und ausgewaschen werden kann (NLWK 2001).

Der Grenzwert nach Trinkwasserverordnung und der Schwellenwert nach Grundwasserverordnung (2010) beträgt jeweils 0,5 mg/l Ammonium.

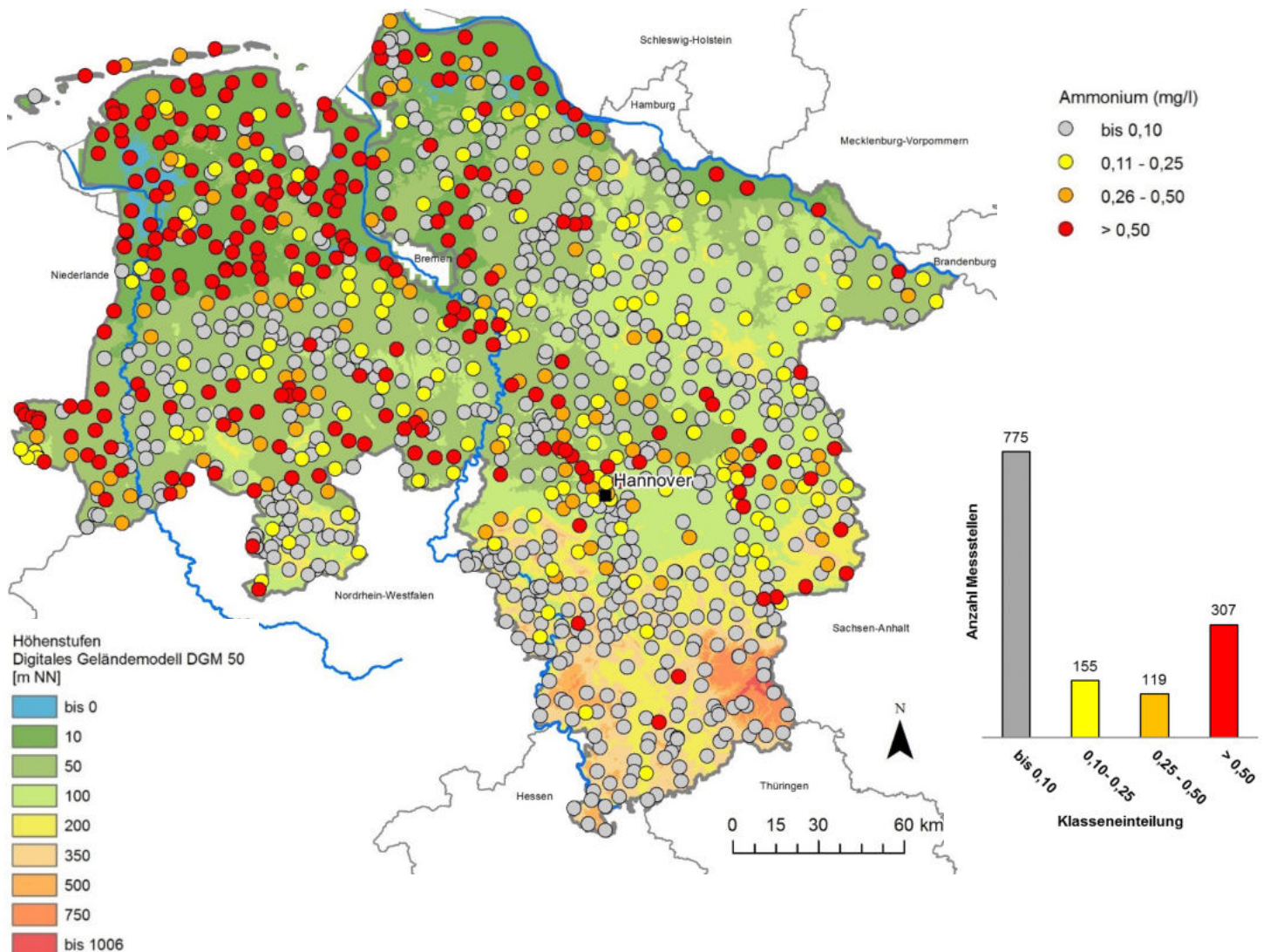


Abbildung 1: Ammoniumgehalte im Grundwasser (Datenbestand 2018).

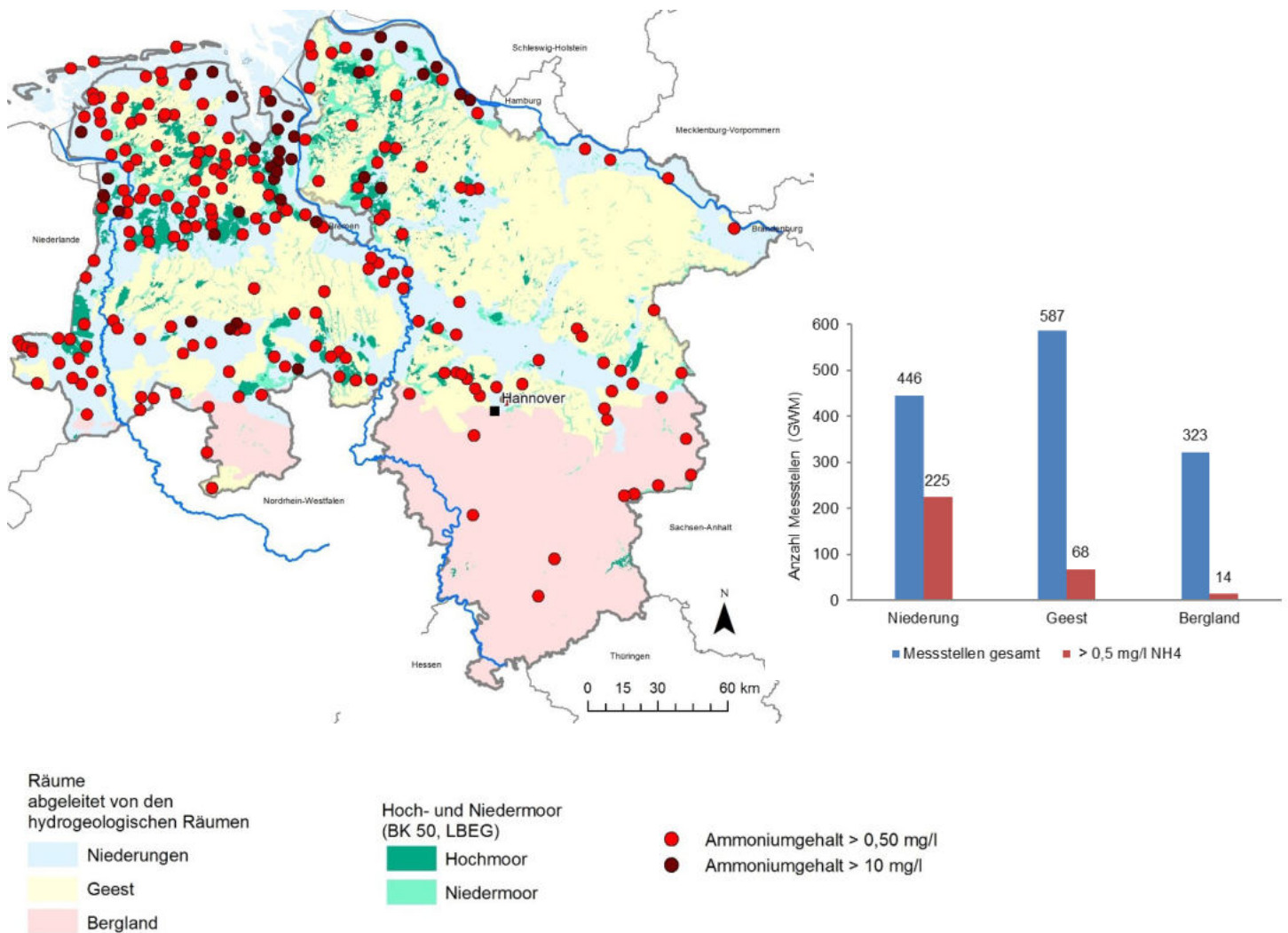


Abbildung 2: Erhöhte Ammoniumgehalte über 0,5 mg/l (Datenbestand 2018) treten vor allem in den Niederungen unter reduzierenden Bedingungen und unter Moorböden auf.

Beschaffenheit des Grundwassers

Für den Parameter Ammonium sind Ergebnisse von 1356 Messstellen (Datenbestand 2018) ausgewertet worden (Abbildung 1). Ammoniumgehalte treten in einer weiten Spanne von Werten unterhalb der Bestimmungsgrenze ($< 0,01$ mg/l) bis zu einem Maximalwert von 45 mg/l auf.

57% der Messstellen zeigen unauffällige Werte unter 0,1 mg/l NH₄. In 307 Messstellen (23%) wird der Grenzwert von 0,5 mg/l NH₄ jedoch überschritten.

Erhöhte Gehalte (Abbildung 2) werden überwiegend in Bereichen der quartären Küstenablagerungen, Niederungen und Moore nachgewiesen. Hier können erhöhte Ammoniumkonzentrationen natürlicherweise auftreten.

42 Messstellen weisen Ammoniumgehalte über 10 mg/l auf. Insbesondere in den Marschen können z.T. sehr hohe NH₄-Gehalte von bis zu 45 mg/l nachgewiesen werden.

Bedeutung für die Umwelt

Cadmium (Cd) ist ein für alle Organismen toxisches Schwermetall.

Geogen kommt Cadmium in Mineralen als Begleiter von Zinkerzen (z.B. Zinksulfid) vor. Eine natürliche Freisetzung erfolgt bei der Oxidation von Sulfiden sowie bei der Auflösung von Karbonaten. Unter reduzierenden Bedingungen können Cadmiumionen als schwerlösliche Sulfide ausgefällt und immobilisiert werden.

In den Boden gelangt Cadmium anthropogen vorwiegend durch Deposition cadmiumhaltiger Emissionen aus Metallverhüttung, Industrieabgase, Müllverbrennung und Verbrennung fossiler Energieträger. Daneben wird Cadmium über Düngemittel und Klärschlamm auf landwirtschaftlich genutzte Flächen aufgebracht (Kölle 2010).

Cadmium wird nur schwach an Ton- und Humuspartikeln gebunden. Die Löslichkeit von Cadmium steigt mit abnehmenden pH-Wert deutlich an. Daher bewirken Säureeinträge insbesondere in schwach gepufferten Böden, wie in den Geestregionen, eine Cadmiummobilisierung in Richtung Grundwasser (MNULV-NRW 2000).

Der Grenzwert nach Trinkwasserverordnung beträgt 3 µg/l. Hier ist berücksichtigt, dass die Konzentration im Verteilungsnetz der Wasserversorgung ansteigen kann. Der Schwellenwert nach Grundwasserverordnung ist mit 0,5 µg/l deutlich geringer angesetzt.

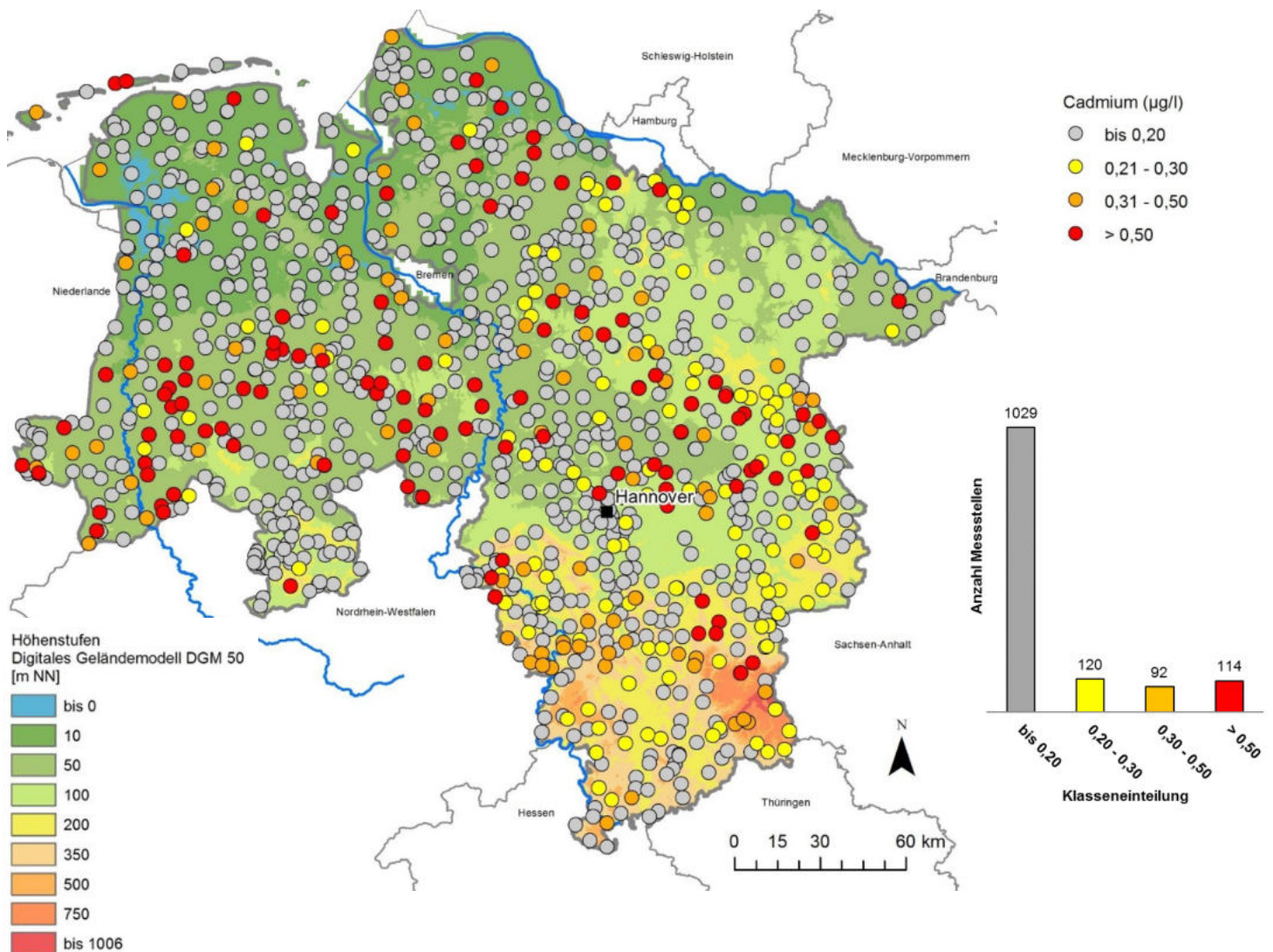


Abbildung 1: Cadmiumgehalte im Grundwasser (Datenbestand 2018).

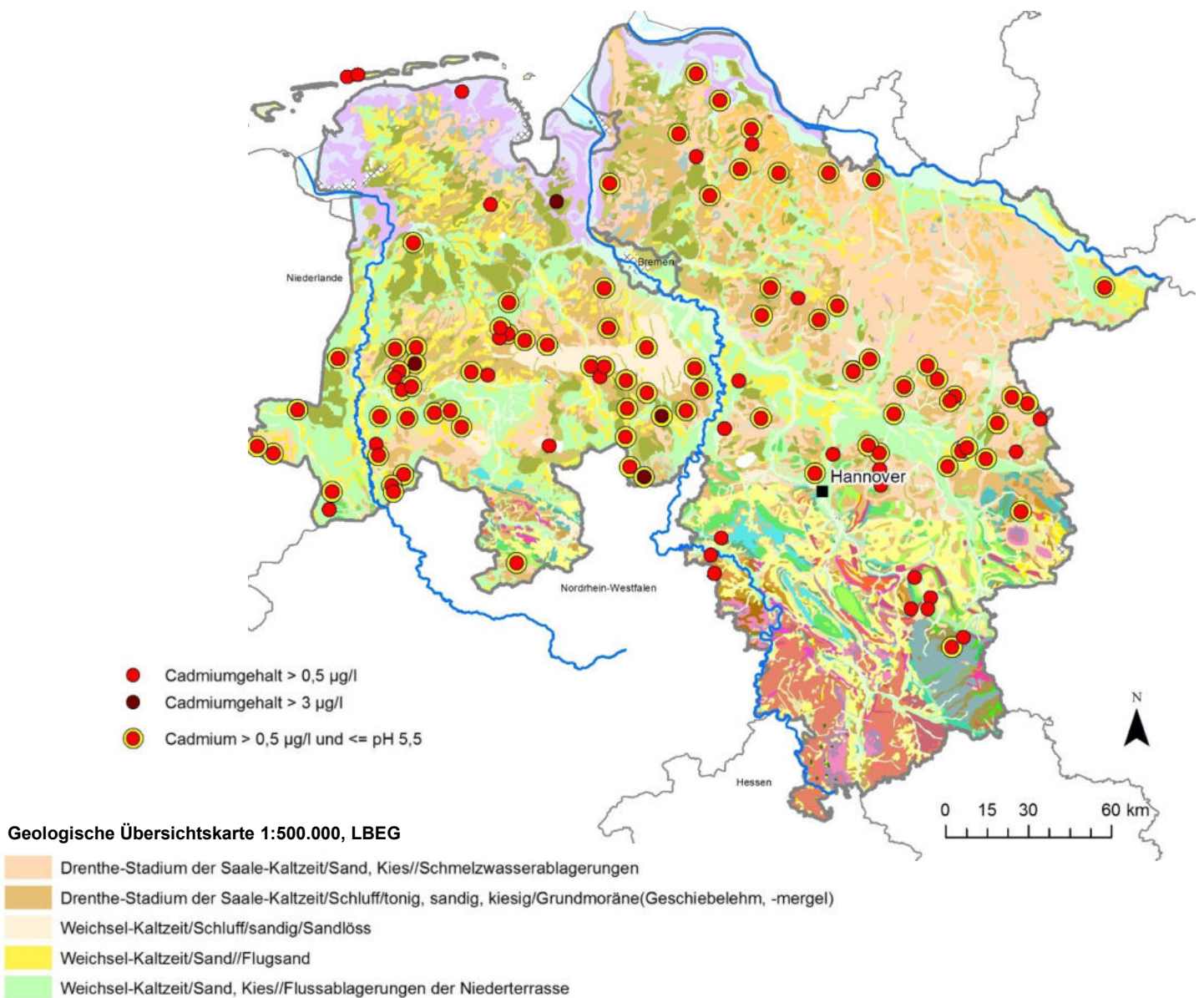


Abbildung 2: Cadmiumgehalte über 0,5 µg/l treten vor allem in der Geest unter Geschiebelehm auf.

Beschaffenheit des Grundwassers

Für den Parameter Cadmium wurden die Daten von 1355 Grundwassermessstellen ausgewertet (Datenbestand 2018, Abbildung 1).

Die Cadmiumgehalte treten in einer Spanne von Werten unterhalb der Bestimmungsgrenze (0,02 µg/l) bis zu einem Maximalwert von 7,1 µg/l auf.

Der Schwellenwert nach Grundwasserverordnung wird von 114 Messstellen (8,4%) überschritten (Abbildung 1). Vier Messstellen weisen dabei einen Cadmiumgehalt

oberhalb des Grenzwertes nach der Trinkwasserverordnung von 3 µg/l auf. 75% der Messstellen mit erhöhten Cadmiumgehalten zeigen außerdem pH-Werte unter pH 5,5 (Abbildung 2) an.

Erhöhte Cadmiumgehalte sind vor allem unter Geschiebelehm in den Geestregionen anzutreffen. Im Bergland treten erhöhte Cadmiumgehalte vor allem im Harz und im nördlichen Harzvorland auf.

Bedeutung für die Umwelt

Chlorid (Cl^-) kommt hauptsächlich in Salzlagerstätten als Steinsalz (NaCl), als Kaliumchlorid (KCl) und als Magnesiumchlorid (MgCl_2) in den Abraumsalzen der Steinsalzlager vor. Grundwasser weist normalerweise Chloridgehalte bis etwa 20 mg/l auf. Im Umfeld von Versalzungsstrukturen und in einzelnen geologischen Formationen, z.B. dem Muschelkalk, sind jedoch deutlich höhere Chloridgehalte anzutreffen (NLWKN 2001). Chloride sind gut wasserlöslich, sodass sie leicht ausgewaschen und ins Grundwasser transportiert werden können. Anschließend erfolgt eine Anreicherung in Flüssen und im Meer. Im Meerwasser liegt die mittlere Chloridkonzentration bei 18 g/l.

Stark erhöhte Chloridgehalte im Grundwasser

können auf punktuelle Abwassereinleitungen, Belastungen aus Deponien, Streusalzeinflüsse und den Einsatz von Düngemitteln (Kölle 2010) hinweisen. Die Übernutzung von Grundwasser kann indirekt zum Einströmen salzhaltiger Wässer, im Küstenbereich zum Eindringen von Meerwasser, führen (BMU 2008). Auch wasserbauliche Maßnahmen (Flussbegradigungen und Vertiefungen) und Veränderungen des Meeresspiegels können ein Vordringen von Salzwasser im Grundwasserraum bewirken (Meerwasserintrusion).

Der Grenzwert nach Trinkwasserverordnung und der Schwellenwert nach der Grundwasserverordnung (2010) beträgt jeweils 250 mg/l Chlorid.

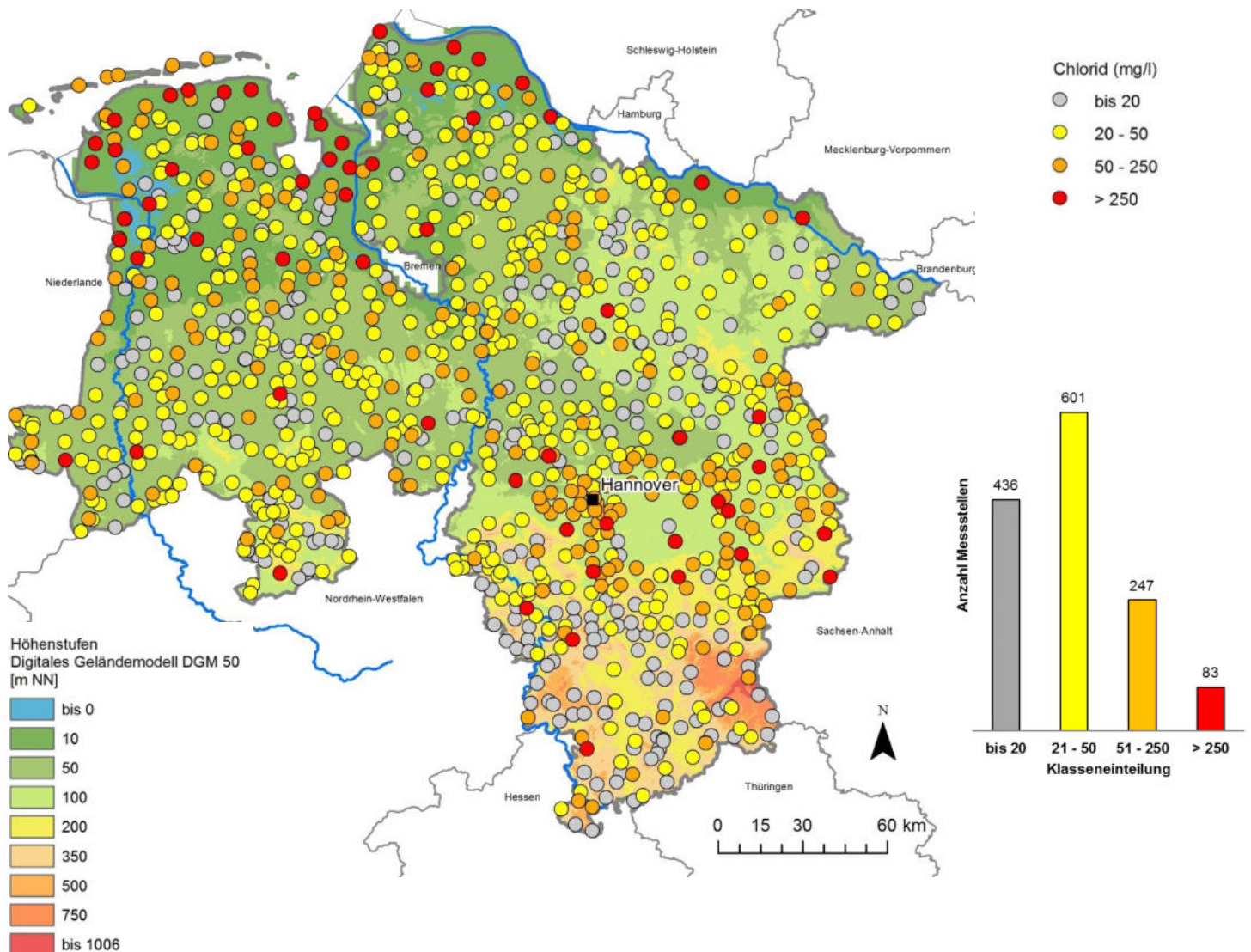


Abbildung 1: Chloridgehalte im Grundwasser (Datenbestand 2018).

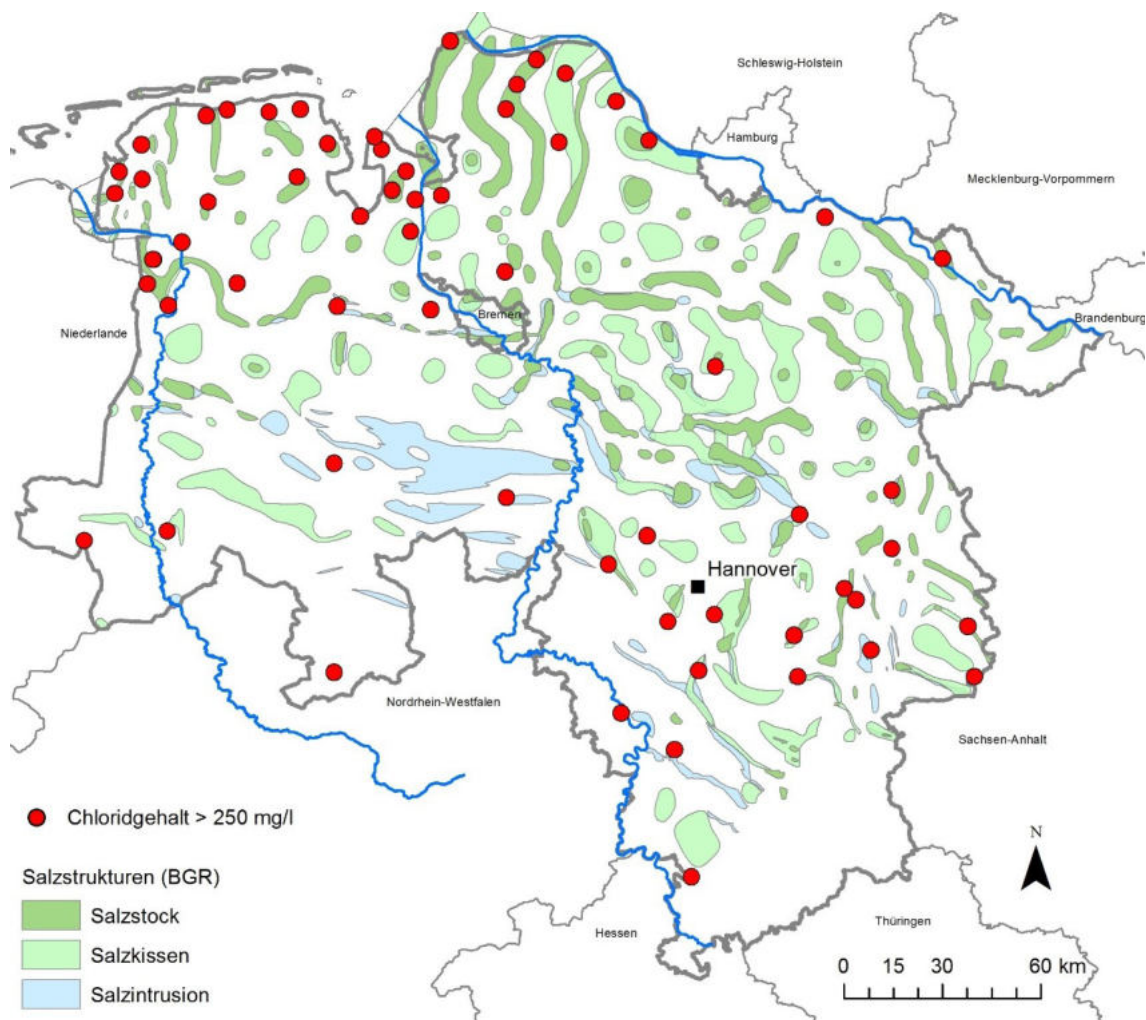


Abbildung 2: Messstellen mit hohen Chloridgehalten (> 250 mg/l) befinden sich häufig im Umfeld von Versalzungsstrukturen (Datenbestand 2018).

Beschaffenheit des Grundwassers

Fast ein Drittel der 1357 ausgewerteten Messstellen (Datenbestand 2018) weisen geringe Chloridkonzentrationen bis 20 mg/l auf (Abbildung 1). Eine Versalzung des Grundwassers (> 250 mg/l Chlorid) wurde an 6% der Messstellen festgestellt. Ohne Berücksichtigung der versalzten Messstellen weisen die Messstellen insgesamt einen mittleren Chloridgehalt von 38 mg/l auf. Chlorid belastete Messstellen sind überwiegend im Bereich der Küstenversalzung, der Nordseeküste und den Mündungsbereichen von Ems, Weser und Elbe anzutreffen (Abbildung 2). Chloridgehalte über 1.000 mg/l sind in diesen Bereichen keine Seltenheit. Fünf Messstellen weisen Spitzenwerte von über 10 g/l Chlorid auf.

Die Inseln selbst zeigen aufgrund der auf dem Meerwasser aufschwimmenden Süßwasserlinsen keine Versalzung der Messstellen. Weitere Informationen zur Küstenversalzung können dem Regionalen Parameterblatt „Natriumchlorid (Salz) im Grundwasser Ostfrieslands“ (NLWKN 2017) entnommen werden. Im Festgestein stehen die hohen Chloridwerte in Zusammenhang mit den im Umfeld bestehenden Salzstrukturen (Abbildung 2). Auffällig ist die Häufung von Messstellen mit erhöhten Chloridgehalten von 50 bis 250 mg/l im Bereich um Hannover (Abbildung 1). Hier kann ein Zusammenhang mit chloridhaltigen Tonsteinen im Untergrund hergestellt werden.

Bedeutung für die Umwelt

Eisen (Fe) kommt in Eisensulfiden, Eisenoxiden und Eisenhydroxiden in fast allen Böden und Gesteinen vor. Im sauerstoffhaltigen Grundwasser liegt Eisen weitgehend in schwerlöslichen Verbindungen als dreiwertiges Eisen (Fe (III)) vor.

Im sauerstofffreien Grundwasser kann eine bedeutende Freisetzung von löslichem zweiwertigen Eisen (Fe(II)) über die Oxidation von Eisensulfiden (Pyrit) durch Nitrat erfolgen (autotrophe Denitrifikation) (Kölle 2010). Auch die Reduktion von Eisen(III)-Verbindungen und die Oxidation von Eisensulfiden durch Luftsauerstoff (zum Beispiel durch Grundwasserabsenkung im Braunkohle-tagebau) können zu einer Eisen(II)-Freisetzung führen (Kölle 2010).

Bei pH-Werten unter fünf erhöht sich die Löslichkeit dreiwertiger Eisenverbindungen, so dass auch Eisen(III)

in nennenswerten Konzentrationen im Grundwasser vorliegen kann (Kölle 2010).

Erhöhte Eisengehalte finden sich auch in oberflächen-nahen Grundwässern mit erhöhten Gehalten an organischer Substanz (Huminstoffe), in denen Eisen in löslichen Komplexen gebunden vorkommt.

Im sauerstoffarmen oder -freien Wasser gelöste farblose Eisenverbindungen werden durch Luftsauerstoff leicht wieder zum schwerlöslichen Eisen-III-Hydroxid oxidiert, was zu einer rötlich-braunen Färbung des Wassers sowie zur Ausfällung der Eisenhydroxide (Verockerung) führen kann (NLWK 2001).

Die Trinkwasserverordnung setzt einen Grenzwert von 0,2 mg/l Eisen fest. Die Grundwasserverordnung (2010) benennt keinen Schwellenwert für Eisen.

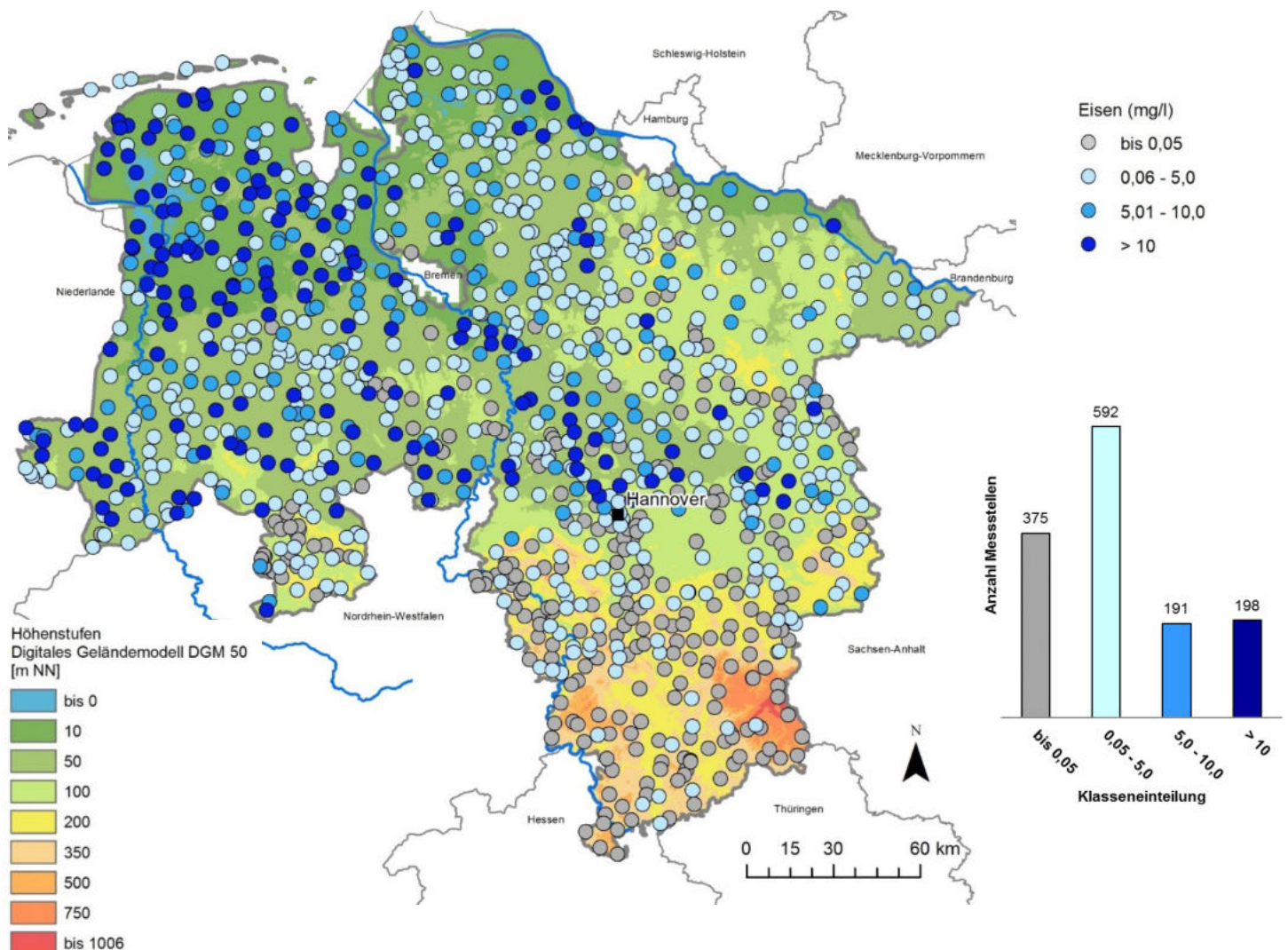


Abbildung 1: Eisengehalte im Grundwasser (Datenbestand 2018).

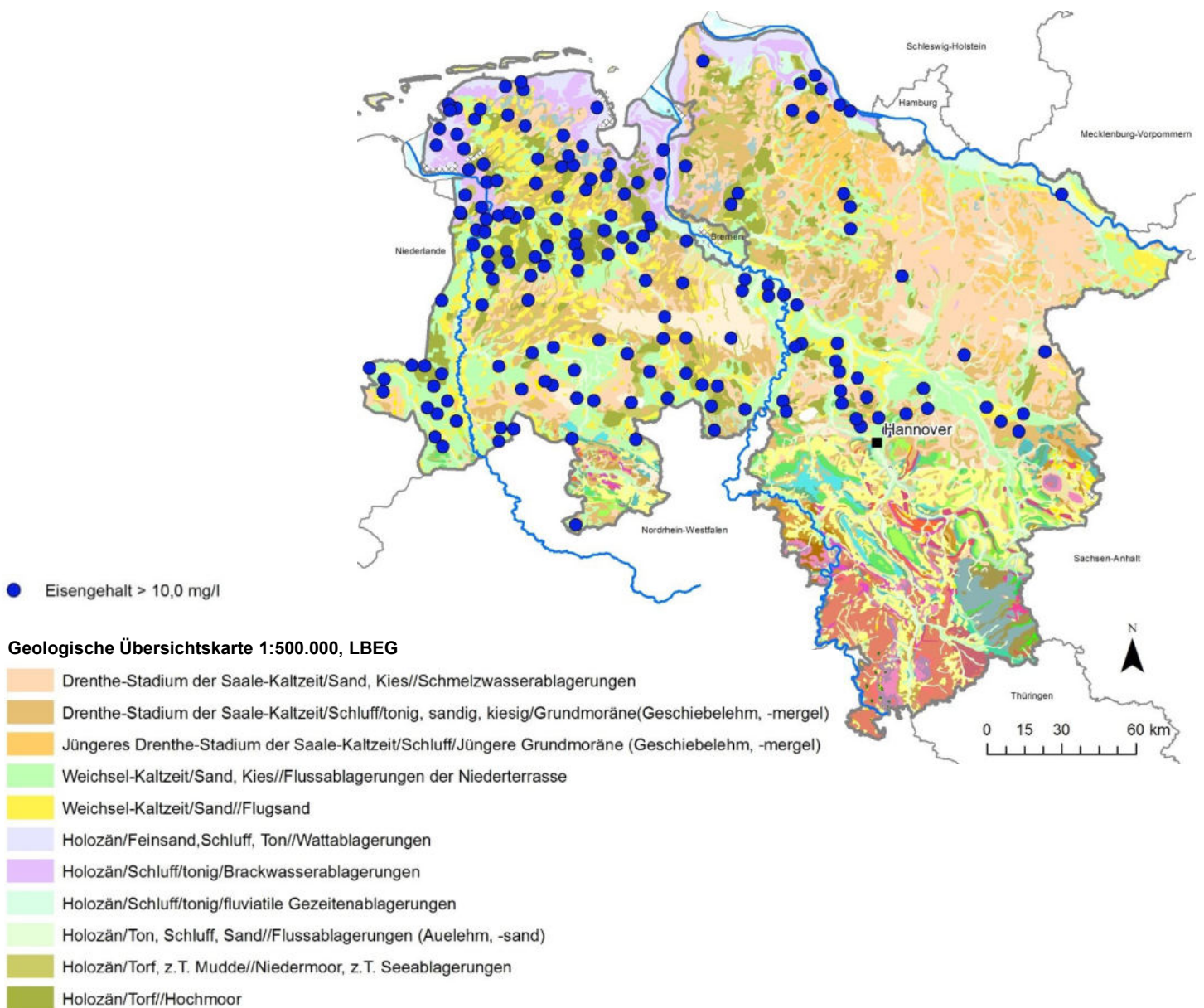


Abbildung 2: Erhöhte Eisengehalte über 10 mg/l (Datenbestand 2018) treten vor allem in den Niederungen unter reduzierenden Bedingungen auf.

Beschaffenheit des Grundwassers

Für den Parameter Eisen sind Ergebnisse von 1356 Messstellen (Datenbestand 2018, Abbildungen 1) ausgewertet worden. Eisengehalte treten in einer weiten Spanne von Werten unterhalb der Bestimmungsgrenze bis zu einem Maximalwert von 170 mg/l auf. Auffällig ist eine Zunahme der Messstellenanzahl in der Klasse 0,05 bis 5 mg/l im Vergleich zum Vorjahr. 44% der Messstellen können aktuell in diese Klasse eingeordnet werden (40% im Jahr 2017).

198 Messstellen (15%) weisen deutlich erhöhte Eisengehalte von über 10 mg/l auf. Stark eisenhaltiges Grundwasser wird überwiegend in Bereichen der quartären Küstenablagerungen, in Talsandgebieten und Mooren nachgewiesen (Abbildung 2). In den sauerstoffarmen bis sauerstofffreien Grundwasserleitern, die teilweise hohe Gehalte an organischer Substanz aufweisen, liegt Eisen als Eisensulfid vor. Durch Oxidations- und Reduktionsprozesse kann zweiwertiges Eisen verstärkt in Lösung gehen.

Bedeutung für die Umwelt

Das Alkalimetall Kalium (K) ist ein essentieller Nährstoff für Mensch, Tier und Pflanze.

Geogene Quellen für Kalium sind die Minerale Kalifeldspat, Glimmer und Kalisilikate sowie Kalisalzlager.

Kalium wird bei der Verwitterung der Gesteine und auch bei der Mineralisation organischer Substanz freigesetzt.

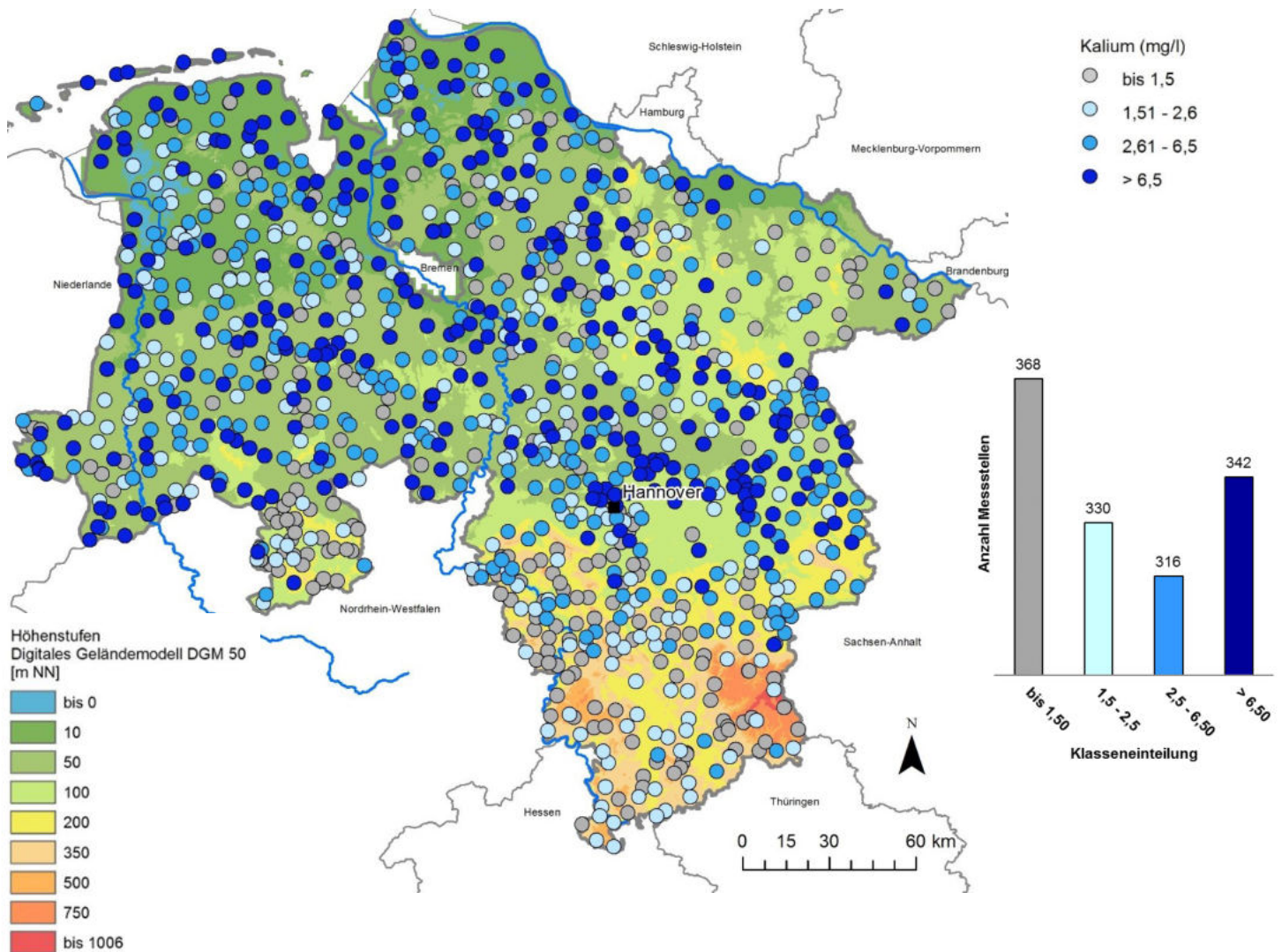
Als Düngemittel sind Kaliumchlorid und Kaliumsulfat von großer Bedeutung.

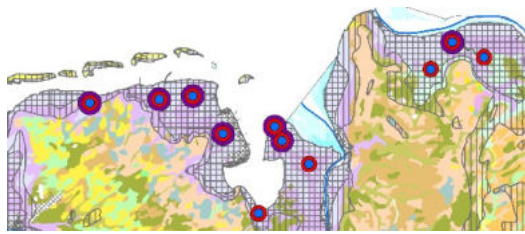
Kaliumsalze sind leicht löslich. Im Gegensatz zum chemisch sehr ähnlichen Natrium wird Kalium jedoch in Tonmineralen fixiert oder in Mineralneubildungen eingebaut. Fehlt diese Art von Bindung, wie in sandigen Sedimenten, kann Kalium leicht ins Grundwasser ausgewaschen werden.

Nach Kölle (2010) kann die Auswaschung auf Sandböden bis zu 50 kg/ha Kalium betragen.

Ist der Kaliumgehalt des Grundwassers höher als der Natriumgehalt, weist dies auf besondere geochemische Verhältnisse oder fäkale Verunreinigungen hin.

Ein Grenz- oder Schwellenwert nach Trinkwasserverordnung oder Grundwasserverordnung (2010) besteht nicht. Frühere Fassungen der TrinkwV sahen einen Grenzwert von 12 mg/l K vor, wobei geogen bedingte Überschreitungen bis 50 mg/l außer Betracht gelassen wurden.



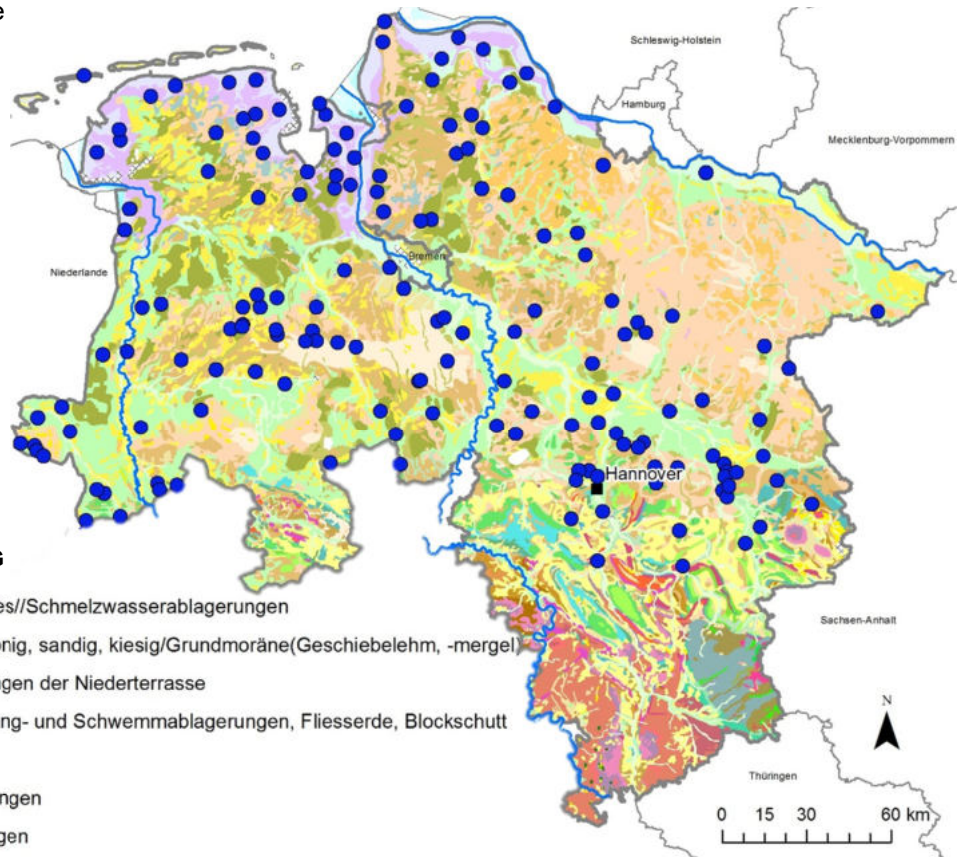


- Kaliumgehalt > 50 mg/l
- Chloridgehalt > 250 mg/l
- Sulfatgehalt > 250 mg/l

Versalzung (HUEK 200, LBEG)

- ▨ Grundwasserleiter vollständig oder fast vollständig versalzt (>250 mg/l Chlorid)
- ▨ Unterer Teil des Grundwasserleiters versalzt (>250mg/l Chlorid)

Abbildung 2: Sehr hohe Kaliumgehalte haben ihre Ursache in der Küstenversalzung.



Geologische Übersichtskarte 1:500.000, LBEG

- Drenthe-Stadium der Saale-Kaltzeit/Sand, Kies//Schmelzwasserablagerungen
- Drenthe-Stadium der Saale-Kaltzeit/Schluff/tonig, sandig, kiesig/Grundmoräne(Geschiebelehm, -mergel)
- Weichsel-Kaltzeit/Sand, Kies//Flussablagerungen der Niederterrasse
- Weichsel-Kaltzeit/Sand/kiesig/periglaziäre Hang- und Schwemmassablagerungen, Fließerde, Blockschutt
- Weichsel-Kaltzeit/Sand//Flugsand
- Holozän/Feinsand, Schluff, Ton//Wattablagerungen
- Holozän/Schluff/tonig/Brackwasserablagerungen
- Holozän/Schluff/tonig/fluviatile Gezeitenablagerungen
- Holozän/Ton, Schluff, Sand//Flussablagerungen (Auelehm, -sand)
- Holozän/Torf, z.T. Mudde//Niedermoor, z.T. Seeablagerungen
- Holozän/Torf//Hochmoor

- Kaliumgehalt > 12 mg/l

Abbildung 3: Kaliumgehalte über 12 mg/l treten vor allem in quartären Sedimenten mit geringem Tonanteil auf.

Beschaffenheit des Grundwassers

Für den Parameter Kalium sind Ergebnisse von 1356 Messstellen (Datenbestand 2018, Abbildung 1) ausgewertet worden.

Kaliumgehalte treten in einer weiten Spanne von Werten unterhalb der Bestimmungsgrenze bis zu einem Maximalwert von 320 mg/l auf. Im Bereich der Küstenversalzung sind sehr hohe Kaliumgehalte von über 50 mg/l nachzuweisen. Sie sind verbunden mit ebenfalls hohen Chlorid- und Sulfatgehalten (Abbildung 2).

Meerwasser selbst enthält zum Vergleich 390 mg/l Kalium (Kölle 2010).

Erhöhte Kaliumgehalte über 12 mg/l (118 Messstellen) werden ansonsten in sandigen und kiesigen Schichten in den Geestbereichen nachgewiesen (Abbildung 3). Die Festgesteinsbereiche im südlichen Landesteil weisen aufgrund der Fixierung in Tonmineralen hingegen geringe Kaliumgehalte auf (Abbildung 1 und Abbildung 2).

Bedeutung für die Umwelt

Magnesium (Mg) gehört zu den Erdalkalimetallen. Die Gesamthärte des Wassers wird als Summe der Erdalkalimetalle definiert, neben Calcium ist Magnesium der Hauptvertreter dieser Gruppe.

Magnesium ist ein für Pflanzen und Lebewesen essentielles Element.

Magnesium kommt gebirgsbildend als Karbonat in Dolomit (Calcium-Magnesium-Karbonat), als Bestandteil von Silikaten und Tonmineralen sowie als Sulfat oder Chlorid in Salzlagerstätten vor (Kölle 2010). Meerwasser enthält 1,3 g/l Magnesium (Kölle 2010).

Die Magnesiumgehalte im Grundwasser werden durch Lösungsprozesse, Ionenaustausch- und Neutralisationsreaktionen bestimmt (Kölle 2010). Direkte anthropogene Einträge stammen vor allem aus der Verwendung magnesiumhaltiger Düngemittel, in Oberflächengewässern auch aus Abwasser insbesondere der Kali-Industrie.

In der Trinkwasserverordnung ist kein Grenzwert für Magnesium festgelegt. Es besteht jedoch eine Untersuchungspflicht für den Wasserversorger.

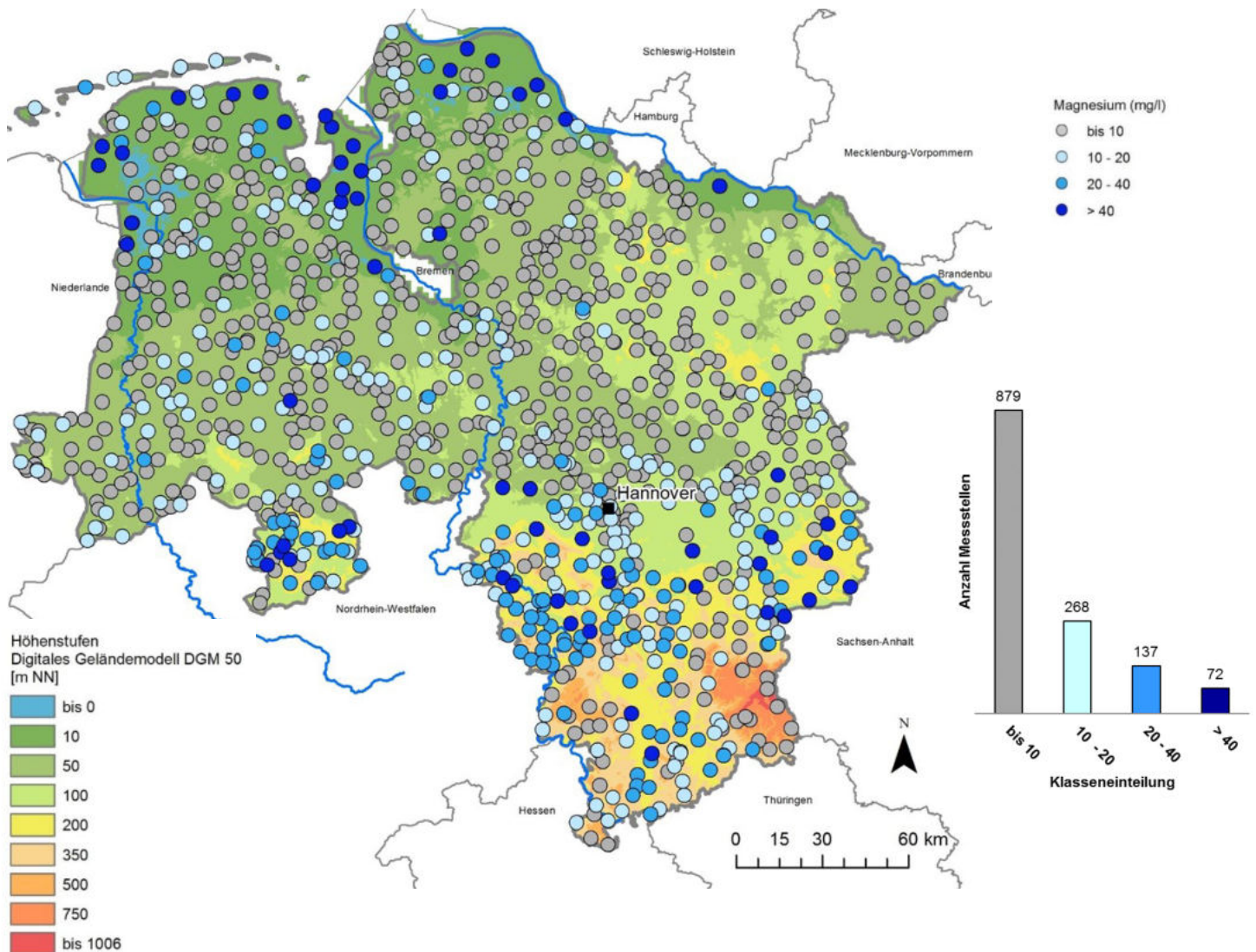


Abbildung 1: Magnesiumgehalte im Grundwasser (Datenbestand 2018).

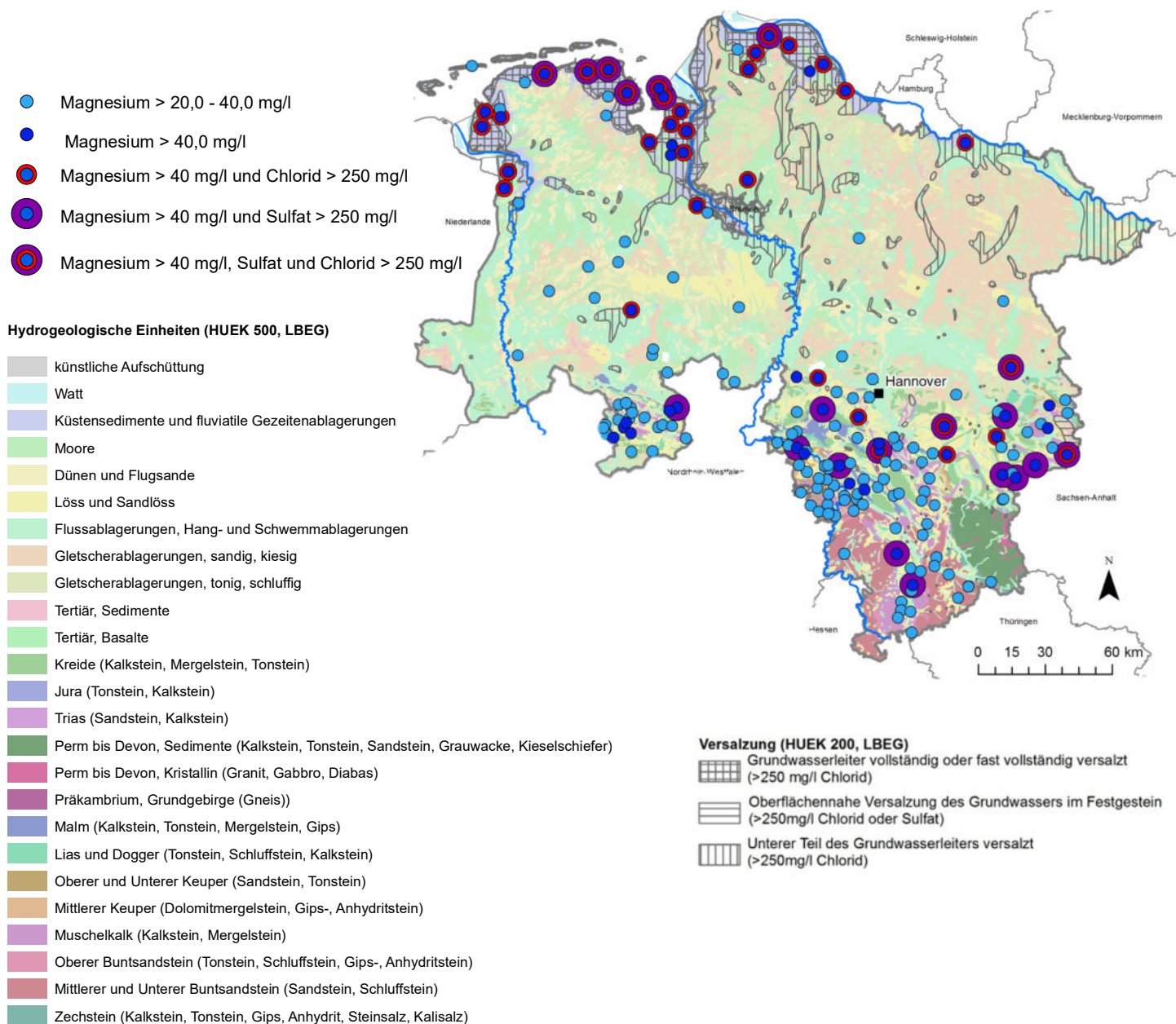


Abbildung 2: Im Festgesteinsbereich ist das Magnesiumkonzentrationsniveau höher als im Lockergestein.

Beschaffenheit des Grundwassers

Für den Parameter Magnesium erfolgte eine Auswertung von 1356 Grundwassermessstellen (Daten 2018, Abbildung 1). 65% der Messstellen weisen niedrige Magnesiumgehalte bis 10 mg/l auf. Auffällig sind die hohen Gehalte im Bereich der Küstenversalzung (Abbildung 2). Von 20 Messstellen mit Magnesiumkonzentrationen über 100 mg/l sind 19 in diesem Bereich verortet. Bei sieben Messstellen konnten Magnesiumkonzentrationen über 500 mg/l nachgewiesen werden. Die hohen Magnesiumkonzentrationen gehen hier mit hohen Chlorid- und Sulfatgehalten einher.

Abgesehen von den Bereichen mit Küstenversalzung weisen die Messstellen der Lockergesteinsgebiete größtenteils niedrige Magnesiumgehalte bis 20 mg/l auf. Im Festgesteinsbereich ist das Konzentrationsniveau insgesamt höher. 30% der Messstellen im Bergland können der Klassengröße 20 bis 40 mg/l Mg zugeordnet werden (Abbildung 1 und 2). Insbesondere in den Grundwasserleitern aus Muschelkalk können erhöhte Magnesiumgehalte auftreten (Kunkel et al. 2002). In Bereichen mit Versalzung des Grundwasserleiters treten erhöhte Magnesiumgehalte in Verbindung mit Chlorid- bzw. Sulfatbelastungen auf.

Bedeutung für die Umwelt

Nickel (Ni) zählt zu den seltenen Schwermetallen. Nickel tritt oft gemeinsam mit Eisen und Cobalt auf. Eine Mobilisierung erfolgt durch Oxidation nickelhaltiger Sulfide. Ausgefällte Sulfide können durch Nitrat erneut mobilisiert werden, sodass hohe Nickelkonzentrationen im Wasser entstehen können (Kölle 2010). Vor allem in reduzierten Grundwasserleitern ist mit erhöhten Nickelgehalten zu rechnen (Kölle 2010). Bei pH-Werten unter pH 6 nehmen im Boden die Gehalte an wasserlöslichen und austauschbaren Nickel zu, sodass die Verlagerbarkeit mit dem Sickerwasser deutlich steigt (Blume et al. 2010).

Nickel ist essentiell für den menschlichen Körper und weist nur eine geringe Toxizität auf, kann jedoch Allergien auslösen.

Die Trinkwasserverordnung sieht für Nickel einen Grenzwert von 20 µg/l vor, hierbei wird berücksichtigt, dass sich die Konzentration im Verteilungsnetz erhöhen kann. In der Grundwasserverordnung ist kein Schwellenwert festgelegt worden.

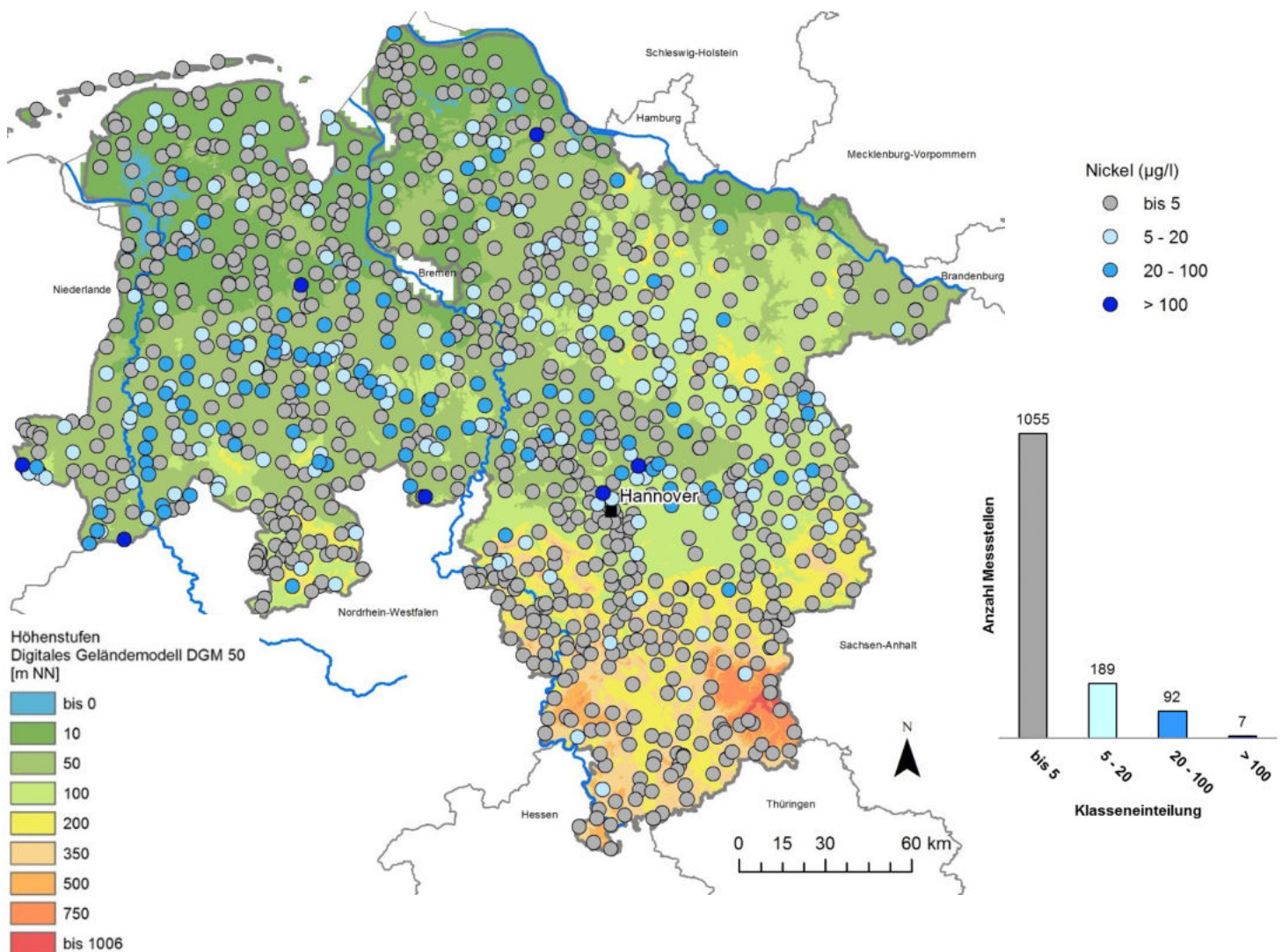


Abbildung 1: Nickelgehalte im Grundwasser (Datenbestand 2018).

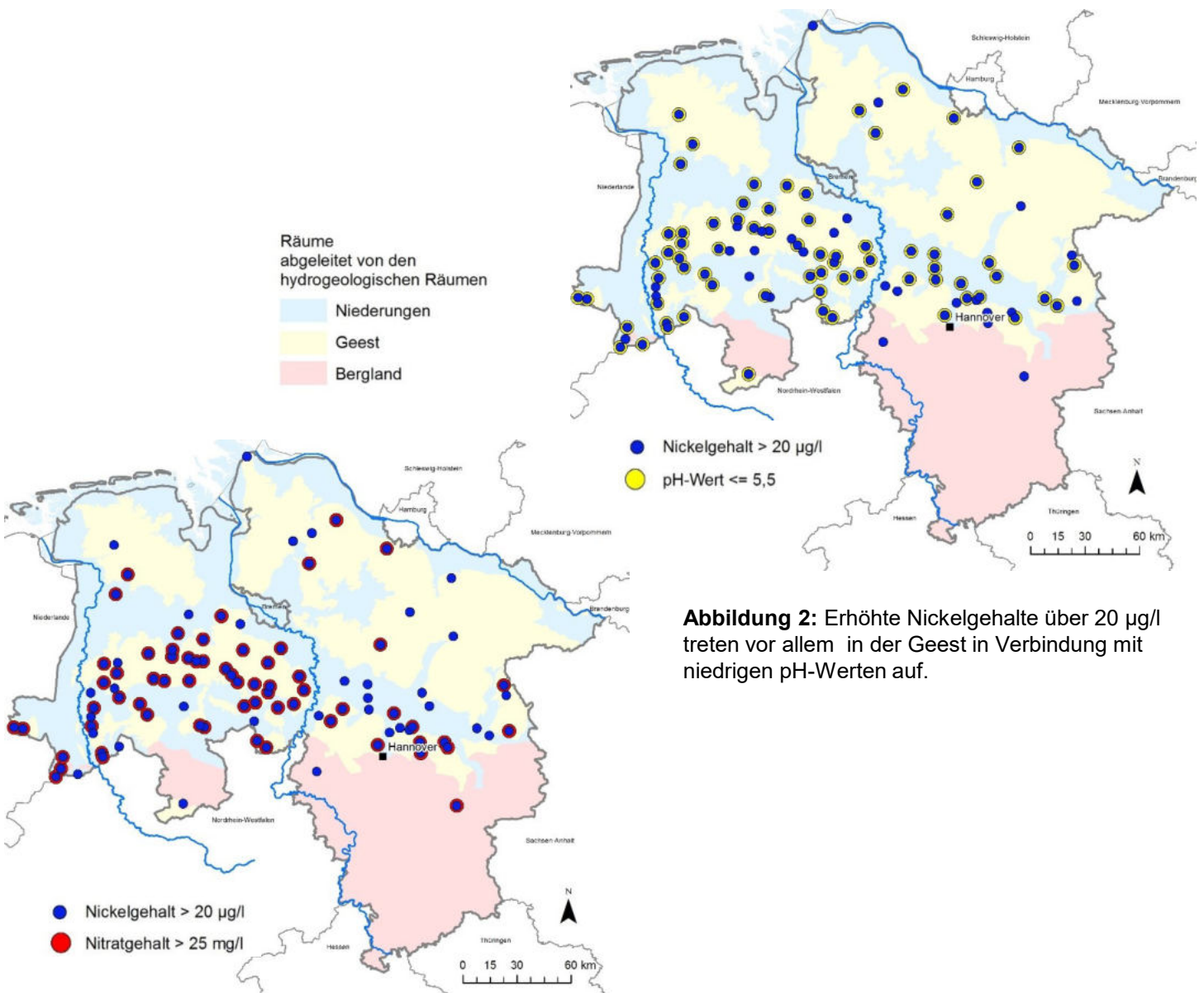


Abbildung 2: Erhöhte Nickelgehalte über 20 µg/l treten vor allem in der Geest in Verbindung mit niedrigen pH-Werten auf.

Abbildung 3: Oft sind erhöhte Nickelgehalte über 20 µg/l auch mit hohen Nitratgehalten verbunden.

Beschaffenheit des Grundwassers

In Bezug auf Nickel wurden Analyseergebnisse von 1343 Messstellen ausgewertet (Datenbestand 2018, Abbildung 1).

Die Nickelgehalte der untersuchten Grundwassermessstellen liegen bei Werten unterhalb der Bestimmungsgrenze (< 0,2 µg/l) bis zu einem Maximalwerte von 780 µg/l.

79% der Messstellen weisen geringe Gehalte bis 5 µg/l auf (Abbildung 1). Erhöhte Nickelgehalte über 20 µg/l sind oft (72%) mit einem sauren Grundwassermilieu (pH-Wert bis 5,5) verbunden (Abbildung 2). Sieben Messstellen weisen Nickelgehalte über 100 µg/l auf.

Insbesondere in der Geest treten erhöhte Nickelgehalte in nitrathaltigen Messstellen auf (Abbildung 3). Vier von sieben Messstellen mit Nickelgehalten über 100 µg/l weisen beispielsweise Nitratgehalte über 50 mg/l auf. Ein Eintrag von Nitrat in das Grundwasser kann zur Nickelmobilisierung aus Sulfiden und Erzen führen (Pyritoxidation). Bei der Denitrifikation können Nickelgehalte bis 1000 µg/l im Grundwasser erreicht werden (Kölle 2010).

Im Bergland treten nur punktuell erhöhte Nickelgehalte auf (Abbildung 1).

Bedeutung für die Umwelt

Auf landwirtschaftlich genutzten Flächen wird Nitrat (NO_3^-) entweder direkt als mineralischer Dünger zugeführt oder stammt aus der Zufuhr von ammoniumhaltigen Düngern und Wirtschaftsdüngern.

Aus der Düngung resultiert ca. 90% der dem Boden zugeführten Stickstofffracht. Weitere 10% werden über den atmosphärischen Eintrag von Ammoniak aus der Viehhaltung sowie aus der Emission von Stickoxiden aus Kraftwerken, Industrieanlagen und Kraftfahrzeugen (NLWK 2001) eingebracht.

Nitrat ist leichtlöslich und kann über das Sickerwasser aus dem Boden ausgewaschen werden und so in das Grundwasser gelangen.

Ein unbeeinflusstes Grundwasser weist in der Regel Nitratgehalte bis 10 mg/l auf. Die langjährige, intensive Stickstoffdüngung in der Landwirtschaft führt zu einer höheren Auswaschung und damit zu einem Anstieg der Nitratgehalte im Grundwasser.

In intensiv landwirtschaftlich genutzten Regionen können Konzentrationen im Grundwasser deutlich über 50 mg/l auftreten.

Nitrat trägt neben Phosphat zur Eutrophierung von Oberflächengewässern sowie der Küstengewässer und Meere bei.

Im sauerstofffreien Grundwasser kann das Nitrat bei Anwesenheit von organischen Kohlenstoffverbindungen und/oder reduzierten Schwefel-Eisen-Verbindungen (Pyrit) zu Lachgas oder atmosphärischem Stickstoff unter Beteiligung von Mikroorganismen abgebaut werden (Denitrifikation). Sauerstofffreie Grundwässer sind daher häufig nitratfrei (Kunkel et al. 2002).

Der Grenzwert nach Trinkwasserverordnung und der Schwellenwert nach Grundwasserverordnung (2010) beträgt jeweils 50 mg/l Nitrat.

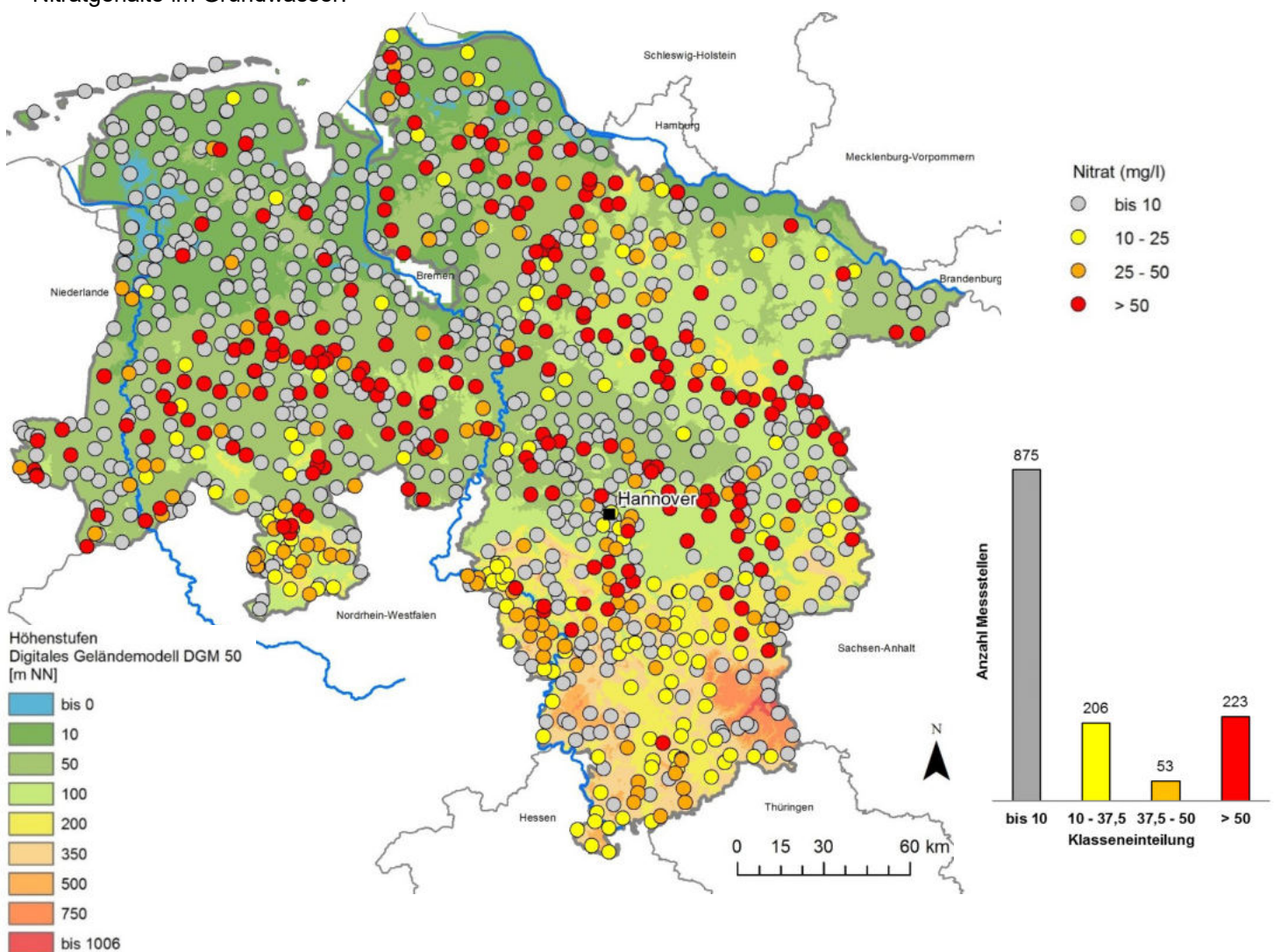


Abbildung 1: Nitratgehalte im Grundwasser (Datenbestand 2018)

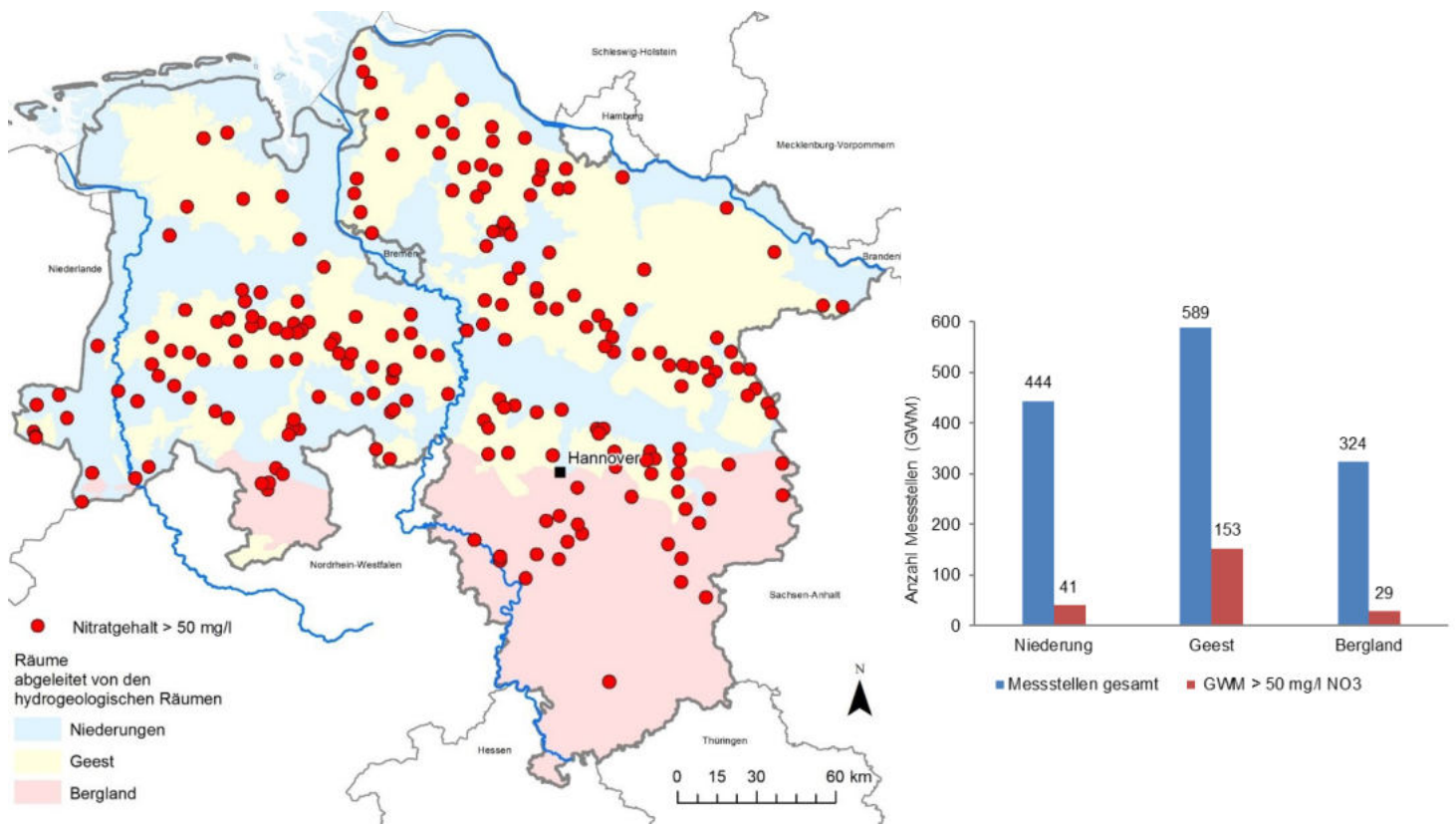


Abbildung 2: Erhöhte Nitratgehalte (Datenbestand 2018) über 50 mg/l treten vor allem in den Geestgebieten auf. In den Niederungsgebieten, Marschen und Mooren kommt es hingegen zum natürlichen Nitratabbau (Denitrifikation).

Beschaffenheit des Grundwassers

Für den Parameter Nitrat wurden 1357 Messstellen (Datenbestand 2018, Abbildung 1) ausgewertet, wobei auch gering belastete untere Grundwasserstockwerke berücksichtigt worden sind. In 16% dieser ausgewählten Messstellen wurden Belastungen über dem Grenzwert von 50 mg/l Nitrat nachgewiesen. Im Gegensatz dazu ist für die Berichterstattung an die Europäische Umweltagentur nur der obere Grundwasserleiter zu betrachten. Von den hierfür ausgewählten 167 repräsentativen niedersächsischen Messstellen (EUA-Messnetz) überschreiten 29% den Grenzwert. Für die Berichterstattung zur Nitratrichtlinie (91/676/EWG) sind hiervon die 103 Messstellen mit landwirtschaftlich geprägtem Anstrombereich maßgeblich. Hier weisen 35% der Messstellen Grenzwertüberschreitungen auf. Überschreitungen treten überwiegend im Bereich der pleistozänen Gletscherablagerungen, der Geest, auf (Abbildung 2).

Rund 65% der Messstellen weisen mit bis zu 10 mg/l Nitratgehalte im Bereich des unbeeinflussten Grundwassers auf.

In den Niederungsgebieten, Mooren und Marschen sind die Messstellen aufgrund vollständiger Denitrifikation weitestgehend nitratfrei.

Im Süden des Landes besteht der Untergrund aus Festgestein. Viele Messstellen sind in diesem Bereich der Nitratklasse 10 bis 25 mg/l zuzuordnen. Im Bergland finden einerseits nur im geringen Maße Denitrifikationsvorgänge statt. Andererseits sind aufgrund der vergleichsweise geringeren Nährstoffüberschüsse aus der Landwirtschaft die Nitratreinträge insgesamt niedriger als in der Geest. Daneben sind große Flächenanteile bewaldet.

Die Spannweite der Nitratgehalte ist landesweit mit Werten unterhalb der Bestimmungsgrenze bis zu einem Extremwert von 364 mg/l sehr groß.

Bedeutung für die Umwelt

Nitrit (NO_2^-) tritt als Zwischenprodukt bei der mikrobiellen Umwandlung von Ammonium (Nitrifikation) und Nitrat (Denitrifikation) auf. Bei der Nitrifikation wird Ammonium durch Luftsauerstoff in Nitrat umgewandelt. Diese Reaktion ist an aerobe, sauerstoffhaltige Bedingungen geknüpft. Bei der Denitrifikation wird Nitrat unter anaeroben, sauerstofffreien Bedingungen zu gasförmigen Stickstoff reduziert. Beide Reaktionen laufen unter Beteiligung von Bakterien in mehreren Schritten ab.

Nitrit entsteht bei beiden Reaktionen nur kurzfristig als Zwischenprodukt. Sofern die Reaktionen vollständig abgeschlossen sind, enthält Wasser kein Nitrit.

Der Grenzwert nach Trinkwasserverordnung beträgt 0,5 mg/l. Wobei am Ausgang des Wasserwerkes der Wert von 0,1 mg/l nicht überschritten werden darf. Die Grundwasserverordnung sieht ebenfalls einen Schwellenwert von 0,5 mg/l vor.

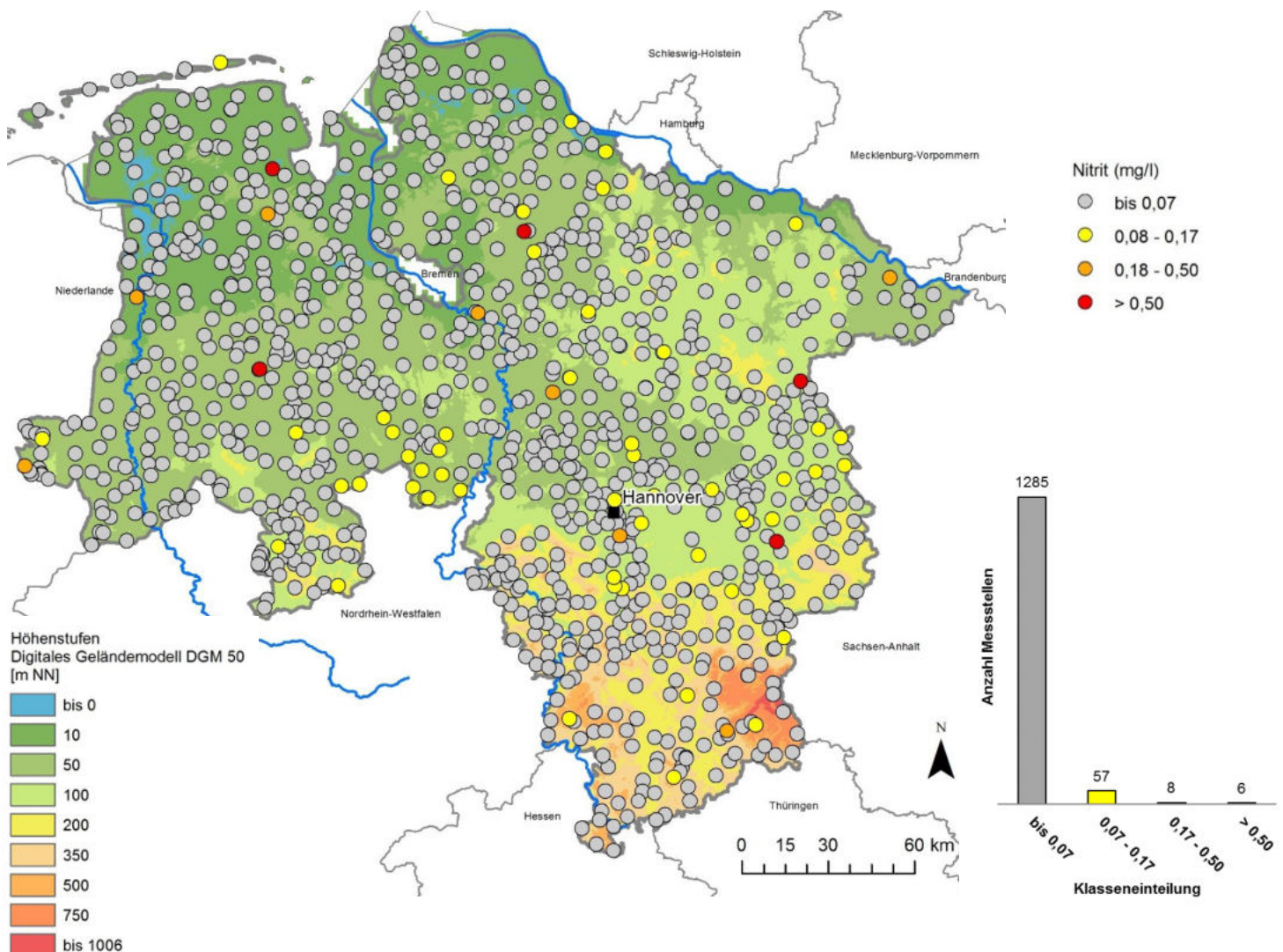


Abbildung 1: Nitritgehalte im Grundwasser (Stand 2018).

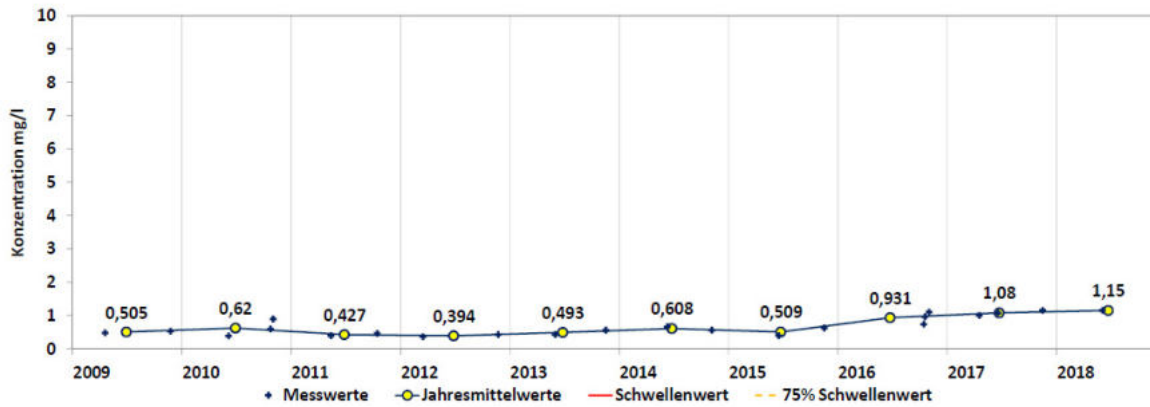


Abbildung 2: Entwicklung der Nitritgehalte der Messstelle Matrum (alt).

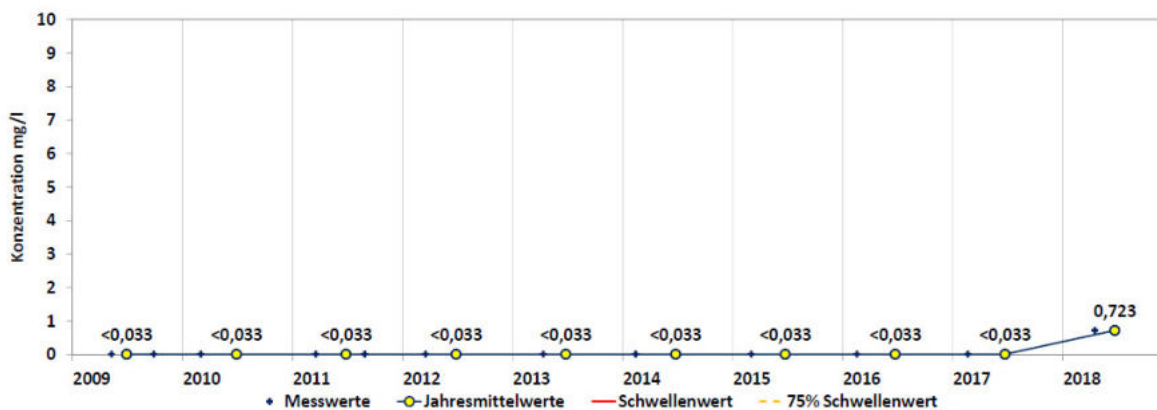


Abbildung 3: Entwicklung der Nitritgehalte der Messstelle Zeteler Marsch.

Beschaffenheit des Grundwassers

Für den Parameter Nitrit wurden 1356 Messstellen (Daten 2018, Abbildung 1) ausgewertet. Sechs Messstellen überschreiten den Grenz- bzw. Schwellenwert von 0,5 mg/l. 2017 traten hingegen lediglich bei zwei Messstellen Grenzwertüberschreitungen auf. Waren 2017 noch bei 97% der Messstellen geringe Nitritgehalte im Bereich der Bestimmungsgrenze zu verzeichnen, sind es 2018 95%. Auffällig ist die Zunahme der Messstellenanzahl der Klassengröße bis 0,17 mg/l Nitrit um ca. 40%. Einige Messstellen weisen langjährig Nitritgehalte über den Grenzwert auf, wie beispielsweise die Messstelle Matrum im Landkreis Cloppenburg (Abbildung 2).

Andere Messstellen zeigen erst neuerdings deutlich erhöhte Werte an wie die Messstelle Zeteler Marsch (Landkreis Friesland, Abbildung 3). Langjährig waren Nitritkonzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze zu verzeichnen, ab 2018 stieg der Nitritwert auf 0,72 mg/l. Im normalen Nitrifikationsablauf tritt Nitrit nur kurzfristig auf. Wenn die kontinuierliche Nitrifikation gestört ist, kann dies erhöhte Nitritgehalte zur Folge haben, da das Zwischenprodukt Nitrit längerfristig stabil auftritt. Die Ursachen für die hohen Nitritgehalte der oben genannten Messstellen sind bisher nicht bekannt.

Bedeutung für die Umwelt

Der pH-Wert ist ein Maß für den sauren oder alkalischen Charakter einer Lösung. pH-Werte unter 7 zeigen saure, pH-Werte über 7 zeigen basische Verhältnisse an. pH 7 entspricht einer neutralen Lösung. Der pH-Wert ist definiert als negativer dekadischer Logarithmus der Wasserstoffionenaktivität. In unbelastetem Grundwasser liegt der pH-Wert zwischen 6 und 8,5 (UBA 2004). Wenn der pH-Wert unter pH 5,6 fällt, dem pH-Wert unbeeinflusster Niederschläge, wird von Versauerung gesprochen (UBA 2004). Verschiedene Salze reagieren mit Hydroxidionen und halten den pH-Wert durch das Abpuffern von Säuren stabil. Eine wichtige Rolle spielt dabei das Karbonat-Kohlensäure-Gleichgewicht. Da ein Säureeintrag zur Auflösung von Karbonaten führt, kann nur ein begrenzter Säureeintrag abgepuffert werden. Der pH-Wert von Grundwasser aus karbonatreichen Gesteinen liegt daher höher als der pH-Wert von Grundwasser aus karbonatarmen Gesteinen wie z.B. Sandstein, das

anfällig für eine Versauerung ist. Säuren können durch Stickoxide und Schwefelverbindungen über die Luft bzw. den Niederschlag (saurer Regen) in Boden und Grundwasser eingetragen werden. Daneben kann die Oxidation von Pyriten (FeS_2) durch Sauerstoff- oder durch Nitratreintrag eine Versauerung bewirken (Kölle 2010). Stark saure oder alkalische Verhältnisse wirken toxisch auf Organismen. Niedrige pH-Werte führen zu einer gesteigerten Löslichkeit von Schwermetallen. Versauerung kann eine Mobilisierung von Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink bewirken (Alloway & Ayres 1996).

Da das Grundwasser nicht korrosiv wirken soll, legt die Trinkwasserverordnung einen Grenzwert für die Wasserstoffionenkonzentration von größer oder gleich pH 6,5 und kleiner gleich pH 9,5 fest

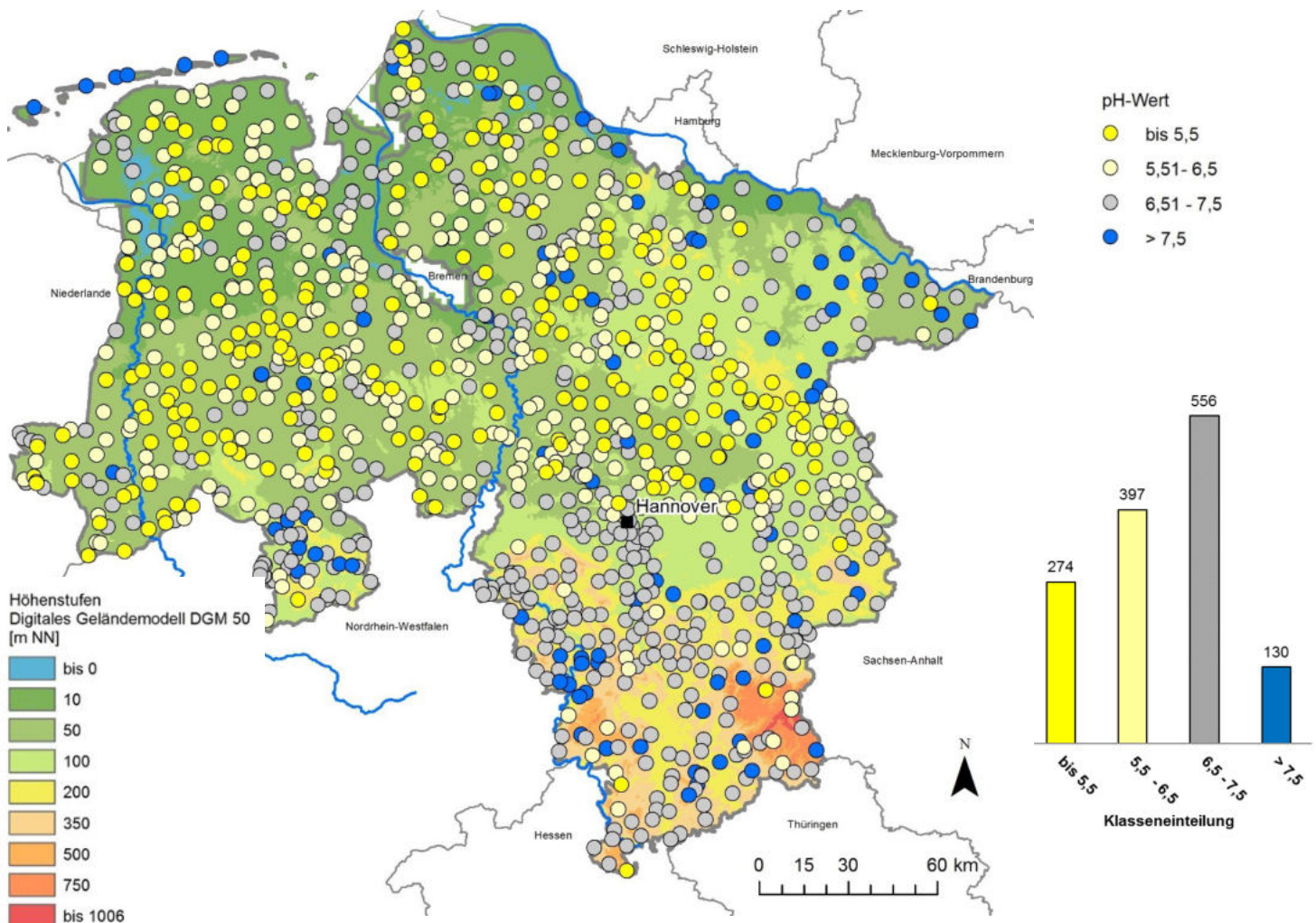


Abbildung 1: pH-Werte im Grundwasser (Datenbestand 2018).

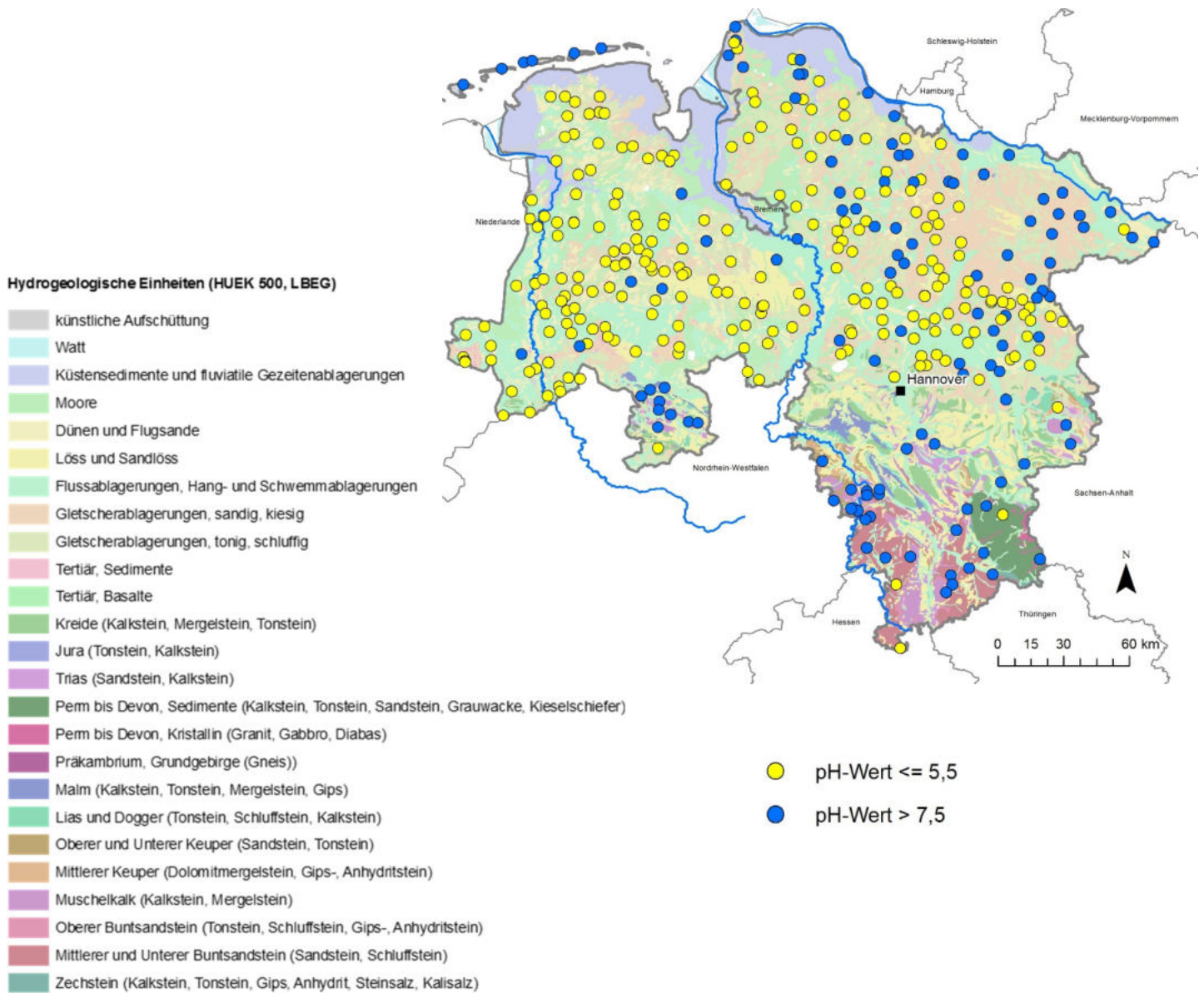


Abbildung 2: pH-Werte bis 5,5 treten im Grundwasser karbonatarmer Lockergesteine und unter Mooren auf. Im Bergland ist das Grundwasser zum Größtenteil alkalisch.

Beschaffenheit des Grundwassers

Hinsichtlich des pH-Wertes konnten 1357 Grundwassermessstellen (Datenbestand 2018, Abbildung 1) ausgewertet werden. 20% der Messstellen weisen pH-Werte bis 5,5 auf. Diese niedrigen Werte treten vorrangig im glazifluviatil geprägtem Tiefland und unter Mooren auf (Abbildung 2). Das Grundwasser im Bergland mit den kalkhaltigen, karbonatreichen Gesteinen weist dagegen pH-Werte oberhalb von pH 6,5 auf.

Auf den Ostfriesischen Inseln sind hohe pH-Werte über pH 7,5 vorherrschend (Abbildung 1). Die Grundwasserleiter sind auf den Inseln häufig reich an karbonatischen

Muschelschalenbruchstücken, wobei das Calciumkarbonat als Säurepuffer wirkt (Marggraf 2005). Auffällig sind auch die höheren pH-Werte im Bereich der Lüneburger Heide im Nordosten Niedersachsens (Abbildung 1 und 2), die teilweise in den Hamburger oder Lauenburger Tonkomplexen begründet sind. Auch Silikate, Oxide und Hydroxide können Säuren abpuffern (Haberer & Böttcher 1996), sodass auch die sandig, kiesigen Gletscherablagerungen im Nordosten für die höheren pH-Werte ursächlich sein können.

Bedeutung für die Umwelt

Sulfat (SO_4^{2-}) ist als Bestandteil verschiedener Minerale wie Gips, Anhydrit, Bittersalz, Schwerspat und Glaubersalz weit verbreitet. In Regionen sulfatarmer Gesteine werden im Grundwasser Konzentrationen bis 30 mg/l gemessen, während in Bereichen sulfathaltiger Gesteine Konzentrationen von mehreren 100 mg/l auftreten können. Erhöhte Sulfatkonzentrationen finden sich auch in huminstoffhaltigen Grundwässern bei Kontakt mit Torfen und Mooren (NLWKN 2001) sowie infolge von Ablaugungsprozessen an Salzstöcken. Durch mikrobielle Oxidationsreaktionen von Sulfiden (z.B. Pyrit) kann es sowohl unter oxidierenden als auch unter reduzierenden Bedingungen zu einem Konzentrationsanstieg von Sulfat kommen.

Im sauerstoffhaltigen Grundwasser findet diese Pyrit-Oxidation durch Reaktion mit Sauerstoff statt. Im sauerstoffarmen Milieu erfolgt die Oxidation als Denitrifikationsprozess durch den Abbau von Nitrat (Kölle 2010).

Anthropogen kann die landwirtschaftliche Düngung mit sulfathaltigen Düngern und die Deposition von Stäuben und Schwefeloxiden zu erhöhten Sulfatgehalten im Grundwasser führen.

Der Grenzwert nach Trinkwasserverordnung bzw. der Schwellenwert der Grundwasserverordnung beträgt 250 mg/l.

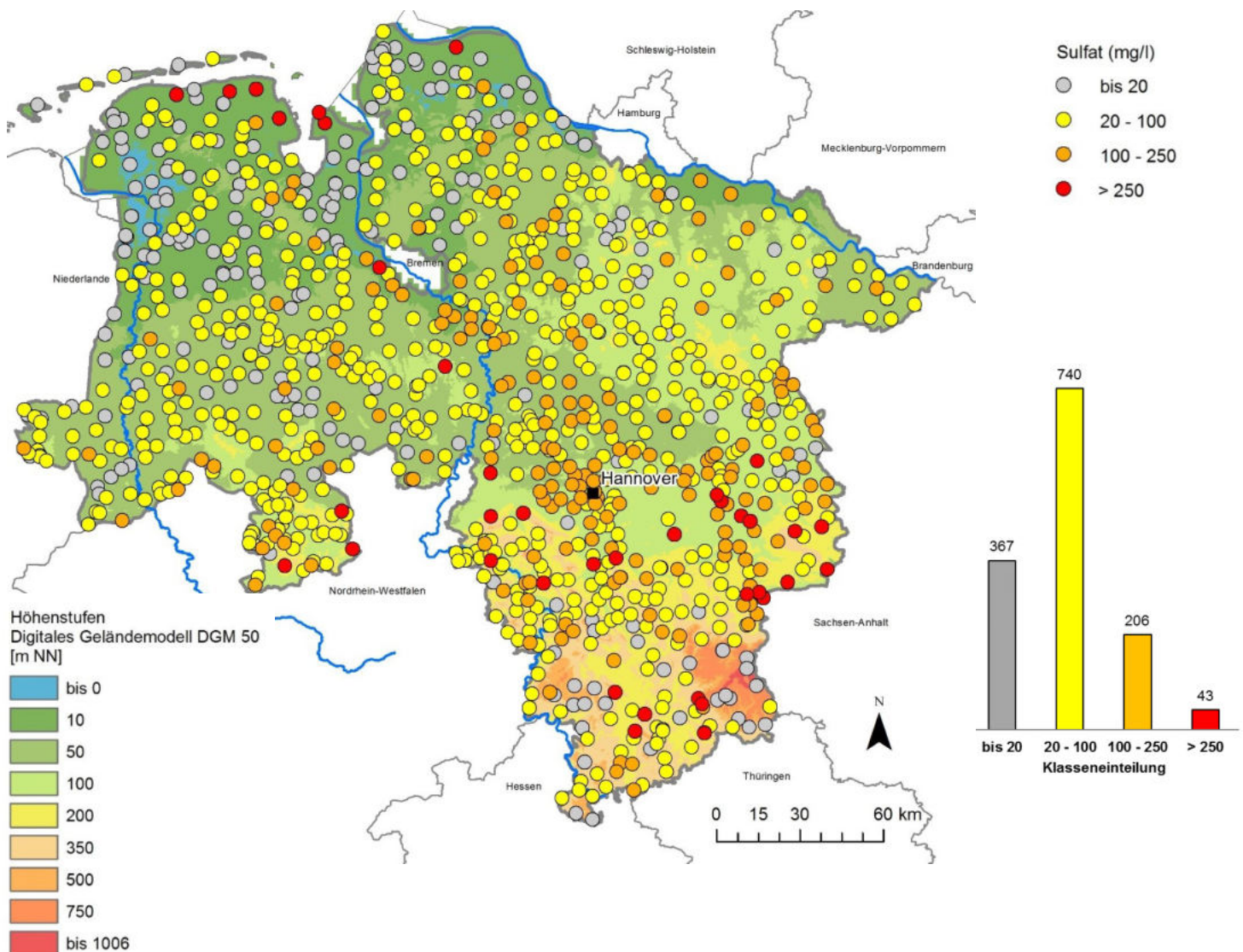


Abbildung 1: Sulfatgehalte im Grundwasser (Datenbestand 2018).

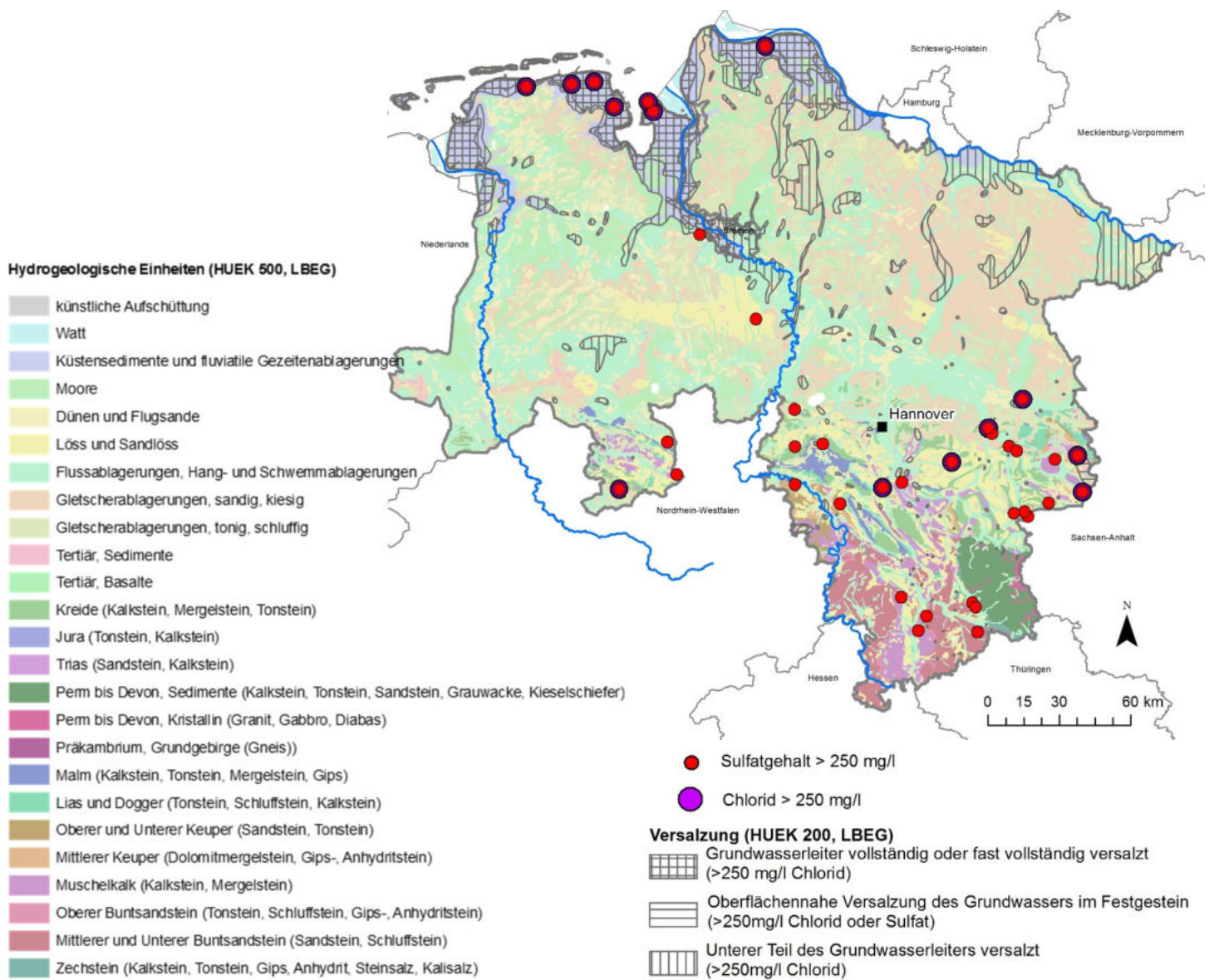


Abbildung 2: Hohe Sulfatgehalte sind im Bereich der Küstenversalzung und im Festgestein insbesondere im Zusammenhang mit gipshaltigen Gesteine wie z.B. Oberer Buntsandstein, Mittlerer Keuper usw. nachweisbar.

Beschaffenheit des Grundwassers

Hinsichtlich Sulfat konnten 1354 Messstellen (Datenbestand 2018, Abbildung 1) ausgewertet werden. In Niedersachsen treten Sulfatgehalte in einer Spanne von kleiner Bestimmungsgrenze bis zu 1.600 mg/l Sulfat auf. Schwellenwertüberschreitungen nach der Grundwasserverordnung werden an 3% der Messstellen erfasst. Belastungsschwerpunkte sind dabei erkennbar, wie z.B. im Bereich der Küstenversalzung (Abbildung 2). Im Bereich der Versalzungsstrukturen sind die hohen Sulfatkonzentrationen häufig ebenfalls mit hohen Chloridgehalten verbunden.

Daneben besteht im südlichen Niedersachsen ein Zusammenhang mit der Verbreitung von Sulfatgesteinen wie beispielsweise Mergel, Mittlerer Keuper oder auch Oberer Buntsandstein (Abbildung 2). Die Häufung von Messstellen mit erhöhten Sulfatgehalten von 100 bis 250 mg/l (Abbildung 1), insbesondere im Bereich Hannover, kann auch in gipshaltige Trümmerschuttböden begründet sein (Pelzer o.J.).

Alloway, B.J. & Ayres, D.C.: Schadstoffe in der Umwelt, Heidelberg 1996.

BMU, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Grundwasser in Deutschland, Berlin, 2008.

Briefert, K. : Umweltchemie, Weinheim 1995.

Blume, H.P., Brümmner, G.W., Horn, R., Kandeler, E., Kögel-Knabner, I., Kretschmar, R., Stahr, K. & Wilke, B.M.: Scheffer/Schachtschabel, Lehrbuch der Bodenkunde, Heidelberg 2010

Haberer, K. & Böttcher, U.: Das Verhalten von Umweltchemikalien in Boden und Grundwasser, Bundesamt für Zivilschutz, Zivilschutz-Forschung Band 23, Bonn 1996.

Kölle, W.: Wasseranalysen – richtig beurteilt, Weinheim 2010.

Kunkel, R., Hannappel, S., Voigt, H.-J. & Wendland, F.: Die natürliche Grundwasserbeschaffenheit ausgewählter hydrostatischer Einheiten in Deutschland, Jülich, Berlin, Cottbus 2002.

Marggraf, G.: Geogene und anthropogene Einflüsse auf ein isoliertes System (Düneninseln) im Bezug auf die Hydrochemie des Grundwassers, Dissertation, TU Braunschweig 2005.

MNULV-NRW, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucher-schutz Nordrhein-Westfalen : Grundwasserbericht Nordrhein-Westfalen, <http://www.lanuv.nrw.de/wasser/grundwabe2000/Bericht/bericht.htm>, Stand 2013.

NLWK, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft und Küstenschutz: Grundwassergütebericht 2001, NLWK Schriftenreihe Band 5, Sulingen 2001.

NLWKN, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz: Regionales Parameterblatt, Natriumchlorid (Salz) im Grundwasser Ostfrieslands, Datenauswertung 2000 bis 2016, Norden 2017.

Pelzer, Dr. Guido, Umweltdezernat Hannover: Kommunales Grundwassermonitoring, Hannover, ohne Jahresangabe.

UBA, Umweltbundesamt: Qualität und Quantität von Grundwasser in Europa, Wien 2004.

UBA : <http://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/trinkwasser/trinkwasserqualitaet/toxikologie-des-trinkwassers>, 27.04.2016.



Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

