



NLWK - Schriftenreihe Band 5

Niedersächsischer Landesbetrieb
für Wasserwirtschaft und Küstenschutz
- Betriebsstelle Sulingen -

Benno Unruh

Grundwassergütebericht 2001

Erkundung und Überwachung der chemischen
Beschaffenheit des Grundwassers seit 1988
in den Landkreisen Diepholz und Nienburg

Grundwassergütebericht 2001

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Grundwasserkörper und Deckschichten	1
3. Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit	5
4. Auswertung der Messergebnisse von 1988 bis 2000	7
5. Verknüpfung mit anderen Untersuchungsprogrammen	56
6. Entwicklung der Nitratbelastung des Grundwassers	57
7. Versauerungstendenzen im Grundwasser	58
8. Rohwassergüte der öffentlichen Wasserversorgung	61
9. Zusammenfassung und Ausblick	70
10. Literatur	70
11. Anhang	71

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN) Grundwasserbeschaffenheit
Arbeitsablauf Grund- und Ergänzungsprogramm
- Abb. 2: Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN) Grundwasserbeschaffenheit
Kenngrößen und Verfahren für die Wasseranalyse
- Abb. 3: Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN) Grundwasserbeschaffenheit
Grundprogramm – Probenahme und Untersuchungen
- Abb. 4: Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN) Grundwasserbeschaffenheit
Ergänzungsprogramm – Probenahme und Untersuchungen
- Abb. 5: Piper-Diagramm der GÜN-Grundwasseranalysen. Mittlere Messwerte
der Jahresreihe 1994-2000 für die flachen und tiefen Messstellen
- Abb. 6: Zeitreihen ausgewählter Grundwasserinhaltsstoffe in der Messstelle Moordeich
für den Zeitraum 1981-2000
- Abb. 7: Zeitreihen ausgewählter Grundwasserinhaltsstoffe in der Messstelle Gadesbünden
für den Zeitraum 1984-2000
- Abb. 8: Zeitreihen ausgewählter Grundwasserinhaltsstoffe in der Messstelle Voigtei
für den Zeitraum 1979-2000
- Abb. 9: Zeitreihen ausgewählter Grundwasserinhaltsstoffe in der Messstelle Martfeld
für den Zeitraum 1986-2000
- Abb. 10: Zeitreihen ausgewählter Grundwasserinhaltsstoffe in der Messstelle Hahnhorst II
für den Zeitraum 1992-2000
- Abb. 11: Zeitreihen ausgewählter Grundwasserinhaltsstoffe in der Messstelle Helzendorf II
für den Zeitraum 1994-2000
- Abb. 12: Aluminium im Grundwasser bei GÜN-Proben der Jahresreihe 1994-2000.
- Abb. 13: pH-Wert – Beschaffenheit des Grundwassers in Wassergewinnungsgebieten
in den Landkreisen Diepholz und Nienburg
- Abb. 14: Nitrat – Beschaffenheit des Grundwassers in Wassergewinnungsgebieten
in den Landkreisen Diepholz und Nienburg
- Abb. 15: Ammonium – Beschaffenheit des Grundwassers in Wassergewinnungsgebieten
in den Landkreisen Diepholz und Nienburg
- Abb. 16: Kalium – Beschaffenheit des Grundwassers in Wassergewinnungsgebieten
in den Landkreisen Diepholz und Nienburg
- Abb. 17: Calcium – Beschaffenheit des Grundwassers in Wassergewinnungsgebieten
in den Landkreisen Diepholz und Nienburg
- Abb. 18: Sulfat – Beschaffenheit des Grundwassers in Wassergewinnungsgebieten
in den Landkreisen Diepholz und Nienburg

Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: Übersicht der zuletzt gemessenen Untersuchungswerte an Grundwassermessstellen
- Statistische Maßzahlen -
- Tabelle 2: Statistische Maßzahlen der Grundwasseranalysen 1994-2000 von flachen und tiefen
GÜN-Messstellen
- Tabelle 3: Nitratbelastung der Grundwassermessstellen in den Landkreisen Diepholz und Nienburg
- Letzte Messwerte der Jahresreihe 1988-2000 -
- Tabelle 4: Öffentliche Wasserversorgung in den Landkreisen Diepholz und Nienburg
in den Jahren 1988-2000 - Fördermengen der Wasserwerke -

Kartenverzeichnis

- Karte 1: Verteilung der mittleren jährlichen Niederschlagshöhen in den Landkreisen Diepholz und Nienburg für den Zeitraum 1971-2000
- Karte 4: Standorte der Grundwassermessstellen im Dienstgebiet des NLWK - Betriebsstelle Sulingen -
- Karte 5: Grundwasserbeschaffenheit: pH-Wert – letzter Messwert der Jahresreihe 1988-2000
- Karte 6: Grundwasserbeschaffenheit: Leitfähigkeit – letzter Messwert der Jahresreihe 1988-2000
- Karte 7: Grundwasserbeschaffenheit: Sauerstoff – letzter Messwert der Jahresreihe 1988-2000
- Karte 8: Grundwasserbeschaffenheit: Kalium – letzter Messwert der Jahresreihe 1988-2000
- Karte 9: Grundwasserbeschaffenheit: Natrium – letzter Messwert der Jahresreihe 1988-2000
- Karte 10: Grundwasserbeschaffenheit: Calcium – letzter Messwert der Jahresreihe 1988-2000.
- Karte 11: Grundwasserbeschaffenheit: Magnesium – letzter Messwert der Jahresreihe 1988-2000
- Karte 12: Grundwasserbeschaffenheit: Nitrat – letzter Messwert der Jahresreihe 1988-2000.
- Karte 13: Grundwasserbeschaffenheit: Ammonium – letzter Messwert der Jahresreihe 1988-2000
- Karte 14: Grundwasserbeschaffenheit: Sulfat – letzter Messwert der Jahresreihe 1988-2000
- Karte 15: Grundwasserbeschaffenheit: Chlorid – letzter Messwert der Jahresreihe 1988-2000
- Karte 16: Grundwasserbeschaffenheit: Eisen – letzter Messwert der Jahresreihe 1988-2000
- Karte 17: Grundwasserbeschaffenheit: Phosphat – letzter Messwert der Jahresreihe 1988-2000
- Karte 18: Grundwasserbeschaffenheit: pH-Wert – Mittelwert und Tendenz der Jahresreihe 1994-2000 bei GÜN-Messstellen
- Karte 19: Grundwasserbeschaffenheit: Leitfähigkeit – Mittelwert und Tendenz der Jahresreihe 1994-2000 bei GÜN-Messstellen
- Karte 20: Grundwasserbeschaffenheit: Sauerstoff – Mittelwert und Tendenz der Jahresreihe 1994-2000 bei GÜN-Messstellen
- Karte 21: Grundwasserbeschaffenheit: Härte – Mittelwert und Tendenz der Jahresreihe 1994-2000 bei GÜN-Messstellen
- Karte 22: Grundwasserbeschaffenheit: Kalium – Mittelwert und Tendenz der Jahresreihe 1994-2000 bei GÜN-Messstellen
- Karte 23: Grundwasserbeschaffenheit: Natrium – Mittelwert und Tendenz der Jahresreihe 1994-2000 bei GÜN-Messstellen
- Karte 24: Grundwasserbeschaffenheit: Nitrat – Mittelwert und Tendenz der Jahresreihe 1994-2000 bei GÜN-Messstellen
- Karte 25: Grundwasserbeschaffenheit: Sulfat – Mittelwert und Tendenz der Jahresreihe 1994-2000 bei GÜN-Messstellen
- Karte 26: Grundwasserbeschaffenheit: Chlorid – Mittelwert und Tendenz der Jahresreihe 1994-2000 bei GÜN-Messstellen

Anhang

Weitere Abbildungen, Karten und eine Tabelle des Anhanges werden in Verzeichnissen zu Beginn des Abschnittes „11. Anhang“ zusammengestellt.

1. Einleitung

Der vorliegende Bericht ist die erste zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse des qualitativen Grundwasser-Untersuchungsprogramms des Niedersächsischen Landesbetriebes für Wasserwirtschaft und Küstenschutz (NLWK) - Betriebsstelle Sulingen -. Die Auswertungen der Grundwasserbeprobungen schließen zeitlich im Dezember 2000 ab. Der regionale Grundwassergütebericht 2001 gibt eine Übersicht über die Entwicklung der Beschaffenheit des Grundwassers seit Einführung regelmäßiger Untersuchungen im Jahre 1988. Um die längerfristigen Tendenzen zu verdeutlichen, ist der Betrachtungszeitraum in vielen Fällen ausgedehnt worden und reicht von 1982 bis einschließlich 2000.

Das Untersuchungsgebiet des regionalen Gewässerkundlichen Landesdienstes an der Betriebsstelle Sulingen umfasst die Landkreise Diepholz und Nienburg.

Die Kenntnis der Grundwasserbeschaffenheit und ihrer Veränderungen ist eine wichtige Voraussetzung für zielgerichtetes wasserwirtschaftliches Handeln.

Das Wasser ist ein Grundstoff des Lebens; das Grundwasser ist die wichtigste Ressource der öffentlichen Trinkwasserversorgung. In Niedersachsen stammen 83 % des Wassers für die öffentliche Wasserversorgung aus dem Grundwasser. Dieses vor Belastungen zu schützen, ist eine öffentliche Aufgabe, der sich die staatliche Wasserwirtschaftsverwaltung in besonderem Maße annimmt.

Der Gewässerkundliche Landesdienst betreibt deshalb seit 1988 zur langfristigen Qualitätssicherung der Grundwasservorkommen ein Grundwassergütemessnetz; es ist Bestandteil des Gewässerüberwachungssystems Niedersachsen (GÜN). Damit sollen vermehrte Kenntnisse über die natürliche Beschaffenheit, aber auch über anthropogene Einflüsse auf die Qualität des Grundwassers gewonnen werden.

In den Jahren 1988 bis 2000 wurde das Messnetz für die Grundwasserüberwachung ausgebaut und konsolidiert. Damit wird ermöglicht, aus diesem Zeitraum einen Bericht vorzulegen, der neben den Messwerten auch klassifizierte Angaben zur Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit enthält.

Das steigende Interesse der Öffentlichkeit an Informationen über die Qualität des Grundwassers wird durch den vorgelegten Bericht berücksichtigt.

2. Grundwasserkörper und Deckschichten

Das Wasser der Erde bewegt sich im ständigen Kreislauf von Verdunstung, Kondensation, Niederschlag und erneuter Verdunstung. Das Grundwasser nimmt teil am natürlichen Wasserkreislauf.

Zur Erfassung des Niederschlages erhält der Gewässerkundliche Landesdienst vom Deutschen Wetterdienst regelmäßige Daten über die monatliche Mengenverteilung. Für den Bereich des Bearbeitungsgebietes werden Daten von 32 Stationen ausgewertet, um Aussagen über großräumige Niederschlagsverteilungen zu erhalten. Diese Kenntnis wurde graphisch in der Karte 1 durch die Isohyeten als Verbindungslinien benachbarter Orte mit derselben mittleren jährlichen Niederschlagshöhe für den Zeitraum 1971-2000 dargestellt. Innerhalb des Untersuchungsgebietes gibt es regionale Unterschiede der Niederschlagshöhen, die zwischen 600 bis 625 mm/a (z.B. Schwarme) und 725 bis 750 mm/a (Münchehagen) liegen.

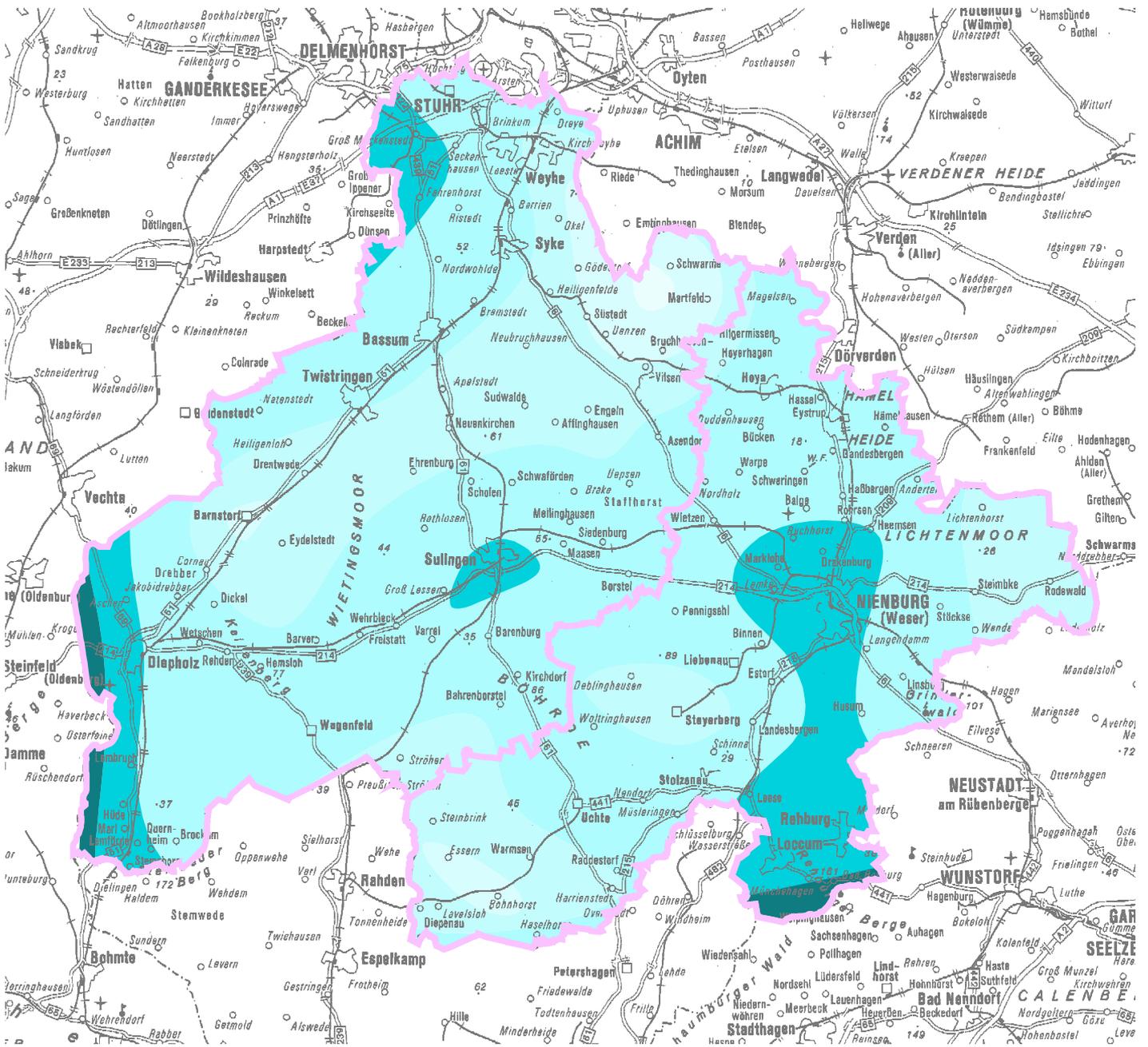
Die **mittlere jährliche Niederschlagshöhe** im Zeitraum von 1971 bis 2000 liegt im Untersuchungsgebiet bei 695 mm. In den letzten drei Jahrzehnten variierten die mittleren jährlichen Niederschlagshöhen von 647 mm (1971-1980), über 710 mm (1981-1990) bis 727 mm (1991-2000).

Die örtliche Niederschlagssituation hat große Bedeutung für die Grundwasserbeschaffenheit. Hohe Niederschläge können zu zeitweilig verstärktem Eintrag von Belastungen in das Grundwasser, aber auch zu einer Belastungsverminderung durch Verdünnung führen.

Die **Grundwasserneubildung**, also das Entstehen von Grundwasser aus versickerten Niederschlägen und durch seitlichen Zutritt, ist im Untersuchungsgebiet unterschiedlich. Ihre Größe wird vor allem von den Niederschlagshöhen, der Geländeneigung, der Oberflächenbeschaffenheit und der Durchlässigkeit der Böden bestimmt. Die mittlere Grundwasserneubildung beträgt im betrachteten Gebiet rund 240 mm/Jahr.

Der geologische Untergrund bestimmt die Vielfalt der Grundwasserleiter. Neubildung, Vorkommen und Ergiebigkeit, natürliche Beschaffenheit und Schutzbedürftigkeit des Grundwassers hängen von ihm ab. Die glazial geprägte Landschaft zwischen der Weser, der Aller und der Hunte zeichnet sich durch trockene Sandböden, feuchte Wiesen-niederungen und Moore aus. Diese so genannte **Geestlandschaft** (Karte 2) ist die typische Landschaftsform des nordwestdeutschen Tieflandes. Die Geest-Böden sind hier durch die Verwitterung stark ausgelaugt und entsprechend arm an Nährstoffen.

Niederschlagshöhen 1971 - 2000



Karte 1:
Verteilung der mittleren jährlichen Niederschlagshöhen in den Landkreisen Diepholz und Nienburg für den Zeitraum 1971 - 2000

Legende

Niederschlagshöhen in mm

- 600 - 625
- 625 - 650
- 650 - 675
- 675 - 700
- 700 - 725
- 725 - 750

Hydromorphologisch können zwei Naturräume eingeteilt werden:

Die **Hohe Geest** mit Grundwasservorkommen in flacheren und tieferen Stockwerken wechselnder Ergiebigkeit. Die Wässer dieser Regionen sind vorwiegend weich und meist eisenarm, je nach Bodenbeschaffenheit aber auch eisenreicher.

Die **Niederungen** sind dort vertreten, wo der große Strom der Weser verläuft, einschließlich der Flussniederungen von Hunte, Aller und Leine. Sie zeichnen sich durch oberflächennahe häufig ergiebige Vorkommen von Grundwasser in Sanden und Kiesen aus. Die Wässer sind oft weich und vielfach durch Verunreinigungen gefährdet falls nicht eine Überdeckung mit Auelehm vor Stoffeinträgen schützt.

In Norddeutschland wurden die **Eiszeiten** nach den Flüssen Elbe, Elster, Saale und Weichsel benannt, wobei die norddeutsche Landschaft besonders von den Elster- und Saale-Eiszeiten geprägt wurde. Die Ablagerungen, die das Eis in großen Teilen Niedersachsens hinterließ, stammen aus der geologischen Zeit des Quartärs (vor ca. 1,6 Mio. Jahren), geprägt von mehrfachem Wechsel von Kalt- und Warmzeiten sowie dem vorausgegangenen Tertiär, aus dem nach der Überflutung des vorzeitlichen Meeres Sande, Tone z. T. auch Kiese abgelagert wurden.

Die **Ausgangsgesteine** für die Böden in dieser Region sind daher vorwiegend Grundmoränen (Geschiebemergel) und Schmelzwasserablagerungen (Kies, Sand und Ton). In den Warmzeiten (Interglazialen) und in der Nacheiszeit (Holozän), welche vor 10.000 Jahren begann, entstanden Torfe, Mudden und Mergel; Teile des Küstengebietes wurden dabei überflutet und von Meeres-, Watt- und Brackwasserablagerungen überdeckt.

Für die Flussgebiete zwischen Hunte und Weser, hier im Bereich der beiden Landkreise Diepholz und Nienburg (Karte 3), sind die folgenden **Bodentypen** als grundwasserüberdeckende Schichten oft nur in Vergesellschaftungen mit anderen Bodentypen vertreten:

Pseudogley - ist typischerweise ein Stauwasserboden. Er tritt im Gebiet der beiden Landkreise vergesellschaftet mit Parabraunerden, Braunerden und Podsolen auf.

Podsole - der Podsol oder die Bleicherde besitzt eine stärkere Humusaufgabe. Ein Horizont dieses Bodens ist ausgewaschen (gebleicht), die organischen Bestandteile, Tone, Eisen- und Aluminiumverbindungen sind in den tieferen B-Horizont verlagert und dort deutlich sichtbar angereichert.

Gley - ist ein typischer Grundwasserboden, der sich vor allem in Tälern und Senken bei schwankendem Grundwasserstand bildet. Charakteristisch ist ein fleckiger, rostbrauner Oxidationsbereich. Im betrachteten Gebiet kommt der Gleyboden im Auenbereich von Hunte, Weser und Aller sowie deren Niederungen vor.

Gley- Auenböden aus Auelehmen sind bodenland-schaftstypische Talsedimente (wie z. B. Weser, Aller, Leine); Gleye aus tonigen Auelehmen über Niederterrassensanden sind als Bodenlandschaft weichselzeitliche Flussablagerungen.

Gleye aus Auesanden bis Auelehmen im Untersuchungsgebiet beschränkt auf den Gewässerverlauf bzw. Auenbereich der Hunte sind bodenland-schaftstypische Talsedimente, die zur Region der Geest geordnet werden.

Parabraunerden - dieser in den gemäßigt humiden Klimaten am weitesten verbreitete Bodentyp entsteht auf silikatreichen, meist lockeren sedimentären Ausgangsgesteinen mit einem mittleren oder geringen Kalkanteil wie Mergel, Löß, Lehm oder lehmigen Sanden, häufig auch auf Moränen und glazialen Schotterflächen.

Die **Parabraunerde** im Gebiet zwischen Hunte und Weser tritt häufig in Vergesellschaftung mit **Pseudogley** auf (Pseudogley-Parabraunerde) so z.B. in einem Umkreis von etwa 8 km um Sudwalde bei Schwaförden, Engeln, Uenzen und westlich von Twistringen bei Colnrade und nördlich von Syke als Parabraunerden aus Sandlössen über glazifluvialen Sanden als bodenland-schaftstypische Sandlössen der Bodenregion Geest.

Moor - Es werden unterschieden:

- **Niedermoore**

Moore, in denen grasartige Seggen vorherrschen.

- **Hochmoore**

Moore aus Sphagnumtorfen, bei denen die Torfschicht so dick wird, dass die an der Oberfläche wachsende Vegetation vom Mineralboden abgeschnitten wird. Säurebildende Torfmoose herrschen hier vor. Sie werden überwiegend vom Niederschlagswasser gespeist. Erkennbar sind sie an der für Hochmoore typischen uhrglasförmigen Aufwölbung.

Beide Moortypen, Nieder- und Hochmoore können als **Talsedimente** der Bodengroßlandschaft Geestplatten und Endmoränen (oft vergesellschaftet mit Gleyen oder Tiefumbruchböden) sowie auch als Torfe der Talsandniederungen auftreten. Als bezeichnende Gewässer sind hier zu nennen Sule, Kleine Aue, Kuhbach, Eschbach, Siede.

Alle aufgeführten Bodentypen beeinflussen als Deckschichten des Grundwassers maßgeblich die Beschaffenheit der neu zutretenden Sickerwässer.

Im Norden des Untersuchungsgebietes treten südlich von Stuhr vorwiegend Gleye aus Talsanden auf. Die Talauen von Dünsener Bach, Klosterbach, Hombach, Hache, Süstedter Bach sowie die Zuflüsse zur Eiter sind durch diese sandigen Gleye gekennzeichnet. Es sind nasse grundwasserbeeinflusste Sandböden, örtlich anmoorig; daneben treten Podsole aus älteren Flugsanden über Talsanden auf.

Im mittleren Teil des Gebietes, in einem Zirkel zwischen Syke, Bassum, Twistringen, Mellingshausen, Asendorf und

Syke ist der Pseudogley großflächig mit den Parabraunerden aus Sandlössen über Geschiebelehm vergesellschaftet. Es sind vorwiegend lehmige örtlich staunasse Schluffböden. Im südlichen Untersuchungsraum treten neben den Pseudogley-Braunerden vielfach Niedermoore auf. Die Talauen von Bargeriede, Kuhbach, Kleine Aue, Sule sowie Eschbach, Siede und Kühlenkamper Beeke zeigen in den Talebenen dieses Profil.

Auffällig ist das Vorhandensein von Braunerden aus Hochflutlehm über Niederterrassensanden, welches begleitend zum Weser- und Allerverlauf verläuft.

Die quartären Schichten der Saale-Kaltzeit sind fluviatile Sande aus Geschiebemergel der Drenthe-Hauptmoräne. Diese sind neben den weichselkaltzeitlichen Sandlössen flächenhaft sehr verbreitet. Die Talauen sind geprägt durch tonige, schluffige auch sandige Auensedimente des Holozäns. Die Niederterrassensande und -kiese der Weichsel-Kaltzeit begleiten die Gewässerverläufe, besonders zu verfolgen im Verlauf von Weser und Aller.

Lithologisch ergeben sich die drei Gesteinsgruppen:

- **Sand-Kies-Gruppe:**

Sande und Kiese sind im Pleistozän des niedersächsischen Flachlandes flächenhaft verbreitet. Im Berichtsgebiet sind die Sande der Weichsel-Kaltzeit in einen Zirkel zwischen Mellinghausen, Twistringern, Bassum, Syke und Asendorf vertreten, daneben ebenso flächig die Sande und Kiese des Drenthe-Stadiums der Saale-Kaltzeit.

- **Geschiebelehm-Gruppe:**

Als Bestandteil der Grundmoräne saalekaltzeitlicher Gletscher (überwiegend Drenthe-Stadium) sind die Gesteine der Geschiebelehm-Gruppe im gesamten niedersächsischen Flachland bis in den Norden der Mittelgebirge häufig anzutreffen.

- **Ton-Gruppe:**

Quartäre Tone verteilen sich als kaltzeitliche Staubeckenablagerungen (z.B. Lauenburger Ton) des Pleistozän auf das küstennahe Niedersachsen. In den wenigen, über Niedersachsen verstreuten Tertiärvorkommen haben Tone großen Anteil.

Im Hinblick auf ihre Durchlässigkeit für das Grundwasser sind die Gesteine unterteilt: In weiten Teilen sind Porengrundwasserleiter vorherrschend. Grundwassergeringleiter sind dagegen Gesteine mit sehr geringen effektiven Hohlraumanteilen und dichten Gesteinsmassen und können Grundwasser nur in geringem Maße speichern oder weiterleiten. Als solche Grundwassergeringleiter wirken die feinkörnigen Locker- und Festgesteine (tonig, schluffig), die in der Region Wietingsmoor oder südlich von Wietzen sowie auch südwestlich der Böhnde vorkommen.

Das hydraulische Vermögen, Grundwasser zu leiten, wird als Durchlässigkeit bezeichnet. Die mittleren und hohen Durchlässigkeiten bestehen dort, wo grobklastische, überwiegend silikatische Sedimente lagern. Es sind dies die Sande der weichselzeitlichen Ablagerungen, bzw. Sande und Kiese der Niederterrassen aus der Weichselzeit, wie sie im Raum Syke, Bassum, Twistringern herunter bis Mellinghausen, Asendorf zu finden sind, die mit den mittel bis hohen Durchlässigkeiten auch gute Entnahmebedingungen geben.

Geringe Durchlässigkeiten haben die holozänen Torfe und Muddenablagerungen sowie die schluffigen Ablagerungen aus dem Drenthe-Stadium der Saale Kaltzeit (tonig, sandig, kiesig) deren lithologische Zuordnung Geschiebelehme und Geschiebemergel sind.

Es sind hier die Leitertypen „Grundwassergeringleiter“ deren hydrochemischer Gesteintypus entweder organische Lockergesteine (Torfe, Mudden) über klastische Sedimente (Wietingsmoor) oder feinklastische, überwiegend silikatische Sedimente über grobklastische Sedimente (östlich Oyten).

Bezüglich der zu erwartenden **hydrochemischen Prägung** des in ihnen gespeicherten Grundwassers wurden verschiedene hydrochemische Gesteinsgruppen zugeordnet. Die beschriebenen Eigenschaften der Gesteine verleihen dem Grundwasser meist ihre dominante Prägung:

- **silikatische Gesteine**

Sie werden wesentlich durch die Mineralien Quarz und Feldspate, Tonminerale und Bruchstücke von Magmatiten, Vulkaniten und Metamorphiten in ihrem Lösungsverhalten bestimmt.

Diese grobklastischen und feinklastischen Gesteine nehmen den überwiegenden Teil des Untersuchungsgebietes ein.

- **karbonatische Gesteine**

Diese werden wesentlich durch die die Gesteine aufbauenden Karbonate und andere Salze (Gips, Anhydrit, Steinsalz) hydrochemisch geprägt. Die Grundwässer in diesen Gesteinen haben relativ hohe Lösungsinhalte und große Härten durch Alkalien und Erdalkalien. Dieser hydrochemische Gesteintyp kommt nur in kleinen Bereichen (Stemweder Berg) vor.

- **organische Gesteine**

Sie sind meist assoziiert mit den klastischen silikatischen Gesteinen. Bei Überlagerung organischer Gesteine - wie sie in Niedersachsen in Form der Torfe in Mooren vorkommen - über silikatischen Gesteinen wird das neu gebildete Grundwasser durch den Sickerprozess chemisch verändert; höhere Gehalte an organischen Inhaltsstoffen und eine Tendenz zur Versauerung sind die Folge.

3. Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit

Natürliches Grundwasser ist hydrodynamisch und in seiner Beschaffenheit anthropogen unbeeinflusstes Grundwasser. Die chemischen und mineralogischen Eigenschaften und die mikrobielle Besiedlung der Feststoffphasen im Untergrund sowie das Wasser mit seinen gelösten und ungelösten Inhaltsstoffen bestimmen die natürliche Beschaffenheit des Grundwassers.

Eine zunehmende Rolle spielen auch anthropogene Inhaltsstoffe, die direkt oder indirekt durch menschliche Tätigkeit punktförmig, linienhaft oder flächig in das Grundwasser eingebracht werden.

Die **Grundwasserbeschaffenheit** schwankt räumlich und zeitlich, da einerseits der Stoffeintrag nicht zeitkonstant und abhängig von der Struktur der Quelle ist, zum anderen die eingetragenen Stoffe im inhomogenen Grundwasser-raum unterschiedlichen Ausbreitungsprozessen unterliegen und schließlich chemisch, physikalisch-chemisch oder biochemisch induzierte Wechselwirkungen zwischen dem Grundwasser und seinem Leitergestein bestehen. Die Grundwasserbeschaffenheit wird auch von der Einstellung chemischer Gleichgewichte bestimmt, die wiederum von der Kontaktzeit zwischen der mobilen und stationären Phase im System Grundwasser / Feststoffe des Grundwasserleiters beeinflusst wird.

Da sich Poren-, Kluft-, und Karstgrundwasserleiter im Hinblick auf Gesteinsmaterial sowie auf Fließzeiten und Reaktionsoberflächen unterscheiden, ergeben sich unterschiedliche **hydrochemische Grundwassertypen**. Die verschiedenen Grundwasserleiter können Grundwasserregionen zugeordnet werden. Darunter werden geologisch-morphologisch abgrenzbare Räume mit typischen Grundwasserhältnissen verstanden.

Zur Überwachung des Grundwassers hat das Land Niedersachsen ein **Grundwassergütemessnetz** eingerichtet, das dreidimensional angelegt ist. Die Inhaltsstoffe sollen an ausgewählten Standorten in ihrer vertikalen Verteilung innerhalb eines Grundwasserleiters bzw. mehrerer Grundwasserstockwerke erfasst werden.

Die Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit wird mit den Zielen wahrgenommen:

- die Qualität der Grundwasservorkommen und ihre Veränderungen zu erheben,
- die Bevölkerung vor gesundheitlichen Gefahren bei Grundwassernutzungen zu bewahren und
- die Grundwasservorkommen vor anthropogenen Belastungen zu schützen.

Zu der Übernahme dieser Aufgaben hat sich das Land Niedersachsen 1982 verpflichtet, als es den Begriff „**Gewässerkundlicher Landesdienst**“ erstmals unter dem § 52 in das Niedersächsische Wassergesetz (NWG) aufnahm. Es wurden zwar schon früher Erkundungen des Grundwassers durchgeführt, aber mit der Selbstverpflichtung des Landes, einen Gewässerkundlichen Landesdienst zu unterhalten, wird noch einmal die Bedeutung der gewässerkundlichen Beobachtungen als Vorsorgemaßnahmen für den Wasser- und Naturhaushalt hervorgehoben.

Die Messungen und Untersuchungen an den Gewässern werden entsprechend dem **Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN)** durchgeführt.

Zurzeit umfasst das GÜN folgende Messnetze:

- oberirdische Gewässer - Wasserstand und Abflüsse,
- oberirdische Gewässer - Beschaffenheit (chemisch-physikalisch und biologisch-ökologisch),
- Grundwasserstand,
- Grundwasserbeschaffenheit und
- Beschaffenheit der Niederschläge.

Die Messnetze werden in unregelmäßigen Abständen den neuen Erkenntnissen und der fortschreitenden Entwicklung des Mess- und der Analysetechnik sowie den sich ändernden Fragestellungen angepasst.

Das **Grundwassergütemessnetz** ist Bestandteil des Gewässerüberwachungssystems Niedersachsen (GÜN). Die Probenahme, Analysenverfahren und Datenverarbeitung wird aktuell durch eine Messstrategie aus dem Jahre 2000 geregelt, die die Voraussetzung schafft, dass die Untersuchungen von den beteiligten Betriebsstellen des Niedersächsischen Landesbetriebes für Wasserwirtschaft und Küstenschutz (NLWK) nach einheitlichen Kriterien durchgeführt und Ergebnisse vergleichbar dargestellt und ausgewertet werden. Diese Konzeption ist eine Fortschreibung des niedersächsischen Messprogramms für das Grundwassergütemessnetz (1992), welches seinerseits in Anlehnung an die Grundwasserbeschaffenheits-Richtlinie der Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 1993) ausgearbeitet wurde. Die Güteüberwachung des Grundwassers wird im Rahmen des Gewässerkundlichen Landesdienstes gemeinsam vom Niedersächsischen Landesamt für Ökologie (NLÖ) und dem Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft und Küstenschutz (NLWK) unter ergänzender Nutzung von Analyseergebnissen anderer Messprogramme (Abb. 1) durchgeführt. Bei den Untersuchungen wurden die in der Abbildung 2 genannten Analyseverfahren angewendet, die vorrangig den Vorschriften des Deutschen Instituts für Normung e.V. (DIN) oder Europäischen Normen

(EN) entsprechen. Die Messstrategie ist auf die Beobachtung des Grundwassers im staatlichen Messstellennetz nach dem Grund- und dem Ergänzungsprogramm anzuwenden. Darin eingeschlossen sind die Grundwassermessstellen an Bodenkundlichen Dauerbeobachtungsflächen (BDF).

Das **Grundwassermessnetz** wurde so angelegt, dass einmalige sowie wiederkehrende, kurzzeitige oder langfristige Belastungen erfasst und natürliche Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit beobachtet werden können.

Grundwassermessstellen sind Anlagen zur Ermittlung hydrologischer Daten des Grundwassers und werden als Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen bezeichnet, wenn sie bei Einhaltung bestimmter Eignungskriterien als Probe-

nahmestellen dienen. Diese Messstellen müssen die Voraussetzung bieten, eine möglichst unverfälschte Grundwasserprobe zu gewinnen, die in stofflicher Hinsicht die örtlichen Gegebenheiten repräsentiert. Während eine Grundwasserstandsmeßstelle den Grundwasserstand im Grundwasserleiter wiedergibt, kann eine Grundwasserbeschaffenheitsmeßstelle in Abhängigkeit vom Ausbau nur einen räumlich begrenzten Ausschnitt der Beschaffenheit des Grundwassers erfassen.

Nach Art und Zielsetzung der Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen werden folgende **Messstellentypen** unterschieden und betrieben:

Grundmessnetz
Basismessstellen
Trendmessstellen

Sondermessnetz
Vorfeldmessstellen
Emittentenmessstellen
Belastungsmessstellen
Problemgebundene Messstellen

Basismessstellen dienen dazu, die natürliche Grundwasserbeschaffenheit in Abhängigkeit vom geogenen Untergrund zu beurteilen.

Im Gegensatz dazu helfen **Trendmessstellen** diffuse Einflüsse auf das Grundwasser durch die Tätigkeit des Menschen, z.B. durch Landwirtschaft und Verkehr, aufzudecken.

Vorfeldmessstellen sollen in Wasserschutzgebieten bzw. in Einzugsgebieten von Wasserwerken eingerichtet werden, wo sie der rechtzeitigen Erkennung von Grundwasserunreinigungen dienen und ein Reagieren der Wasserwerksbetreiber ermöglichen. Die Warnzeit bis zum Erreichen der Wasserfassungsanlage sollte etwa ein Jahr betragen. Je nach den örtlichen Gegebenheiten kann eine gestaffelte Anordnung von Vorfeldmessstellen erforderlich werden. Geeignete Vorfeldmessstellen werden durch die Wasserbehörden in Zusammenarbeit mit den Wasserversorgungsunternehmen ausgewählt.

Emittentenmessstellen tragen zur Erkennung und Begrenzung von Verunreinigungsquellen bei z.B. aus Altlasten, Deponien, speziellen Industriestandorten oder Flughäfen. Es muss gewährleistet sein, dass eine eventuelle Schadstofffahne durch geeignete Standortwahl abgegrenzt werden kann.

Die Errichtung spezieller **Belastungsmessstellen** wird bei bekannt gewordenen Schadensfällen (z.B. Versickerung von Öl oder chlorierten Kohlenwasserstoffen) notwendig. Eine solche Messstelle erfordert die genaue Kenntnis des Verunreinigungsherdes. Sinnvollerweise sind Kontrollbrunnen oberstrom der Schadensquelle einzurichten.

Für besondere Untersuchungsprogramme oder Forschungsvorhaben im Bereich des Grundwassers, z.B. aus der Biolo-

gie, Mikrobiologie und Landwirtschaft können **gesonderte Messstellen** (problemgebundene Messstellen) erforderlich sein, deren Ausbau jeweils von der Fragestellung abhängig zu machen ist.

Aus den im Anhang beigefügten Abbildungen 3 und 4 ist der Parameterumfang der Messprogramme zu ersehen. Das **Grundprogramm** (Abb. 3) umfasst die wichtigsten, heute bekannten und im Grundwasser vorkommenden Inhaltsstoffe. An jeder Messstelle dieses Programms ist jährlich eine Probenahme durchzuführen.

Die Probenahme für die Kenngrößen des **Ergänzungsprogramms** (Abb. 4) erfolgt in der Regel zusammen mit der Probenahme nach dem Grundprogramm, jedoch in einem 5-jährigen Turnus.

4. Auswertung der Messergebnisse von 1988 bis 2000

Das erste überregionale Programm zur Erfassung der Grundwasservorkommen lief innerhalb der Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung des Landes Niedersachsen. Hier war in den 60er Jahren ein Messnetz des ehemaligen Landesgrundwasserdienstes (LGW) mit einzelnen neuen Rohrbrunnen geschaffen worden. Cirka ab 1970 erfolgte dann im Zuge der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung eine **großräumige Grundwassererkundung**. Hierzu wurden zur geologischen Sondierung des Untergrunds zahlreiche Aufschlussbohrungen niedergebracht und Grundwassermessstellen eingerichtet. Insbesondere dienen die laufenden Messungen der langjährigen Grundwasserstandsbeobachtung und der großräumigen Bewirtschaftung.

Mit Hilfe der Messdaten sollen repräsentative kontinuierliche örtlich und zeitlich veränderte Wasserstände, Strömungsverhältnisse und Neubildungsraten der bedeutenden Grundwasserleiter gemessen werden.

Seit den 80er Jahren ist ein vermehrtes Interesse an Kenntnissen über die **Inhaltsstoffe des Grundwassers** und deren mögliche Veränderungen in den Vordergrund gerückt. Aus diesem Grund wurde damals damit begonnen, einige der ursprünglich nur für Grundwasserstandsmessungen errichteten Messstellen auch zur Durchführung von systematischen Grundwassergüteuntersuchungen heranzuziehen und zusätzlich neue Messstellen zu bauen. Dieser **Messstellenneubau** wurde zwischen 1990 und 1993 in einem ersten Abschnitt realisiert. Zurzeit sind für die Erkundung der Grundwasserbeschaffenheit im Bereich der Betriebsstelle Sulingen 45 Messstellen an 30 Standorten vorhanden, von denen noch 12 Messstellen aus dem alten Bestand genutzt werden.

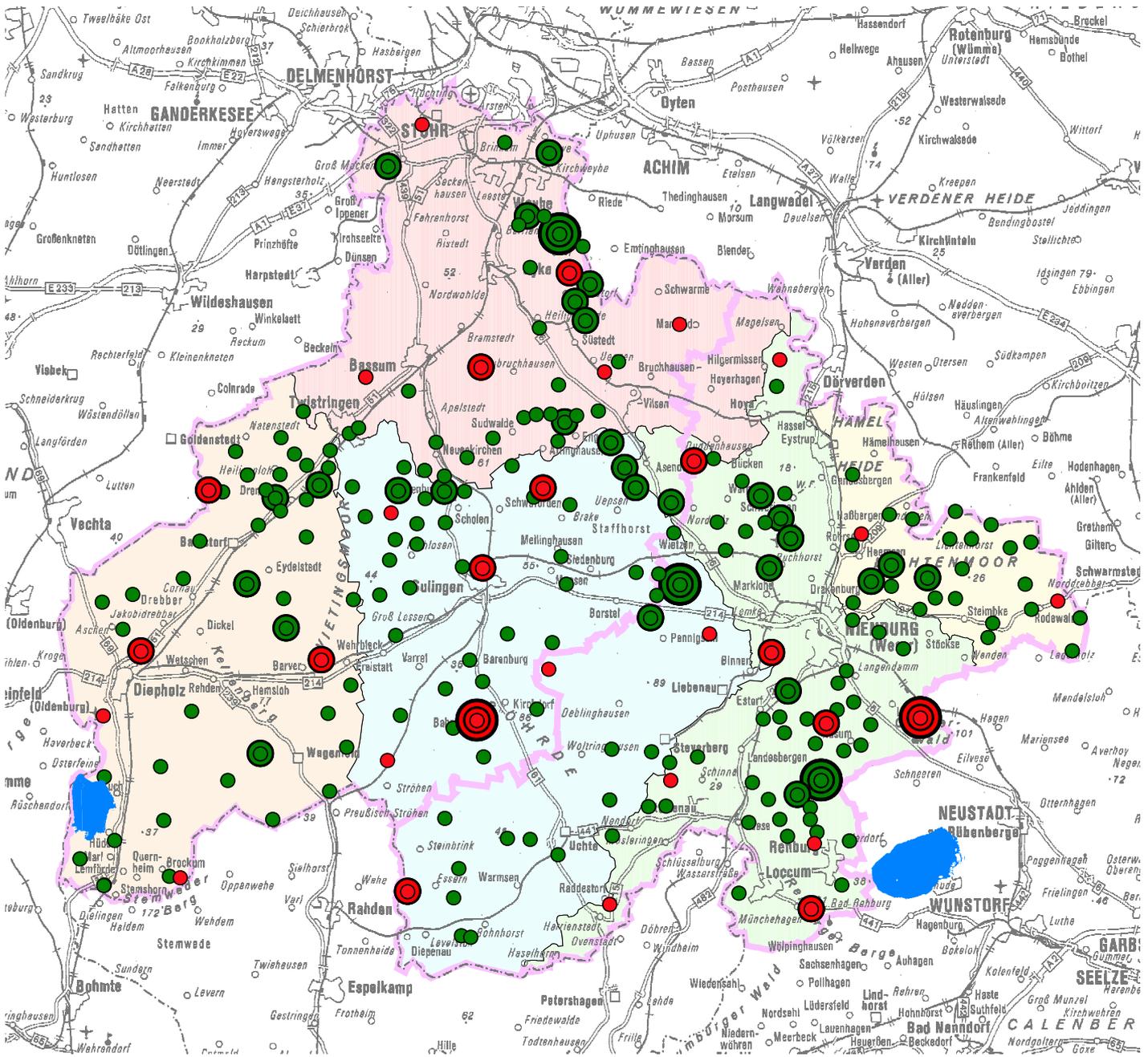
Soweit es sich um Ersatzmessstellen für bisher bereits beprobte Brunnen handelt, wurden die bisherigen Standorte beibehalten, um auf den vorhandenen Datenbestand der alten Messstellen aufbauen zu können. An Grundwassergütemessstellen, die im Hauptgrundwasserleiter verfiltert sind, wird monatlich der Grundwasserstand gemessen.

In der Karte 4 ist die Lage von 45 GÜN-Messstellen und von 228 ehemaligen Sondermessstellen an insgesamt 224 Standorten mit Hinweis auf die Zahl der Stockwerke dargestellt. Die Anzahl der nur im oberflächennahen Grundwasserleiter (erstes Stockwerk) verfilterten Messstellen beträgt 179 (davon 30 GÜN-Messstellen); die Anzahl der Standorte von Doppelmessstellen mit getrennten Beobachtungsrohren im ersten und im zweiten, tieferen Grundwasserstockwerk beträgt 45 (davon 14 GÜN-Standorte). An fünf Standorten mit Dreifachmessstellen werden drei durch gering durchlässige Zwischenschichten getrennte Grundwasserleiter in unterschiedlichen Tiefen erfasst. Rund 55 %

aller hier ausgewerteten Grundwassermessstellen befinden sich im Landkreis Diepholz und 45 % im Landkreis Nienburg.

Aus umfangreichem **Datenmaterial** sind für den **Zeitraum 1988 bis 2000** einige charakteristische Werte tabellarisch zusammengefasst worden, um Hinweise auf die Auffälligkeiten der chemisch-physikalischen Analysen zu geben. Für alle Kenngrößen wurden die im Berichtszeitraum 1988 - 2000 zuletzt an 258 Messstellen (Tab.1 und 5) gemessenen Werte ausgewertet und zusammengestellt. In Ergänzung der Tabelle 1 wurden für 13 Kenngrößen der gleichen Datenreihe die **Grundwassergütekarten** 5 bis 17 dargestellt. Diese zeigen eine Visualisierung der letzten Messwerte der Konzentrationen ausgewählter Kenngrößen im Grundwasser in Abhängigkeit von der Tiefe der untersuchten Schicht des Grundwasserleiters. Bei 152 flachen Messstellen erfolgt die Entnahme der Wasserprobe bis 25 m unter Gelände. Die Anzahl der tiefen Messstellen mit Entnahmen über 25 m unter Gelände beträgt 106. Maßgeblich für die Zuordnung zu einer Gruppe ist hierbei die Oberkante des Filterrohres der Messstelle. Aus diesem Tiefenbereich wird Grundwasser bei der Probenahme mit einer Unterwasserpumpe entnommen. Liegen an einem Standort mehrere flache oder tiefe Messstellen vor, so wird nur jeweils eine (d.h. die flachste bzw. die tiefste) Messstelle bei der folgenden Auswertung berücksichtigt.

Standorte der Grundwassermessstellen



Karte 4:
Standorte der Grundwassermessstellen
im Dienstgebiet des NLWK
- Betriebsstelle Sulingen -

Legende

- Grundwassergütemessstelle 1. Stockwerk
- Grundwassergütemessstelle 2. Stockwerk
- Grundwassergütemessstelle 3. Stockwerk
- ehemalige Sondermessstelle 1. Stockwerk
- ehemalige Sondermessstelle 2. Stockwerk
- ehemalige Sondermessstelle 3. Stockwerk

- Kreisgrenze
- Gewässereinzugsgebiete
- Aller / Böhme
- Große Aue
- Hunte
- Weser / Meerbach
- Weser / Ochtum

Kenngröße	Einheit	Grenzwert TrinkwV	Anzahl der Messstellen	Messstellen-Anzahl > TrinkwV-Grenzwert	Minimum	10-Perzentil	Median	90-Perzentil	Maximum
Wassertemperatur	°C	25	258	-	6,9	9,0	9,5	10,2	13,1
El-Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	2000	258	1	64	161	380	702	18440
pH-Wert		<6,5/9,5>	257	144	4,1	5,1	6,4	7,4	9,3
Säurekapazität pH 4,3	mmol/l		255	-	0	0,14	0,96	4	11,4
Basekapazität pH 8.2	mmol/l		250	-	0	0,23	0,84	2,3	5,2
Sauerstoff	mg/l		243	-	0,1	0,1	0,4	5,8	10,8
Calcium	mg/l	400	251	-	2	8	30	70	270
Magnesium	mg/l	50	250	3	1	1,5	7	21	80
Natrium	mg/l	150	257	3	4	9	18	42	4400
Kalium	mg/l	12	257	27	0,8	1,2	2,6	12	83
Eisen	mg/l	0,2	245	214	< 0,05	0,10	3,7	23	200
Ammonium	mg/l	0,5	257	67	< 0,01	0,04	0,18	1	24
Nitrat	mg/l	50	253	30	< 0,44	0,89	0,89	58	199
Chlorid	mg/l	250	257	4	7	10	37	79	6800
Sulfat	mg/l	240	257	2	< 1	10	48	120	320
Ortho-Phosphat	mg/l	6,7	257	-	< 0,01	0,01	0,05	0,28	1,1
Kieselsäure	mg/l		19	-	4	9,6	14	22	25
Arsen	µg/l	0,01	19	-	< 2	< 2	< 2	< 2	2
Mangan	mg/l	1	100	5	< 0,1	< 0,1	0,24	0,80	3,8
Blei	µg/l	40	19	-	< 1	< 1	< 1	2	6
Bor	mg/l	1	63	2	< 0,05	< 0,05	0,08	0,22	4,1
Chrom	µg/l	50	19	-	< 2	< 2	< 2	< 2	4
Kupfer	µg/l		19	-	< 1	< 1	< 1	3,2	16
Nickel	µg/l	50	19	1	< 3	< 3	3	22	62
Zink	µg/l		19	-	< 10	< 10	< 10	71	240

Tabelle 1:
Übersicht der zuletzt gemessenen Untersuchungswerte an Grundwassermessstellen des NLWK
- Statistische Maßzahlen -.

Kenngröße	Einheit	Grundwasserleiter		Anzahl der Proben	Mittelwert	Minimum	10-Perzentil	Median	90-Perzentil	Maximum
Wassertemperatur	°C	fl.	ti.	269	9,8	5,2	8,8	9,8	10,7	12,7
				121	9,9	9,1	9,3	9,8	10,4	13,1
Sauerstoff	mg/l	fl.	ti.	268	2,8	0,1	0,4	1,0	8,1	10,8
				121	0,7	0,1	0,2	0,5	1,1	8,0
pH-Wert		fl.	ti.	268	5,8	3,9	4,5	5,9	7,0	7,8
				121	6,8	5,1	5,8	6,9	7,9	8,1
El.Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	fl.	ti.	269	510	116	282	489	741	1370
				121	358	106	116	294	608	1325
Säurekapazität pH 4,3	mmol/l	fl.	ti.	261	1,4	0,0	0,1	0,7	3,7	10,0
				121	2,1	0,1	0,4	1,7	3,8	9,1
Calcium	mg/l	fl.	ti.	269	56	3	21	49	87	290
				121	51	4	7	41	96	194
Magnesium	mg/l	fl.	ti.	269	10	1,5	3	9	21	34
				121	5,6	0,2	0,9	3	8	58
Natrium	mg/l	fl.	ti.	269	21	1	11	18	36	58
				121	14	3	7	12	20	64
Kalium	mg/l	fl.	ti.	269	9,5	0,8	1,3	3,4	22	141
				121	2,7	0,7	0,9	1,7	6	13
Eisen	mg/l	fl.	ti.	269	6,4	< 0,5	< 0,1	0,5	17	110
				121	4,7	< 0,15	0,3	3,5	11	20
Nitrat	mg/l	fl.	ti.	266	44	< 0,44	< 0,44	13	128	217
				121	0,68	< 0,44	< 0,44	< 0,44	0,89	5
Ammonium	mg/l	fl.	ti.	269	0,17	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,72	4
				121	0,36	< 0,05	< 0,05	0,09	0,95	2
Chlorid	mg/l	fl.	ti.	269	42	5	16	39	67	130
				121	28	6	9	22	56	77
Sulfat	mg/l	fl.	ti.	269	87	< 1	14	72	152	400
				121	43	< 1	2	23	87	290
Ortho-Phosphat	mg/l	fl.	ti.	269	0,05	< 0,02	< 0,02	0,03	0,20	0,46
				121	0,21	< 0,02	< 0,02	0,12	0,33	2,10
Aluminium	mg/l	fl.	ti.	30	0,30	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,43	6,60
				14	0,20	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,10	2,00
Arsen	µg/l	fl.	ti.	30	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
				14	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	2
Mangan	mg/l	fl.	ti.	269	0,35	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,80	2,05
				121	0,22	< 0,05	< 0,05	0,14	0,57	0,79
Blei	µg/l	fl.	ti.	43		< 1	< 1	< 1	1,3	6,3
				22		< 1	< 1	< 1	2,5	3,5
Bor	mg/l	fl.	ti.	73		< 0,05	< 0,05	0,06	0,27	4,1
				22		< 0,05	< 0,05	0,20	1,53	4,8
Cadmium	µg/l	fl.	ti.	45		< 0,20	< 0,20	< 0,20	1,02	2,00
				22		< 0,20	< 0,20	< 0,20	0,1	0,4
Chrom	µg/l	fl.	ti.	43		< 2	< 2	< 2	2,4	4,3
				22		< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Kupfer	µg/l	fl.	ti.	43		< 1	< 1	< 1	6,8	16,0
				22		< 1	< 1	< 1	< 1	1,0
Nickel	µg/l	fl.	ti.	43		< 3	< 3	1,8	42	110
				22		< 3	< 3	< 3	4,1	6,7
Quecksilber	µg/l	fl.	ti.	43		< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,5	2,0
				22		< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,0
Zink	µg/l	fl.	ti.	46		< 30	< 30	< 30	74	240
				22		< 30	< 30	< 30	< 10	< 10

 Tabelle 2:
 Statistische Maßzahlen der Grundwasseranalysen 1994-2000 von flachen und tiefen GÜN-Messstellen

Die Kartendarstellungen beginnen mit den Kenngrößen pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit und Sauerstoff, die erste Hinweise auf die Grundwasserqualität geben. Es folgen dann die wichtigsten Stoffe der Ionenbilanz, mit denen bereits ein Grundwasser typisiert werden kann. Es sind dies die Kationen Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium und die Anionen Nitrat, Ammonium, Sulfat und Chlorid. Des Weiteren wurden in der Tabelle 1 die Parameter Eisen und Orthophosphat ausgewertet, da sie ebenfalls Unterschiede in der Herkunft des Grundwassers verdeutlichen können. Betrachtet wurden auch die Kenngrößen, die in größeren zeitlichen Abständen gemessen wurden, wie Arsen, Mangan, Blei, Bor, Chrom, Kupfer, Nickel und Zink.

Einer weiteren getrennten Auswertung wurden die Untersuchungsergebnisse der Datenreihe 1994-2000 von **GÜN-Grundwassergütemessstellen** unterzogen.

Für eine allgemeine chemische Charakterisierung dieser Grundwässer wurden hier für die verschiedenen Inhaltsstoffe, getrennt für die Filterlage bis 25 m Tiefe und über 25 m Tiefe (Tab. 2) die statistischen Maßzahlen arithmetischer Mittelwert, Minimum, Maximum sowie Perzentil-Werte (10- und 90-Perzentil) berechnet.

Darüber hinaus erhielten diese Messstellen auf den Kartendarstellungen für neun Kenngrößen (pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoff, Härte, Kalium, Natrium, Nitrat, Sulfat und Chlorid – siehe Karten 18 - 26), bei denen Messwerte ausreichend vorlagen, Angaben zum **Mittelwert der Jahresreihe** 1994-2000 und zusätzlich zur **Tendenz** der Messungen in diesem Zeitraum. Dabei wurde mit dem Verfahren der linearen Regression der Betrag der Veränderung der Ausgleichsgeraden im Berichtszeitraum ermittelt und in fünf Klassen eingeteilt.

Ergänzend in allen Kartendarstellungen wurden fünf-klassige **Häufigkeitsverteilungen** der Messwerte von Kenngrößen anhand deren spezifischer Unterschiede und Besonderheiten berechnet und dargestellt.

Zu beachten ist, dass die in den Karten dargestellten Messergebnisse und die Tendenzuntersuchungen in Klassen eingeteilt und damit relativiert wurden. Daneben geben die Messergebnisse nur für eine begrenzte Flächenausdehnung und das jeweils untersuchte Grundwasserstockwerk eine momentane Aussage zu einer Kenngröße der Grundwasserqualität. Gleichwohl vermitteln die Kartendarstellungen exemplarisch einen optischen Eindruck von den Unterschieden in der Grundwasserbeschaffenheit in den Landkreisen Diepholz und Nienburg.

pH-Wert

Der pH-Wert kennzeichnet den Säuregehalt eines Wassers; er gibt an, ob eine Lösung sauer, alkalisch oder neutral reagiert. Er ist definiert als der negative dekadische Logarithmus der Wasserstoffionen-Aktivität. Die pH-Skala reicht von 0 bis 14. Der Neutralpunkt dieser Skala ist pH 7. Ein pH-Wert kleiner als 7 bedeutet saures Milieu; alkalische (basische) Verhältnisse entsprechen pH-Werten über 7.

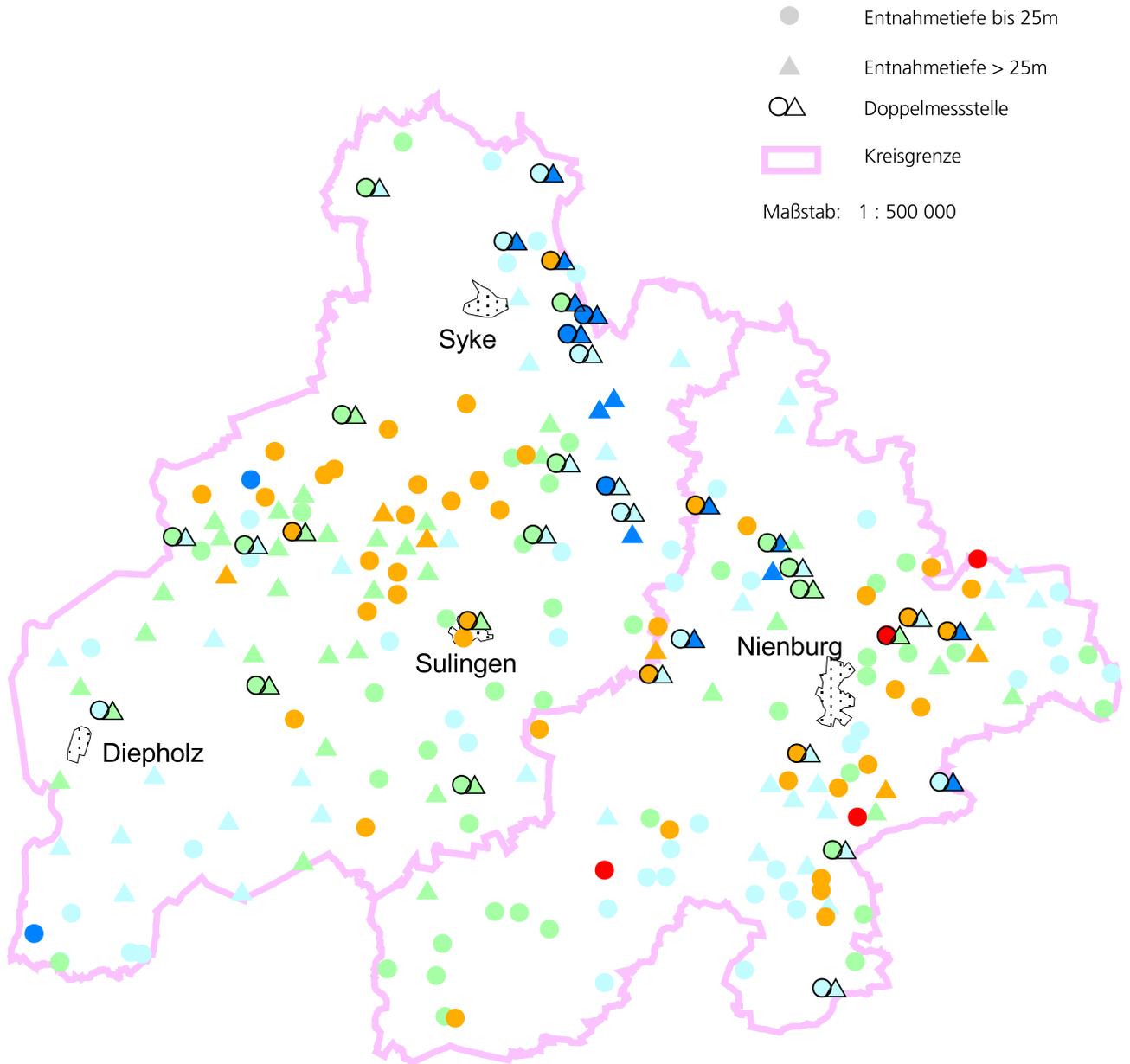
Stoffe im Boden und in den Gesteinen der Grundwasserleiter mit saurem oder alkalischem Charakter (z.B. Kohlensäure, Huminstoffe, Hydrogencarbonat) bewirken, dass ein natürliches Wasser in der Regel nicht den neutralen pH-Wert 7 aufweist. Saurer Regen - verursacht durch Luftverunreinigungen - kann vor allem bei basenarmen Gesteinen zu einer Versauerung des Grundwassers und zu einer Mobilisierung von Stoffen (z.B. Aluminium) aus dem Grundwasserleiter führen. Die Schädigung bzw. die biologische Verfügbarkeit vieler Stoffe (z.B. Löslichkeit vieler Verbindungen) ist abhängig vom pH-Wert. Ein pH-Wert zwischen 6 und 9 gilt für die meisten Organismen als verträglich.

Der Reaktionsablauf vieler chemischer und biologischer Vorgänge wird durch den pH-Wert entscheidend bestimmt; viele dieser Vorgänge sind für ihren optimalen Ablauf an bestimmte pH-Bereiche gebunden. Welchen pH-Wert ein Wasser aufweist, hängt hauptsächlich vom Stoffmengenverhältnis der freien Kohlensäure zum Hydrogencarbonat ab. Bei gut gepufferten Grundwässern liegt der pH-Wert häufig in der Nähe des Neutralpunktes (pH 6,5 bis 7,5), bei weichen, jedoch kohlensäurereichen Wässern etwa zwischen 5 und 6, bei sehr kohlensäurereichen Mineralwässern kann der pH-Wert sogar auf Werte von 4,5 bis 5 absinken.

Die Trinkwasserverordnung sieht die Einhaltung des pH-Bereiches von 6,5 bis 9,5 vor. Der pH-Wert hat einen großen Einfluss auf das Korrosionsverhalten von metallischen und zementgebundenen Rohrwerkstoffen bezüglich der Freisetzung von Eisen, Zink, Kupfer, Blei und Cadmium bzw. der Zerstörung des Rohrmaterials.

In unserem Untersuchungsraum sind die pH-Werte des Grundwassers entscheidend von den geologischen Gegebenheiten des Untergrundes geprägt. Fast 30 % der flachen und 42 % der tiefen Messstellen (Karte 5) haben einen pH-Wert im Bereich des Neutralpunktes zwischen pH 6,5 und 7,5.

pH-Wert - letzter Messwert 1988 - 2000

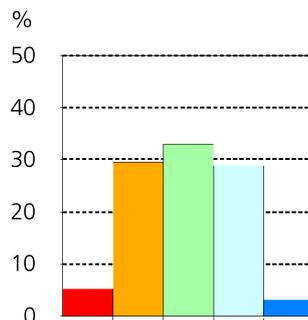


Häufigkeitsverteilung der Messwerte in %

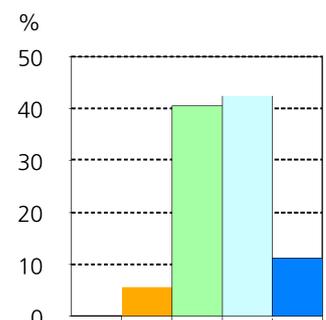
pH - Messwerte

- < 4,5
- 4,5 bis < 5,5
- 5,5 bis < 6,5
- 6,5 bis < 7,5
- >= 7,5

bei 152 Messstellen
Entnahmetiefe bis 25m



bei 106 Messstellen
Entnahmetiefe > 25m



Elektrische Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit (in $\mu\text{S}/\text{cm}$ bei 25 °C) erfasst die im Wasser vorliegenden Ionen und ist ein Maß für die Mineralisation eines Grundwassers. Sie lässt sich mit einer Elektrode sehr einfach bestimmen und ist neben pH-Wert und Temperatur einer der am häufigsten gemessenen Kenngrößen der Grundwasserbeschaffenheit.

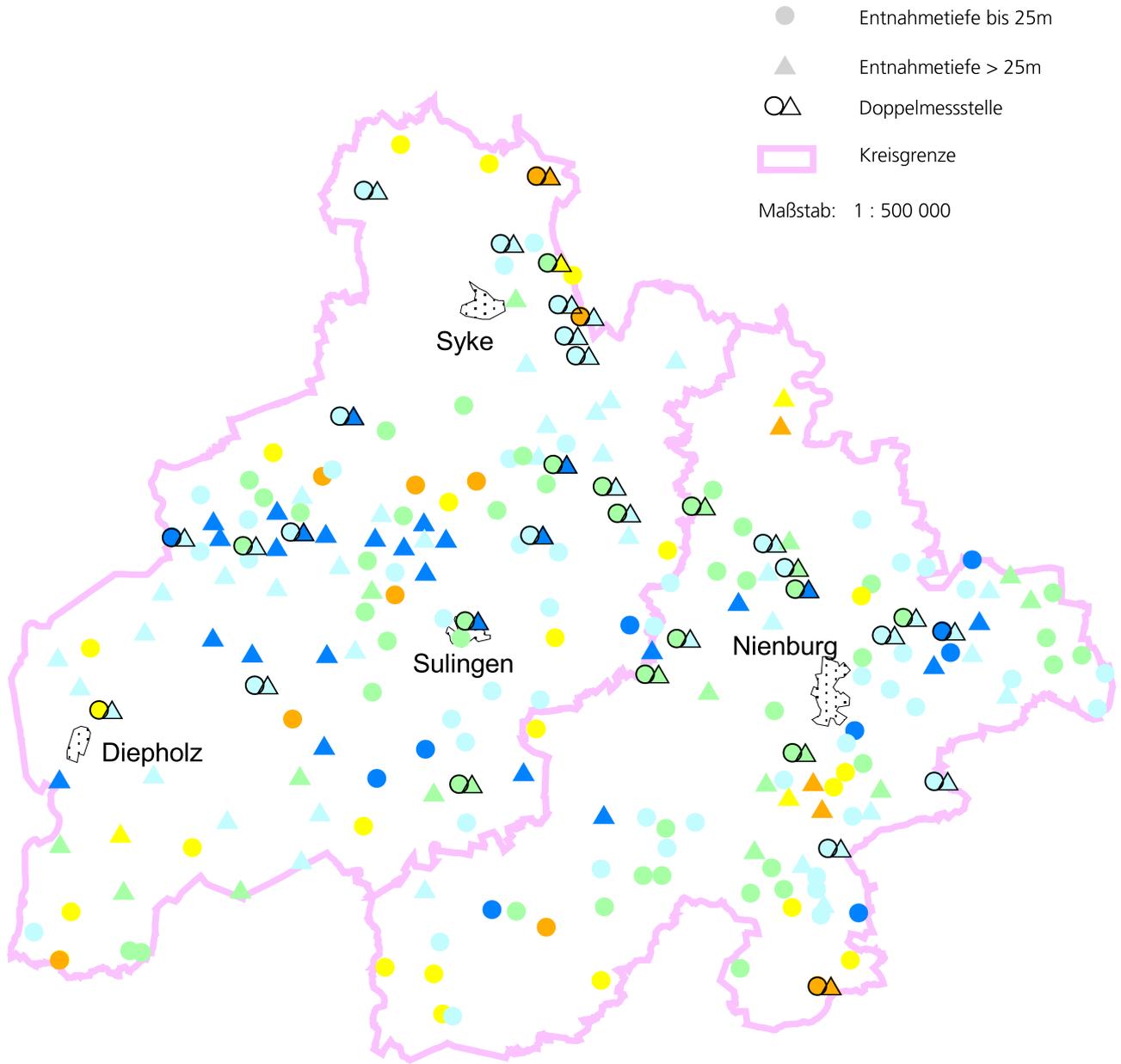
Als Summenparameter für den Salzgehalt charakterisiert die elektrische Leitfähigkeit die Wässer aus den verschiedenen Grundwasserleitern, sofern die natürliche Zusammensetzung der Inhaltsstoffe nicht durch antropogene Einflüsse verändert wurde.

Die elektrische Leitfähigkeit gibt keinen Hinweis auf einzelne Stoffe; sie eignet sich jedoch sehr gut zur Erfassung von Änderungen im Mischungsverhältnis der Wasserinhaltsstoffe, z.B. infolge Zunahme einer Grundwasserversalzung oder Zutritt von Wasser aus einem anderen Grundwasserhorizont.

In der Trinkwasserverordnung ist ein Grenzwert von 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ festgelegt.

Im Betrachtungsgebiet wird der Grenzwert nur an einer Messstelle (Tab.1) mit fast 18.440 $\mu\text{S}/\text{cm}$ wegen sehr hoher, geogener Calcium-, Sulfat-, Natrium- und Chloridwerte überschritten. Ansonsten wurden die höchsten Werte um 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemessen. Niedrige Leitfähigkeitswerte deuten auf mineralarme Grundwässer hin. Der Medianwert (Tab.1) für alle Messstellen liegt bei 380 $\mu\text{S}/\text{cm}$, für die GÜN-Messstellen (Tab. 2) bei 488 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Die Trendauswertung (Karte 19) der GÜN-Messstellen zeigt, dass bei rd. 40 % der Messstellen eine Veränderung im Messwert von über etwa 25 $\mu\text{S}/\text{cm}$ eingetreten ist. Dabei ist die Zahl der flachen und tiefen Messstellen mit zunehmender Tendenz etwas höher als die mit abnehmender Tendenz.

Elektrische Leitfähigkeit - letzter Messwert 1988 - 2000

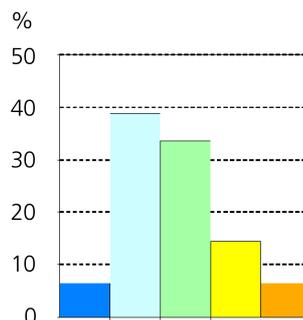


Häufigkeitsverteilung der Messwerte in %

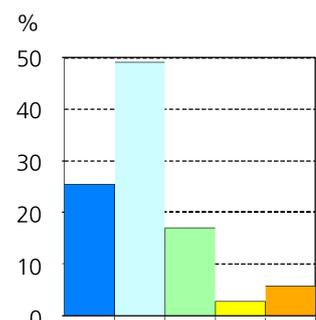
Messwerte in $\mu\text{S}/\text{cm}$

- < 200
- 200 bis < 400
- 400 bis < 600
- 600 bis < 800
- ≥ 800

bei 152 Messstellen
Entnahmetiefe bis 25m



bei 106 Messstellen
Entnahmetiefe > 25m



Karte 6:
Grundwasserbeschaffenheit: Elektrische Leitfähigkeit - letzter Messwert der Jahresreihe 1988 - 2000

Sauerstoff

Mit einem Anteil von 49 % ist Sauerstoff das häufigste Element in der Erdkruste. Sauerstoff kommt in freiem Zustand als Bestandteil der Luft mit einem Volumenanteil von 21 % vor. In gebundenem Zustand ist Sauerstoff weit verbreitet, z.B. im Wasser (H_2O) und in den Oxiden.

Sauerstoff löst sich in gewissem Umfang in Wasser. Die Sättigungskonzentration nimmt mit steigender Temperatur ab. Bei 5 °C lösen sich 12,8 mg und bei 20 °C nur 9,2 mg in einem Liter.

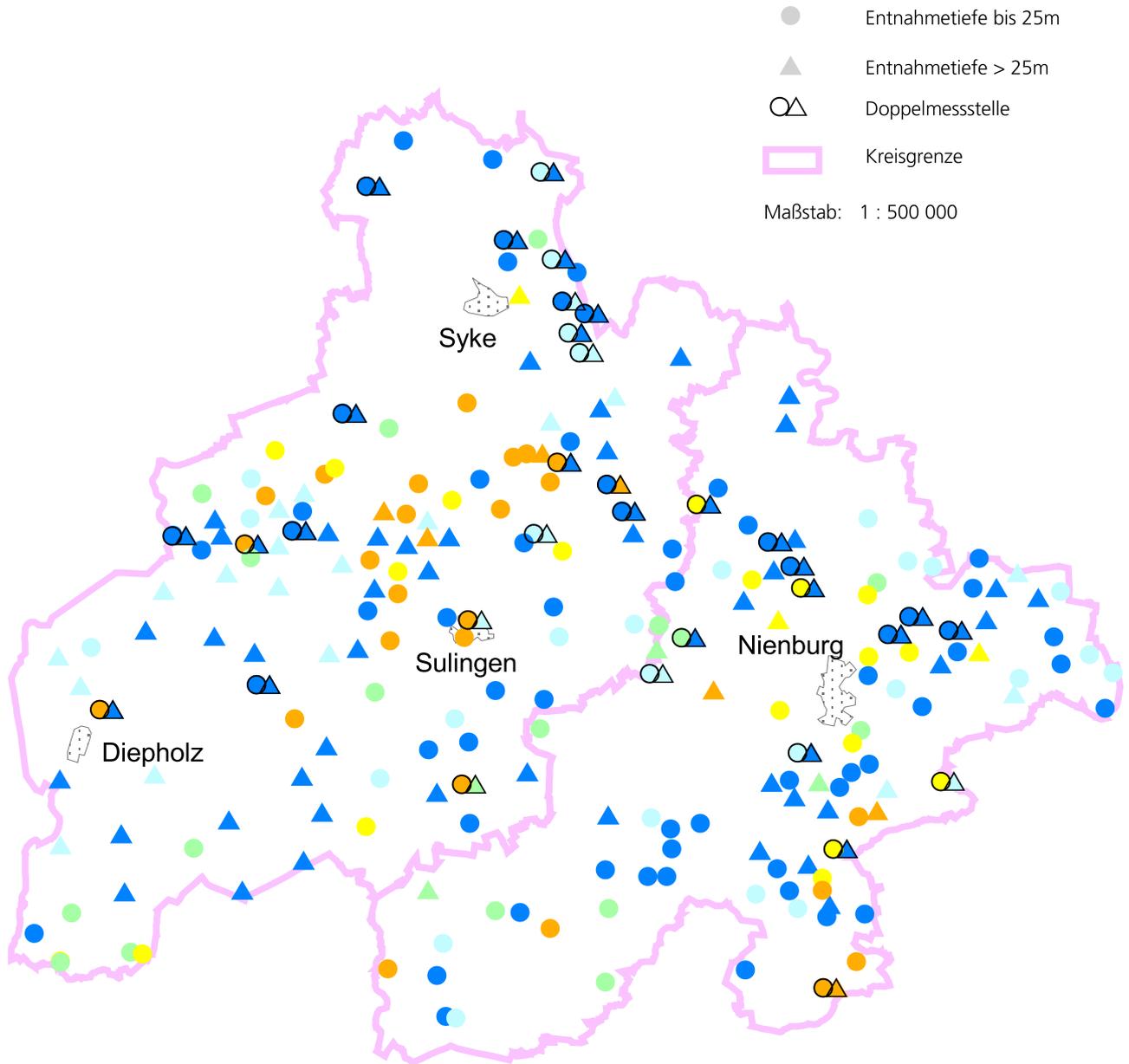
Während Kohlenstoffdioxid das pH-Milieu bestimmt, ist Sauerstoff für die Redoxbedingungen maßgeblich. So spricht man bei Abwesenheit von gelöstem Sauerstoff von reduzierten Wässern. Liegt ausreichend Sauerstoff in der Nähe der Sättigungskonzentration vor, so ist die Rede von oxidierten Wässern. Als teilreduziert wird ein Grundwasser dann bezeichnet, wenn die Sauerstoffkonzentration unter 6 mg/l liegt.

Wie der pH-Wert, sind auch die Redoxbedingungen für die Lösevorgänge im Boden und im Aquifer von entscheidender Bedeutung. So treten z.B. erhöhte Konzentrationen an Eisen, Mangan, Arsen, Ammonium- und Schwefelwasserstoff in der Regel nur bei reduzierenden Bedingungen, also bei Sauerstoffmangel auf. Umgekehrt gelten merkliche Gehalte dieser Inhaltsstoffe als Indikatoren für ein reduziertes Wasser.

Die Trinkwasserverordnung kennt keinen Grenzwert für Sauerstoff.

Im Untersuchungsgebiet sind überwiegend Grundwässer mit geringen Sauerstoffgehalten zu finden. Der Medianwert (Tab.1) liegt bei 0,4 mg/l. Sauerstoffkonzentrationen im zweiten Grundwasserstockwerk liegen meist unter 1 mg/l. Die Tendenzuntersuchung (Karte 20) zeigt, dass sich bei rund der Hälfte der GÜN-Messstellen der Sauerstoffgehalt im Berichtszeitraum verändert hat. Meist weisen die Gehalte eine fallende Tendenz auf.

Sauerstoff - letzter Messwert 1988 - 2000

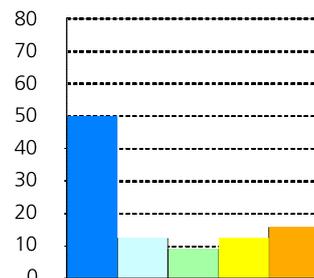


Häufigkeitsverteilung der Messwerte in %

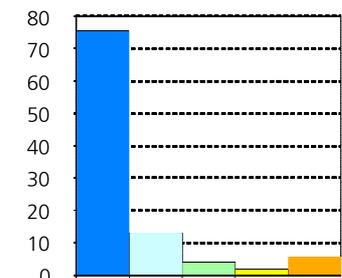
Messwerte in mg/l



bei 152 Messstellen
Entnahmetiefe bis 25m
%



bei 106 Messstellen
Entnahmetiefe > 25m
%



Kalium

Kalium gehört wie Natrium zu den Alkalimetallen und ist wie dieses sehr reaktionsfähig. Geogene Quellen für Kalium sind die Gesteinsbestandteile Kalifeldspat, Glimmer und andere Kalisilikate sowie Kalisalzlagerstätten. Im Gegensatz zu Natrium wird das Kaliumion an Tonminerale des Bodens gebunden oder in Mineralneubildungen eingebaut. Von den Kaliumverbindungen sind besonders Kaliumchlorid und -sulfat als Düngemittel von großer Bedeutung.

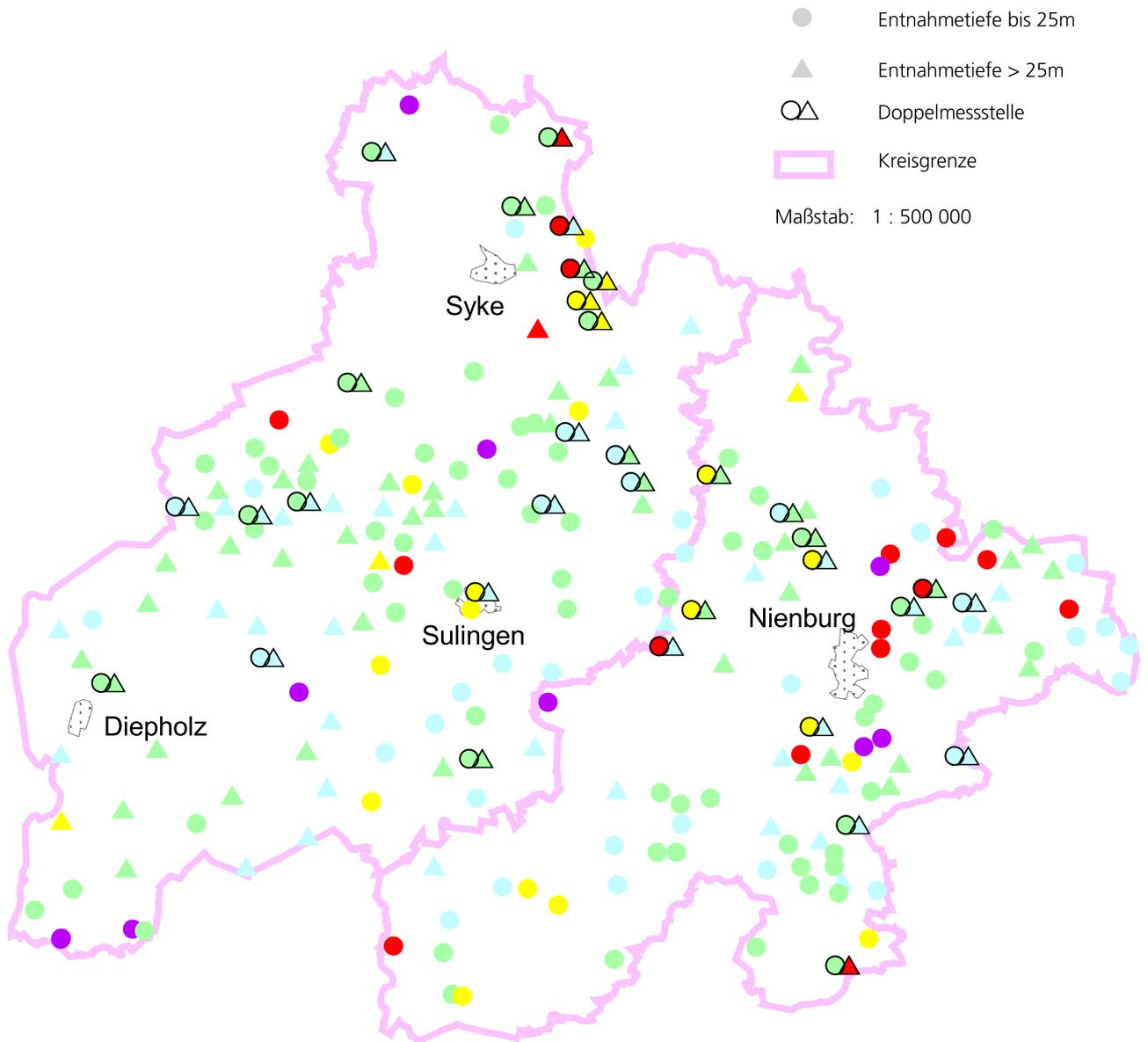
Kaliumverbindungen sind weit verbreitet; der natürliche Kaliumgehalt des Grundwassers erreicht jedoch in der Regel nur wenige mg/l. Außer durch die Verwitterung von silikatischen Gesteinen wird Kalium laufend durch Mineralisation von abgestorbenem pflanzlichen Material dem Boden nachgeliefert. Ist der Kaliumgehalt des Grundwassers höher als der Natriumgehalt, so weist dies auf besondere geochemische Verhältnisse oder meist auf fäkale Verunreinigungen hin.

Kalium ist für alle Lebewesen ein essentielles Element. Bei Pflanzen hat es eine Funktion beim Kohlenhydratstoffwechsel, bei der Photosynthese, der Atmung und der Holzreife. Im menschlichen Organismus steigern Kaliumionen die Glykolyse, die Lipolyse, die Gewebsatmung sowie die Synthese von Proteinen. Das Konzentrationsverhältnis von Natrium- zu Kalium-Ionen ist verantwortlich für den osmotischen Druck der Zelle, die Erregbarkeit von Nerven und Muskeln und für den Flüssigkeitshaushalt des Körpers. Der tägliche Kaliumbedarf des Menschen liegt bei 2 bis 3 g. Der Beitrag des Trinkwassers ist dabei zu vernachlässigen.

Der Grenzwert gemäß Trinkwasserverordnung liegt bei 12 mg/l, wobei geogen bedingte Überschreitungen bis 50 mg/l toleriert werden.

In unserem Untersuchungsgebiet zeigen 27 Messstellen (Tab.1) Kaliumwerte über 12 mg/l. Von diesen sind die meisten geogen bedingt. Einige Überschreitungen sind eher durch anthropogene Einflüsse (z.B. Überdüngung) zu erklären.

Kalium - letzter Messwert 1988 - 2000

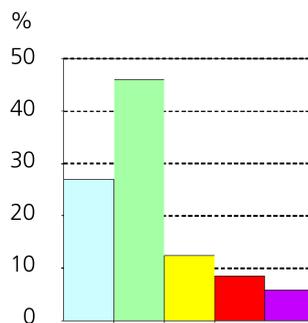


Häufigkeitsverteilung der Messwerte in %

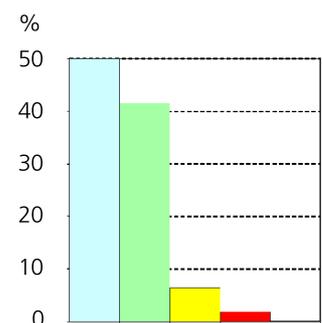
Messwerte in mg/l

- < 2
- 2 bis < 6
- 6 bis < 12
- 12 bis < 24
- >= 24

bei 152 Messstellen
Entnahmetiefe bis 25m



bei 106 Messstellen
Entnahmetiefe > 25m



Karte 8:
Grundwasserbeschaffenheit: Kalium - letzter Messwert der Jahresreihe 1988 - 2000

Natrium

Natrium gehört zu den Alkalimetallen. Es ist sehr reaktionsfreudig und kommt daher in der Natur nicht elementar vor. Es tritt nur in Verbindung auf, vorwiegend mit Halogenen - im Meerwasser oder in Salzlagerstätten - oder in silikatischen Gesteinen, z.B. Granit, Gneis, Sandstein. Natriumhaltige natürliche Verbindungen sind auch Soda, Chilesalpeter, Glaubersalz und Kryolith.

Die Wasserlöslichkeit der meisten Natriumsalze ist sehr hoch und beträgt z.B. für Kochsalz (Natriumchlorid) 385 g/l oder für Chilesalpeter (Natriumnitrat) 880 g/l. Die hohe Löslichkeit und die begrenzte Sorbtion des Natrium-Ions an Tonminerale des Bodens führen zu einer Natrium-Anreicherung im Meerwasser von cirka 10 g/l. Dagegen liegen die Natriumgehalte im Grundwasser i.d.R. nur noch im Milligrammbereich. Der geogene Natriumgehalt des Grundwassers kann in durchlässigen Böden durch die Verwendung von Streusalz erhöht werden. Eine weitere mögliche Quelle für Belastungen sind häusliche Abwässer bei undichter Kanalisation oder bei Untergrundverrieselung.

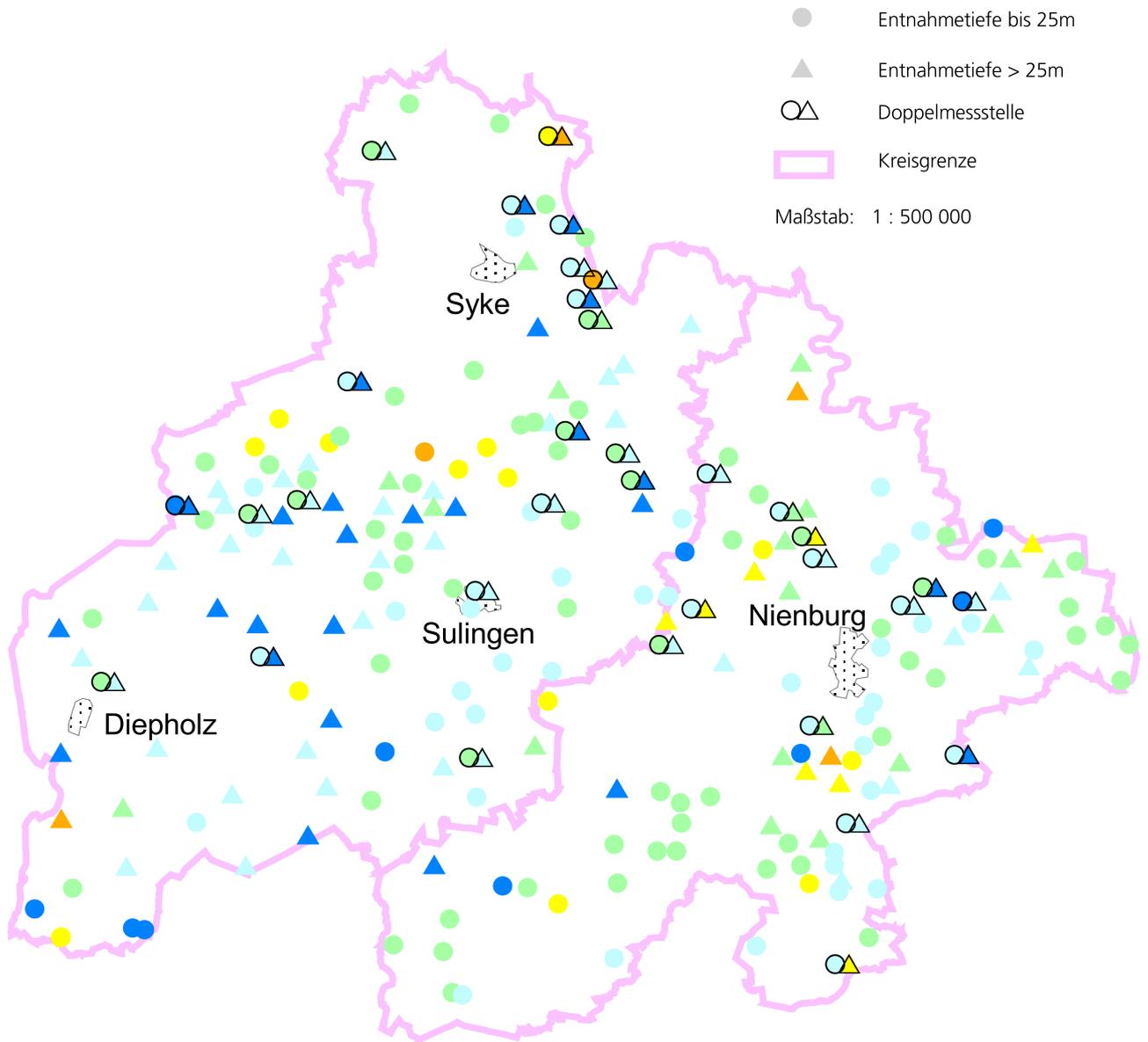
Als Gewürz- und Konservierungsmittel für Lebensmittel ist Kochsalz (Natriumchlorid) in jedem Haushalt in Gebrauch. Große Mengen werden als Auftausalz im Winter gegen vereiste Straßen eingesetzt. Soda ist einer der wichtigsten Rohstoffe der chemischen Industrie sowie der Glas- und Silikatindustrie. Chilesalpeter ist ein gebräuchliches Düngemittel. Natriumhydroxid und Natriumsulfat werden in großem Umfang in der Waschmittel- und Zellstoffindustrie verwendet.

Natrium ist für den Menschen ein essentielles Element. Das Natrium-Ion hat eine wichtige Funktion bei der Regulierung des osmotischen Drucks in der Zelle, bei der Reizleistung und der Enzymregulation. Der tägliche Bedarf des Erwachsenen beträgt cirka 3 g Natrium und wird bereits durch die Nahrung mehrfach gedeckt.

Der Gehalt an Natrium im Trinkwasser wird durch die Trinkwasserverordnung auf 150 mg/l begrenzt.

An drei Messstellen (Tab.1) wird der Grenzwert für Natrium überschritten. Ein erhöhter Natriumgehalt ist für Grundwässer aus tertiär beeinflussten Gesteinsschichten charakteristisch; er beruht auf einem Ionenaustausch von Calcium-Ionen gegen Natriumionen an den dort vorhandenen Tonpartikeln.

Natrium - letzter Messwert 1988 - 2000

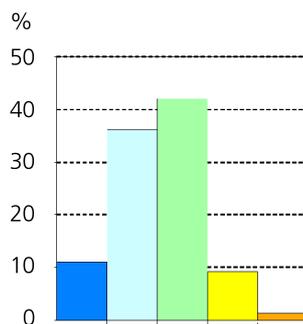


Häufigkeitsverteilung der Messwerte in %

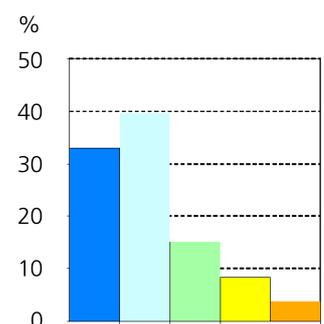
Messwerte in mg/l



bei 152 Messstellen
Entnahmetiefe bis 25m



bei 106 Messstellen
Entnahmetiefe > 25m



Calcium

Calcium gehört zu den Erdalkalimetallen und ist mit seinen Verbindungen maßgeblich am Aufbau der Erdkruste beteiligt. Es kommt als Kalk, Gips, Anhydrit, Apatit, Dolomit, Flussspat usw. vor, am häufigsten ist es in sedimentären Carbonatgesteinen vertreten. Die Wasserlöslichkeit der Verbindungen ist sehr unterschiedlich und reicht vom schwer löslichen Kalk bis hin zu dem mit mehreren hundert Gramm pro Liter sehr leicht löslichen Calciumchlorid.

Der Gesamtgehalt an Calcium und Magnesium sowie den weiteren Erdalkalien Strontium und Barium, die üblicherweise aufgrund geringer Konzentrationen ohne Bedeutung sind, ergibt die so genannte Härte des Wassers. Die heute korrekte Bezeichnung der Härte ist die Summe der Erdalkalimetalle, ausgedrückt in mmol/l. Dabei entspricht 1 mmol/l nach der veralteten, aber noch gebräuchlichen Bezeichnung 5,6 „deutsche Härtegrade“ (°dH).

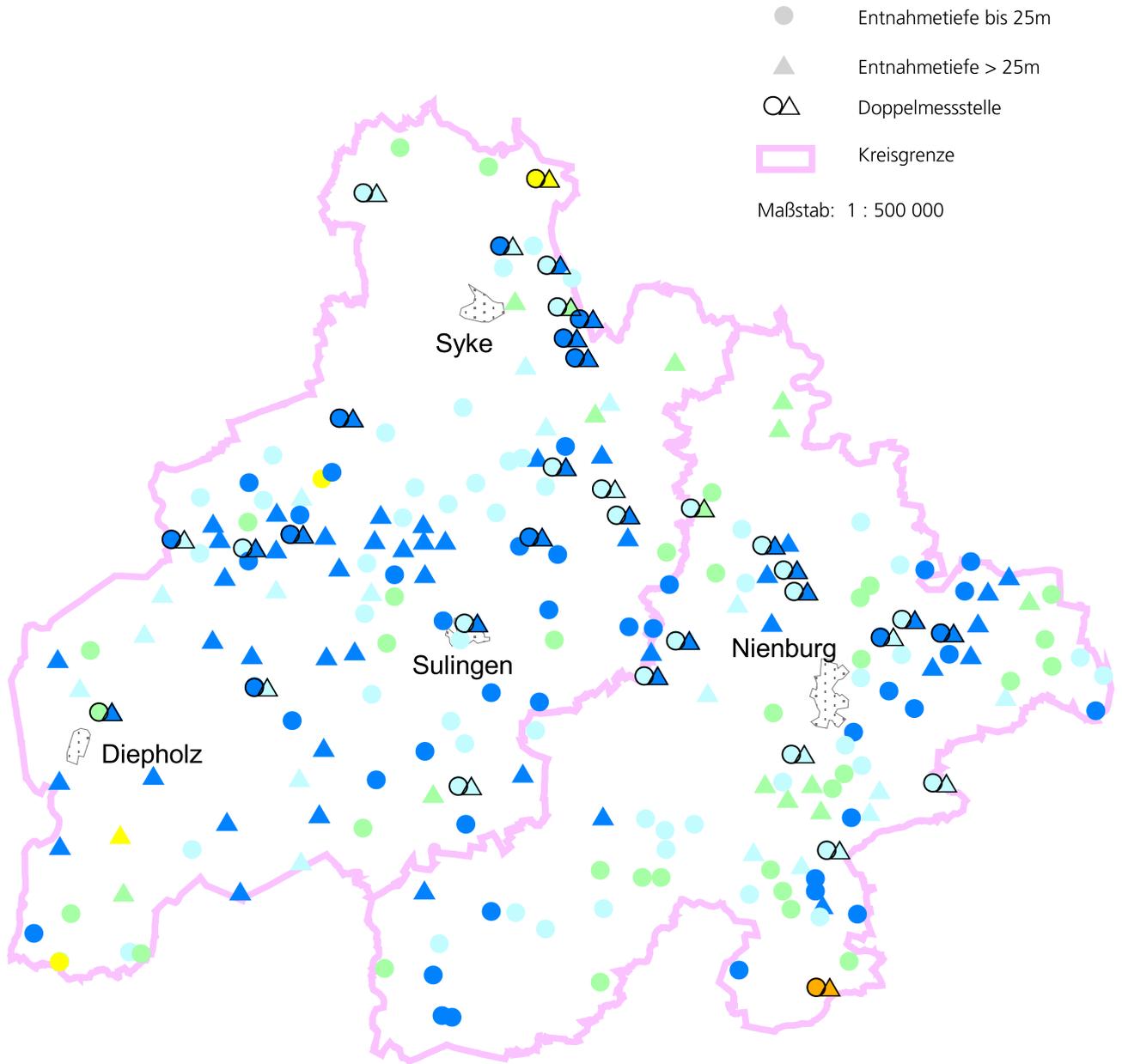
Die Härte des Wassers ist in erster Linie für seinen technischen Gebrauch von Bedeutung. Hohe Härten bedingen den Einsatz hoher Waschmittelgaben und damit eine zusätzliche Gewässerbelastung. Hohe Gehalte an Calciumverbindungen können darüber hinaus zu Inkrustationen, insbesondere in Warmwasserleitungen führen und Korrosionen begünstigen.

Calcium ist für Mensch und Tier ein essentielles Element. Calciumphosphat ist der Hauptbestandteil der Knochen und Zähne bei Wirbeltieren. Calcium ist beteiligt an der Zellwandbildung, der Zellteilung, der Muskelkontraktion, der Steuerung von Schilddrüsenhormonen, der Blutgerinnung usw.. Harte und weiche Wässer sind gesundheitlich als gleichwertig einzustufen.

Von der Europäischen Gemeinschaft wird in der Trinkwasserrichtlinie kein Grenzwert festgelegt, sondern nur ein Richtwert von 100 mg/l genannt. In der Trinkwasserverordnung beträgt der Grenzwert 400 mg/l.

In den Messstellen in den Landkreisen Diepholz und Nienburg wird dieser Grenzwert nicht erreicht. Der Medianwert für die Ergebnisse aller Messstellen (Tab.1) liegt bei 30 mg/l.

Calcium - letzter Messwert 1988 - 2000

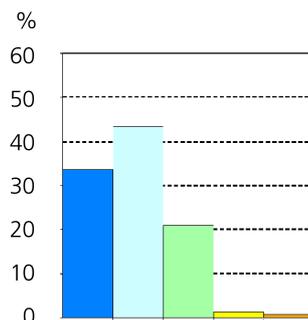


Häufigkeitsverteilung der Messwerte in %

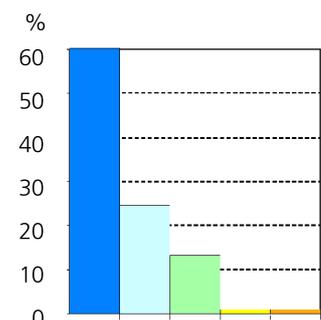
Messwerte in mg/l

- < 25
- 25 bis < 50
- 50 bis < 100
- 100 bis < 150
- >= 150

bei 152 Messstellen
Entnahmetiefe bis 25m



bei 106 Messstellen
Entnahmetiefe > 25m



Karte 10:
Grundwasserbeschaffenheit: Calcium - letzter Messwert der Jahresreihe 1988 - 2000

Magnesium

Magnesium gehört wie Calcium zu den Erdalkalimetallen. Es tritt vor allem in Silikaten (z.B. Serpentin, Olivin, Asbest, Talk) und Carbonaten (z.B. Dolomit, Magnesit) auf und ist in Salzlagerstätten marinen Ursprungs (z.B. als Kieserit, Bittersalz, Karnalit) zu finden.

Im Meerwasser ist Magnesium zu 0,13 % enthalten. Im Grundwasser ist es neben Calcium i.d.R. ein Hauptinhaltsstoff. Obwohl die meisten seiner Verbindungen verhältnismäßig gut löslich sind, liegt der Magnesiumgehalt des Grundwassers im Allgemeinen unter 30 mg/l und damit unter dem Calciumgehalt, was seiner geringeren geochemischen Häufigkeit entspricht. Höhere Gehalte kommen in Wässern aus magnesiumreichen Grundwasserleitern vor, meist in Verbindung mit einem generell höheren Salzgehalt. Höhere Magnesiumgehalte machen sich durch bitteren Geschmack bemerkbar.

Zusammen mit den Ionen des Calciums und der weiteren Erdalkalimetalle Strontium und Barium bilden die Magnesiumionen die Härte des Wassers.

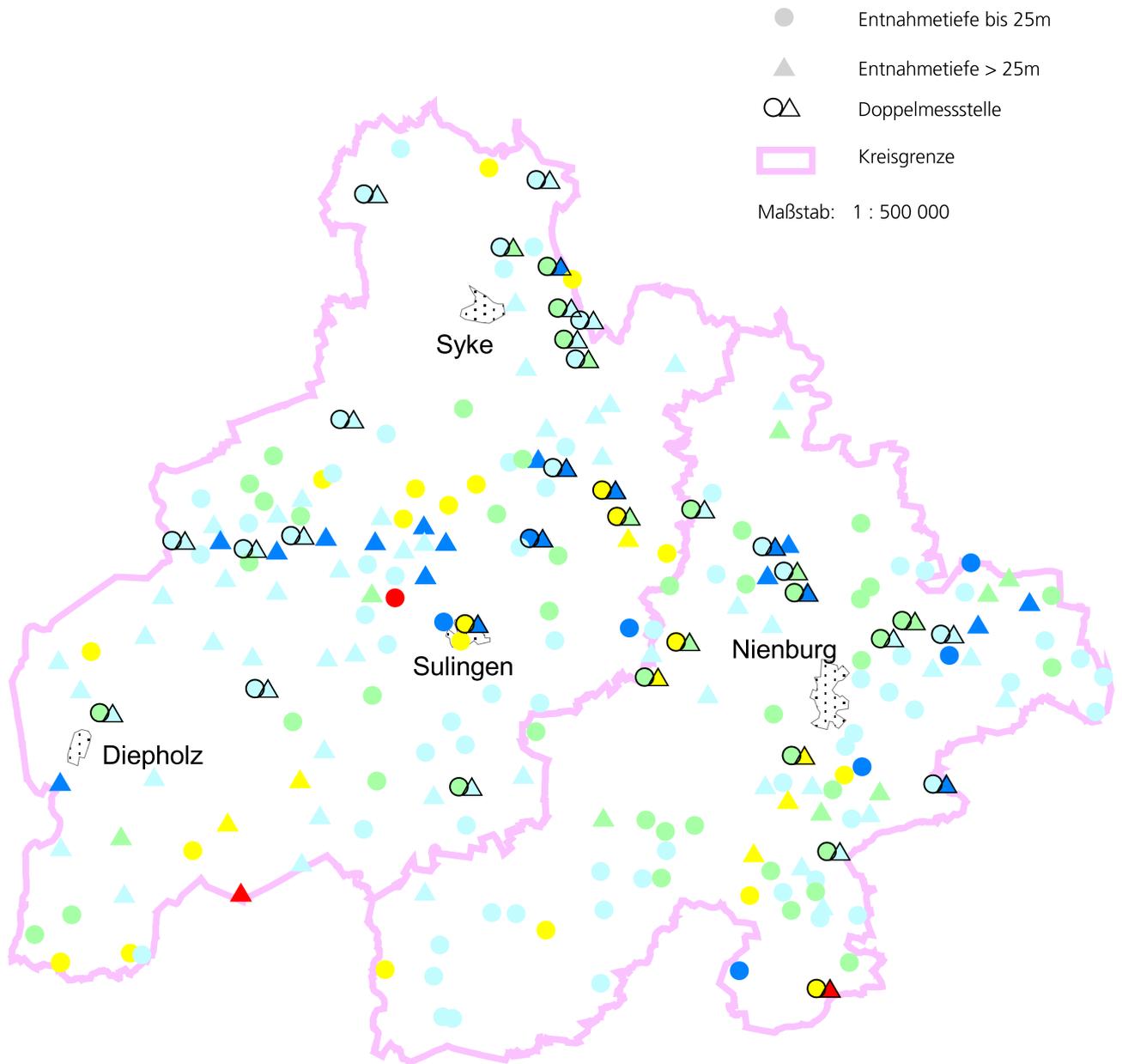
In der Landwirtschaft werden Magnesiumverbindungen als Düngemittel eingesetzt. Magnesium wird als essentieller Pflanzennährstoff für den Aufbau der Triebe, Knospen und Blätter in größeren Mengen benötigt. Der natürliche Magnesiumgehalt des Grundwassers kann durch Auswaschungen von mit Magnesiumsalzen gedüngten Feldern oder durch Abwassereinleitungen erhöht werden.

Im menschlichen Körper ist Magnesium am Aufbau von Knochen und Zähnen beteiligt; es aktiviert verschiedene Enzyme des Kohlehydrat-, Eiweiß- und Fettstoffwechsels. Der tägliche Bedarf an Magnesium liegt bei 325 mg; er wird in der Regel durch die Nahrung gedeckt. Trinkwasser spielt für die Magnesiumversorgung keine Rolle.

In der Trinkwasserverordnung ist ein Grenzwert von 50 mg/l festgesetzt.

In dem betrachteten Raum wurden nur bei drei Messstellen Magnesiumgehalte über 50 mg/l gemessen. Diese Werte kennzeichnen den dort vorhandenen höheren Anteil an Magnesium im Gestein.

Magnesium - letzter Messwert 1988 - 2000

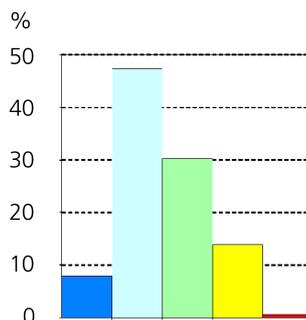


Häufigkeitsverteilung der Messwerte in %

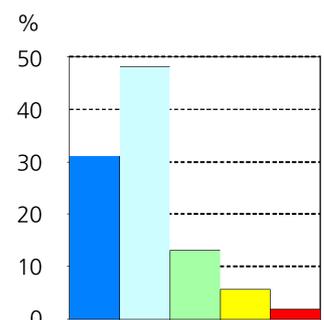
Messwerte in mg/l

- < 2
- 2 bis < 10
- 10 bis < 20
- 20 bis < 50
- >= 50

bei 152 Messstellen
Entnahmetiefe bis 25m



bei 106 Messstellen
Entnahmetiefe > 25m



Karte 11:
Grundwasserbeschaffenheit: Magnesium - letzter Messwert der Jahresreihe 1988 - 2000

Nitrat

Nitrat ist das Anion der Salpetersäure. Es kommt in der Natur wegen der leichten Löslichkeit der Salze sehr selten in Lagerstätten vor, ist jedoch im Boden in Spuren durch natürliche Umsetzungsvorgänge enthalten. Der Nitratgehalt des anthropogen unbeeinflussten Bodens wird durch den Stickstoff-Kreislauf bestimmt. Der Gesamtgehalt an Stickstoff im Boden, Stickstoff der Bodenluft (N_2), Ammonium (NH_4^+), Nitrat (NO_3^-), Nitrit (NO_2^-) und organisch gebundener Stickstoff, ist durch im Boden lebende Mikroorganismen einem ständigen Wandel unterzogen. Spezielle Bakterien können den Luft-Stickstoff organisch binden, in Anwesenheit von Sauerstoff wird durch biologische Umsetzungsvorgänge aus den Proteinen Ammonium, Nitrit und schließlich Nitrat (Nitrifizierung). Unter anaeroben (sauerstofffreien) Verhältnissen wird Nitrat über Nitrit zu elementarem Stickstoff reduziert (Denitrifizierung).

Pflanzen nehmen Stickstoff in Form von Nitrat und Ammonium auf und entziehen ihn so dem Boden. Dieser Stickstoff wird bei landwirtschaftlicher Nutzung der Böden durch Stickstoffdüngung ersetzt. Dieser direkte Eintrag in Form von Mineraldünger und organischem Dünger, Klärschlamm und Gründünger (z.B. Klee, Luzerne) beträgt etwa 90 % der dem Boden zugeführten Stickstofffracht.

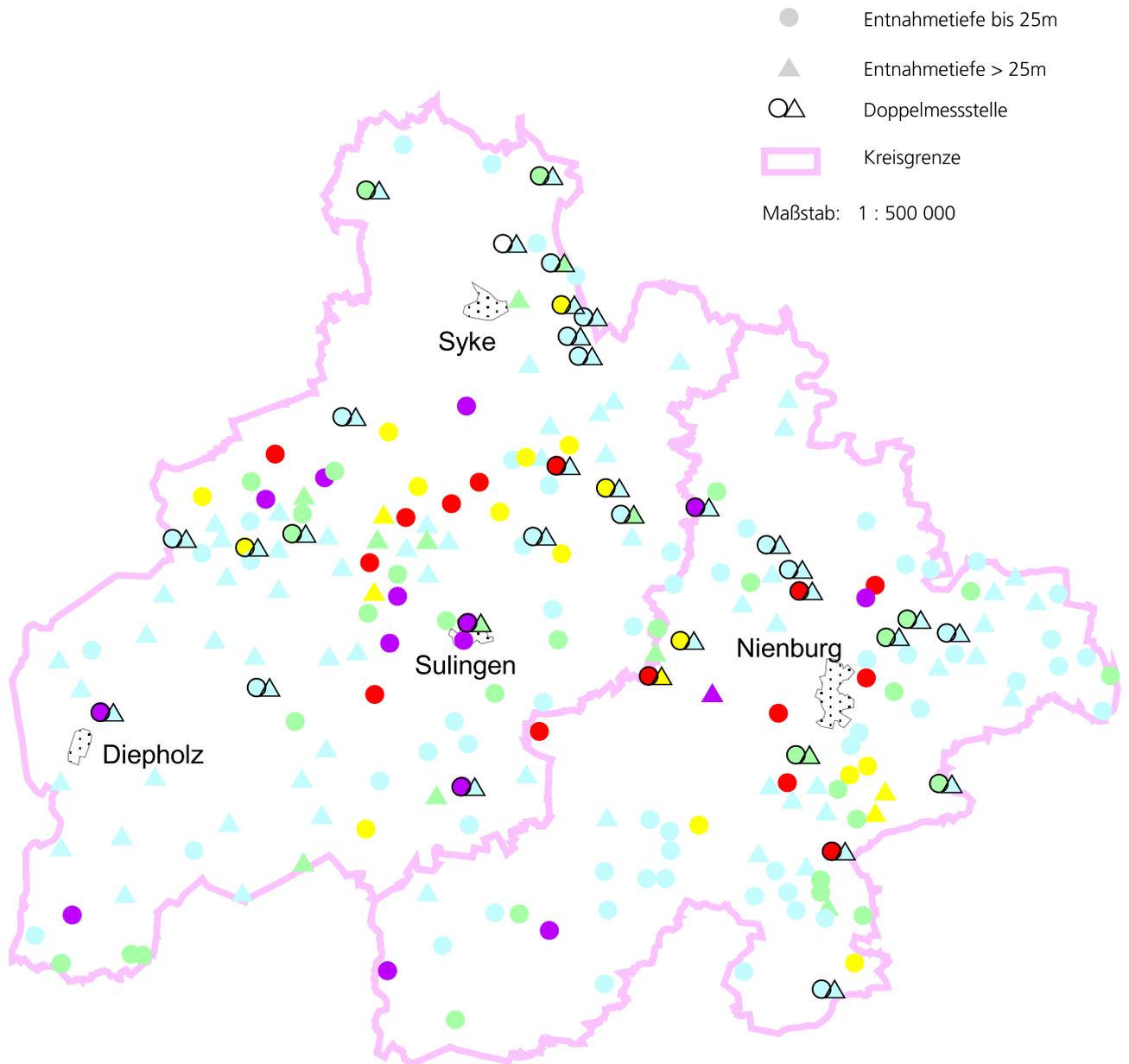
Rund 10 % stammen aus dem indirekten Eintrag über Pflanzen und aus dem Niederschlag, dessen Nitratgehalt vor allem darauf beruht, dass durch Verbrennungsvorgänge mit hohen Temperaturen (z.B. Kraftfahrzeugmotoren) aus den Luftbestandteilen Stickstoff und Sauerstoff Stickoxide gebildet werden.

Nitrat ist seit Jahren im Grundwasser ein Problemstoff. Während in natürlichen Böden Stickstoff ein Mangellement ist, tritt bei landwirtschaftlicher Bodennutzung infolge der langjährigen und noch laufenden Überdüngung ein ständiger Überschuss an Nitrat auf. Auswaschungen führen zu einem Anstieg des Nitratgehaltes im Grundwasser; dies macht sich in steigendem Maße störend bei der Trinkwasserversorgung bemerkbar. Ein durch landwirtschaftliche Nutzung unbeeinflusstes Grundwasser weist Nitratgehalte meist deutlich unter 25 mg/l auf.

Über Nahrungsmittel nimmt der Mensch durchschnittlich 75 mg Nitrat pro Tag auf. Diese Menge kann schon allein durch die Aufnahme eines stark nitrathaltigen Trinkwassers erreicht werden. Der von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) vorgeschlagene ADI-Wert (Wert für die duldbare tägliche Aufnahme) beträgt 225 mg pro Person und Tag. Die Toxizität von Nitrat selbst ist gering, sie ist aber sekundär durch die mögliche Umsetzung zu Nitrit im Organismus gegeben. Nitrit kann bei Säuglingen zur Bildung von Methämoglobinämie (Blausucht) führen. Außerdem kann Nitrit mit sekundären Aminen bzw. Amiden zu cancerogenen Nitrosaminen bzw. Nitrosamiden reagieren.

Aus diesen Gründen ist in der Trinkwasserverordnung ein Grenzwert von 50 mg/l festgesetzt. Die EU-Trinkwasserrichtlinie nennt neben dem Grenzwert in gleicher Größe noch einen Richtwert von 25 mg/l. Die Grundwasserüberwachung stellt in den Landkreisen Diepholz und Nienburg erhöhte Nitratgehalte über dem Grenzwert vor allem in den landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten fest (siehe Kapitel 6). Die meisten höheren Nitratwerte finden sich in den flachen Messstellen (Karten 12 und 24).

Nitrat, NO₃ - letzter Messwert 1988 - 2000

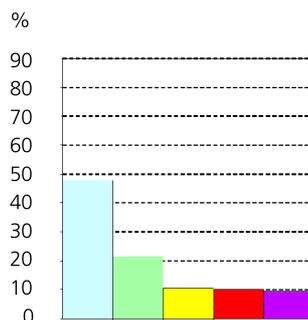


Häufigkeitsverteilung der Messwerte in %

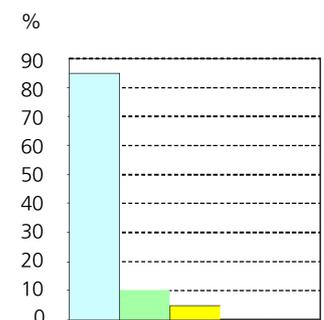
Messwerte in mg/l

- < 1
- 1 bis < 25
- 25 bis < 50
- 50 bis < 100
- >= 100

bei 152 Messstellen
Entnahmetiefe bis 25m



bei 106 Messstellen
Entnahmetiefe > 25m



Karte 12:
Grundwasserbeschaffenheit: Nitrat, NO₃ - letzter Messwert der Jahresreihe 1988 - 2000

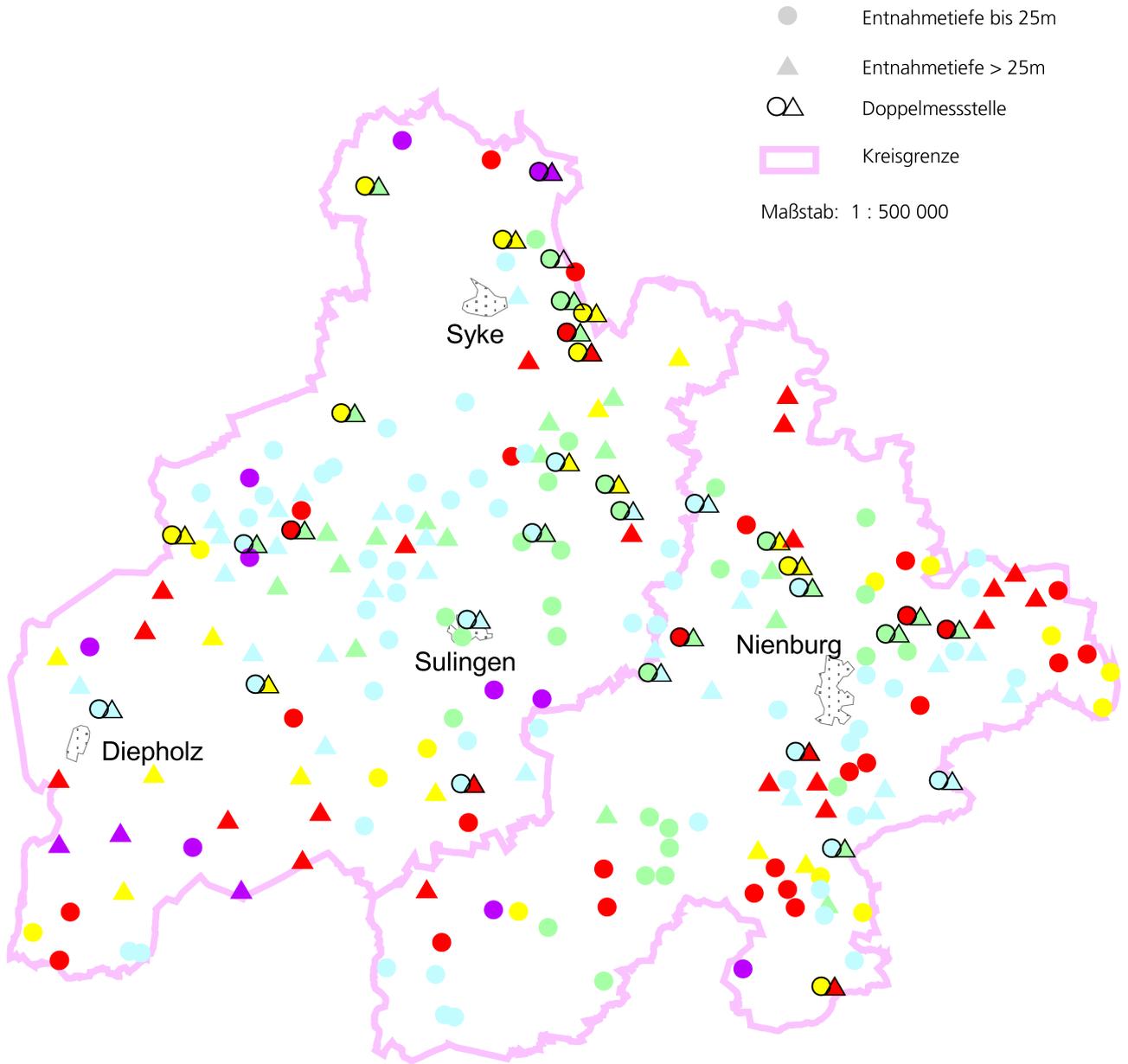
Ammonium

Ammonium (NH_4^+) stellt eine für die Pflanzenernährung wesentliche Stickstoffverbindung dar, die bei der Mineralisation organischer Verbindungen auftritt. Im Zuge der Nitrifikation wird Ammonium über Nitrit zu Nitrat oxidiert. Da Ammonium im Boden relativ leicht an Kationenaustauscher gebunden ist, ist die Gefahr der Verlagerung mit dem Sickerwasser gering. Hohe Ammoniumgehalte deuten auf reduzierte Grundwässer hin, oft aber auch auf eine übermäßige Anwendung organischer Düngemittel oder Wirtschaftsdünger. Ammonium kann somit als Verschmutzungsindikator gelten und auch als ein möglicher Anzeiger für einen Oberflächeneinfluss (durch Abwasser und Abfälle) angesehen werden.

In der EG-Richtlinie über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch ist Ammonium zu den unerwünschten aber nicht giftigen Stoffen gezählt worden. Die Trinkwasserverordnung hat den Grenzwert für NH_4^+ auf 0,5 mg/l festgesetzt.

In Grundwässern aus unserem Untersuchungsgebiet wird dieser Grenzwert häufig weit überschritten; insgesamt weisen 67 von insgesamt 257 flachen und tiefen Messstellen Werte über den nur für Trinkwasser gültigen Grenzwert auf (Tab.1 und Karte 13).

Ammonium, NH₄ - letzter Messwert 1988 - 2000

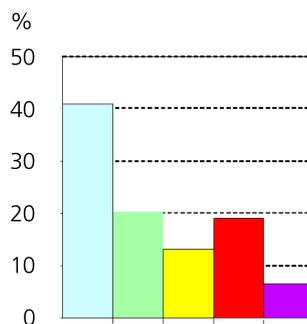


Häufigkeitsverteilung der Messwerte in %

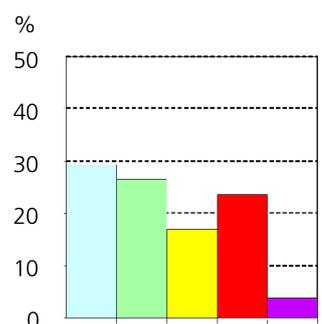
Messwerte in mg/l

- < 0,10
- 0,10 bis < 0,25
- 0,25 bis < 0,50
- 0,50 bis < 2,0
- >= 2,0

bei 152 Messstellen
Entnahmetiefe bis 25m



bei 106 Messstellen
Entnahmetiefe > 25m



Sulfat

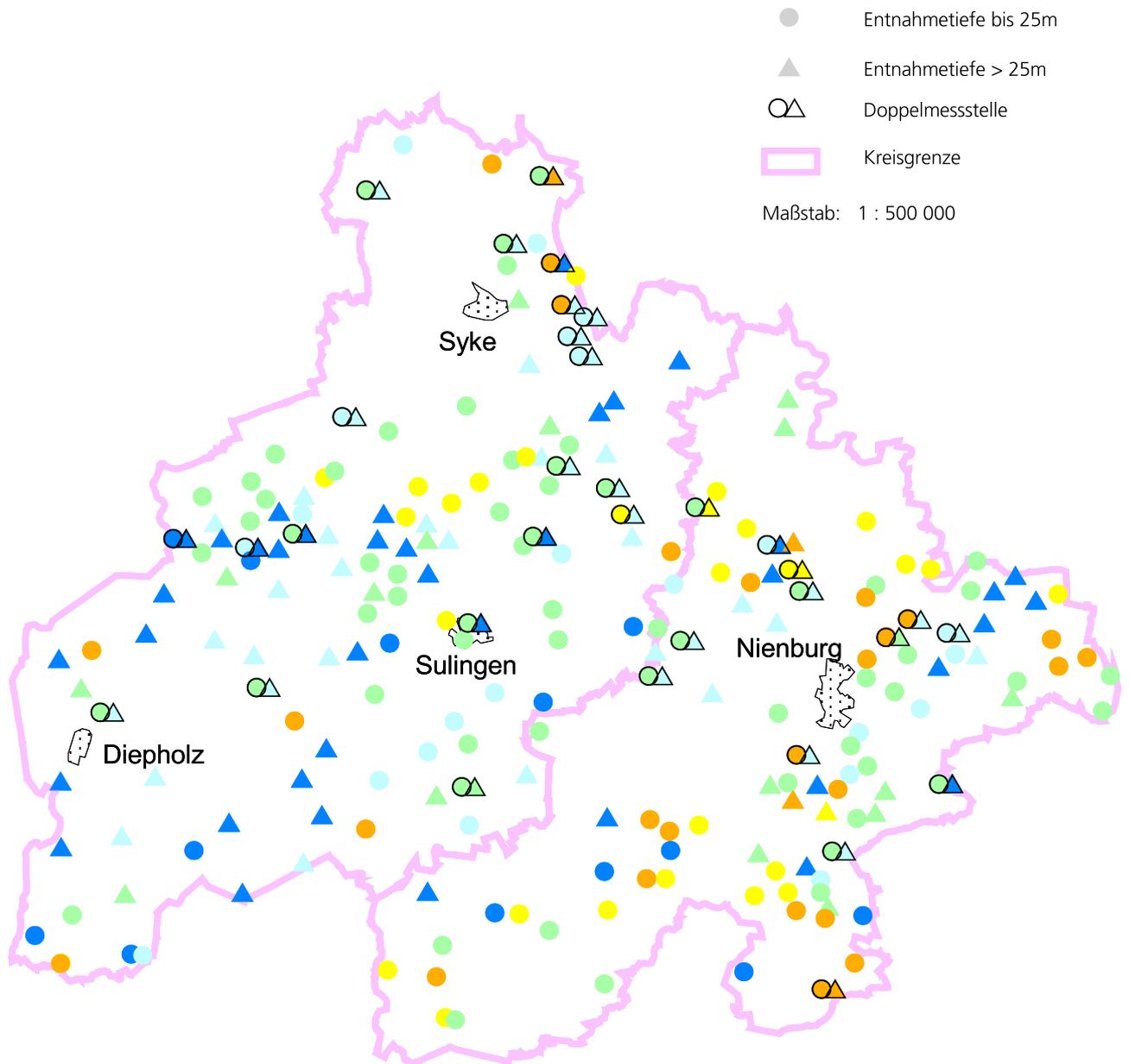
Sulfate, die Salze der Schwefelsäure, sind wichtige Gesteinsbestandteile. Die häufigsten sulfathaltigen Mineralien sind Calciumsulfat (Gips, Anhydrit), Magnesiumsulfat (Bittersalz), Bariumsulfat (Schwerspat) und Natriumsulfat (Glaubersalz). Sulfate sind in der Mehrzahl gut wasserlöslich und werden relativ schnell ausgewaschen. Geogen nicht sulfatbeeinflusste Grundwässer enthalten üblicherweise bis ca. 30 mg/l Sulfat. Wesentlich höhere Gehalte (bis mehrere 100 mg/l) sind jedoch für Wässer aus sulfathaltigen Gesteinen typisch. Erhöhte Sulfatkonzentrationen finden sich auch in huminstoffhaltigen Grundwässern bei Kontakt mit Torfen und Mooren.

Die landwirtschaftliche Düngung, insbesondere mit den Mineraldüngern Superphosphat, Ammoniumsulfat und Kaliumsulfat, führt speziell im oberen Grundwasserstockwerk zu erhöhten Sulfatkonzentrationen. Ein merkbarer Sulfateintrag kann auch über den Niederschlag erfolgen. Der saure Regen als Auswirkung der Verbrennung fossiler Brennstoffe ist hierfür ein allgemein bekanntes Beispiel. Im Zusammenhang mit erhöhter Nitratzufuhr in den Untergrund und dadurch hervorgerufenen Redoxvorgängen wurde bundesweit in den letzten Jahren an mehreren Stellen eine Erhöhung des Sulfatgehaltes im Boden und im Grundwasser festgestellt. Höhere Sulfatgehalte von wenigen 100 mg/l machen sich gemeinsam mit Natrium oder Magnesium geschmacklich nachteilig bemerkbar. Magnesium- und Natriumsulfat werden in der Medizin als Abführmittel eingesetzt, da sie laxierend wirken.

Die Trinkwasserverordnung legt für Sulfat einen Grenzwert von 240 mg/l fest; für Wässer aus calciumsulfathaltigem Untergrund (z.B. Gipsstut auf Salzstöcken) können Überschreitungen bis 1000 mg/l toleriert werden.

An den betrachteten Grundwassermessstellen wurde der Grenzwert in zwei Fällen (Tab.1) überschritten. Auffällig ist, dass in den letzten sieben Jahren in fast 30 % der flachen GÜN-Messstellen der Sulfatgehalt zum Teil um mehr als 15 mg/l (Karte 25) gesunken ist, während nur in 13 % ein meist leichter Anstieg festzustellen war. Diese Erscheinung lässt sich möglicherweise damit erklären, dass durch Luftreinhaltemaßnahmen die Schwefeldioxid-Emissionen in den letzten Jahren zurückgegangen sind und in der Folge auch die Sulfateinträge (s. Kapitel 5 – Deposition) in den Boden und damit in das Grundwasser gesunken sind.

Sulfat - letzter Messwert 1988 - 2000

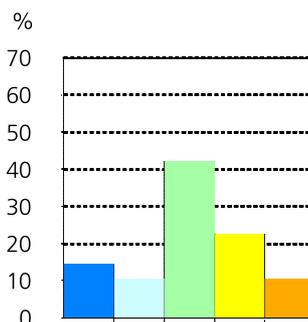


Häufigkeitsverteilung der Messwerte in %

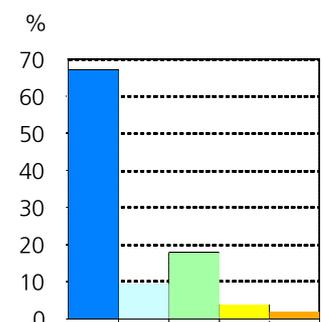
Messwerte in mg/l

- < 20
- 20 bis < 40
- 40 bis < 80
- 80 bis < 120
- \geq 120

bei 152 Messstellen
Entnahmetiefe bis 25m



bei 106 Messstellen
Entnahmetiefe > 25m



Karte 14:
Grundwasserbeschaffenheit: Sulfat - letzter Messwert der Jahresreihe 1988 - 2000

Chlorid

Chloride treten hauptsächlich als Natriumchlorid im Steinsalz, als Kaliumchlorid-Lagerstätte und als Magnesiumchlorid in den Abraumsalzen der Steinsalzlager auf. Die geogene Verbreitung ist sehr unterschiedlich und reicht von sehr geringen Konzentrationen in magmatischen Gesteinen bis hin zu Salzlagerstätten.

Die meisten Chloride sind gut wasserlöslich. Grundwasser weist normalerweise Chloridgehalte bis etwa 20 mg/l auf, in einzelnen Formationen, z.B. dem Muschelkalk, sind jedoch deutlich höhere Chloridgehalte anzutreffen. Auch in der Nähe von Salzlagerstätten können die Chloridgehalte wesentlich höher sein. Chloride werden vom Boden nicht adsorbiert und somit leicht ausgewaschen. Sie gelangen mit dem Grundwasser über die Flüsse ins Meer und reichern sich dort an. Die Durchschnittskonzentration im Meerwasser beträgt 18 g/l. Konzentrationen ab circa 200 mg/l verleihen dem Wasser bereits einen salzigen Geschmack.

Das als Kochsalz bekannte Natriumchlorid wird im Ernährungsbereich als Würz- und Konservierungsmittel verwendet. Es wird auch in großen Mengen als Streusalz auf vereisten Straßen gebraucht. Natrium- und Kaliumchlorid sind bedeutende Rohstoffe der chemischen Industrie (Herstellung von Natron- und Kalilauge, Chlorgas, Salzsäure usw.).

Stark erhöhte Chloridgehalte im Grundwasser, die nicht geogen bedingt sind, sind geeignete Indikatoren für punktuelle Abwassereinleitungen, Belastungen aus Deponien, Streusalzeinflüsse und Einsatz von Düngemitteln, bei denen Chlorid in der Regel ein unerwünschter Nebenbestandteil ist.

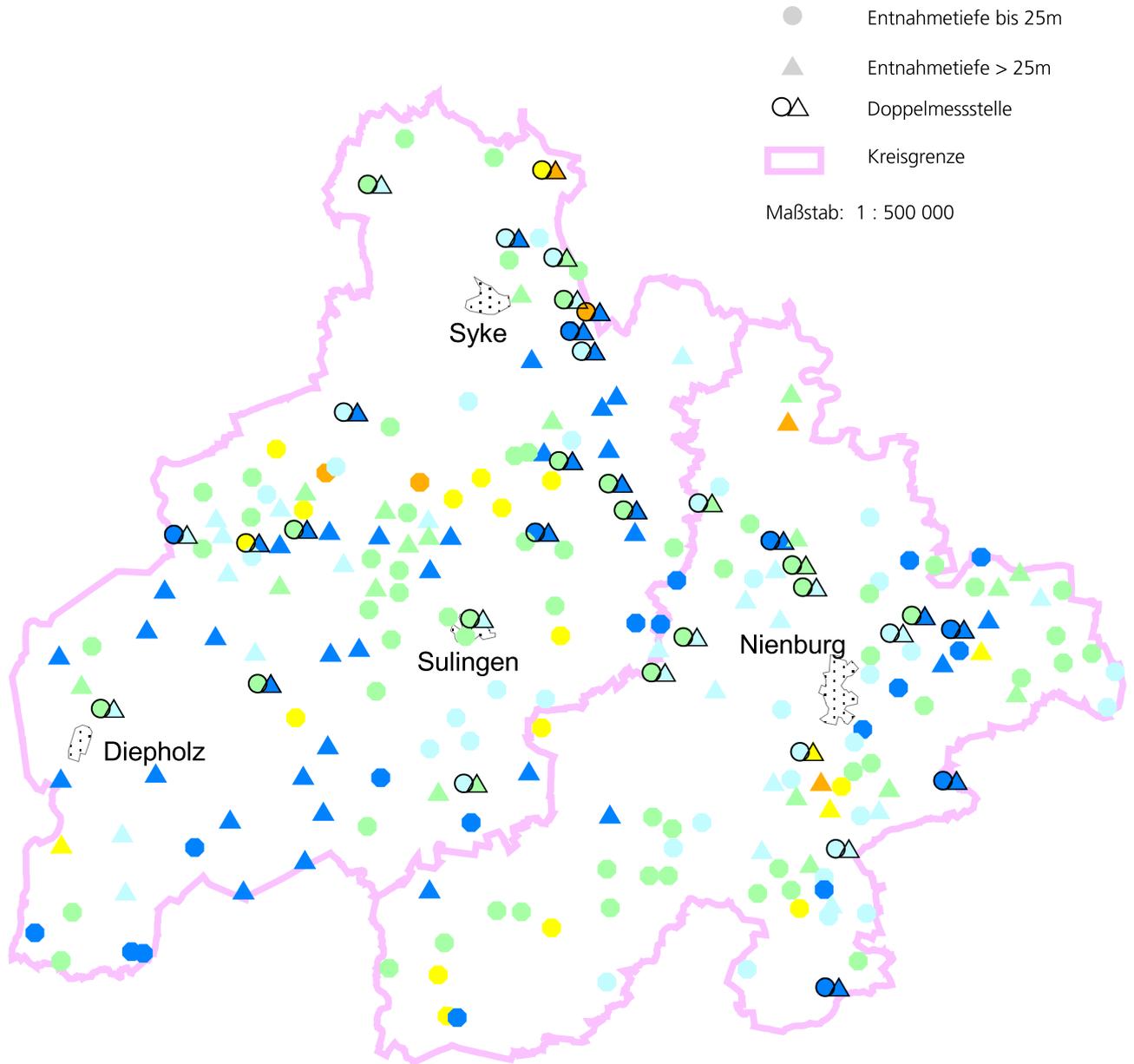
Im Körper bewirkt Chlorid als Gegen-Ion zum Natrium den osmotischen Druck der extrazellulären Flüssigkeit. Mit der üblichen Ernährung werden pro Tag zwischen 3 und 12 g Chlorid aufgenommen. Die Aufnahme durch das Trinkwasser ist dabei von untergeordneter Bedeutung.

In der Trinkwasserverordnung ist für Chlorid ein Grenzwert von 250 mg/l festgesetzt. Im Verteilungsnetz der öffentlichen Wasserversorgung und in der Hausinstallation kann Chlorid je nach Rohrwerkstoff ab Konzentrationen von ca. 100 mg/l korrosiv wirken.

Im Untersuchungsgebiet wird in einer über einem Salzstock südlich von Bremen liegenden tieferen Messstelle ein Chloridgehalt von 6800 mg/l gemessen. Der Medianwert der Gehalte an allen Messstellen liegt bei 37 mg/l. Oberflä-

chennahe Grundwässer lassen anhand von höheren Chloridgehalten anthropogene Einflüsse aus der landwirtschaftlichen Düngung erkennen. Über 60 % der GÜN-Messstellen (Karte 26) zeigen in den letzten sieben Jahren Veränderungen im Chloridgehalt, wobei eine leicht abnehmende Tendenz (s. Kapitel 5 – Deposition) überwiegt.

Chlorid - letzter Messwert 1988 - 2000

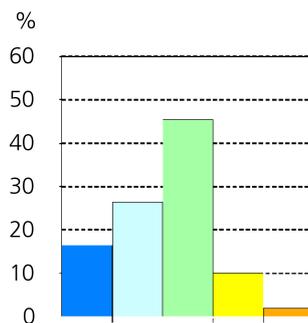


Häufigkeitsverteilung der Messwerte in %

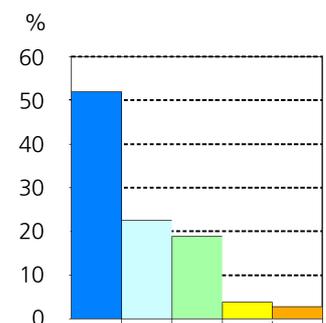
Messwerte in mg/l

- < 20
- 20 bis < 40
- 40 bis < 80
- 80 bis < 160
- \geq 160

bei 152 Messstellen
Entnahmetiefe bis 25m



bei 106 Messstellen
Entnahmetiefe > 25m



Karte 15:
Grundwasserbeschaffenheit; Chlorid - letzter Messwert der Jahresreihe 1988 - 2000

Eisen

Eisen kommt in der Natur in vielen Verbindungen vor. Für die Betrachtung der Eisengehalte im Wasser ist von Bedeutung, dass fast alle Böden mehr oder weniger eisenhaltig sind. In sauerstoffhaltigem Milieu liegt Eisen in weitgehend unlöslichen dreiwertigen Verbindungen vor, so dass Grundwässer mit hohem Sauerstoffgehalt i.d.R. nur geringe Eisengehalte aufweisen. Unter reduzierenden Bedingungen (Sauerstoffmangel) und durch biologische Vorgänge entstehen zweiwertige Eisenverbindungen von wesentlich höherer Löslichkeit und Mobilität. Erhöhte Eisenwerte sind daher regelmäßig nur in reduzierten Grundwässern, meist Tiefenwässern, zu beobachten. Eisengehalte von mehreren mg/l sind möglich. Auch in organisch belasteten oberflächennahen Grundwässern (Huminsäuren), in denen Eisen komplex gebunden vorkommt, sind erhöhte Eisengehalte nicht selten. Bei pH-Werten unter 5 ist auch die Löslichkeit dreiwertiger Eisenverbindungen erhöht.

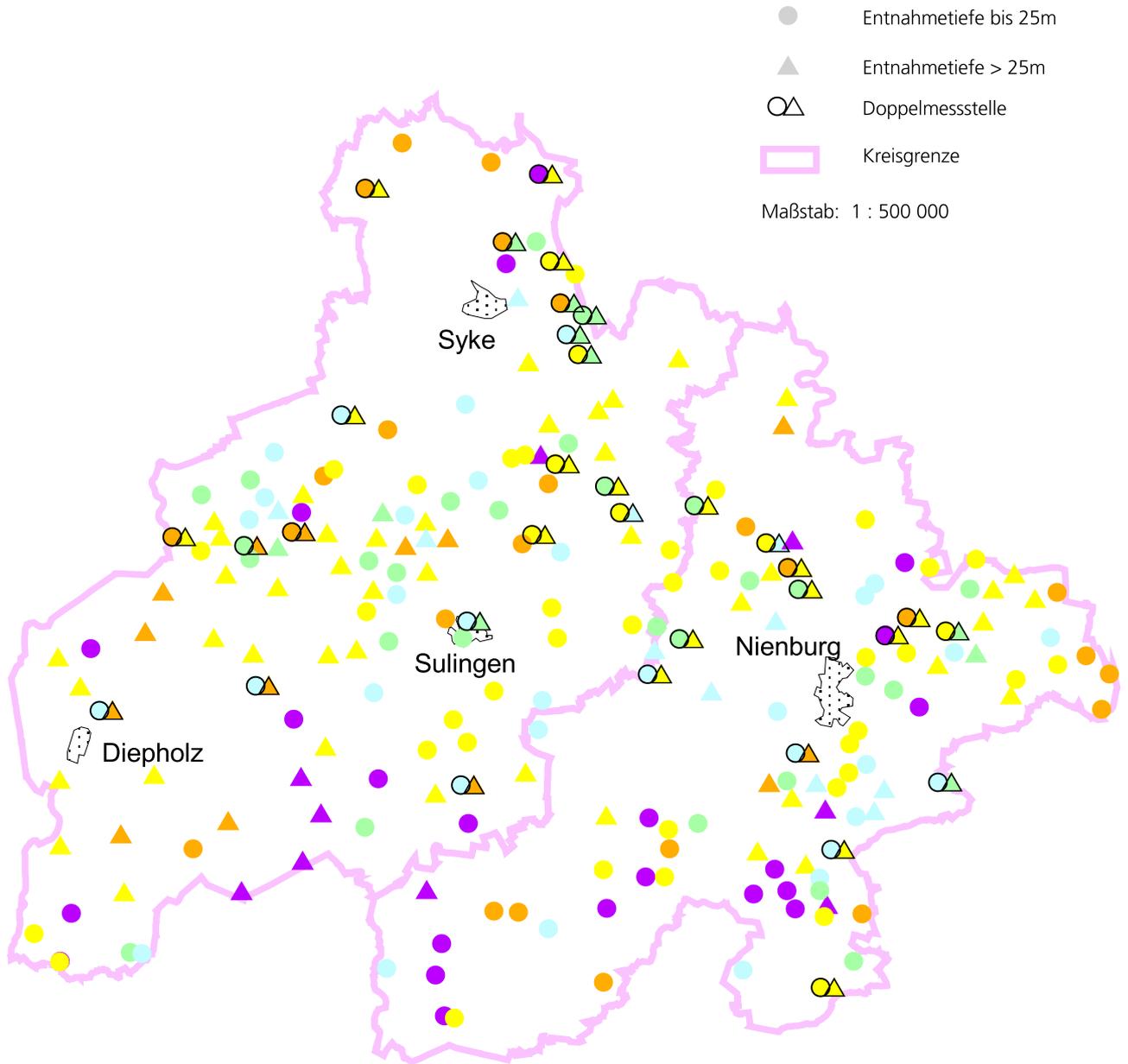
Eisen kommt häufig gemeinsam mit Mangan im Wasser vor. Im sauerstoffarmen oder -freien Wasser gelöste farblose Eisenverbindungen werden durch Luftsauerstoff leicht wieder zum schwer löslichen Eisen-III-Hydroxid oxidiert, was zu einer rötlich braunen Färbung des Wassers führen kann. Eisengehalte ab ca. 0,1 mg/l machen sich durch einen charakteristischen metallischen Geschmack erkennbar.

Als Zentralatom des Hämoglobins ist Eisen für den Menschen ein essentielles Element. Der tägliche Eisenbedarf beträgt 6 bis 9 mg für Männer und 14 bis 28 mg für Frauen. Die Aufnahme aus dem Trinkwasser ist zu vernachlässigen.

Die Trinkwasserverordnung nennt für Eisen einen Grenzwert von 0,2 mg/l. Um technische Probleme bei der Versorgung in Form von Trübungen, Ablagerungen und Rostflecken beim Waschvorgang zu vermeiden, sollte jedoch bereits ab einem Eisengehalt von etwa 0,05 mg/l eine Aufbereitung (Oxidation und Filtration) zur Beseitigung des Eisens vorgesehen werden.

Eisengehalte über 0,2 mg/l sind im betrachteten Gebiet mit 87 % (Tab.1) der Messstellen in zahlreichen Grundwasservorkommen anzutreffen. Hohe Eisengehalte mit Werten bis 20 mg/l sind in einigen flachen Grundwassermessstellen anzutreffen. In den Messstellen des zweiten Grundwasserstockwerkes (Karte 16) mit sauerstoffärmeren Wässern können die Eisengehalte noch etwas höher sein als im oberen Grundwasserstockwerk.

Eisen - letzter Messwert 1988 - 2000

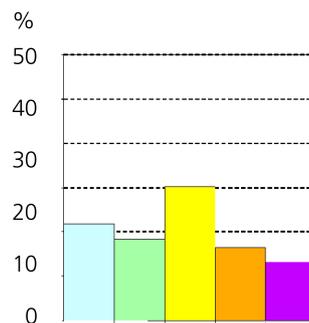


Häufigkeitsverteilung der Messwerte in %

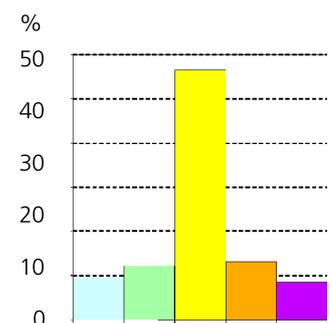
Messwerte in mg/l

- < 0,20
- 0,20 bis < 1,0
- 1,0 bis < 10
- 10 bis < 20
- >= 20

bei 152 Messstellen
Entnahmetiefe bis 25m



bei 106 Messstellen
Entnahmetiefe > 25m



Karte 16:
Grundwasserbeschaffenheit: Eisen - letzter Messwert der Jahresreihe 1988 - 2000

Phosphat

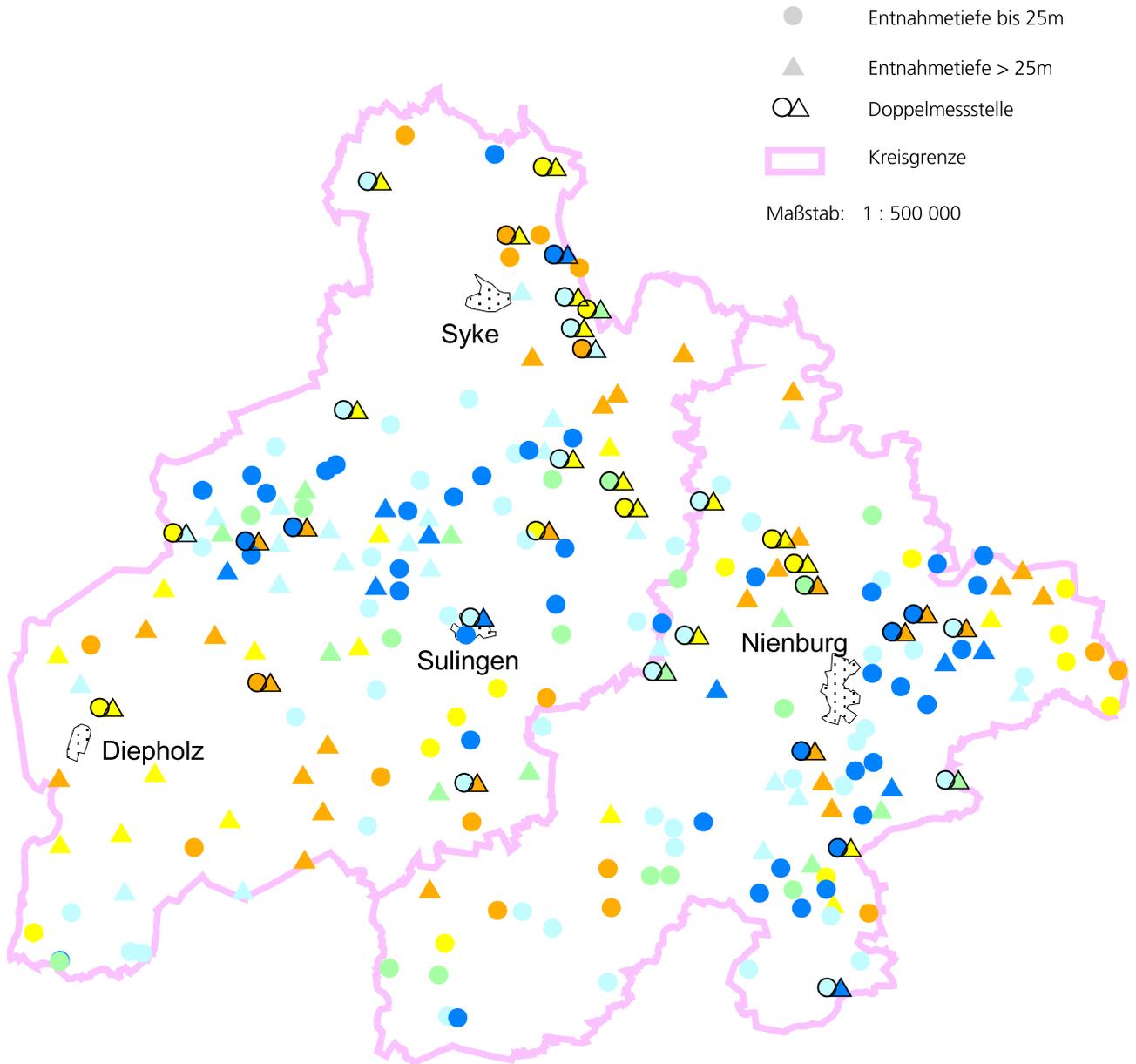
Phosphat (PO_4) kommt wegen seiner schlechten Löslichkeit und der Festlegung an Bodenteilchen im Grundwasser im Allgemeinen nicht in höheren Konzentrationen als 0,3 mg/l lösliches Orthophosphat vor. Durch Siedlungsabwässer (mit früher gebräuchlichen phosphathaltigen Waschmitteln) und Überdüngung landwirtschaftlich genutzter organischer Böden kann es jedoch zu einem Ansteigen der Gehalte an Phosphat im Grundwasser kommen.

Phosphor hat zusammen mit Calcium für den Menschen wichtige Funktionen beim Aufbau des Skeletts und der Zähne. Organische Phosphorverbindungen dienen im Körper der Energiespeicherung und -übertragung.

Die Trinkwasserverordnung setzt den Grenzwert auf 6,7 mg/l PO_4 fest. Er beschreibt den zulässigen Höchstwert einer Phosphatdosierung aus Gründen des Korrosionsschutzes und der Härtestabilisierung.

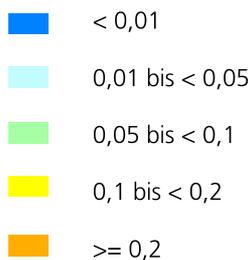
Der Medianwert der Messungen an allen Grundwassermessstellen im Untersuchungsgebiet liegt bei 0,05 mg/l (Tab.1).

Phosphat - Phosphor, PO₄ - P - letzter Messwert 1988 - 2000

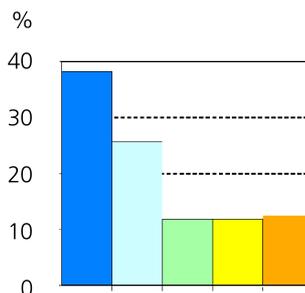


Häufigkeitsverteilung der Messwerte in %

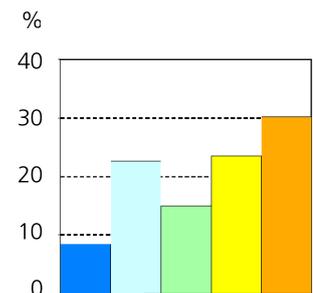
Messwerte in mg/l



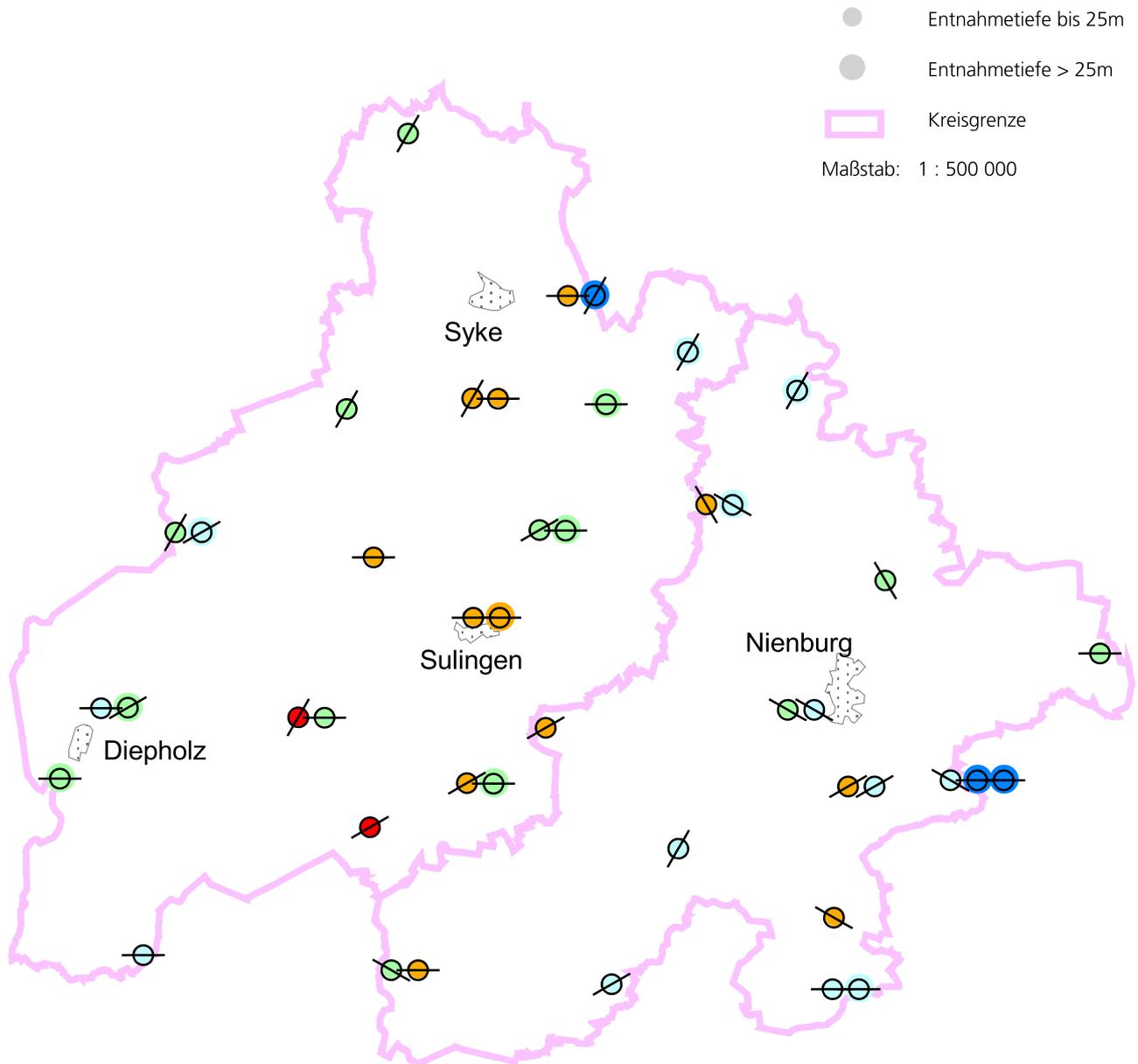
bei 152 Messstellen
Entnahmetiefe bis 25m



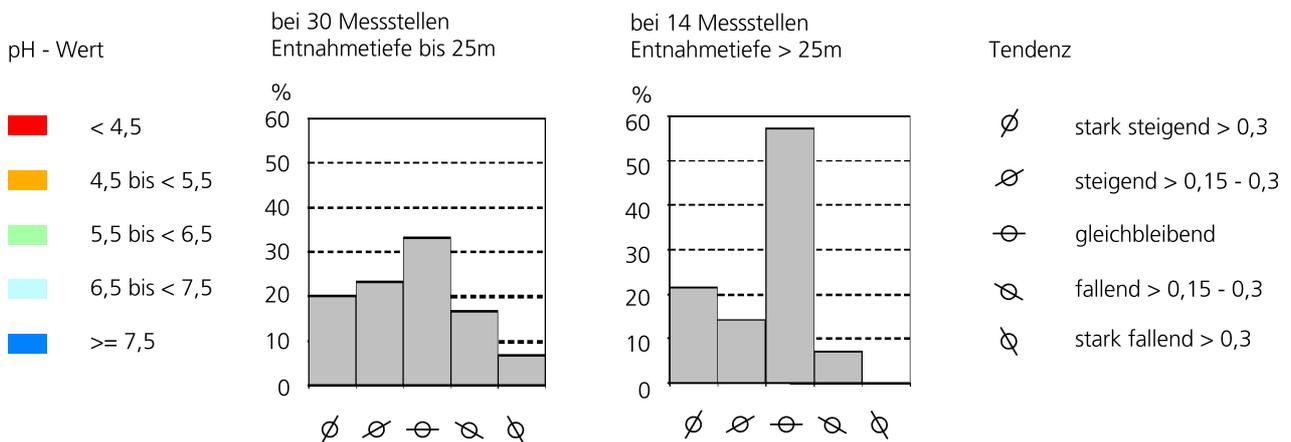
bei 106 Messstellen
Entnahmetiefe > 25m



pH - Wert - GÜN-Messstellen 1994 - 2000



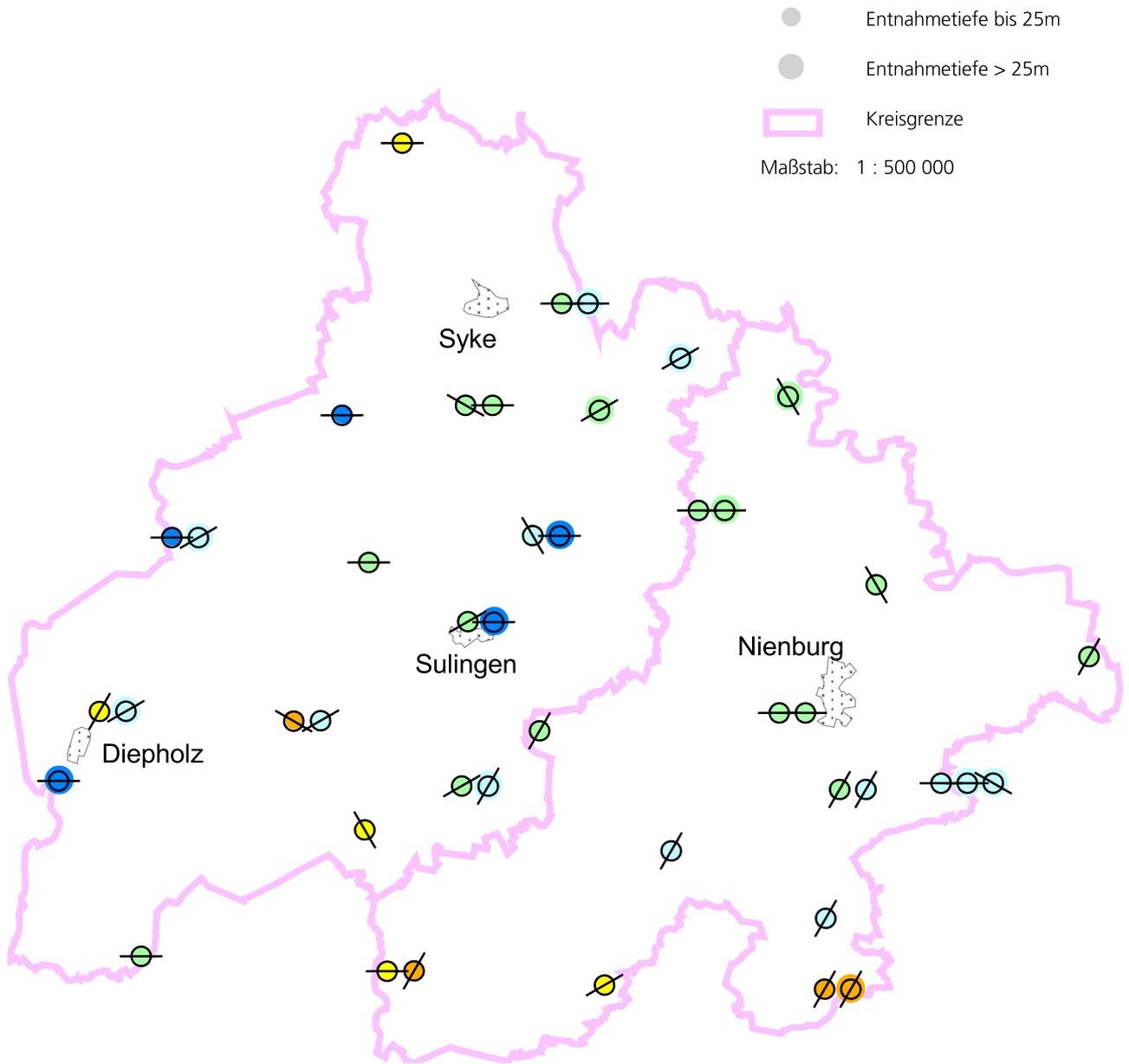
Häufigkeitsverteilung der Tendenzen in %



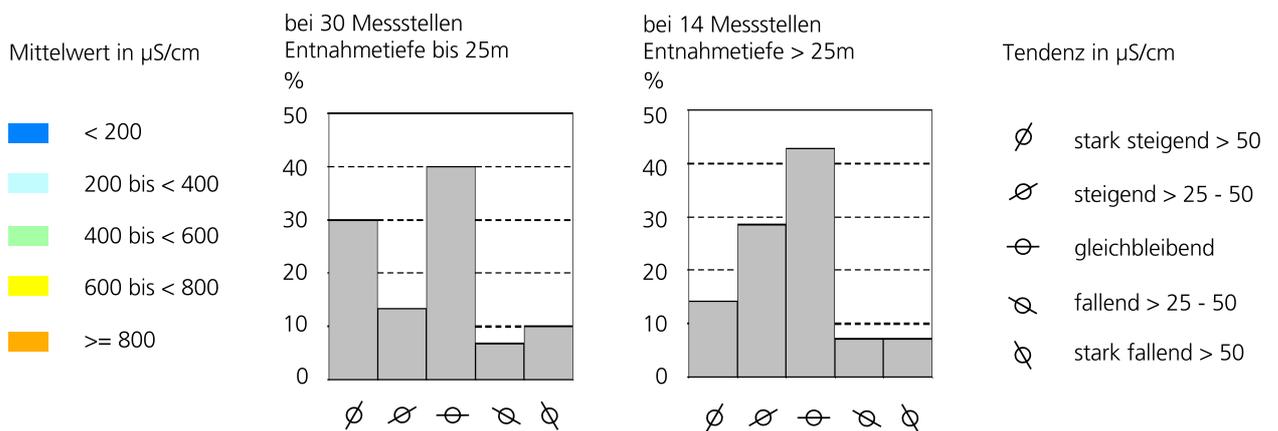
Karte 18:

Grundwasserbeschaffenheit: pH-Wert - Mittelwert und Tendenz der Jahresreihe 1994 - 2000 bei GÜN-Messstellen

Elektrische Leitfähigkeit - GÜN-Messstellen 1994 - 2000

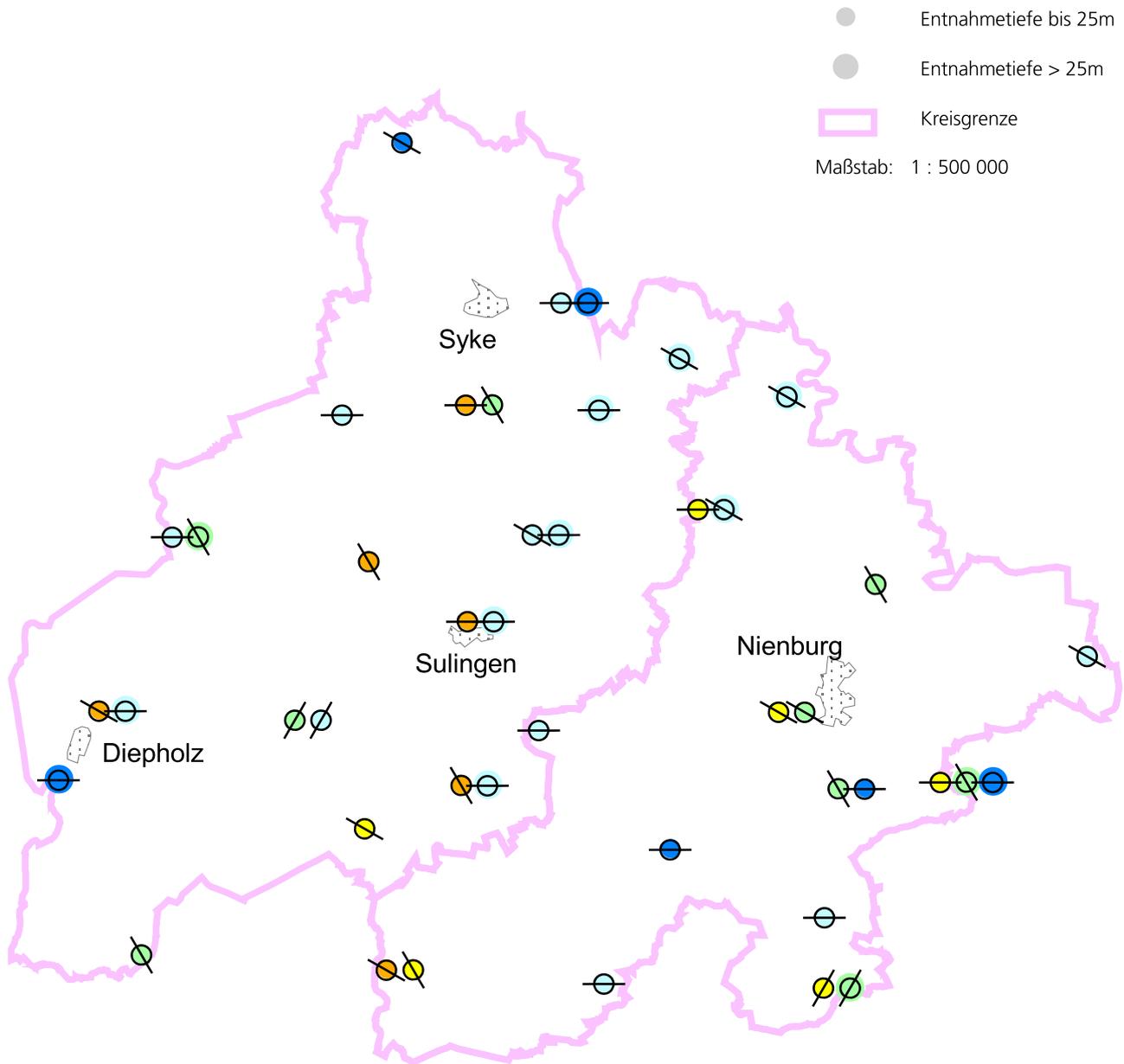


Häufigkeitsverteilung der Tendenzen in %

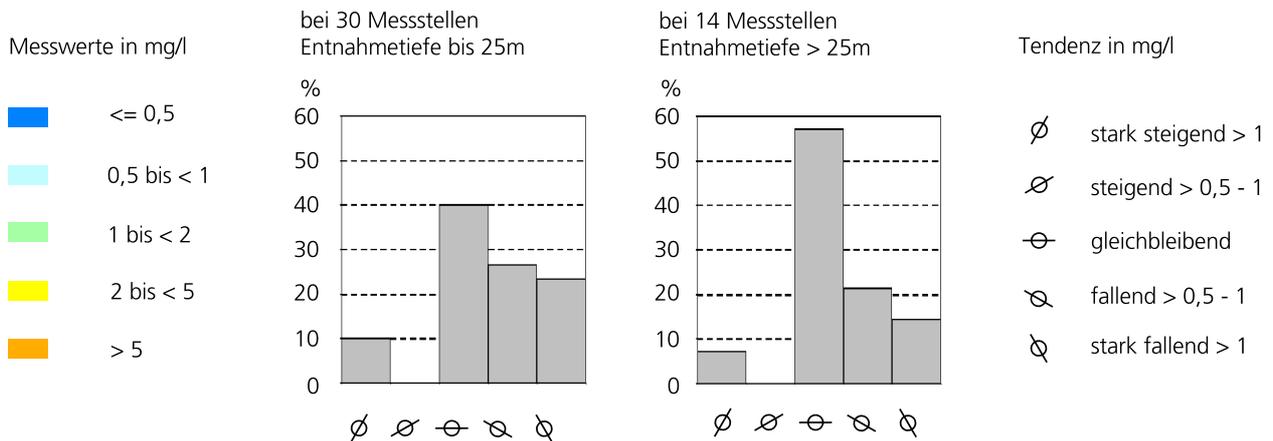


Karte 19:
Grundwasserbeschaffenheit: Elektrische Leitfähigkeit - Mittelwert und Tendenz der Jahresreihe 1994 - 2000
bei GÜN-Messstellen

Sauerstoff - GÜN-Messstellen 1994 - 2000



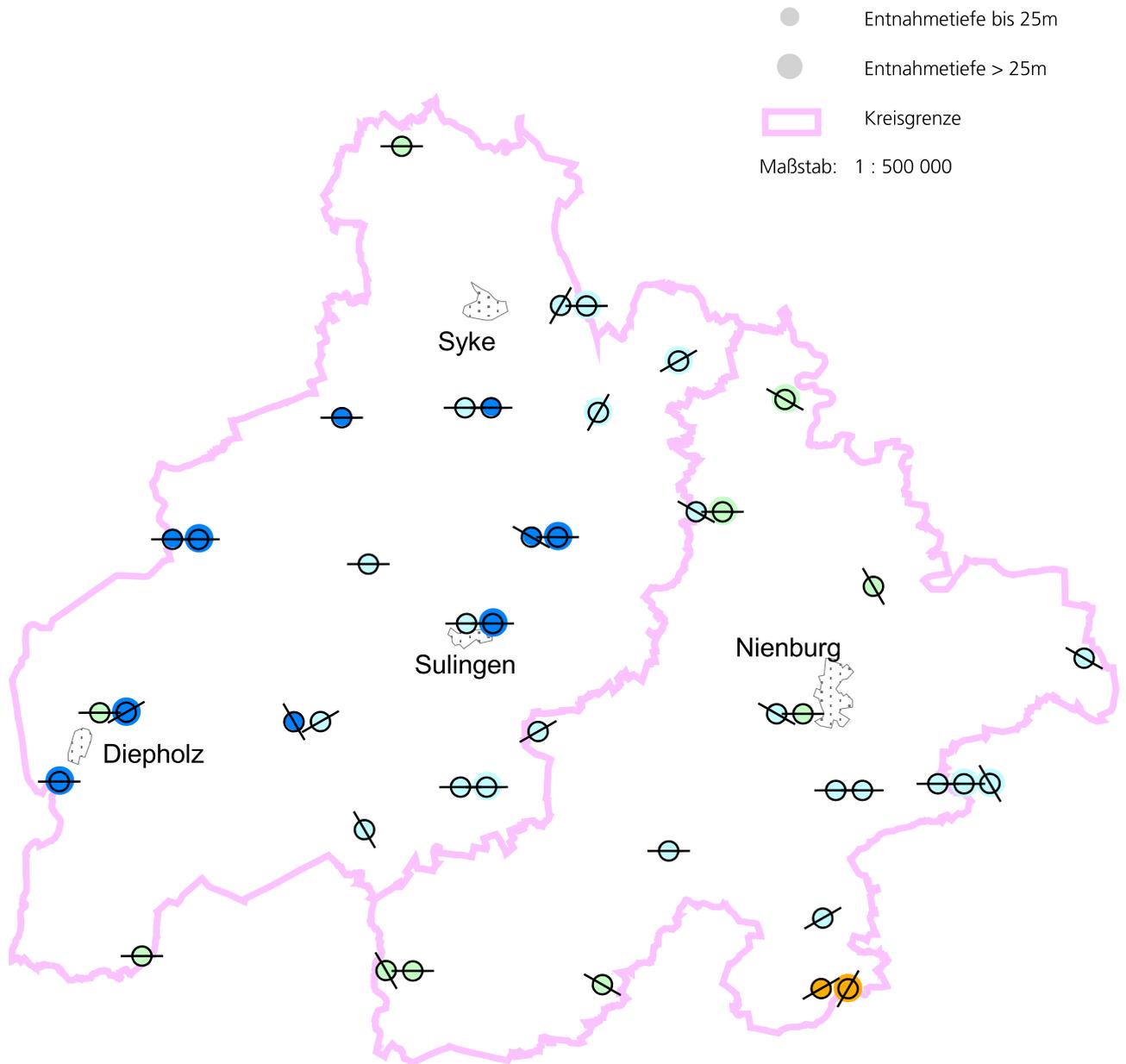
Häufigkeitsverteilung der Tendenzen in %



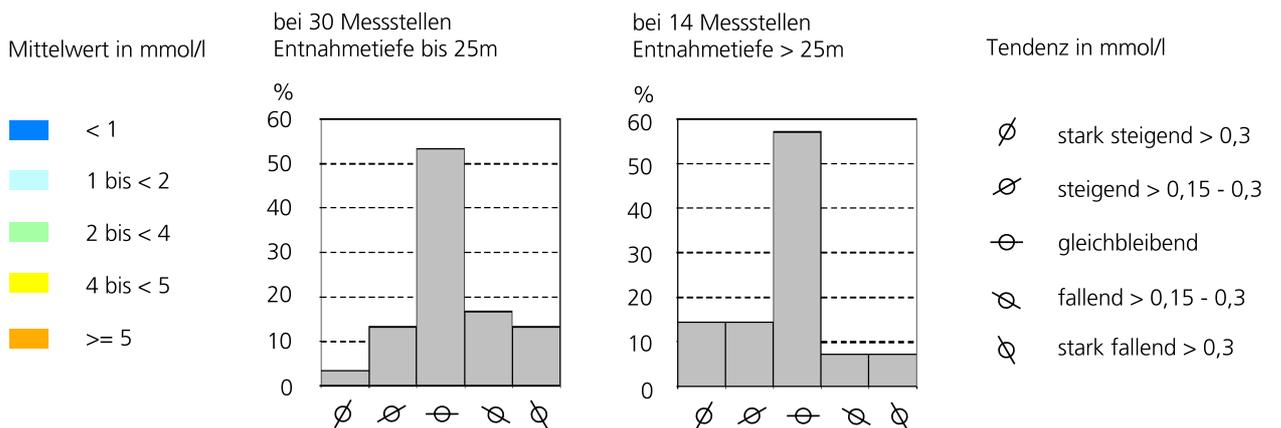
Karte 20:

Grundwasserbeschaffenheit: Sauerstoff - Mittelwert und Tendenz der Jahresreihe 1994 - 2000 bei GÜN-Messstellen

Härte - GÜN-Messstellen 1994 - 2000

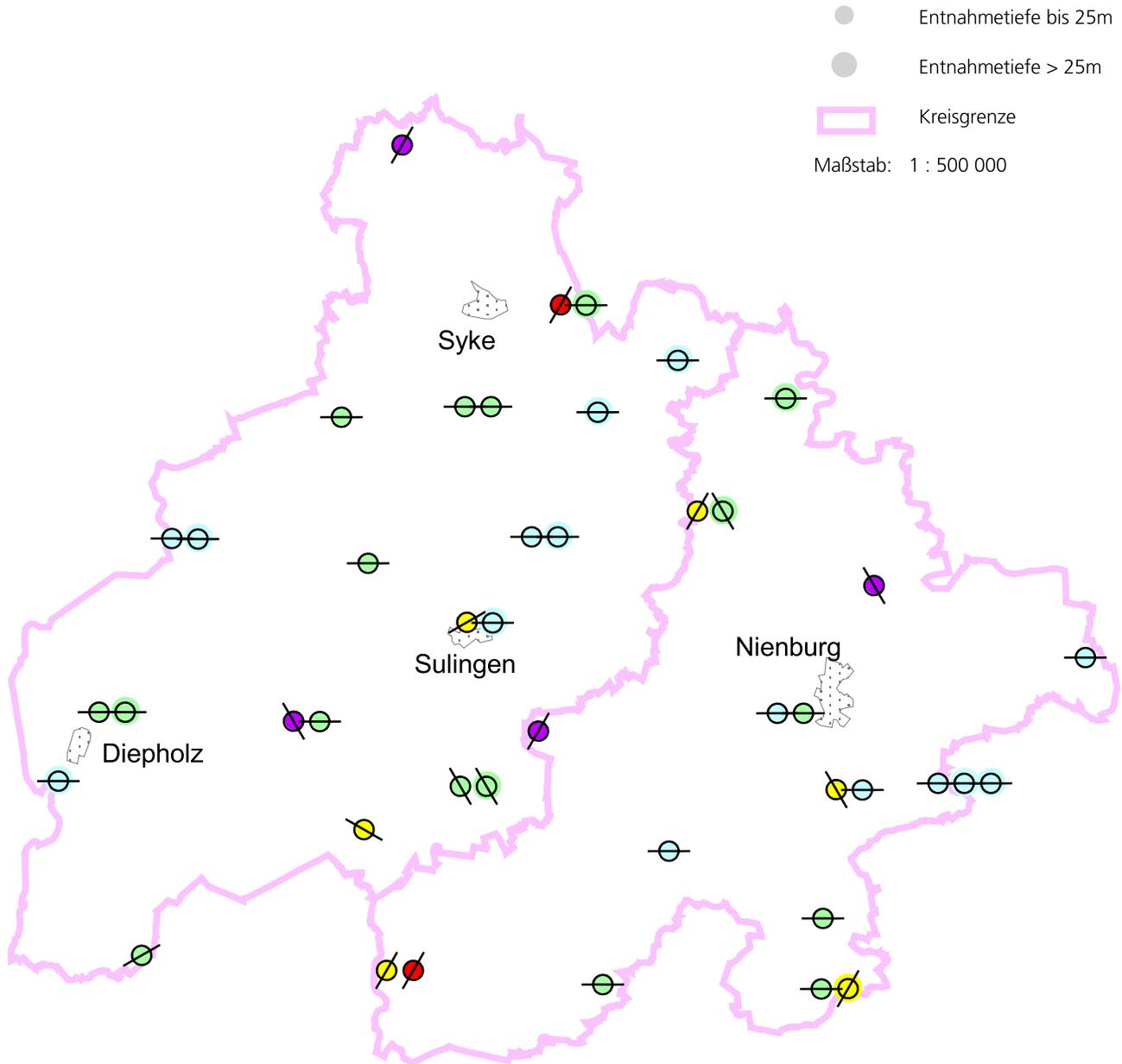


Häufigkeitsverteilung der Tendenzen in %

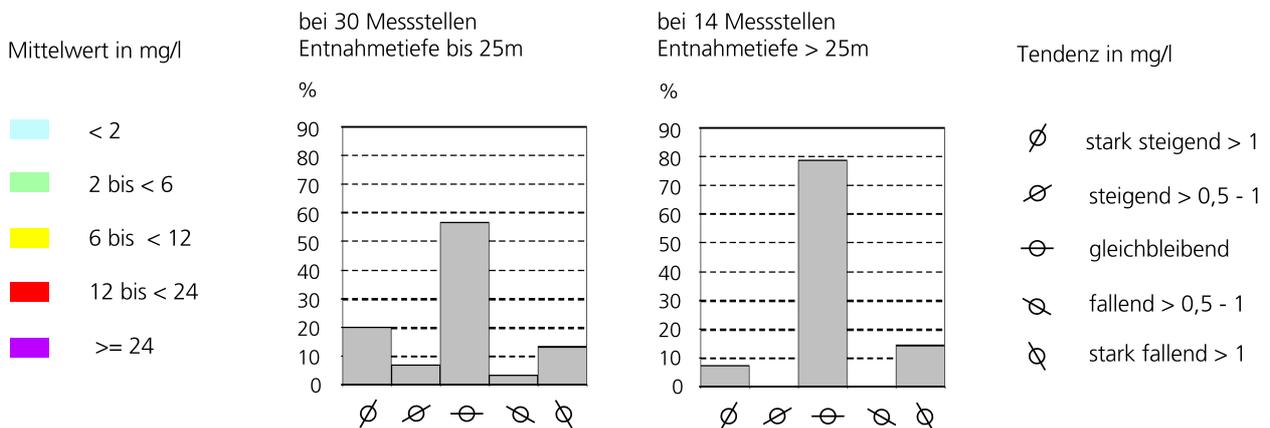


Karte 21:
Grundwasserbeschaffenheit: Härte - Mittelwert und Tendenz der Jahresreihe 1994 - 2000 bei GÜN-Messstellen

Kalium - GÜN-Messstellen 1994 - 2000

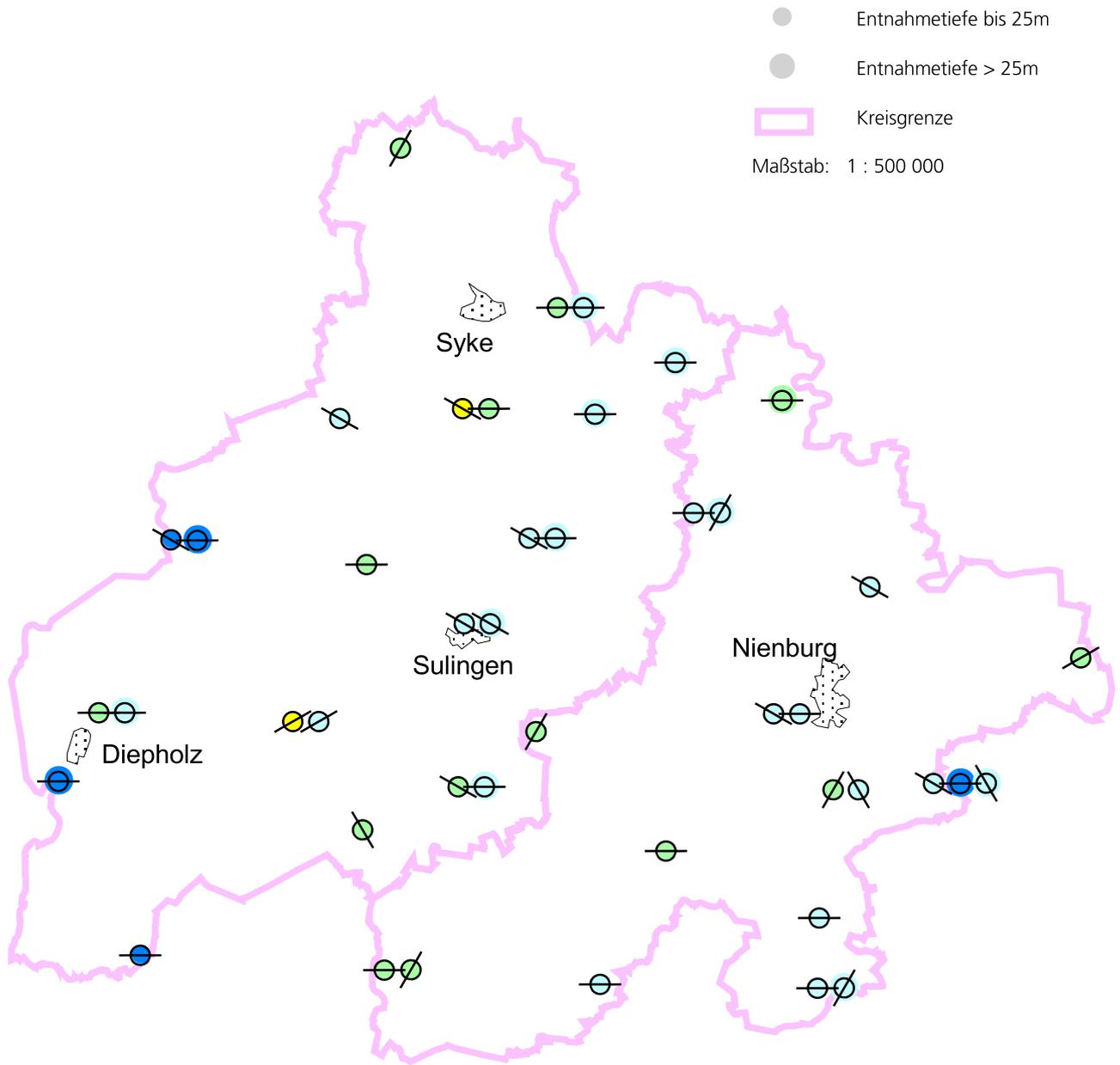


Häufigkeitsverteilung der Tendenzen in %

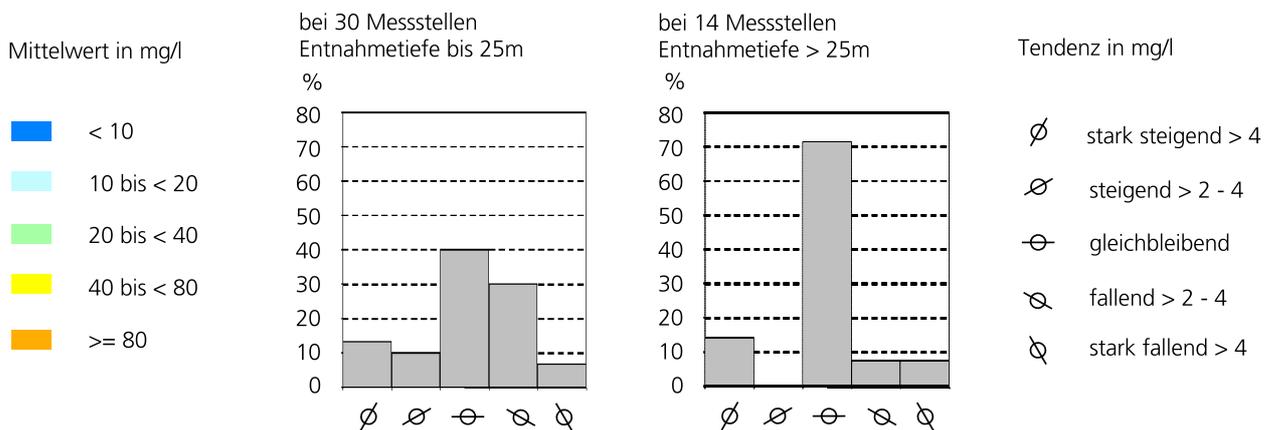


Karte 22:
Grundwasserbeschaffenheit: Kalium - Mittelwert und Tendenz der Jahresreihe 1994 - 2000 bei GÜN-Messstellen

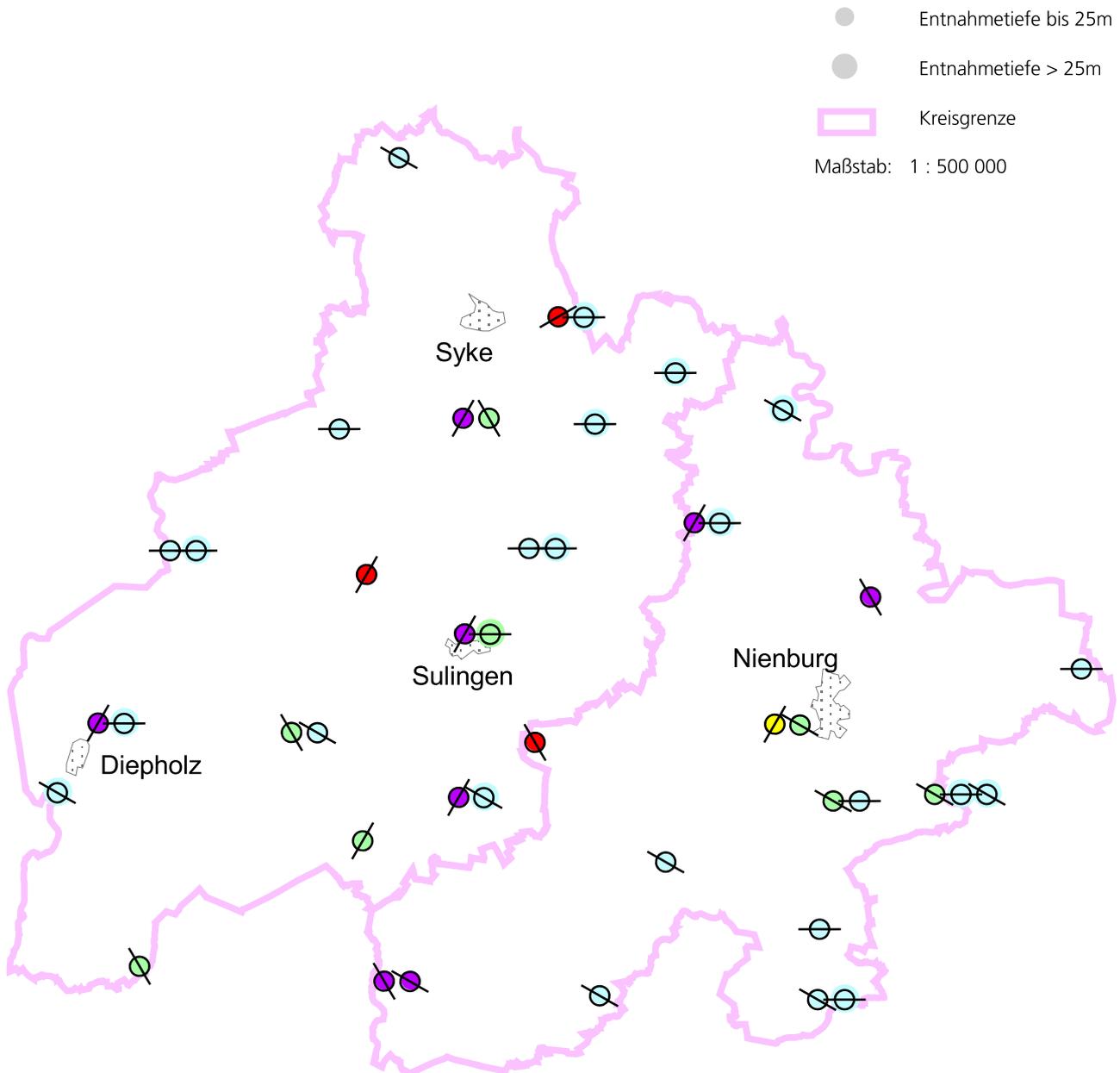
Natrium - GÜN-Messstellen 1994 - 2000



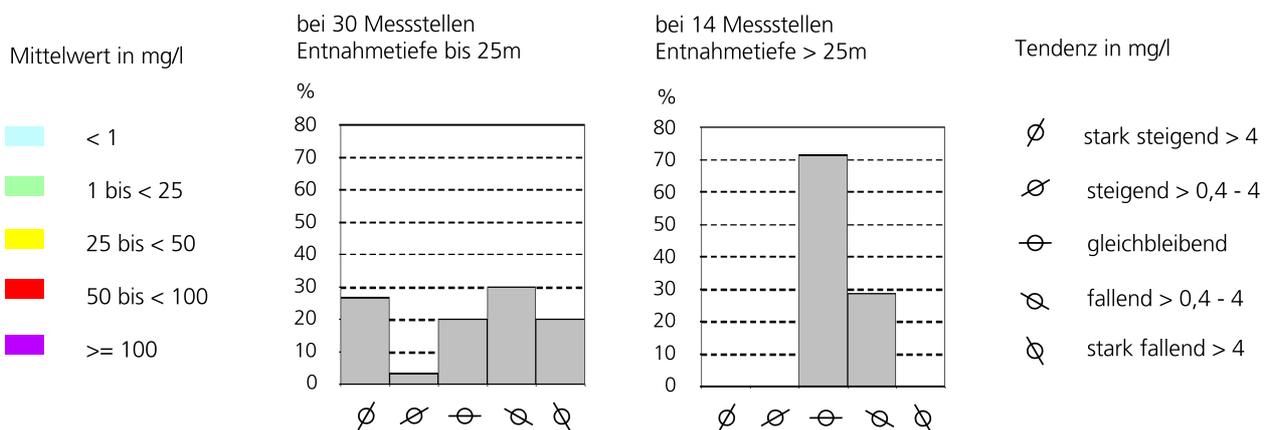
Häufigkeitsverteilung der Tendenzen in %



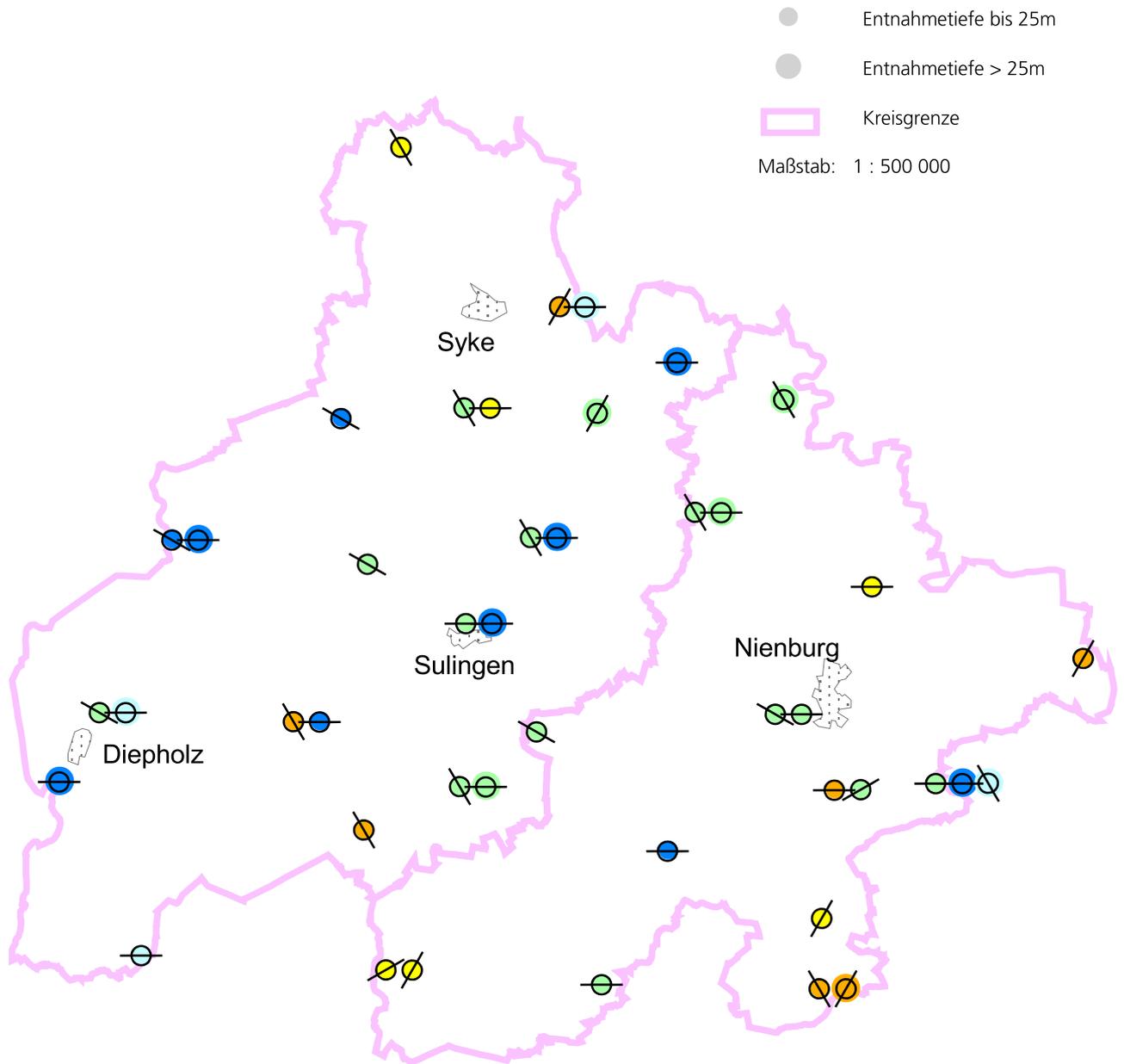
Karte 23:
Grundwasserbeschaffenheit: Natrium - Mittelwert und Tendenz der Jahresreihe 1994 - 2000 bei GÜN-Messstellen

Nitrat, NO₃ - GÜN-Messstellen 1994 - 2000


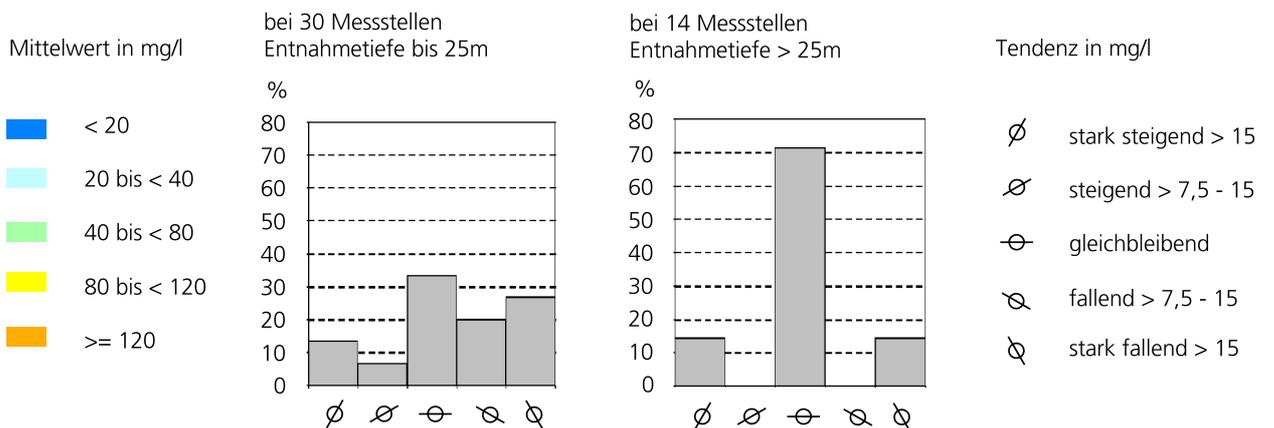
Häufigkeitsverteilung der Tendenzen in %


 Karte 24:
 Grundwasserbeschaffenheit: Nitrat, NO₃ - Mittelwert und Tendenz der Jahresreihe 1994 - 2000 bei GÜN-Messstellen

Sulfat - GÜN-Messstellen 1994 - 2000

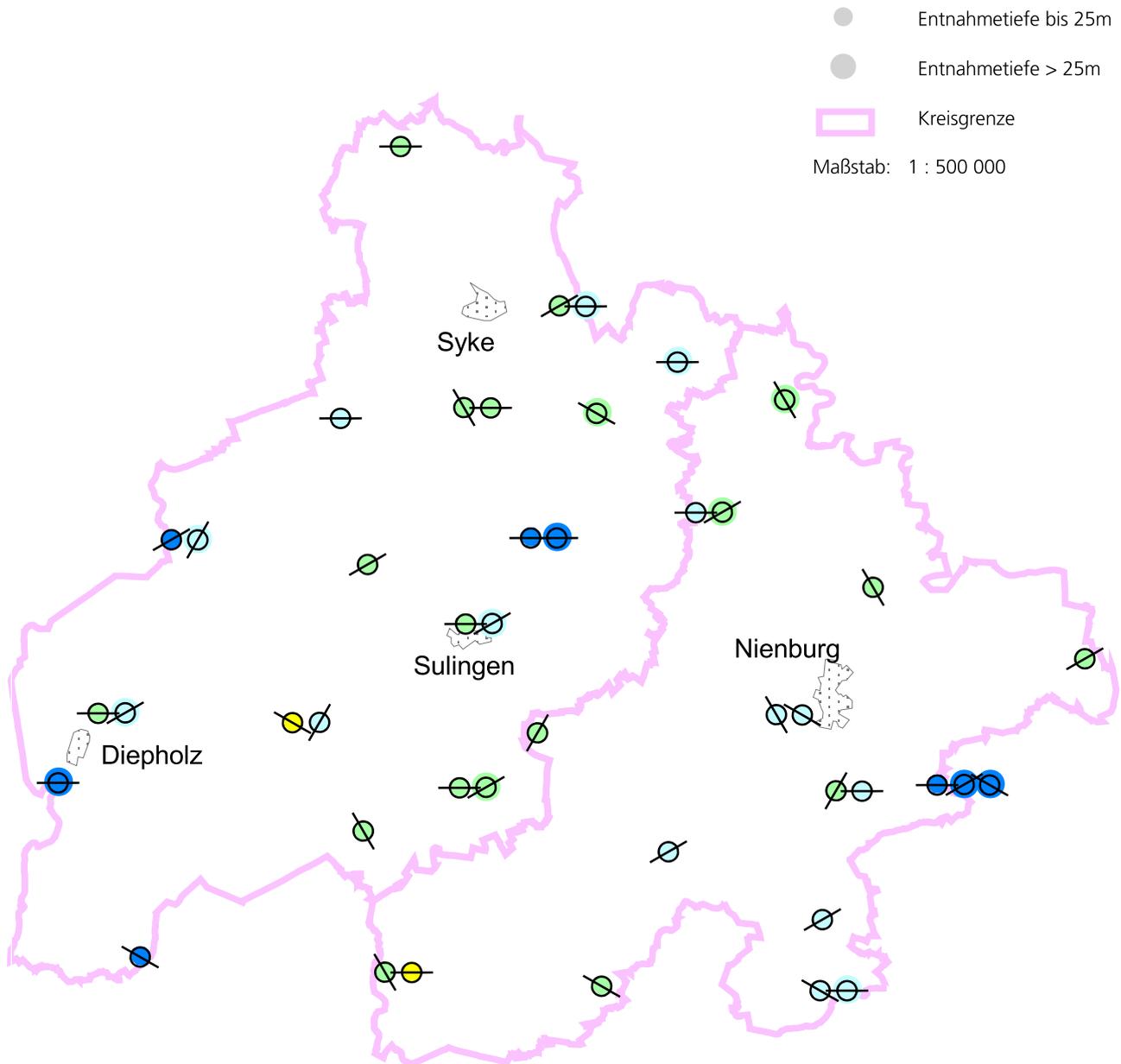


Häufigkeitsverteilung der Tendenzen in %

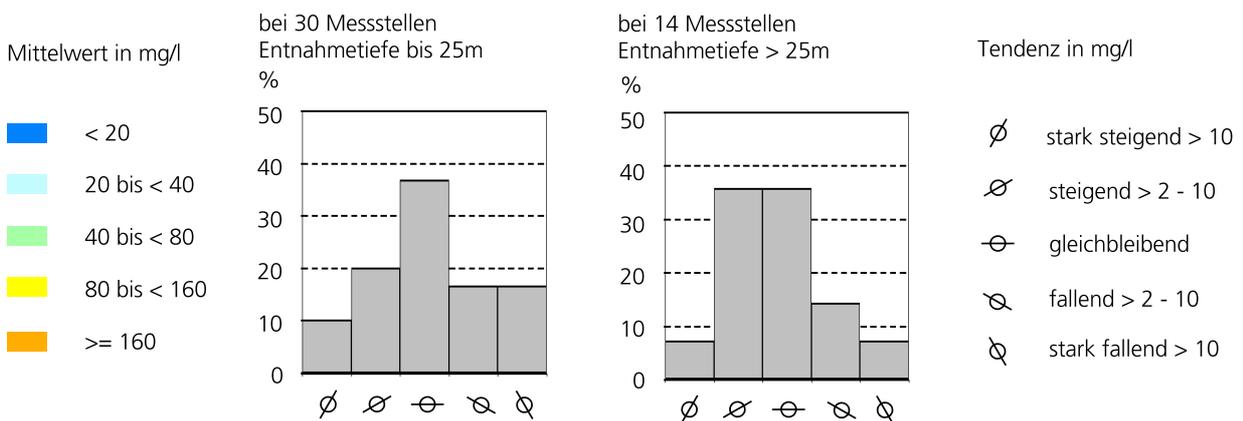


Karte 25:
Grundwasserbeschaffenheit: Sulfat - Mittelwert und Tendenz der Jahresreihe 1994 - 2000 bei GÜN-Messstellen

Chlorid - GÜN-Messstellen 1994 - 2000



Häufigkeitsverteilung der Tendenzen in %


 Karte 26:
 Grundwasserbeschaffenheit: Chlorid - Mittelwert und Tendenz der Jahresreihe 1994 - 2000 bei GÜN-Messstellen

Aus der Tabelle 2 - Statistische Maßzahlen der Grundwasseranalysen 1994-2000 von flachen und tiefen GÜN-Messstellen -, in der die Inhaltsstoffe getrennt nach der Tiefe des Grundwasserleiters (bis 25 m und über 25 m) zugeordnet wurden, sind diesbezüglich bei einigen chemischen Kenngrößen bestimmte Unterschiede zu erkennen. Die **elektrische Leitfähigkeit** ist in den tiefen Messstellen wenig differenziert und liegt meistens zwischen 100 und 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ bei einem Median von 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ im Vergleich zu ca. 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Medianwert) bei flachen Messstellen. Ein wichtiger Prozess für die Mineralisation des weichen Niederschlagswassers nach dessen Infiltration in den Untergrund ist die Lösung von Karbonaten aus dem Kontaktgestein. Die Fähigkeit zur Karbonatlösung wird durch die Aufnahme von CO_2 aus der Bodenluft, das dort als Folge der biologischen Aktivität angereichert ist, erhöht. Als Folge der Karbonatlösung steigen die Konzentrationen von Calcium, Magnesium und Hydrogenkarbonat an, gleichzeitig nimmt der pH-Wert zu. Die resultierenden medianen Konzentrationen betragen für die flachen GÜN-Messstellen für Calcium 49 mg/l und für Magnesium 9 mg/l. Im Vergleich zu den flachen Messstellen nehmen die Calcium- und Magnesiumgehalte in den tiefen Messstellen ab, was typisch für die Ionenaustauschprozesse ist. Die **Sulfatkonzentration** wird durch die Redox-Verhältnisse beeinflusst. In den flachen Brunnen liegen die Sulfatgehalte in einem Konzentrationsbereich zwischen < 1 und 400 mg/l (Tab.2) bei einem Median von 72 mg/l, in den tiefen Messstellen liegen sie deutlich niedriger mit einem Median von 23 mg/l. Von besonderer Bedeutung für das Redox-Milieu ist das Vorkommen von **gelöstem Sauerstoff** und organisch gebundenem Kohlenstoff. Die Sauerstoffgehalte schwanken in flachen GÜN-Messstellen in einem Wertebereich zwischen 0,1 und 10,8 mg/l (Tab.2), d.h. es treten sowohl reduzierende als auch oxidierende Bedingungen auf. Die Konzentration von gelöstem zweiwertigem Eisen wird durch die Redox-Verhältnisse, aber auch durch den pH-Wert bestimmt. Hohe Konzentrationen findet man in sauren Wässern und bei reduzierenden Milieubedingungen. In größeren Tiefen (über 25 m) nehmen die Sauerstoffgehalte systematisch ab. Die **Alkalimetalle** Natrium und Kalium sowie Chlorid gelangen über den atmosphärischen Eintrag in das Grundwasser, aber erhöhte Befunde sind charakteristisch für anthropogene Einträge wie Düngung, Winterdienst, Siedlungen, Deponien und Altlasten. Auch die Infiltration der natrium-, kalium- und chlorhaltiger Oberflächengewässer und schließlich umgekehrt den Aufstieg natrium- und chlorhaltiger Tiefenwässer kommen in einigen Gebieten als Quellen für erhöhte Salzkonzentrationen im Grundwasser in Frage.

Für die oberflächennahen Stockwerke der GÜN-Messstellen (Tab. 2) wurden als Medianwerte für Natrium 18 mg/l, für Kalium 3,4 mg/l und für Chlorid 39 mg/l berechnet. In tiefen Stockwerken liegen die Medianwerte aller Messungen bei 12 mg/l (Natrium), 1,7 mg/l (Kalium) und 22 mg/l (Chlorid).

Grafisch wurden die Auswertungsergebnisse für die wichtigsten Inhaltsstoffe der GÜN-Messstellen in Form eines **Piper-Diagramms** (Abb. 5) dargestellt. Dort können die Beziehungen der Kenngrößen zueinander beurteilt werden. Die Ionenbilanz ist ein aussagekräftiges Kriterium für die Verlässlichkeit der Analysendaten; auch das Piper-Diagramm basiert auf der Forderung, dass die Äquivalenzsumme der Anionen mit derjenigen der Kationen übereinstimmen muss.

Die Abbildung 5 zeigt die Position der mittleren Analysenwerte 1994 bis 2000 von Proben aus dem GÜN-Messnetz in den kombinierten Dreiecks- und Vierecksdiagrammen (Rhombus) für die flachen (bis 25 m) und für die tiefen (über 25 m) Grundwassermessstellen. Dabei ist jeder Mittelwert durch insgesamt drei Punkte repräsentiert, wobei die Darstellungspunkte in den beiden gleichseitigen Dreiecken (links für die Kationen- und rechts für die Anionen-gehalte, jeweils als mittleren Äquivalent-Ionenanteile) die Konstruktionsgrundlage bilden. Bei den Ionenäquivalenzsummen der bilanzmäßig wichtigen Ionen steht die Überschrift „Kationen“ für die Summe der positiv geladenen Ionen von $\text{Ca}+\text{Mg}+\text{Na}+\text{K}+(\text{NH}_4)+(\text{Fe})+(\text{Mn})$ und die Überschrift „Anionen“ entsprechend für die Summe der negativ geladenen Ionen $\text{SO}_4+\text{HCO}_3+\text{Cl}+\text{NO}_3+(\text{PO}_4)+(\text{NO}_2)$. Die in Klammern gesetzten Ionen treten normalerweise nur in Spurenanteilen auf und sind deshalb bei der Konstruktion des Piper-Diagramms nicht berücksichtigt worden. Der Schnittpunkt der Lage-Projektion aus diesen beiden Dreiecken bildet dann den eigentlichen Messpunkt. Der Vorteil der Piper-Diagramme ist, dass man aus der Position der Punkte im Hilfs-Rhombus unmittelbar den Grundwassertyp ablesen kann. Hierzu ist der Rhombus entsprechend dem links oben gezeichneten Hilfs-Rhombus in sieben Felder aufgeteilt, die den nachstehend vorgetragenen Grundwassertypen zugeordnet sind.

Aus dem Piper-Diagramm der GÜN-Grundwasseranalysen sind bei flachen Messstellen folgende **Grundwassertypen** zu erkennen:

- a - erdalkalisch, überwiegend hydrogenkarbonatisch mit der Messstelle Bröken,
- b - erdalkalisch, hydrogenkarbonatisch bis sulfatisch mit den Messstellen: Markonah I, Bühren I,II und Münchehagen I,

- c - erdalkalisch überwiegend sulfatisch mit den Messstellen: Oeftinghausen, St.Hülfe I, Nordsulingen, Groß Varlingen II und Nordel I,
- d - erdalkalisch, mit erhöhten Alkalianteil, überwiegend hydrogenkarbonatisch:
Messstellen Barver II, Sehnsen und Kleinenheerse,
- e - erdalkalisch mit erhöhten Alkalianteil, überwiegend sulfatisch- chloridisch - mit 16 Messstellen: Moor-
deich, Gödestorf I, Ringmar, Neubruchhausen I, II,
Hahnhorst I, Helzendorf I, Gadesbünden, Voigtei,
Rodewald MB I, Bahrenborstel II, Ströhen, Groß Var-
lingen I, Grinderwald I, Nordel II, und Rehburg II,
- f - alkalisch, überwiegend hydrogenkarbonatisch (im
Untersuchungsgebiet nicht repräsentiert), sowie
- g - alkalisch, überwiegend sulfatisch-chloridisch bis chlo-
ridisch mit der Messstelle Barver I.

Auf diese Weise wurden den oben genannten Grundwas-
sertypen (a bis g) folgende tiefe Messstellen zugeordnet:

- a - Gödestorf II, Grinderwald II, III und Münchehagen II,
- b - keine Messstelle,
- c - Bruchhöfen,
- d - Martfeld, Wienbergen, Markonah II und Hemtewede,
- e - Helzendorf II, St. Hülfe II und Bahrenborstel III,
- f - Hahnhorst II
- g - Nordsulingen II.

Zeitliche **hydrochemische Veränderungen** der Grund-
wasserbeschaffenheit werden anhand von Ganglinien (Abb.
6-11) ausgewählter Messstellen (s. Stammdaten - Tab. 3 im
Anhang) exemplarisch dargestellt. Je nach Einzugsgebiet,
Eintragungssituation und hydraulischen Randbedingungen
ergeben sich für das Grundwasser in verschiedenen Tiefen

verschiedene charakteristische Ganglinien, die lokal unter-
schiedliche Entwicklungen erkennen lassen.

Die Messstelle Moordeich liegt in einem Einzugsgebiet mit
überwiegend sandig ausgebildeter Überdeckung, in wel-
chem eine schnelle Infiltration von Niederschlagswasser und
damit eine schnelle Stoffverlagerung zu erwarten ist. Die
Ganglinien (Abb. 6) über zwanzig Jahre in jährlichen Inter-
vallen gemessen, lassen bei bestimmten Stoffen eine mehr
oder weniger deutliche Periodizität erkennen. Als Beispiel
für große langfristige Einflüsse kann die Messstelle Gades-
bünden (Abb. 7) mit vorwiegend Hochflutlehm über Sand-
dienen. Sie liegt in einem Gebiet mit intensiver landwirt-
schaftlicher Nutzung (Ackerbau). Die zugehörigen hydro-
chemischen Ganglinien zeigen Anstiege mit einem ausge-
prägten Maximum besonders bei Nitrat, Ammonium, Kali-
um und Sulfat. Das Einzugsgebiet der Messstelle Voigtei
(Abb. 8) wird durch Terrassensande mit Hochwasserablage-
rungen charakterisiert. Der zeitliche Anstieg der Nitratkon-
zentration auf ca. 36 mg/l deutet auf landwirtschaftliche
Einflüsse hin, die auch im Verlauf der Ganglinien für die
Gehalte an Nitrat und Ammonium eine Widerspiegelung
finden.

Zur Veranschaulichung der hydrochemischen Entwicklung
des Grundwassers im tiefen Grundwasserleiter (über 25 m
Tiefe) bzw. im zweiten Grundwasserstockwerk sind die
Ganglinien für drei Messstellen dargestellt. Die Messstellen
Martfeld, Hahnhorst II und Helzendorf II (Abb. 9-11) zeigen
übereinstimmend weitgehend gleichbleibende Konzentra-
tionen ohne Trends und ohne größere mittelfristige Schwan-
kungen.

Piper-Diagramm der GÜN-Grundwasseranalysen 1994 - 2000

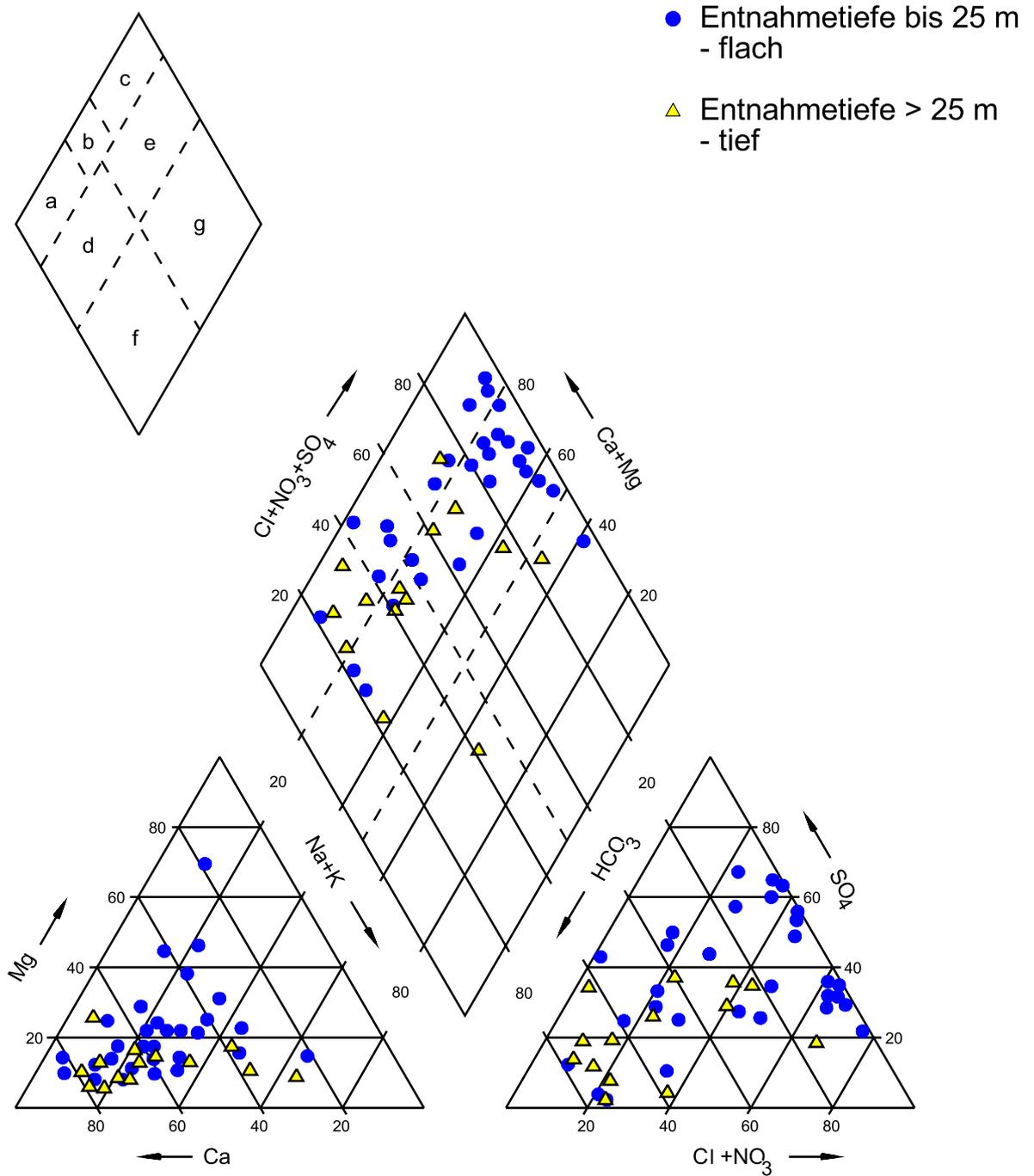


Abb. 5:
Piper - Diagramm der GÜN-Grundwasseranalysen
Mittelwerte der Jahresreihe 1994 - 2000 für die flachen und tiefen Messstellen

Messstelle: Moordeich

Fluss-Einzugsgebiet: Weser / Ochtum

Hydrogeologischer Teilraum: Mittelweser-Aller-Leine-Niederung

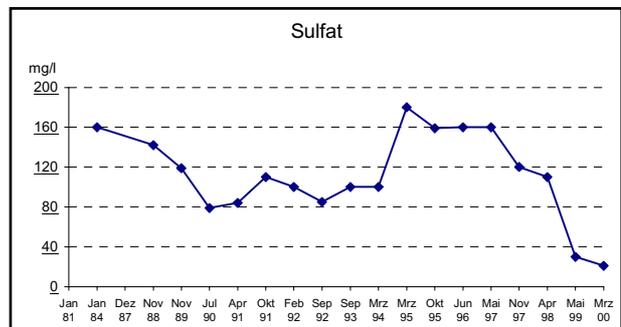
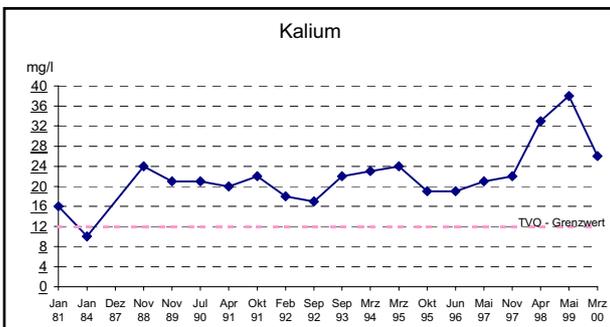
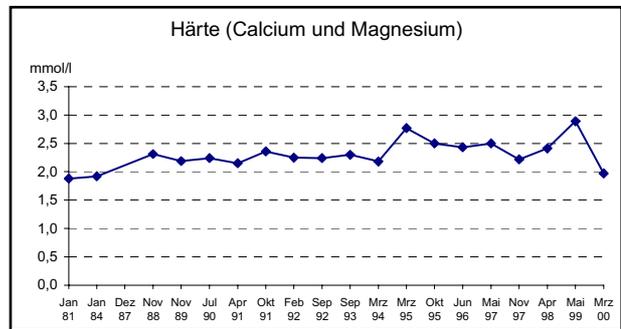
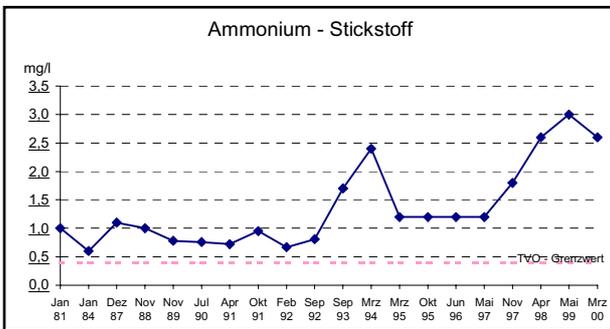
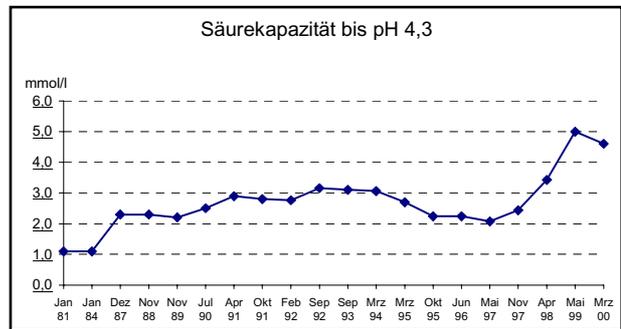
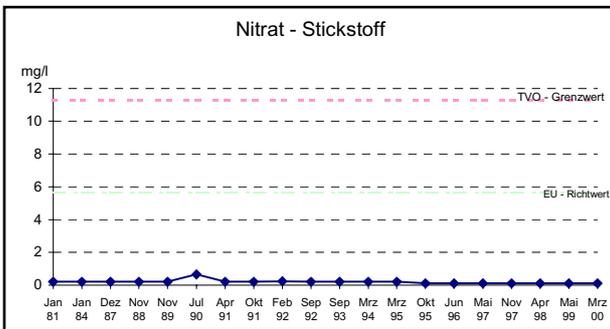
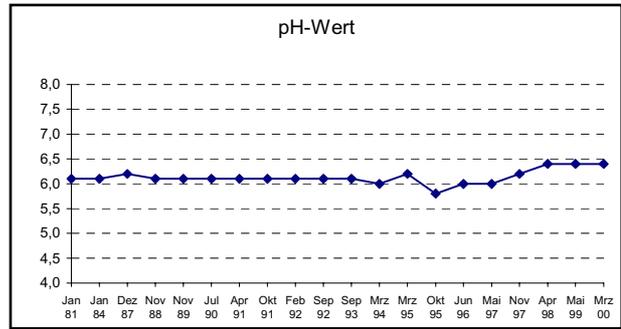
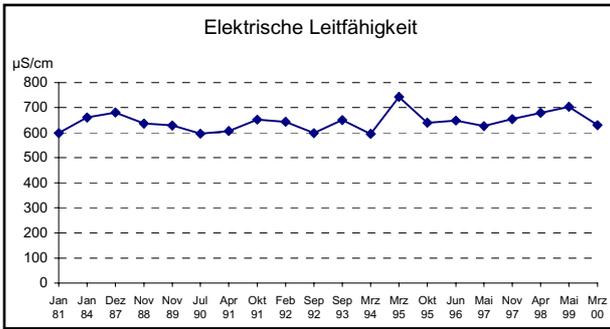


Abb. 6:
Zeitreihen ausgewählter Grundwasserinhaltsstoffe
in der Messstelle Moordeich
für den Zeitraum 1981-2000

Messstelle Gadesbünden

Fluss-Einzugsgebiet: Aller / Böhme

Hydrogeologischer Teilraum: Mittelweser-Aller-Leine-Niederung

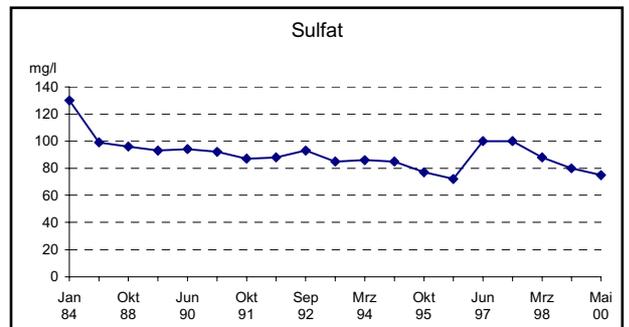
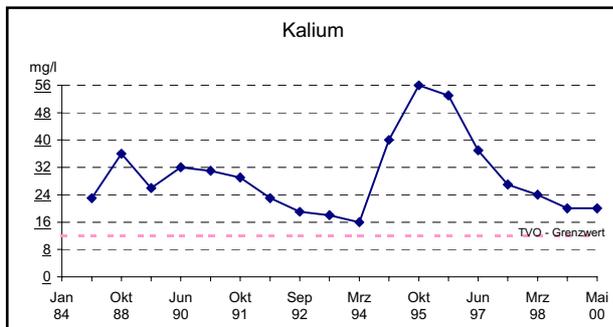
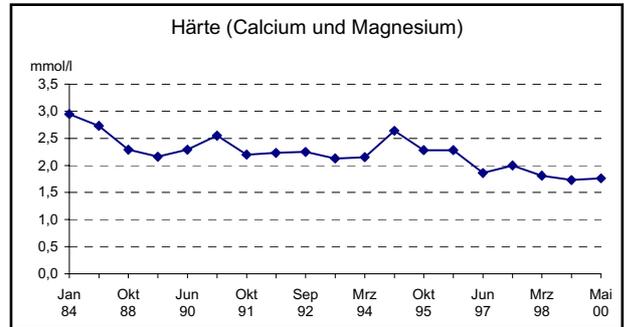
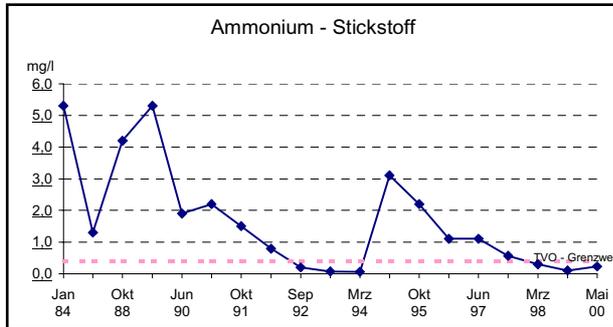
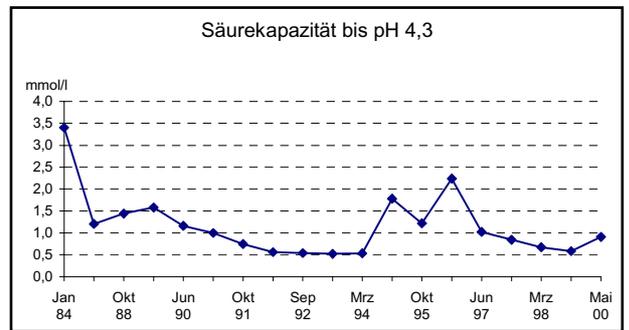
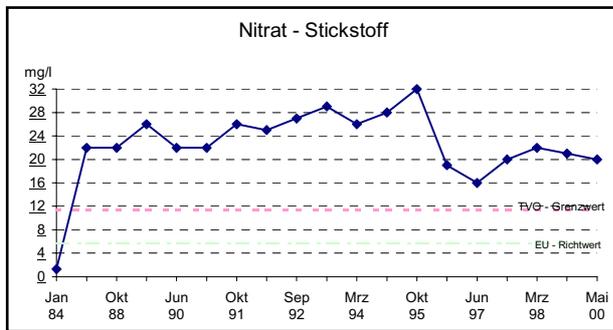
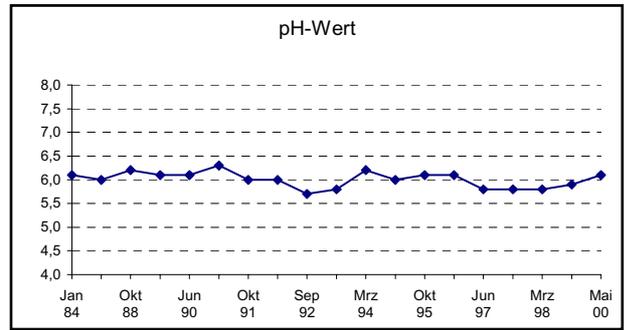
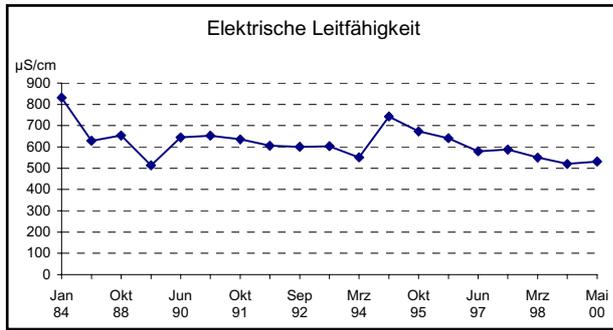


Abb. 7:
Zeitreihen ausgewählter Grundwasserinhaltsstoffe
in der Messstelle Gadesbünden
für den Zeitraum 1984-2000

Messstelle Voigtei

Fluss-Einzugsgebiet: Große Aue

Hydrogeologischer Teilraum: Diepholzer Moorniederung

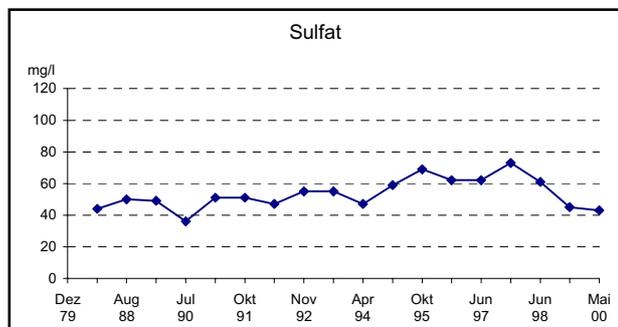
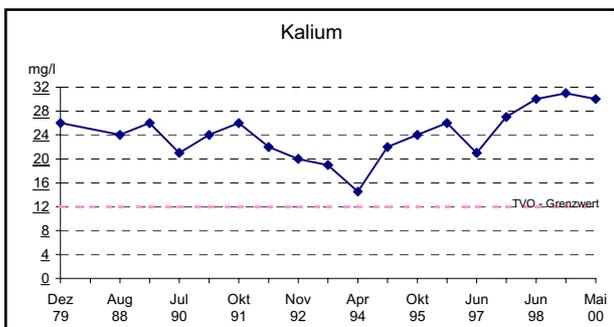
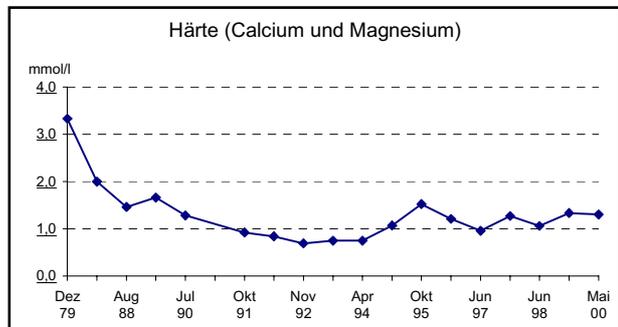
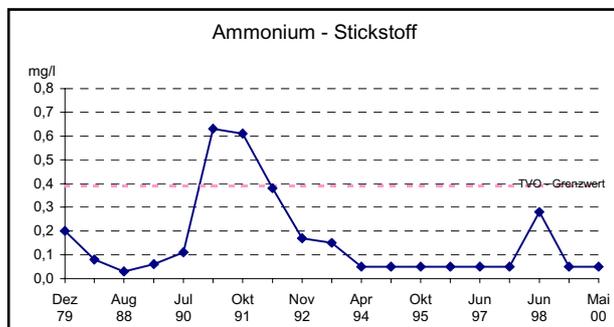
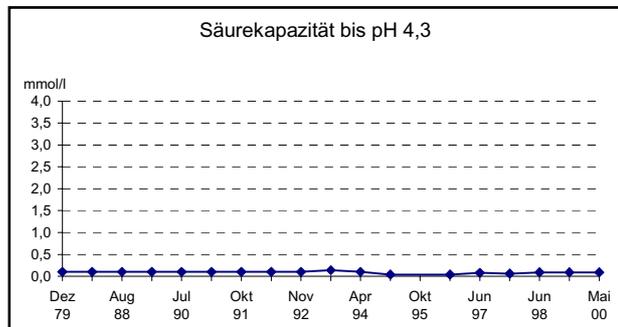
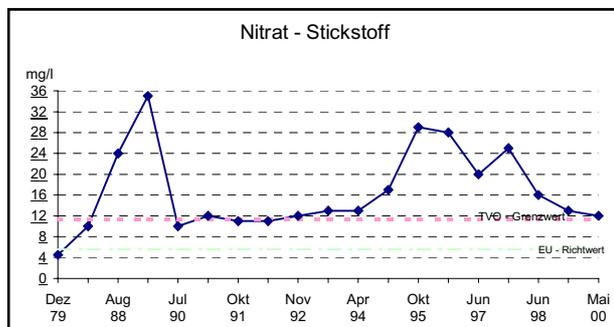
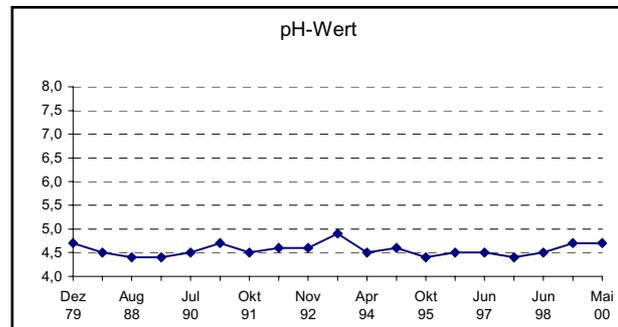
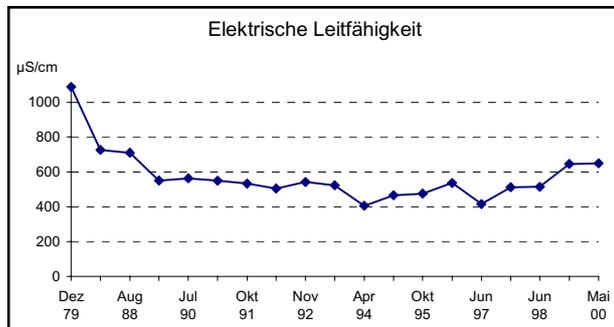


Abb. 8:
Zeitreihen ausgewählter Grundwasserinhaltsstoffe
in der Messstelle Voigtei
für den Zeitraum 1979-2000

Messstelle Martfeld

Fluss-Einzugsgebiet: Weser / Ochtum

Hydrogeol. Teilraum: Mittelweser-Aller-Leine-Niederung

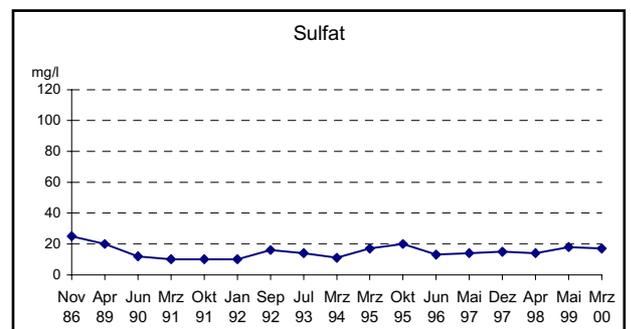
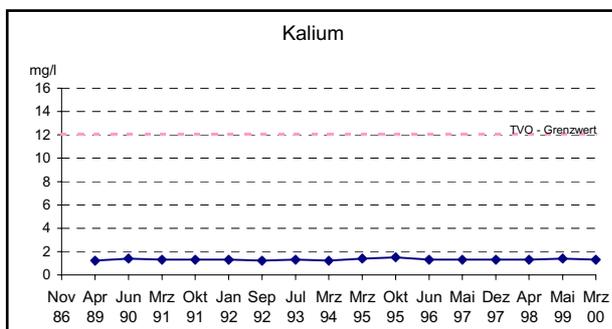
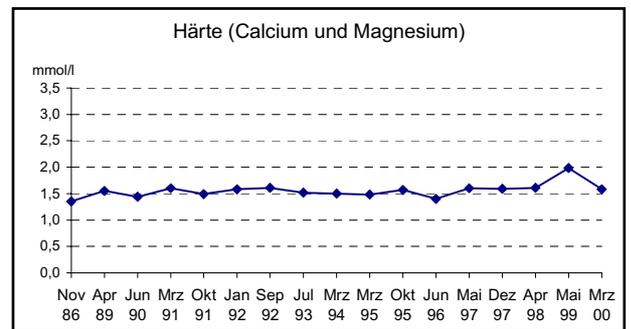
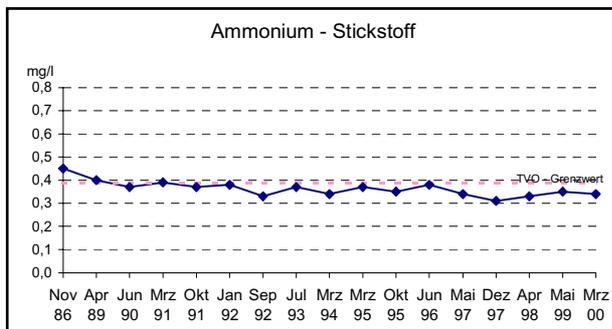
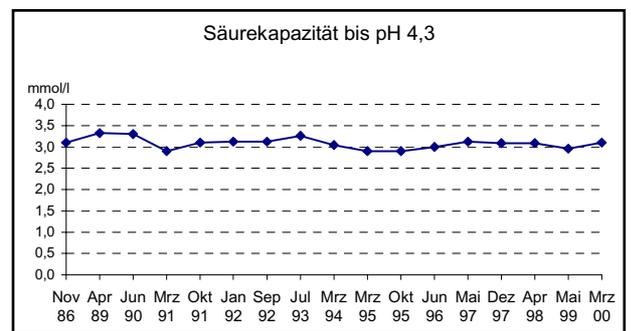
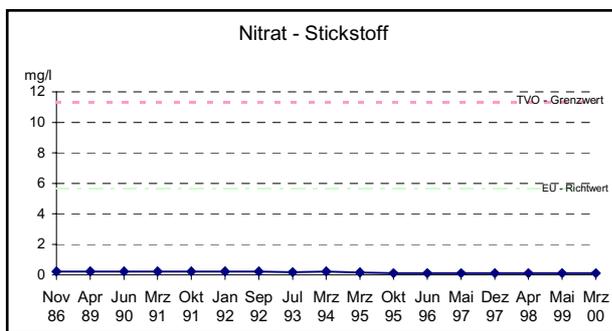
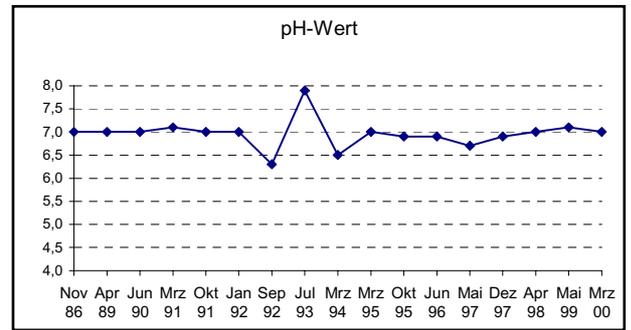
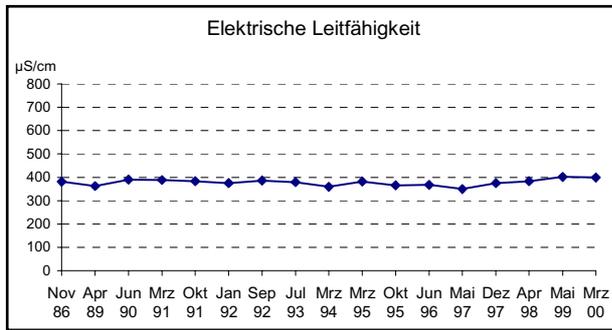


Abb. 9:
Zeitreihen ausgewählter Grundwasserinhaltsstoffe
in der Messstelle Martfeld
für den Zeitraum 1986-2000

Messstelle: Hahnhorst II

Fluss-Einzugsgebiet: Große Aue

Hydrogeologischer Teilraum: Syker Geest

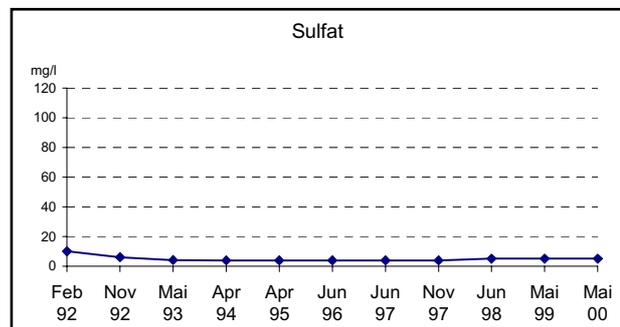
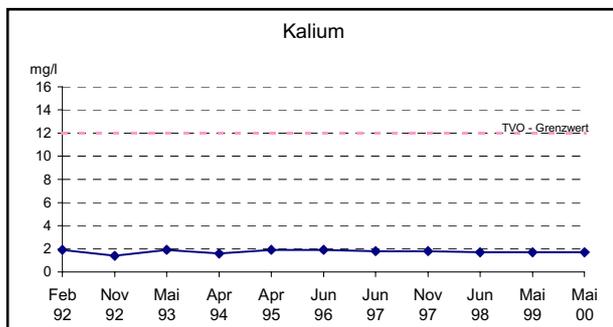
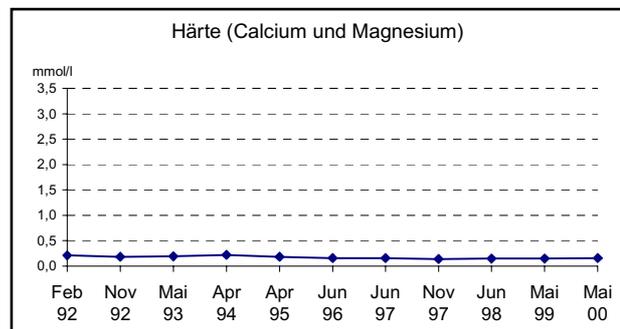
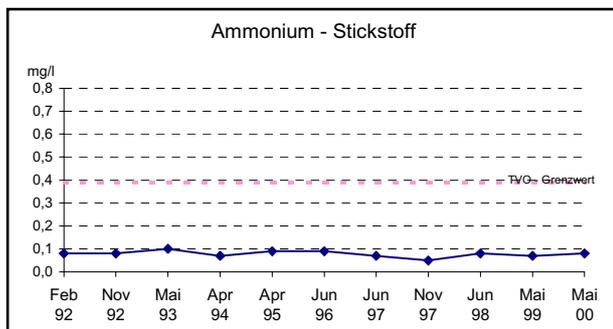
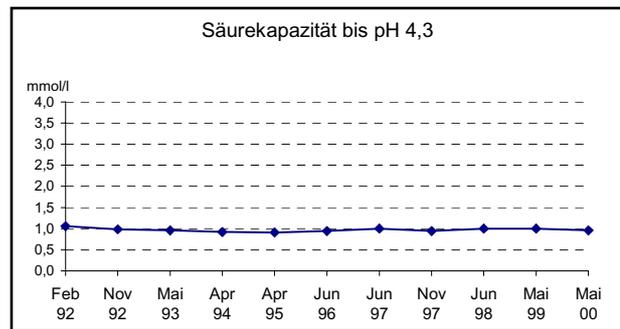
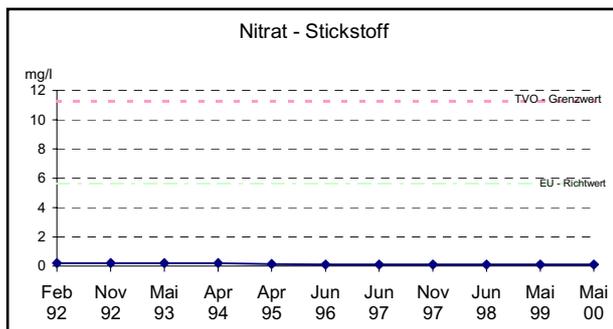
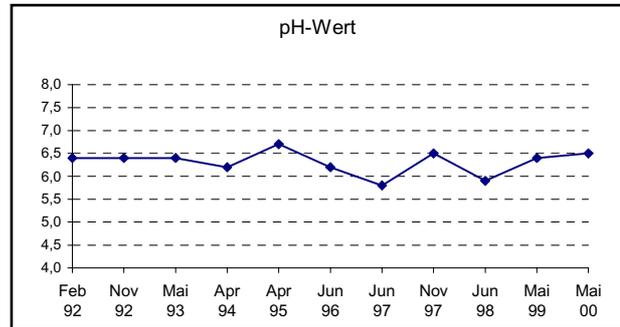
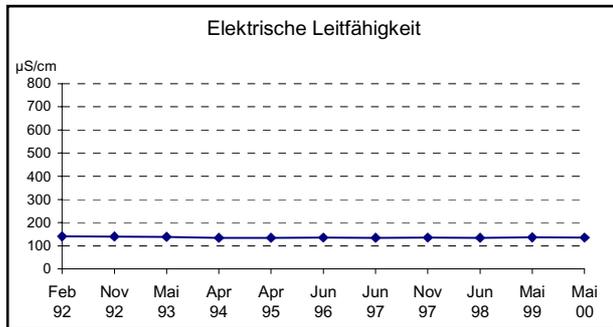


Abb. 10:
Zeitreihen ausgewählter Grundwasserinhaltsstoffe
in der Messstelle Hahnhorst II
für den Zeitraum 1992-2000

Messstelle Helzendorf II

Fluss-Einzugsgebiet: Weser / Meerbach
 Hydrogeologischer Teilraum: Syker Geest

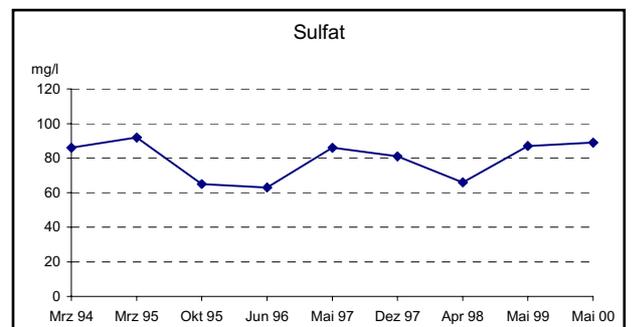
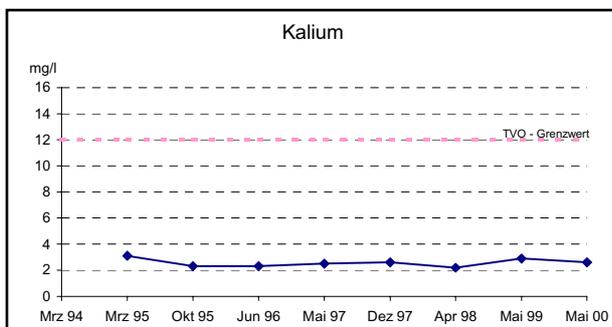
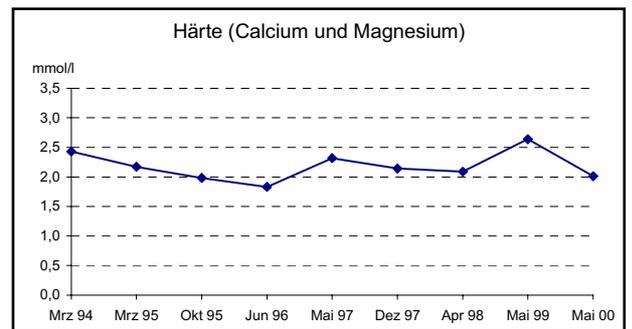
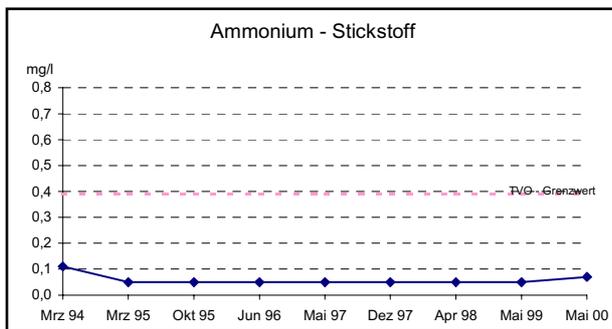
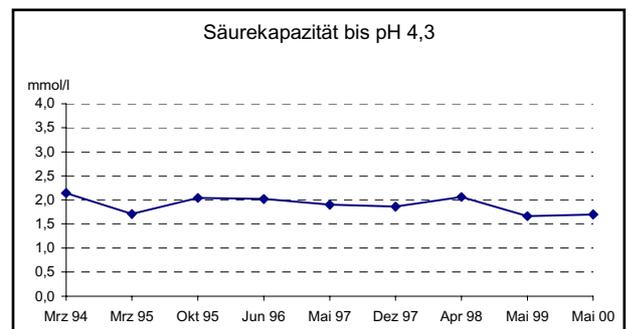
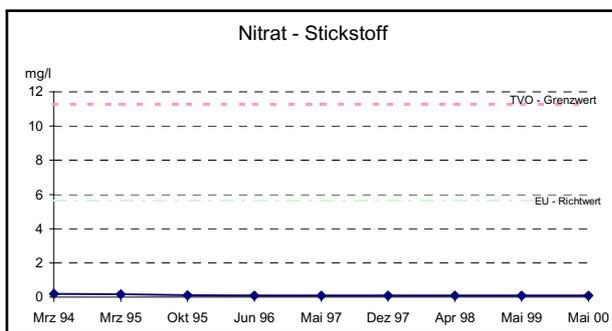
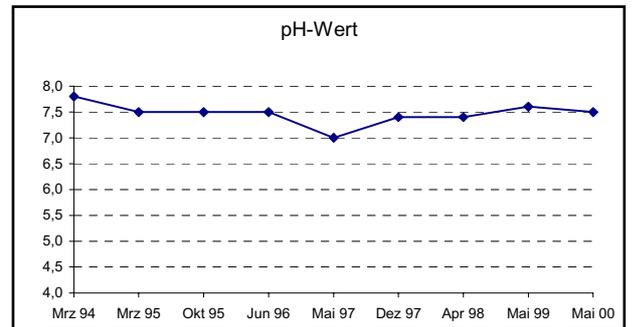
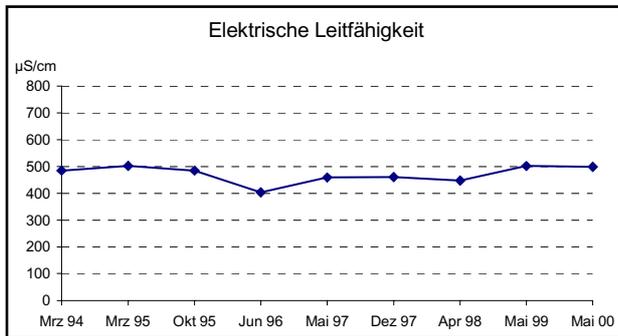


Abb. 11:
 Zeitreihen ausgewählter Grundwasserinhaltsstoffe
 in der Messstelle Helzendorf II
 für den Zeitraum 1994-2000

5. Verknüpfung mit anderen Untersuchungsprogrammen

Für die Bearbeitung spezieller wasserwirtschaftlicher und gewässerkundlicher Fragestellungen dienen Sonderuntersuchungsprogramme. Dabei wurde eine enge Verknüpfung mit den anderen Messnetzen der staatlichen Umweltüberwachung, insbesondere mit dem Grundwasserstands-Messnetz und mit den Standorten der Bodenkundlichen Dauerbeobachtungsflächen (BDF) angestrebt.

Im Rahmen des Bodeninformationssystem Niedersachsen hat das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung (NLfB) ein Messprogramm an **Bodenkundlichen Dauerbeobachtungsflächen (BDF)** eingerichtet. Dort sollen unter anderem auch Untersuchungen der Stoffeinträge und der Stoffausträge durchgeführt werden. Hinsichtlich der Pflanzenbedeckung, der Bodenfauna und -flora sowie des Bodengefüges sollen an repräsentativen Stellen die Daten über die gegenwärtigen Eigenschaften der Böden und deren langfristigen Veränderungen gewonnen werden.

Im Rahmen dieses Programms werden unter anderem Grundwasserbeobachtungen durchgeführt. Im Untersuchungsgebiet liegen u.a. die BDF-Standorte Glissen (seit 1999) und Bühren (seit 1996), an denen in den Vorjahren regelmäßige Untersuchungen der Grundwasserbeschaffenheit durch den NLWK vorgenommen worden sind. Die Auswertung der Ergebnisse erfolgt durch das NLfB. Vor kurzem sind zwei weitere Grundwassermessstellen an den Bodenkundlichen Dauerbeobachtungsflächen in Kirchdorf und in Rodewald fertig gestellt worden.

Der Auslöser einer **Oberflächen- und Grundwasserver-sauerung** ist der „saure Niederschlag“. Durch Emissionen aus Industrie, Verkehr, Kraftwerken und Massentierhaltung gelangen Schwefeldioxid, Stickoxide und Ammoniak in die Atmosphäre, wo sie wesentlich zur Säurebildung beitragen. Infolge dieses Stoffeintrages werden die geogenen Spurenstoffe wie z.B. Aluminium oder Schwermetalle im Untergrund freigesetzt, die als potentielle Schadstoffe das Grundwasser belasten können. Eine entscheidende Rolle spielt hier das Puffervermögen des Untergrunds. Durch die in den Landkreisen Diepholz und Nienburg auftretenden überwiegend basenarmen Sandböden ist dieses Thema hier von besonderer Bedeutung. In diesem Zusammenhang hat das Land Niedersachsen seit 1984 sukzessiv ein Messnetz zur Überwachung der **Niederschlagsbeschaffenheit (Deposition)** eingerichtet. Dabei werden die Stoffe, die mit dem Niederschlag als nasse Deposition sowie der wasserlösliche Anteil des Staubs und seiner trockenen Form (in der Trockenzeit) erfasst und auf geeignete Parameter untersucht. Solche Stoffgruppen wie Säurebildner, Nährstoffe und Schwermetalle sind hinsichtlich der Auswirkung der Luftschadstoffe auf die Gewässerbeschaffenheit besonders

von Bedeutung. Dabei wurde eine enge Verknüpfung mit den anderen Messnetzen der staatlichen Umweltüberwachung, insbesondere mit dem Grundwassergüte-Messnetz und den Standorten der Bodenkundlichen Dauerbeobachtungsflächen angestrebt. Im Rahmen dieses Programms ist im Untersuchungsgebiet im Jahre 1992 in Schwaförden ein Sammler im Freiland zur Erfassung der Beschaffenheit des Niederschlags errichtet worden. Die Auswertung erfolgt durch Bildung eines Jahresmittelwertes der Konzentrationen und Angabe des niedrigsten und höchsten Monatswertes pro Messstelle und Kenngröße. Zusätzlich werden gewichtete Durchschnittskonzentrationen berechnet; dabei werden die Niederschlagsmengen mit einbezogen.

Es werden auch Jahresfrachten der Stoffeinträge bezogen auf die Fläche errechnet. Die Messstelle in Schwaförden hatte in den Jahren 1992 bis 2000 folgende mittlere jährliche Eintragsraten verzeichnet:

Chlorid	13 kg/ha*a,
Sulfat	20 kg/ha*a
Stickstoff	14 kg/ha*a (Ammonium und Nitrat).

Das Verhältnis von Ammonium- zu Nitratreintrag dient als Anzeiger für den Einfluss der landwirtschaftlichen Emission. Mit einem Wert von 1,5 gibt es Anzeichen auf ein insgesamt weniger belastetes Gebiet. Der Mittelwert der letzten neun Jahren ist auf 1,51 gesunken (früher 1,6 bis 2,1), da die Befunde besonders bei Ammonium in den letzten zwei Jahren im Vergleich zu den früheren Jahren um ca. 25 % gesunken sind. Eine ähnliche Tendenz ist bei der Entwicklung der Sulfat- und Chloridfrachten zu beobachten.

Ein Gefährdungspotential für das Grundwasser geht von den **Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln (PBSM)** aus. Seit der Einrichtung der Grundwassergütemessnetze wurden zur Erkundung der betreffenden Belastungssituation vom Niedersächsischen Landesamt für Ökologie (NLÖ) mehrere Sonderprogramme zur Untersuchung des Grundwassers auf Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel (PBSM) aufgelegt. Dabei ist in den Jahren 1991/92, 1993/94 und 1996/97 vor allem das oberflächennahe Grundwasser in überwiegend landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten betrachtet worden. In den Landkreisen Diepholz und Nienburg sind damals 40 Messstellen untersucht worden; es wurde aber kein Nachweis über derartige Problemstoffe erbracht.

Im Rahmen des Ergänzungsprogramms läuft seit Anfang 1990 ein Untersuchungsumfang (Abb. 3 und 4), zu dem unter anderem die Kenngrößen Aluminium, Arsen, Bor und Nickel zählen.

Zu diesen **anorganischen Spurenstoffen** gehören Substanzen, die ausschließlich geogener Herkunft sind (z.B. Aluminium) und solche, die auch anthropogen eingetragen sein können (z.B. Schwermetalle). Typisch für viele dieser Substanzen ist, dass ihre Konzentrationen von pH-Wert und Redox-Potenzial abhängen und durch Lösungsgleichgewichte mit schwerlöslichen Verbindungen kontrolliert werden. Ihre chemische Mobilität ist überwiegend gering. Für viele Substanzen, speziell für Schwermetalle, konnten bei den meisten Analysen (Tab.1) keine Gehalte über der Nachweisgrenze festgestellt werden. Einzelne abweichende hohe Konzentrationen (z.B. Arsen) stellen lokale Besonderheiten dar und bedürfen gesonderten Untersuchungen. Bor

und Aluminium liegen auch mit Befunden über den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung vor. Die Untersuchungsergebnisse lassen bisher keinen räumlichen oder zeitlichen Belastungsschwerpunkt erkennen.

Für die **Leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW)** sieht die Trinkwasserverordnung eine zulässige Höchstkonzentration von 10 µg/l (Summengrenzwert) und für Tetrachlormethan von 3 µg/l vor. Diese Konzentrationen wurden in dem betrachteten Raum bei 68 Untersuchungen im Verlauf der letzten 8 Jahre in keinen einzigen Fall überschritten.

6. Entwicklung der Nitratbelastung des Grundwassers

In natürlich zusammengesetzten Grundwässern kann eine Grundlast an Nitrat vorliegen. Das ist auf die vielfältigen **Vorgänge des Stickstoffkreislaufes** in der Durchwurzelungszone des Bodens zurückzuführen. Der größte Anteil des Stickstoffvorrates im Boden entfällt auf die organische Bodensubstanz. Die Menge des organisch gebundenen Stickstoffs beträgt ca. 90 % des gesamten im Boden verbleibenden Stickstoffs. Der Anteil an mineralischen Stickstoffformen - hier Ammonium, Nitrit und Nitrat - ist im Gegensatz dazu relativ gering. Die geochemische Zusammensetzung kann nicht als Faktor für die Nitratvorkommen im Grundwasser angesehen werden, da in unserer Gegend keine natürlichen Vorkommen solcher Gesteine wie z.B. Chilesalpeter oder Kalisalpeter auftreten. Jeder Boden hat einen für seinen Standort typischen Humusgehalt. In dieser organischen Substanz ist der Stickstoff gebunden. Der größte Anteil des organisch gebundenen Stickstoffs liegt bei jeder Bodenart im Oberboden.

Durch die biologische **Mineralisierung** wird der gebundene Stickstoff erst zu Ammonium (NH_4^+) umgesetzt und anschließend durch die Tätigkeit nitrifizierender Bakterien über Nitrit bis zum Nitrat oxidiert. Andererseits sind im anaeroben Milieu auch Reduktionsvorgänge möglich, die bis zur Bildung von Ammoniak bzw. Ammonium führen können. Je nach Bodenart kann es hierdurch zu einer mehr oder weniger starken natürlichen Belastung des Grundwassers kommen.

Die Belastung der Luft mit Stickoxiden aus Emissionen von Kraftwerken, Industrie und Kraftfahrzeugen war früher relativ hoch. Durch die Auswaschung der Luftverunreinigungen gelangen Nitrat und Ammonium in das Niederschlagswasser. Eine weitere Quelle sind die Ablagerungen von Luftverunreinigungen auf dem Boden, vor allem nach längeren Trockenzeiten. Die löslichen Bestandteile, wie Nitrat und Ammonium, werden mit dem Niederschlag über das Sickerwasser in das Grundwasser ausgewaschen.

Die **Nitratauswaschung** findet überwiegend in der vegetationslosen Zeit - zwischen Herbst und Frühjahr - statt, da in diesem Zeitraum die Versickerung der Niederschläge weitaus höher ist. Bei leicht durchlässigen Böden kann es sehr schnell zu einer Auswaschung in Bereiche unter der durchwurzelten Bodenzone kommen.

Im Spätherbst oder bei einem milden Winter können auch erhebliche Mengen an Ernterückständen mineralisiert werden. Dadurch kommt es zu einer Erhöhung der Nitratwerte im Oberboden und bei einer nachfolgenden Auswaschung zu einem Eintrag in das Grundwasser.

Im Frühjahr ist die Auswaschungsgefahr durch einsetzende Niederschläge und Schneeschmelze sehr hoch, weil die Stickstoffmengen von den Pflanzen zu Beginn der Vegetationsperiode noch nicht vollständig verwertet werden können.

In der Hauptvegetationszeit kommt es zu einer verstärkten Stickstoffaufnahme durch die Pflanzen und dadurch zu einer geringeren Nitratauswaschung in das Grundwasser. Bei Überdüngung landwirtschaftlich genutzter Flächen können aber auch in dieser Jahreszeit erhebliche Nitratmengen versickern. Auch eine nicht sachgerechte Feldbearbeitung kann zu einer Nitratverlagerung führen. Es ist darauf zu achten, dass die Höhe der Beregnungsgabe in Abhängigkeit von der Bodenart, der aktuellen Wetterlage und Bodenfeuchte sowie dem fruchtspezifischen Wasserbedarf unter Berücksichtigung des Entwicklungsstadiums der Pflanzen erfolgt.

Nitratstickstoff ist einerseits ein lebensnotwendiger Pflanzennährstoff, andererseits aber auch ein mit einem Grenzwert belegter Inhaltsstoff unseres Trinkwassers. Die EG-Richtlinie von 1980 setzt für Trinkwasser eine Höchstkon-

zentration von 50 mg/l Nitrat (NO_3) an. Zusätzlich wird eine Richtzahl von 25 mg/l Nitrat genannt, die möglichst nicht überschritten werden sollte. Die Trinkwasserverordnung ließ früher einen Nitrat-Grenzwert von 90 mg/l zu. Seit 01.01.86 wurde dieser in Umsetzung der EG-Richtlinie ebenfalls auf 50 mg/l begrenzt.

Die zuletzt gemessenen Nitrat-Werte in den Jahren 1988 - 2000 wurden zur weiteren Auswertung bestimmten Klassen zugeordnet. Eine Übersicht dieser Klassifizierung liefert die Grundwassergütekarte „Nitrat NO_3 “ (Karte 12). Diese letzten Befunde werden in Abhängigkeit von der Tiefe (d.h. bei Entnahme bis 25 m und über 25 m Tiefe) mit gleichzei-

tigen Darstellungen der Häufigkeitsverteilungen ausgewertet.

Als unbelastet d.h. mit Nitratkonzentration < 1 mg/l NO_3 können 48 % der oberflächennahen (bis 25 m Tiefe) und 95 % der tiefen Grundwassermessstellen eingestuft werden. Mit Nitratkonzentrationen zwischen 1 und 50 mg/l gelten dementsprechend 32 % der flachen und 15 % der tiefen Messstellen als gering bis mäßig belastet. Bei 19 % der flachen Messstellen treten Nitratkonzentrationen oberhalb 50 mg/l auf; sie gelten als stark bis sehr stark belastet. Die folgende Tabelle zeigt die landkreisbezogene Nitratbelastung des Grundwassers anhand der zuletzt gemessenen NO_3 -Werte aus den Jahren 1988 bis 2000.

Tabelle 3:
Nitratbelastung der Grundwassermessstellen in den Landkreisen Diepholz und Nienburg.
- Letzte Messwerte der Jahresreihe 1988 bis 2000 -

Landkreis	Art der Messstelle	Anzahl der Messungen	Unbelastet < 1 mg/l NO_3	Gering bis mäßig belastet 1 bis 50 mg/l NO_3	Stark belastet > 50 mg/l NO_3
Diepholz	flach	77	42%	35%	23%
	tief	67	84%	16%	0%
Nienburg	flach	71	55%	30%	15%
	tief	38	81%	16%	3%

Erhöhte Nitratbefunde im oberen Grundwasserbereich sind, von seltenen Ausnahmen abgesehen, auf eine intensive landwirtschaftliche Nutzung zurückzuführen. Die Median-Werte der Nitratgehalte liegen im Untersuchungsgebiet in den flachen GÜN-Messstellen (Tab. 2) bei 13 mg/l und schwanken zwischen 0,5 und 217 mg/l. Maximalwerte

findet man in Gebieten mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung und sandigen Böden mit geringem Rückhaltevermögen. In den tiefen Brunnen findet man sehr geringe Nitratgehalte mit einem Median-Wert von etwa 0,5 mg/l. Die dort schon primär geringere Belastung wird noch durch mikrobiellen Nitratabbau weiter verringert.

7. Versauerungstendenzen im Grundwasser

Atmogene Depositionen stellen eine wesentliche Komponente im Stoffhaushalt der Böden Niedersachsens dar. Durch natürliche Vorgänge besonders aber durch menschliche Aktivitäten werden große Stoffmengen verfrachtet (Emission). Der Verbrauch von fossilen Energieträgern bei Verbrennungsprozessen und landwirtschaftlichen Tätigkeiten verursachen die Emission von Schwefeldioxid (SO_2), Stickoxiden (NO_x) und Ammoniak (NH_3).

Während Schwefeleinträge vor allem für den Säurehaushalt der Ökosysteme von Bedeutung sind, haben Stickstoffeinträge sowohl eine versauernde wie eine eutrophierende Wirkung. In Waldbeständen werden besonders hohe Depositionsraten erreicht, weil sie Luftinhaltsstoffe effektiv filtern. In Wäldern wird die Höhe der Deposition von der vorherrschenden Baumart beeinflusst, wobei Fichtenbestände die höchsten Eintragsraten

aufweisen. Belastungsschwerpunkte sind niederschlagsreiche Regionen mit intensiver Tierhaltung, wo besonders hohe Ammonium-Einträge zu finden sind.

Durch die **Deposition** von Schwefel- und Stickstoffverbindungen wird Säure in die betroffenen Ökosysteme eingetragen. Hierbei ist zwischen direkten Säureeinträgen durch Schwefelsäure und Salpetersäure und indirekten Säureeinträgen zu entscheiden. Durch den **Eintrag von Ammonium** (NH_4) entsteht indirekt eine Säurebelastung, wenn dieser Nährstoff von Pflanzen aufgenommen und in die organische Substanz überführt bzw. wenn es zu Nitrat (NO_3^-) nitrifiziert wird. Sowohl bei der Nitrifikation wie beim Einbau in organische Substanz wird Säure gebildet. Die eingetragene Säure kann durch verschiedene Puffermechanismen neutralisiert werden. Die wichtigsten **Puffermechanismen** sind die Freisetzung basischer Kationen durch Verwitterung und der Eintausch der

H⁺-Ionen gegen basische Kationen am Kationenaustauschkomplex. Vor dem letzteren Mechanismus ist oft noch die Freisetzung von Aluminium-Ionen aus aluminiumhaltigen Verbindungen vorgeschaltet. Statt der H⁺-Ionen werden dann Aluminium-Ionen gegen basische Kationen eingetauscht.

In Ökosystemen, die sich im Gleichgewicht befinden, also weder an Biomasse zunehmen noch abnehmen, halten sich Aufnahme und Mineralisation von basischen Kationen die Waage. Bei der Entnahme von Biomasse oder in wachsenden Beständen werden dem Boden mehr basische Kationen als Anionen starker Mineralsäuren entnommen, d.h. ein Überschuss an Basen wird entfernt. Umgekehrt werden in Phasen verstärkter Mineralisation organischer Substanz mehr basische Kationen freigesetzt und konsumiert. Dies bedeutet, dass in allen forstlich genutzten Wäldern und z.T. in landwirtschaftlich genutzten Böden durch den Entzug eines Basenüberschusses eine zusätzliche Säurebelastung entsteht.

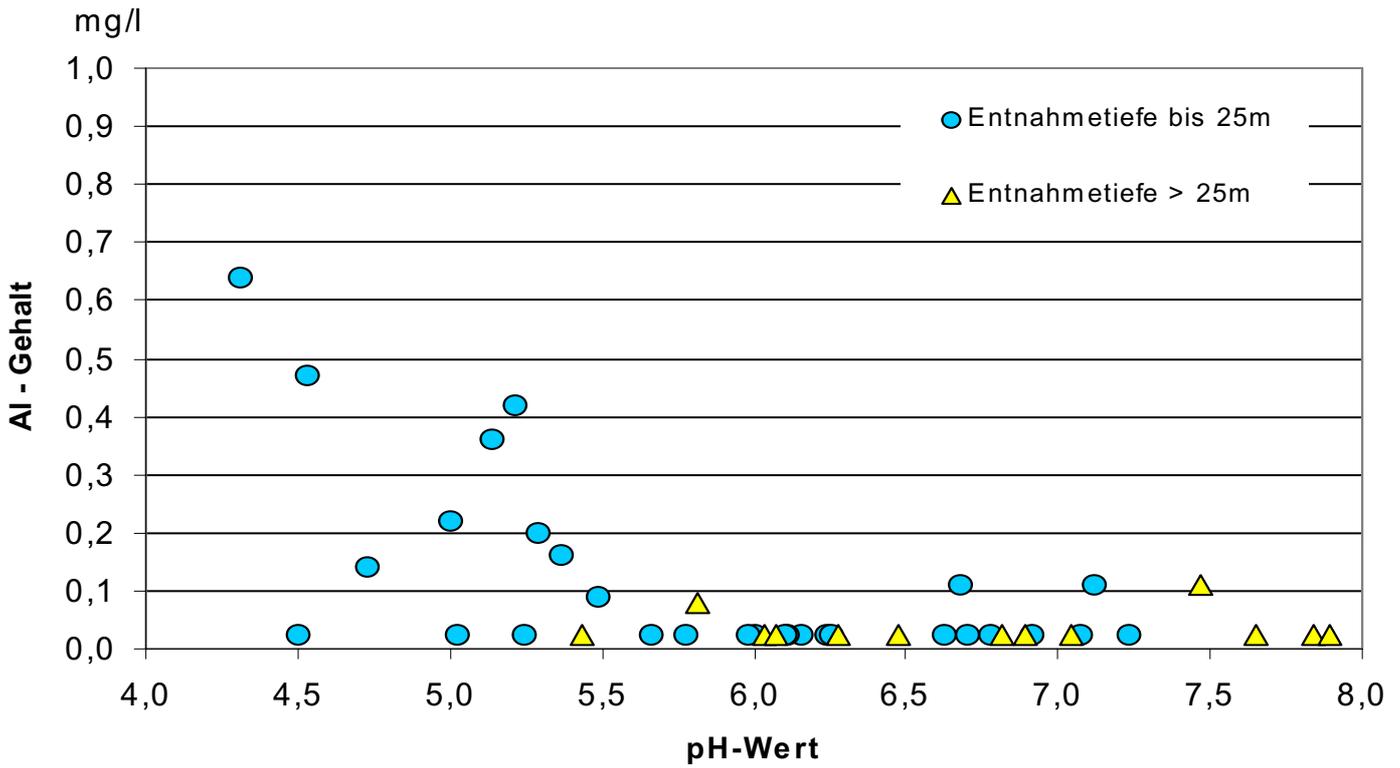
Während Kationen im Boden wirkungsvoll zurückgehalten werden können, stehen für Anionen kaum Bindungsplätze zur Verfügung, weshalb sie leicht mit dem Sickerwasser aus dem Boden ausgetragen werden. Nach dem Elektroneutralitätsprinzip müssen die Anionen von einer entsprechenden Menge Kationen begleitet werden. Befindet sich der Boden im **Aluminium-Pufferbereich**, treten stets auch größere Mengen Aluminium-Ionen (Al³⁺) im Sickerwasser auf. Abbildung 12 zeigt die Zu-

sammenhänge zwischen der Aluminiumkonzentration, dem pH-Wert und der Entnahmetiefe der GÜN-Proben der Jahresreihe 1994 – 2000 im Untersuchungsgebiet.

Auffallend ist hier der hohe Anteil an Befunden, bei denen der Aluminium-Grenzwert von 0,2 mg/l nach der Trinkwasserverordnung überschritten war. Im Hinblick auf die oben genannten Eigenschaften des Aluminiums kann dies nur im Zusammenhang mit der voranschreitenden Versauerung stehen, die im Wesentlichen von sauren Niederschlägen auf die Erdoberfläche ausgeht. Abbildung 12 zeigt auch, dass die hohen Aluminiumkonzentrationen vorwiegend aus Tiefen bis 25 m stammen. In einigen Grundwassermessstellen und auch in Rohwassermessstellen verschiedener Wasserwerke im Untersuchungsgebiet wurden in der Vergangenheit schon erhöhte Aluminiumkonzentrationen über diesem Grenzwert festgestellt.

Zur Beurteilung des Grades der Versauerung ist der pH-Wert nur ein erstes Kriterium. Der Zusammenhang zwischen versauernd und neutralisierend wirkenden Inhaltsstoffen wird durch die „Alkalinität“ (Bittersohl 1995) als Äquivalenzdifferenz (µeq/l) zwischen dem Kationen- und Anionengehalt beschrieben. Bei fortschreitender Versauerung nimmt die Alkalinität ab, d.h. das Übergewicht von Kationengehalten sinkt dann unter 100 µeq/l.

Aluminiumkonzentration und pH-Wert



Aluminiumkonzentration und Entnahmetiefe

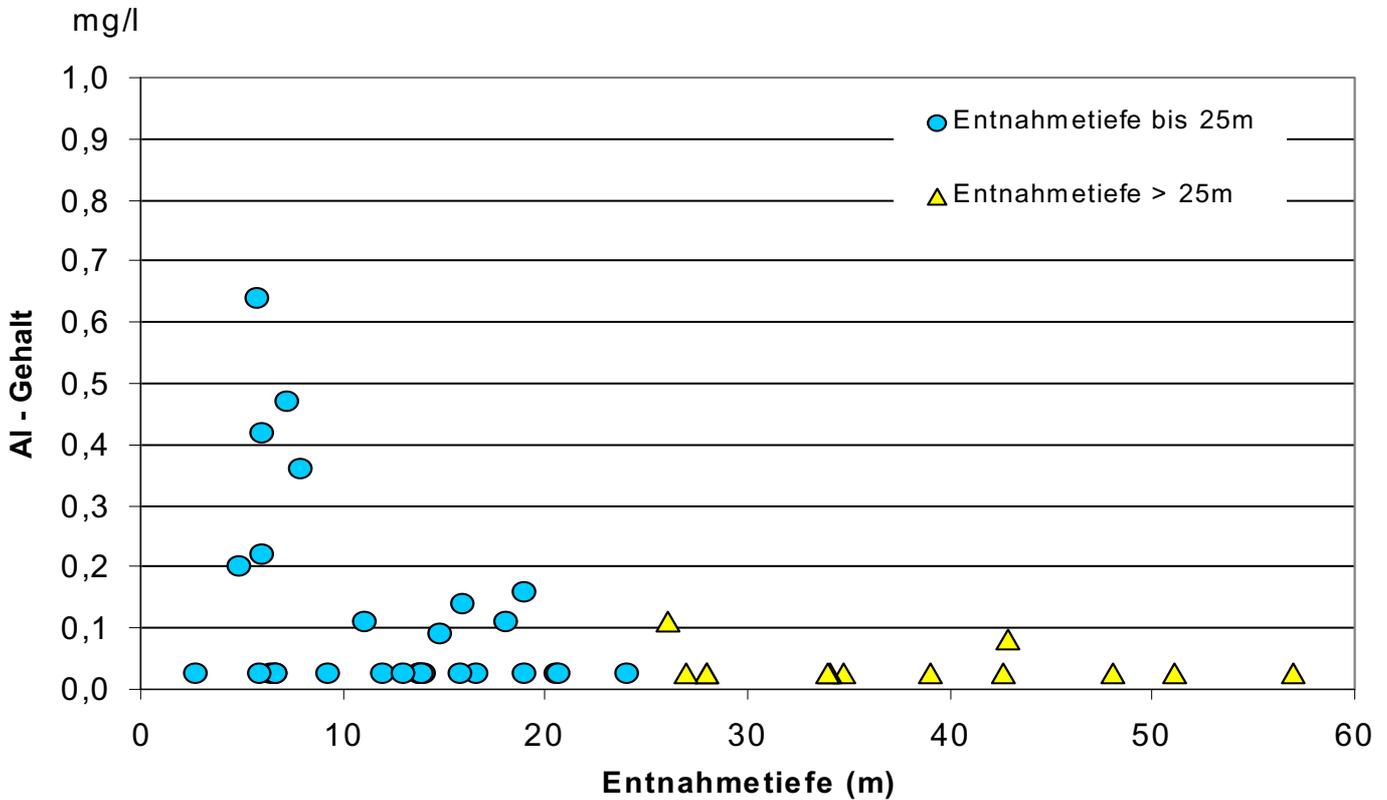


Abb. 12:
Aluminium im Grundwasser bei GÜN - Proben der Jahresreihe 1994 - 2000

8. Rohwassergüte der öffentlichen Wasserversorgung

Die **öffentliche Wasserversorgung** ist eine Aufgabe der Kommunen, die sie im eigenen Wirkungskreis wahrnehmen. Sie wird entweder von den Kommunen selbst oder von dafür gegründeten Versorgungsverbänden übernommen.

In der Tabelle 4 sind einige Daten zur öffentlichen Wasserversorgung für den Zeitraum 1988 bis 1999 in den Landkreisen Diepholz und Nienburg dargestellt.

Wie aus der Tabelle 4 zu entnehmen ist, wird derzeit die öffentliche Trinkwasserversorgung von 17 Wasserwerken mit insgesamt 89 Förderbrunnen sichergestellt.

Gemäß § 48 Niedersächsisches Wassergesetz (NWG) können **Wasserschutzgebiete** festgesetzt werden, um das Grundwasser vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen. Gemäß § 147 NWG sind die Unternehmen der öffentlichen Trinkwasserversorgung verpflichtet, die Beschaffenheit des zur Trinkwasserversorgung gewonnenen Wassers (Rohwasser) untersuchen zu lassen. Art und Umfang der Untersuchungen richten sich nach den Vorgaben der 12. Ausführungsbestimmung zum NWG und dem DVGW-Hinweisblatt W 254/1988.

Die Ergebnisse der **Rohwasseruntersuchungen** sind den örtlich zuständigen Betriebsstellen des NLWK als Dienststellen des Gewässerkundlichen Landesdienstes vorzulegen.

Die durchgeführte Auswertung der Rohwasseruntersuchungen basiert auf den vorgelegten Ergebnissen innerhalb des Zeitraumes 1988 bis 1999. Für die Auswertung wurden die Kenngrößen pH-Wert, Nitrat, Ammonium, Kalium, Calcium, Sulfat, Aluminium sowie die Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel ausgewählt. Bei den Kenngrößen pH-Wert, Nitrat, Ammonium, Kalium, Calcium und Sulfat wurden die achtklassigen Häufigkeitsverteilungen in Bezug auf die zuletzt gemessenen Befunde (Stand 1999) bei 87 Förderbrunnen der langjährigen Datenreihe 1984-1999 (Abb. 13 - 18) dargestellt.

Bei der Kenngröße Aluminium sind in 2,7 % der Rohwasserproben höhere Konzentrationen als der Grenzwert im Trinkwasser (0,2 mg/l) festgestellt worden. Diese Konzentrationen sind jedoch nicht durchweg mit niedrigen pH-Werten gekoppelt; nur den einzelnen Aluminiumbefunden entsprechen die pH-Werte unter 5. Bei der Aufbereitung des Rohwassers zu Trinkwasser wird der Gehalt an Aluminium unter den Grenzwert gesenkt.

Erhöhte Schwermetallgehalte über den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung sind bei den Untersuchungen der Rohwasserproben nicht gefunden worden.

ten mancherorts auf einen Stoffeintrag aus der Landwirtschaft hin. Es wurden ebenfalls achtklassige Häufigkeitsverteilungsdiagramme der 217 zuletzt ermittelten Befunde von Untersuchungen aus den Jahren 1985 bis 1997 dargestellt (Abb. 13 - 18). Diesen Diagrammen wurden zum Vergleich noch die graphischen Auswertungen der Grundwasseruntersuchungen von 152 flachen gewässerkundlichen Messstellen gegenüber gestellt.

Die Auswertung der **Nitratgehalte** (Abb. 14) hat ergeben, dass 31 % der Rohwasserförderbrunnen nitratfreies Wasser ($< 1 \text{ mg/l NO}_3$) liefern und 43 % als nur mäßig belastet (1 bis 25 mg/l NO_3) einzustufen sind. Es sind aber auch 10 % der Förderbrunnen der öffentlichen Trinkwasserversorgung im Gebiet als belastet bis stark belastet ($> 50 \text{ mg/l}$) anzusehen.

Die Beprobungen des Grundwassers aus oberflächennahen **Vorfeldmessstellen** in Wassergewinnungsgebieten deu-

Wasserversorungsverband	Wasserwerk	Gemeinde	Landkreis	Fläche km ²	Rahmenplanungs- Raum	Anzahl der Brunnen	Mittlere Fördermengen 1988 - 2000 in Mio. m ³	Fördermenge 2000 in Mio. m ³
Energieversorgung Barnstorf	St. Hüffe	Diepholz	Diepholz	13,8	Hunte	5	1,60	1,78
Energieversorgung Barnstorf	Wagenfeld	Wagenfeld	Diepholz	5,4	Hunte	5	1,08	0,93
Harzwasserwerke GmbH	Ristedt	Syke	Diepholz	106,6	Große Aue - Ochtum	19	16,10	15,32
Harzwasserwerke GmbH	Liebenau II	Liebenau	Nienburg	46,1	Große Aue - Ochtum	9	4,49	2,51
Samtgemeinde Altes Amt Lemförde	Lemförde	Altes Amt Lemförde	Diepholz	8	Hunte	4	0,43	0,44
WV SULINGER LAND	Sulingen	Sulingen	Diepholz	10,3	Große Aue - Ochtum	6	0,85	0,82
WV SULINGER LAND	Schwaförden	Schwaförden	Diepholz	10	Große Aue - Ochtum	4	1,31	1,31
WV SULINGER LAND	Kirchdorf	Kirchdorf	Diepholz	6,4	Große Aue - Ochtum	4	0,78	0,70
Stadtwerke Nienburg (Weser) GmbH	Nienburg	Rehburg - Loccum	Nienburg	5,6	Mittelweser	7	1,31	1,29
Wasserverband Rehburg - Loccum	Loccum	Rehburg - Loccum	Nienburg	1,7	Mittelweser	5	0,19	0,25
IVG Immobilien GmbH & Co. Liebenau	Maiwiese	Steyerberg	Nienburg		Große Aue - Ochtum	3	0,44	0,74
IVG Immobilien GmbH & Co. Liebenau	Blockhaus	Liebenau	Nienburg	6	Große Aue - Ochtum	3	0,71	0,54
Wasserversorgungsbetrieb Stolzenau	Stolzenau	Stolzenau	Nienburg	3,2	Mittelweser	4	0,40	0,39
WV Samtgemeinde Grafschaft Hoya	Hoya	Hoya	Nienburg	5,3	Mittelweser	4	0,57	0,75
WBV Calle	Calle	Hoya	Nienburg	0,1	Mittelweser	1	0,03	0,02
Wasserverband An der Fährse	Drakenburg	Heemsen	Nienburg	4,4	Mittelweser	4	0,70	0,65
Wasserverband Nienburg Süd	Uchte	Uchte	Nienburg	0,7	Große Aue - Ochtum	2	0,19	0,16

Tabelle 4:
Öffentliche Wasserversorgung in den Landkreisen Diepholz und Nienburg in den Jahren 1988-2000
- Fördermengen der Wasserwerke -

Darüber hinaus sind 47 % der Vorfeldmessstellen, aber nur 18 % der flachen Grundwassermessstellen des Gewässerkundlichen Landesdienstes als belastet bis sehr stark belastet (Nitratgehalte > 50 mg/l) zu bewerten.

Die Ammonium-Häufigkeitsdiagramme (Abb. 15) der Rohwasserförderbrunnen, der flachen Vorfeldmessstellen und flachen gewässerkundlichen Grundwassermessstellen zeigen, dass es im betrachteten Gebiet einen beachtlichen Anteil von Messstellen gibt, die den Grenzwert für Ammonium (im Trinkwasser 0,5 mg/l) in folgendem Maße überschritten: Rohwasser mit 6 %, Vorfeldmessstellen mit 10 % und flache gewässerkundliche Grundwassermessstellen mit 21 %. Ein ähnliches Bild gibt es bei der graphischen Auswertung betr. Kalium. Fast identische Bilder geben die Häufigkeitsdiagramme mit ihrer achtstufigen Konzentrationskala bei Calcium und Sulfat (Abb. 17 und 18).

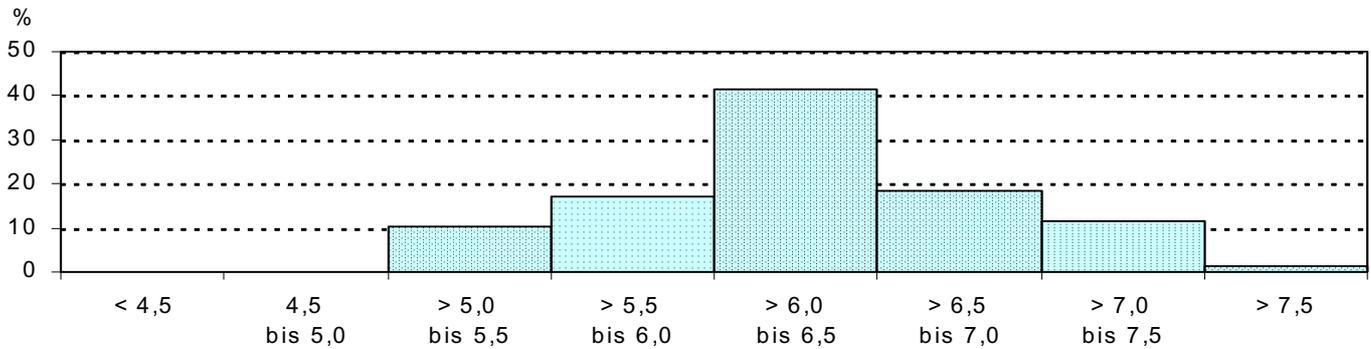
Die pH-Werte (Abb. 13) konzentrieren sich bei den Rohwasserförderbrunnen mehr in der Nähe des Neutralpunktes, d.h. zwischen pH 5 bis 7,5; die übrigen zwei Messstellengruppen notieren auch Befunde unter dem pH-Wert 5,0.

Aus den Jahren 1988 bis 1997 wurden 237 Proben auf **Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel** (PBSM) bei Rohwasser- und Vorfeldmessstellen ausgewertet. Die Trinkwasserverordnung nennt bezüglich der PBSM Grenzwerte von 0,1 µg/l für die Einzelsubstanz und 0,5 µg/l beim gleichzeitigen Auftreten mehrerer Substanzen. In neun Fällen wurde eine Überschreitung von 0,1 µg/l festgestellt. Neben Atrazin (Jahr 1990) wurden Diuron, Isoproturon, Metoxuron, Methabenzthiazuron, p,p'-DDT und Ethofumesat gefunden. In Nachfolgeuntersuchungen konnten diese Stoffe nicht nachgewiesen werden.

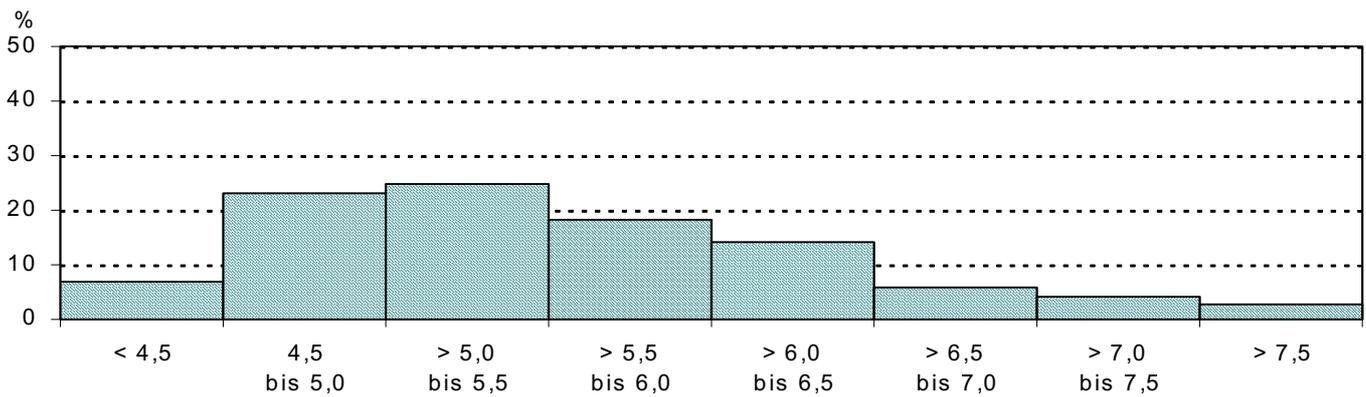
Die **Auswertungen der Rohwasseranalysen** von 1988 bis 1999 haben gezeigt, dass mit Ausnahme weniger Förderbrunnen die Rohwasserqualität zur Zeit noch keinen Anlass zu großer Besorgnis gibt. Die starken Nitratbelastungen des oberflächennahen Grundwassers im Vorfeld der Wasserförderung weisen aber darauf hin, dass dieser Stoff tiefer gelegene Grundwasserschichten und damit auch die Fördertiefen erreichen kann. Im Hinblick auf die Nitratbelastung und die Problematik der Versauerung sollte das Grundwasser in kritischen Bereichen des Vorfeldes weiter untersucht werden, um rechtzeitig die Veränderungen der Grundwasserqualität erkennen und ggf. Gegenmaßnahmen ergreifen zu können.

pH - Wert von zuletzt untersuchten Proben

Rohwasser an 87 Förderbrunnen der Wasserwerke (Stand 1999)



Grundwasser an 220 flachen Vorfeldmessstellen (bis 25 m Tiefe) der Wasserwerke (Stand 1997)



Grundwasser an 152 flachen Messstellen (bis 25 m Tiefe) des regionalen Gewässerkundlichen Landesdienstes (Stand 2000)

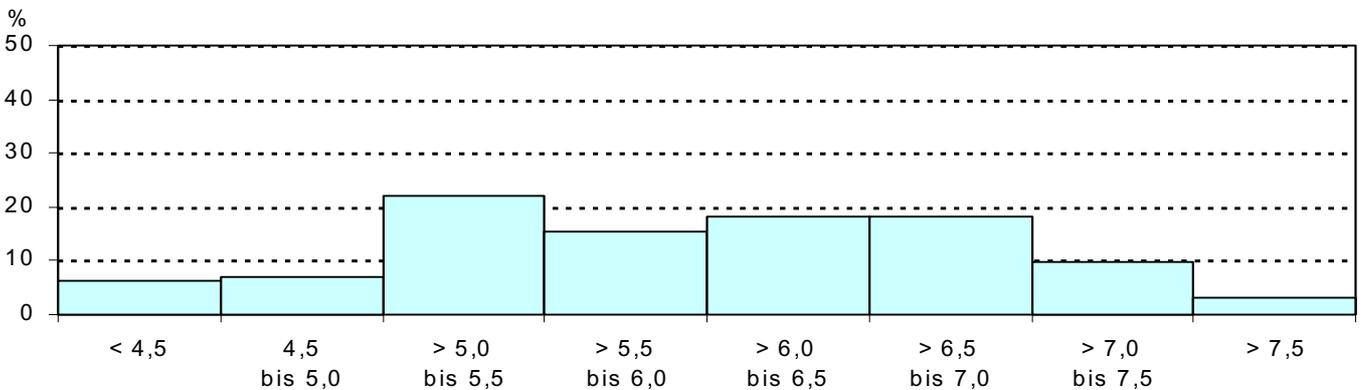
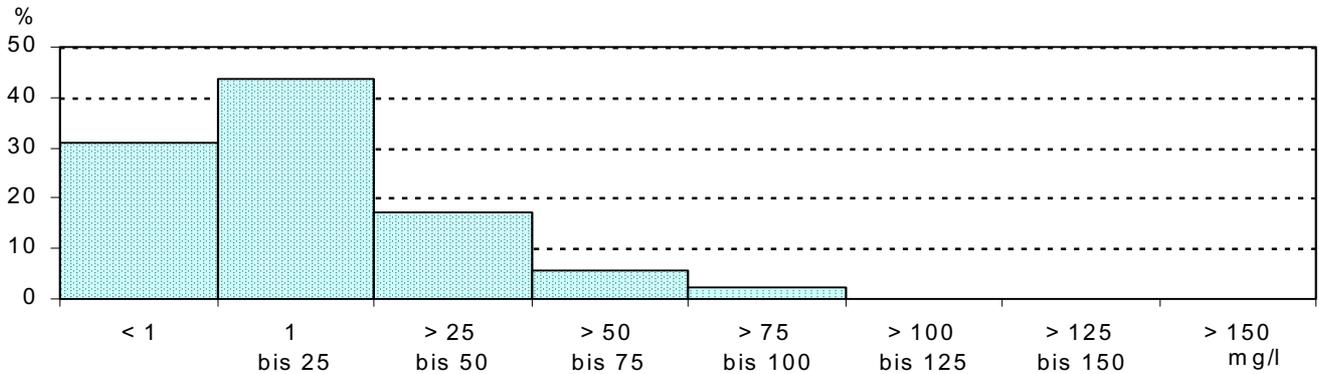


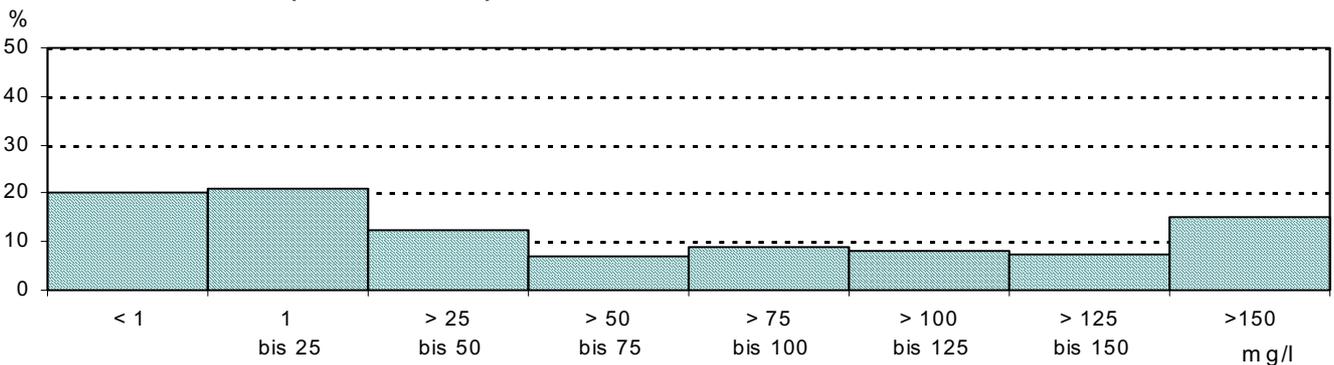
Abb. 13:
pH-Wert - Beschaffenheit des Grundwassers in bzw. außerhalb von Wassergewinnungsgebieten
in den Landkreisen Diepholz und Nienburg

Nitrat; NO₃ von zuletzt untersuchten Proben

Rohwasser an 87 Förderbrunnen der Wasserwerke (Stand 1999)



Grundwasser an 217 flachen Vorfeldmessstellen (bis 25 m Tiefe) der Wasserwerke (Stand 1997)



Grundwasser an 152 flachen Messstellen (bis 25 m Tiefe) des regionalen Gewässerkundlichen Landesdienstes (Stand 2000)

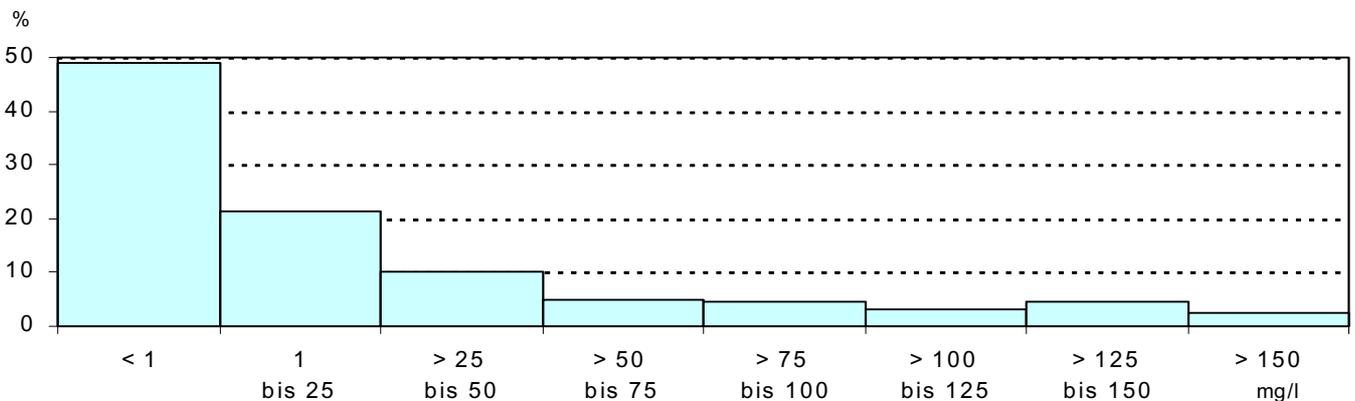
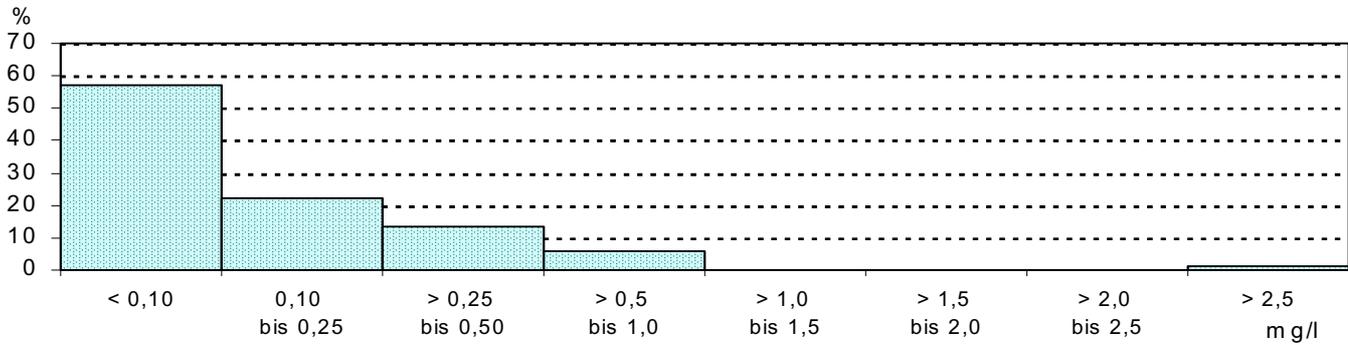


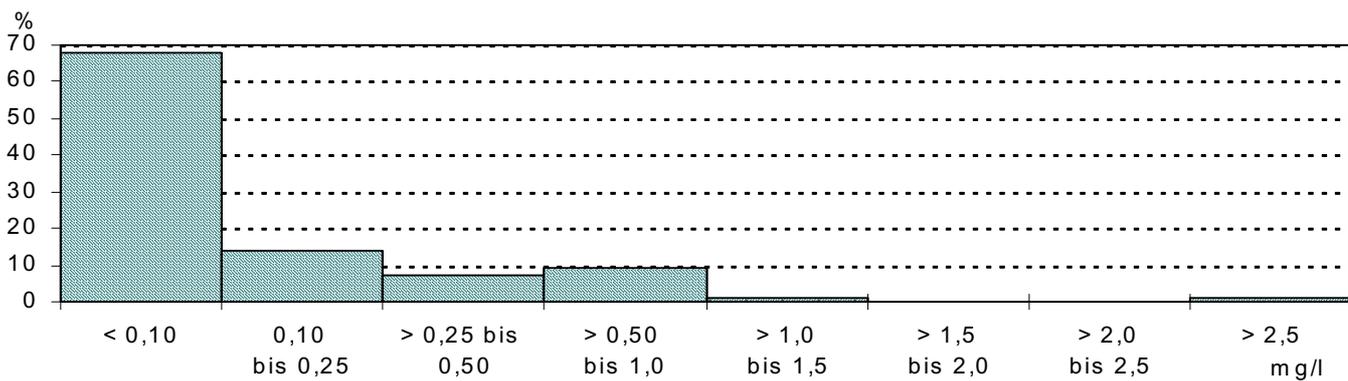
Abb. 14:
Nitrat; NO₃ - Beschaffenheit des Grundwassers in bzw. außerhalb von Wassergewinnungsgebieten in den Landkreisen Diepholz und Nienburg

Ammonium; NH₄ von zuletzt untersuchten Proben

Rohwasser an 82 Förderbrunnen der Wasserwerke (Stand 1999)



Grundwasser an 220 flachen Vorfeldmessstellen (bis 25 m Tiefe) der Wasserwerke (Stand 1997)



Grundwasser an 152 flachen Messstellen (bis 25 m Tiefe) des regionalen Gewässerkundlichen Landesdienstes (Stand 2000)

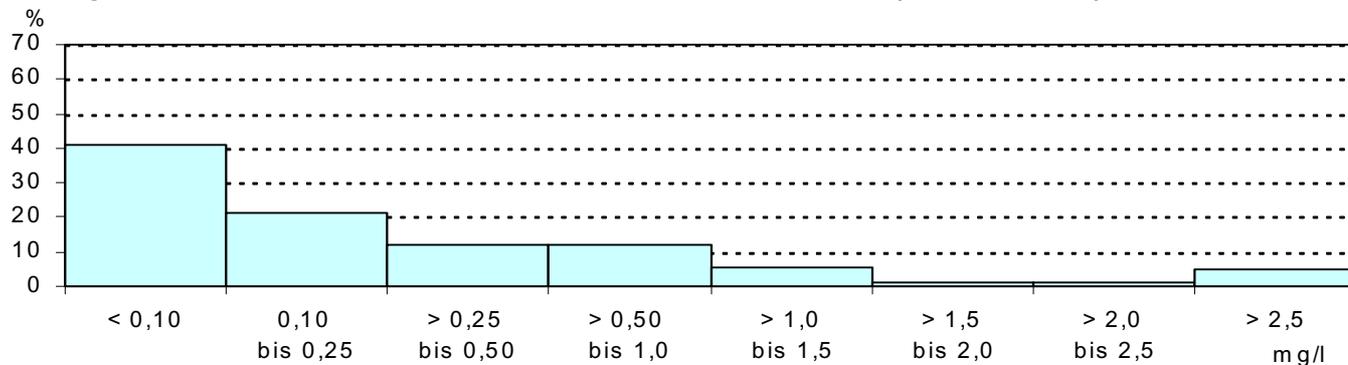
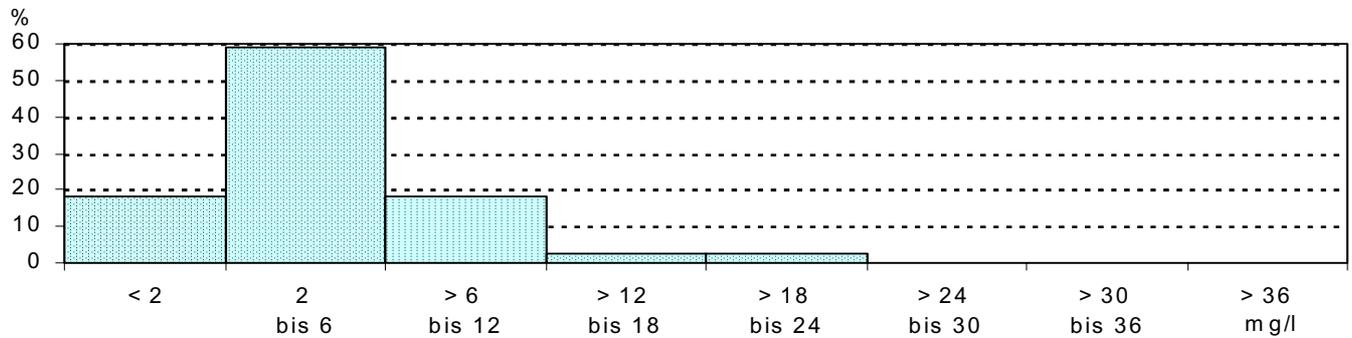


Abb. 15:
Ammonium; NH₄ - Beschaffenheit des Grundwassers in bzw. außerhalb von Wassergewinnungsgebieten in den Landkreisen Diepholz und Nienburg

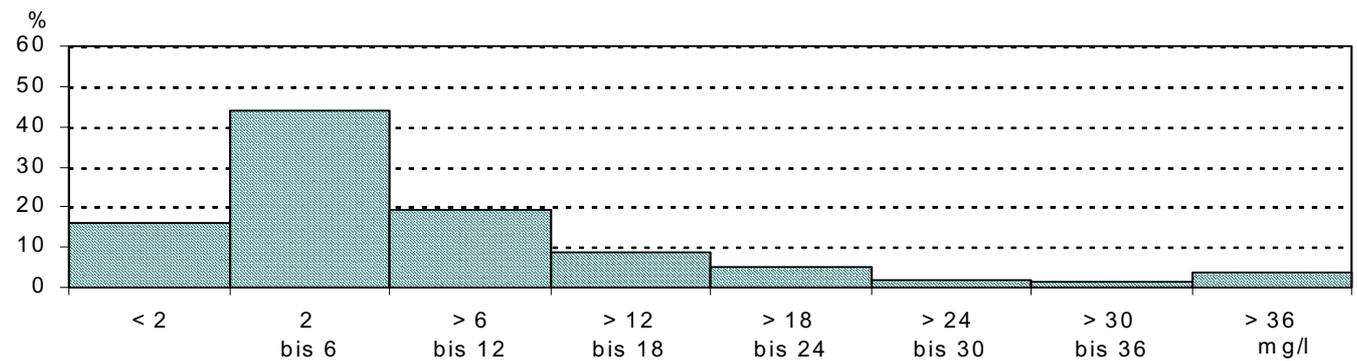
Kalium

von zuletzt untersuchten Proben

Rohwasser an 83 Förderbrunnen der Wasserwerke (Stand 1999)



Grundwasser an 210 flachen Vorfeldmessstellen (bis 25 m Tiefe) der Wasserwerke (Stand 1997)



Grundwasser an 152 flachen Messstellen (bis 25 m Tiefe) des regionalen Gewässerkundlichen Landesdienstes (Stand 2000)

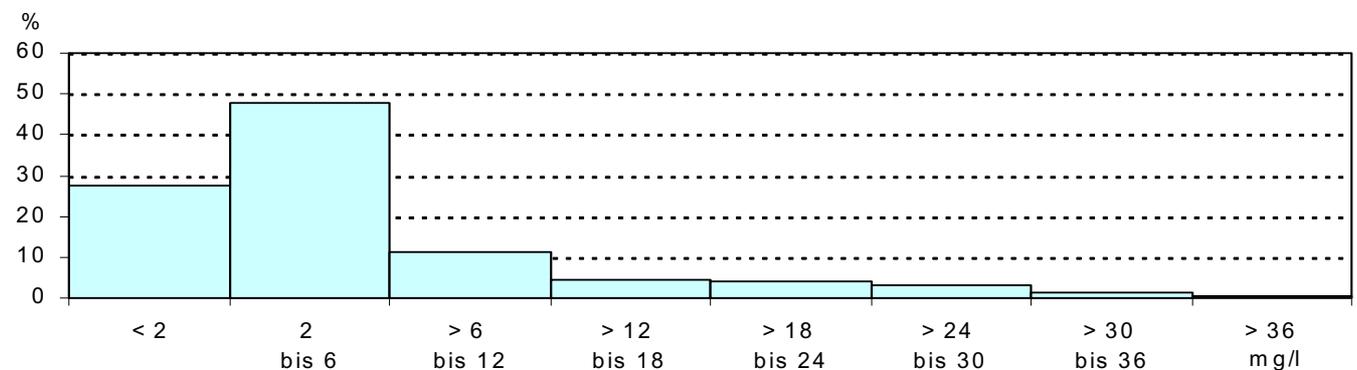
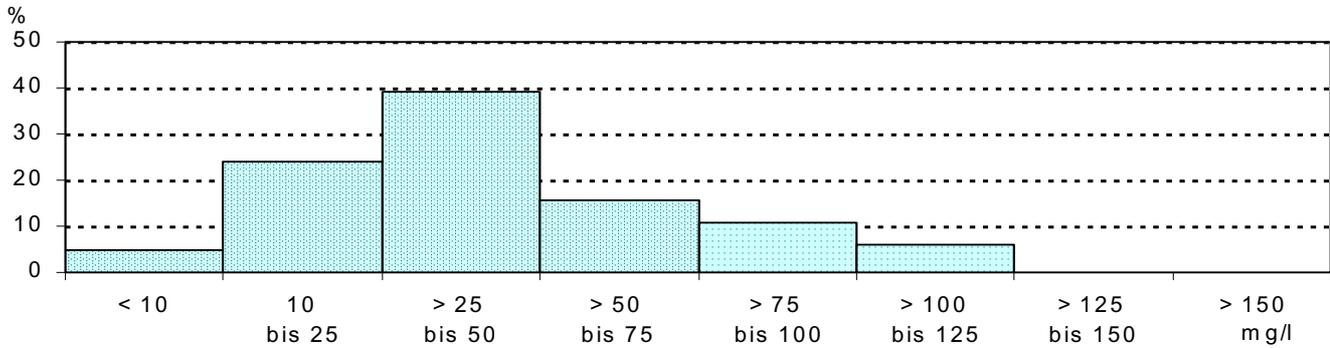


Abb. 16: Kalium - Beschaffenheit des Grundwassers in bzw. außerhalb von Wassergewinnungsgebieten in den Landkreisen Diepholz und Nienburg

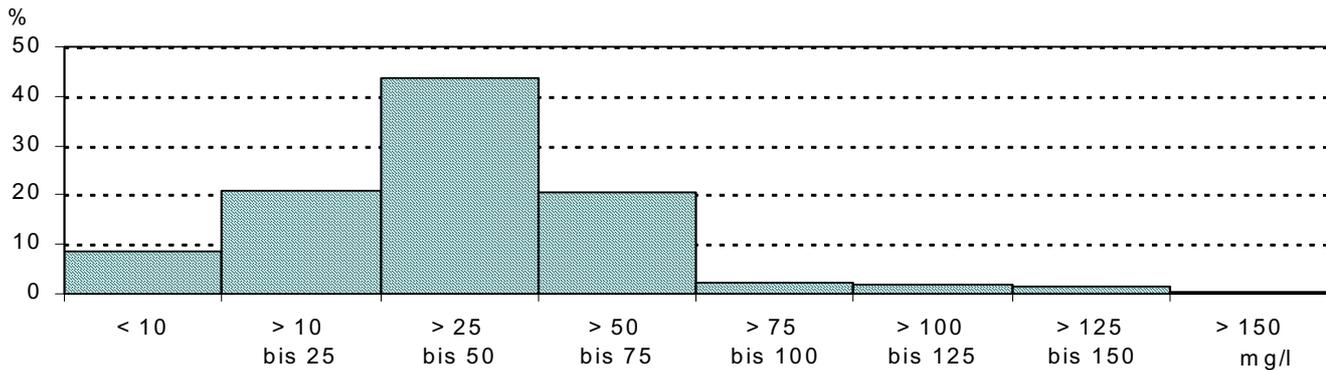
Calcium

von zuletzt untersuchten Proben

Rohwasser an 84 Förderbrunnen der Wasserwerke (Stand 1999)



Grundwasser an 210 flachen Vorfeldmessstellen (bis 25 m Tiefe) der Wasserwerke (Stand 1997)



Grundwasser an 152 flachen Messstellen (bis 25 m Tiefe) des regionalen Gewässerkundlichen Landesdienstes (Stand 2000)

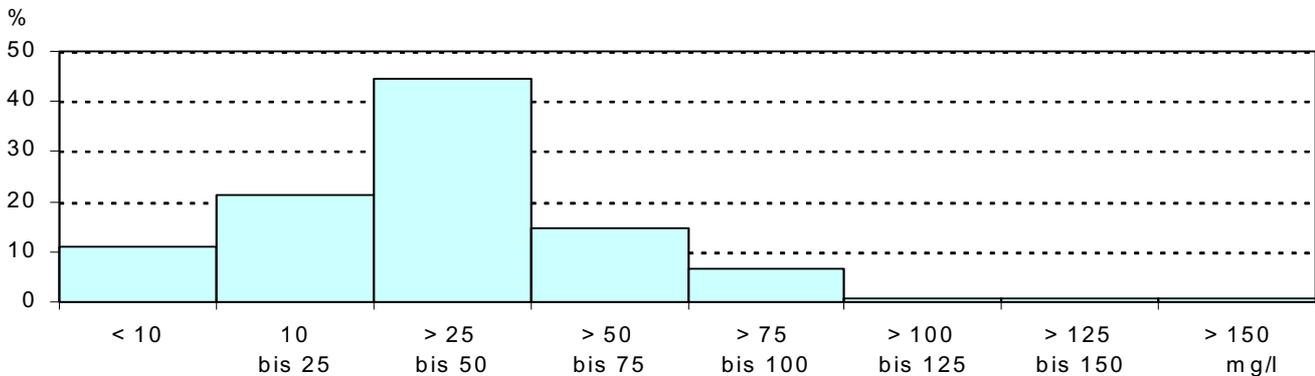
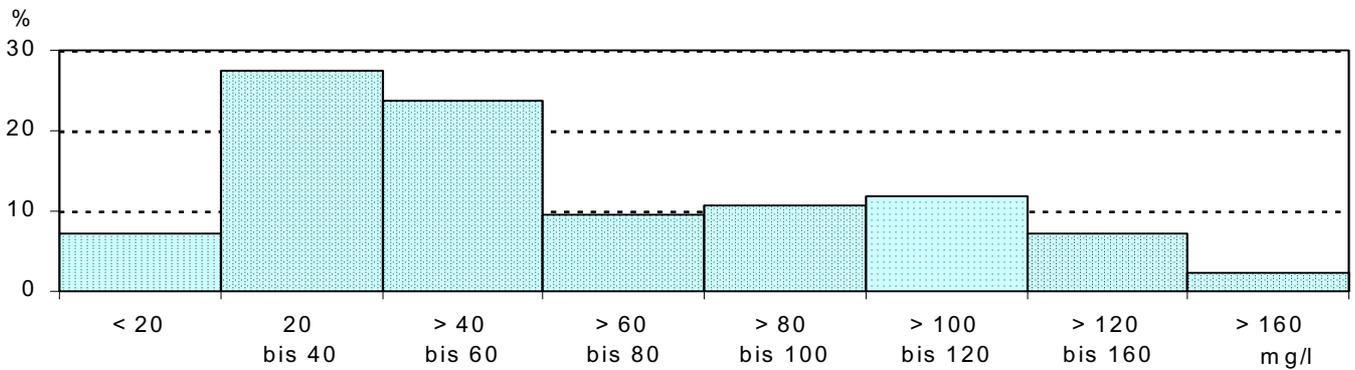


Abb. 17:
Calcium - Beschaffenheit des Grundwassers in bzw. außerhalb von Wassergewinnungsgebieten in den Landkreisen Diepholz und Nienburg

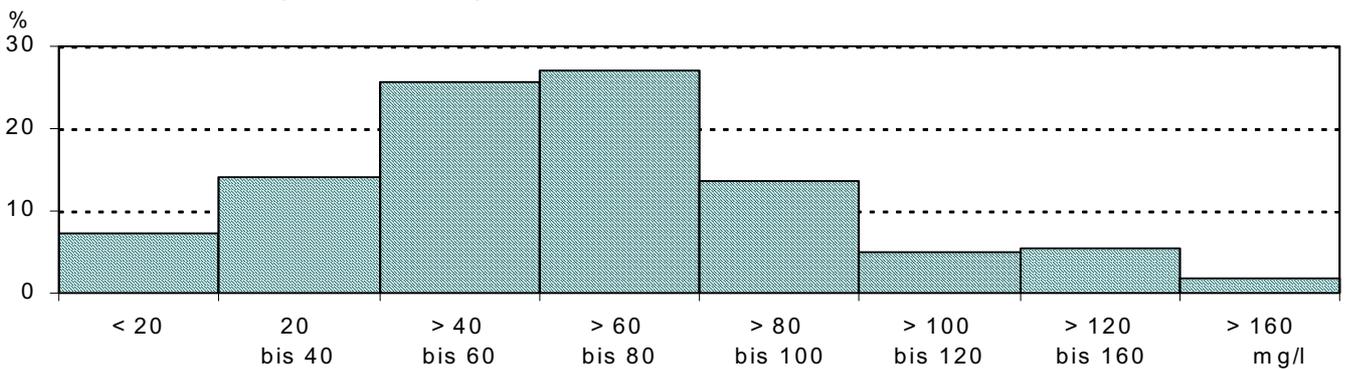
Sulfat

von zuletzt untersuchten Proben

Rohwasser an 84 Förderbrunnen der Wasserwerke (Stand 1999)



Grundwasser an 219 flachen Vorfeldmessstellen (bis 25 m Tiefe) der Wasserwerke (Stand 1997)



Grundwasser an 152 flachen Messstellen (bis 25 m Tiefe) des regionalen Gewässerkundlichen Landesdienstes (Stand 2000)

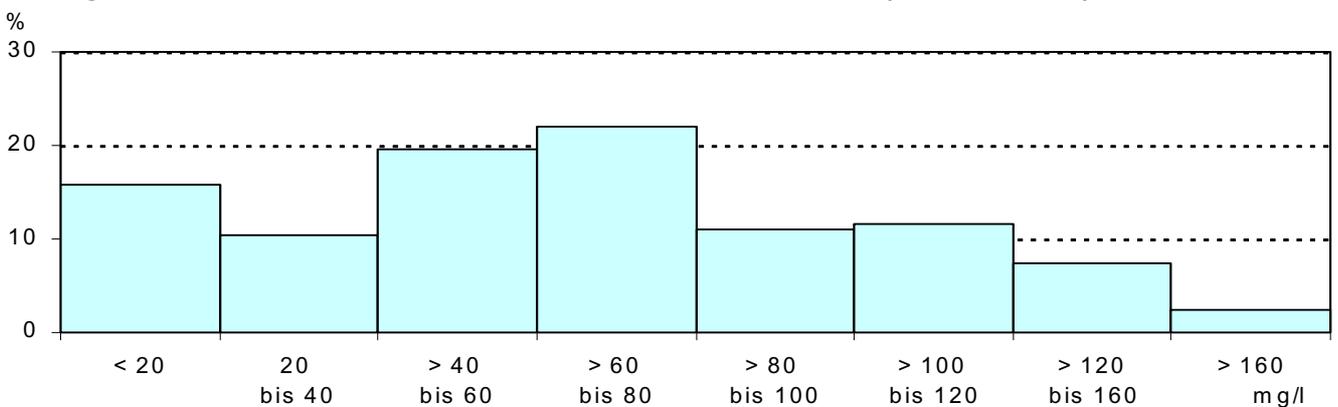


Abb. 18:
Sulfat - Beschaffenheit des Grundwassers in bzw. außerhalb von Wassergewinnungsgebieten in den Landkreisen Diepholz und Nienburg

9. Zusammenfassung und Ausblick

Die seit Jahren laufende Grundwasserüberwachung des regionalen Gewässerkundlichen Landesdienstes im Gebiet der Landkreise Diepholz und Nienburg, deren Ergebnisse in diesem Bericht dargestellt werden, hat gezeigt, dass die vorhandenen Vorräte an Grundwasser nur in manchen Gebieten bislang wenig durch menschliches Handeln beeinflusst sind.

Die Erkundung und Überwachung dieser Ressource gibt uns Hinweise, von welchen Gefährdungspotenzialen das Grundwasser bedroht ist.

Bei Betrachtung der Belastung des Grundwassers durch Nitrat wird deutlich, dass hohe Konzentrationen überwiegend im oberflächennahen Grundwasser auftreten. Fast 39 % dieser Grundwassermessstellen sind im Gebiet der Landkreise Diepholz und Nienburg mit Nitratgehalten über 50 mg/l stark belastet.

Die überwiegende Ursache für die Versauerung der Gewässer und die dadurch erhöhten Einträge von Aluminium und

Schwermetallen in das Grundwasser ist die Emission von Säurebildnern. Im Hinblick auf das Ausmaß der Belastung besteht ein erhöhter Untersuchungsbedarf.

Die Auswertungen der Rohwasseranalysen von 1988 bis 2000 haben gezeigt, dass mit wenigen Ausnahmen die Rohwasserqualität keinen Anlass zu größerer Besorgnis gibt. Die starken Belastungen des oberflächennahen Grundwassers mit Nitrat bedeuten jedoch eine potentielle Gefahr, dass die Kontaminationen auch den tiefer gelegenen Bereich des Grundwasserleiters bzw. des Förderstockwerkes erreichen könnten. Wenn die gute Trinkwasserqualität auch zukünftig erhalten bleiben soll, sollten alle gewässerschutzorientierten Maßnahmen, die die achte Novelle des Niedersächsischen Wassergesetzes vorsieht, genutzt werden.

10. Literatur

- Binnewies, M.; (1995): Chemische Gleichgewichte, VCH Verlagsgesellschaft Weinheim
- Bittersohl, J.; (1995): Versauerung des Grundwassers und der oberirdischen Gewässer aus wasserwirtschaftlicher Sicht. Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, 3/1995, München
- DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau) (1990): Methodensammlung zur Auswertung und Darstellung von Grundwasserbeschaffenhitsdaten, Heft 89, Verlag Paul Parey Hamburg
- DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau) (1996): Hydrochemische Stoffsysteme, Teil I. Kommissionsbetrieb Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn
- DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau) (1999): Methoden für die Beschreibung der Grundwasserbeschaffenheit. Kommissionsvertrieb Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH Bonn
- Rössert, R.; (1984): Grundlagen der Wasserwirtschaft und Gewässerkunde, Oldenburg Verlag München
- Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (Hrsg.) (1997): Böden in Niedersachsen – Digitale Bodenkarte 1:50 000, Hannover
- Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (Hrsg.) (1992): Grundwasser – und Niederschlags-Beschaffenheit, Fortbildungsveranstaltung beim StAWA Verden in November 1992
- Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (Hrsg.) (1993): Grundwasserbericht 1991/1992, Hildesheim
- Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (Hrsg.) (1993): Depositions-Messnetz Niedersachsen, Hildesheim
- Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (Hrsg.): (1997): Grundwasserbericht 1997, Hildesheim
- Niedersächsisches Umweltministerium (2000): Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN), Grundwassergütemessnetz – Messstrategie, Bezugsadresse: Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Hildesheim
- Sander, E.; (1983): Wasserrecht in Niedersachsen. Deutscher Gemeindeverlag

11. Anhang

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1 Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN) Grundwasserbeschaffenheit
Arbeitsablauf Grund- und Ergänzungsprogramm
- Abb. 2 Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN) Grundwasserbeschaffenheit
Kenngrößen und Verfahren für die Wasseranalyse
- Abb. 3 Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN) Grundwasserbeschaffenheit
Grundprogramm – Probenahme und Untersuchungen
- Abb. 4 Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN) Grundwasserbeschaffenheit
Ergänzungsprogramm – Probenahme und Untersuchungen

Tabellenverzeichnis

- Tabelle 5 Stammdaten der Grundwassermessstellen des NLWK
- Betriebsstelle Sulingen -

Kartenverzeichnis

- Karte 2 Hydromorphologische Naturräume im Gebiet
zwischen Hunte und Leine
- Karte 3 Bodenkundliche Übersichtskarte für das Gebiet
zwischen Hunte und Leine

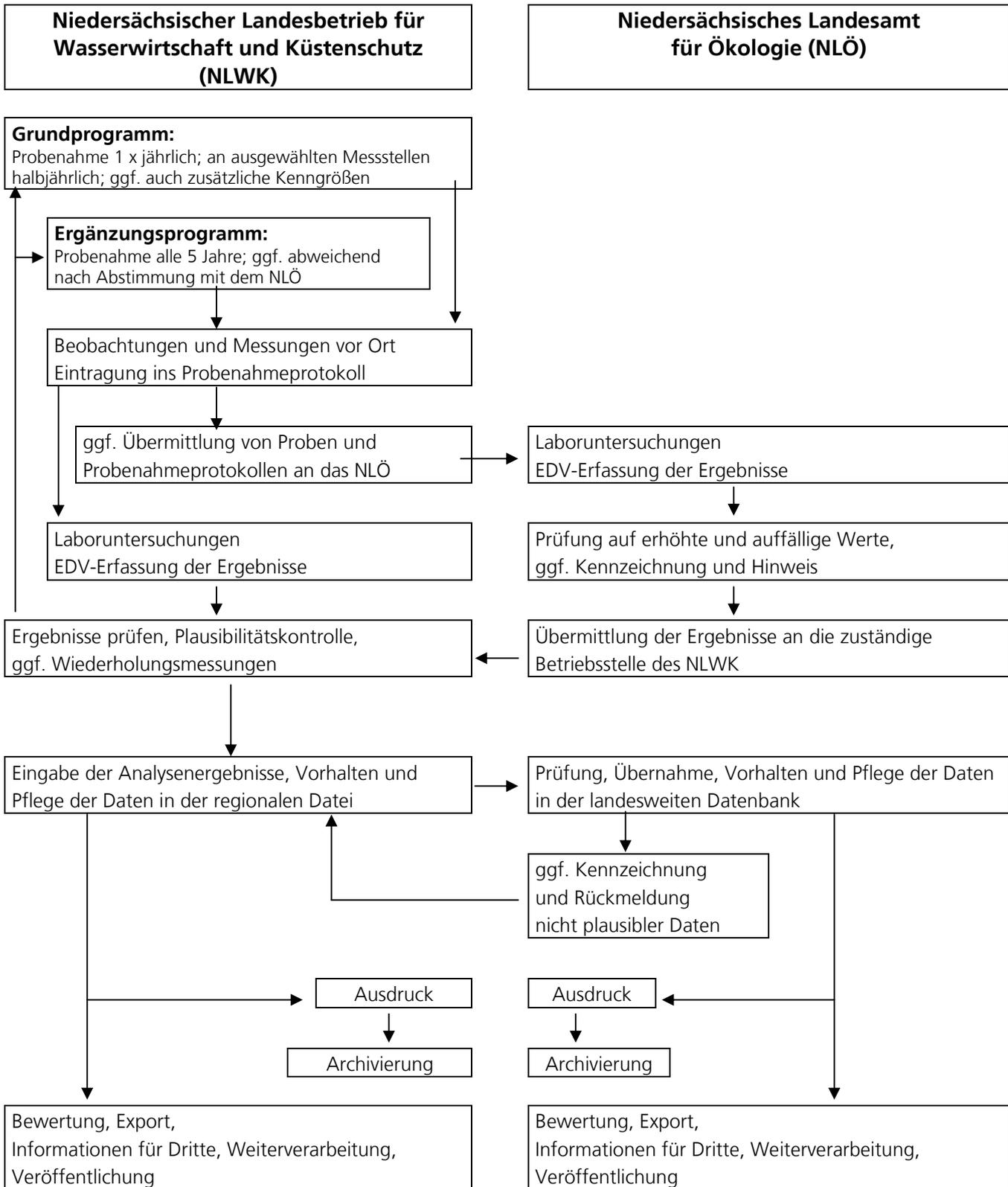


Abb. 1:
Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN) Grundwasserbeschaffenheit
Arbeitsablauf Grund- und Ergänzungsprogramm

Kenngröße	Einheit	Verfahren	Kenngröße	Einheit	Verfahren
Beobachtungen und Messungen vor Ort					
Grundprogramm			Ergänzungsprogramm		
Geruch		DEV B 1a	Cyanid	mg/l	Feldmethode
Ausgasung		visuell			
Färbung		DIN EN ISO 7887			
Trübung		DIN EN ISO 27027			
Bodensatz		visuell			
Wassertemperatur (T _w)	°C	DIN 38404-C 4-2			
pH-Wert		DIN 38404-C 5			
Sauerstoffgehalt	mg/l	DIN EN 25814			
Leitfähigkeit (25 °C)	µS/cm	DIN EN 27888			
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	DIN 38409-H 7-1-2			
Basekapazität bis pH 8,2	mmol/l	DIN 38409-H 7-2-2			
Messungen im Labor (Analyse durch die Betriebsstellen des NLWK)					
DOC	mg/l	DIN EN 1484	Phenol-Index	mg/l	DIN 38409-H 16-1
Ammonium-Stickstoff	mg/l	DIN 38406-E 5-1	(nach Destillation)		
Nitrit-Stickstoff	mg/l	DIN EN 26777	Adsorbierbares organisch gebundenes Halogen (AOX)	µg/l	DIN EN 1485
Nitrat-Stickstoff	mg/l	DIN EN ISO 10304-1	Gesamt-Cyanid	mg/l	DIN 38405-D 13-1-1
o-Phosphat-Phosphor	mg/l	DIN EN 1189	Chrom (Spuren)	µg/l	DIN EN 1233 Abs.4
Chlorid	mg/l	DIN EN ISO 10304-1	Nickel (Spuren)	µg/l	DIN 38406-E 11-2
Sulfat	mg/l	DIN EN ISO 10304-1	Zink (Spuren)	µg/l	DIN EN 1233
Calcium	mg/l	DIN EN ISO 11885	Kupfer (Spuren.)	µg/l	DIN 38406-E 7-2
Magnesium	mg/l	DIN EN ISO 11885	Blei (Spuren)	µg/l	DIN 38406-E -6-3
Natrium	mg/l	DIN EN ISO 11885	Cadmium (Spuren)	µg/l	DIN 38406-E 14
Kalium	mg/l	DIN EN ISO 11885			DIN EN ISO 5961
Eisen, gelöst	mg/l	DIN EN ISO 11885			Abs. 3 oder
Mangan	mg/l	DIN 38406-E 2 oder EN ISO 11885	Mangan (Spuren)	µg/l	DIN 38406-E 14
Aluminium, gelöst	mg/l	DIN 38406-E 25 oder DIN EN ISO 11885	Quecksilber (Spuren)	µg/l	DIN EN ISO 5961
			Arsen (Spuren)	µg/l	DIN 38406-E 22
			Borat	mg/l B	DIN EN 1483
			Kieselsäure	mg/l	DIN EN ISO 11969
			Fluorid	mg/l	DIN 38405-D 17
			Spektr. Absorptionskoeffizient	1/m	DIN 38405-D 21
					DIN 38405-D 4
					DIN EN ISO 7887

Abb. 2:

Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN) Grundwasserbeschaffenheit
Kenngrößen und Verfahren für die Wasseranalyse

Kenngröße	Einheit	Verfahren	Kenngröße	Einheit	Verfahren
Messungen im Labor (Probenahme durch die Betriebsstellen des NLWK, Analyse durch das NLÖ)					
			Ergänzungsprogramm		
			Dichlormethan	µg/l	DIN EN ISO 10301
			Trichlormethan (Chloroform)	µg/l	DIN EN ISO 10301
			Tetrachlorkohlenstoff	µg/l	DIN EN ISO 10301
			1,1,1-Trichlorethan	µg/l	DIN EN ISO 10301
			Trichlorethen ("TRI")	µg/l	DIN EN ISO 10301
			Tetrachlorethen ("PER")	µg/l	DIN EN ISO 10301
			1,2-Dichlorpropan	µg/l	DIN EN ISO 10301
			cis-1,3-Dichlorpropen	µg/l	DIN EN ISO 10301
			trans-1,3-Dichlorpropen	µg/l	DIN EN ISO 10301

Abb. 2:
Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN) Grundwasserbeschaffenheit
Kenngrößen und Verfahren für die Wasseranalyse (Fortsetzung)

Messung und Probenahme durch die Betriebsstellen des Niedersächsischen Landesbetriebes für Wasserwirtschaft und Küstenschutz (NLWK)	
Messungen und Beobachtungen vor Ort	Untersuchung durch die Laboratorien des NLWK
<ul style="list-style-type: none"> - Geruch - Ausgasung - Färbung - Trübung - Bodensatz - Wassertemperatur - pH-Wert - Sauerstoff (elektrometrisch) - Elektrische Leitfähigkeit - Säurekapazität (pH 4,3) - Basekapazität (pH 8,2) 	„Filt 1“
	2-l-Glas- oder PE-Flasche
	vor Ort filtriert
	<ul style="list-style-type: none"> - Ammonium - Nitrit - Nitrat - <i>ortho</i>-Phosphat - Chlorid - Sulfat - Calcium - Magnesium - Natrium - Kalium
	„AAS“
	0,5-l-PE-Flasche
	vor Ort filtriert
	Filtrat angesäuert auf pH < 2 mit HNO ₃ suprapur
	<ul style="list-style-type: none"> - Eisen (gelöst) - Mangan - Aluminium
	„DOC“
0,1-l-PE-Flasche	
vor Ort filtriert	
Filtrat angesäuert auf pH < 2 mit HCl	
<ul style="list-style-type: none"> - DOC 	

Abb. 3:
Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN) Grundwasserbeschaffenheit
Grundprogramm – Probenahme und Untersuchungen

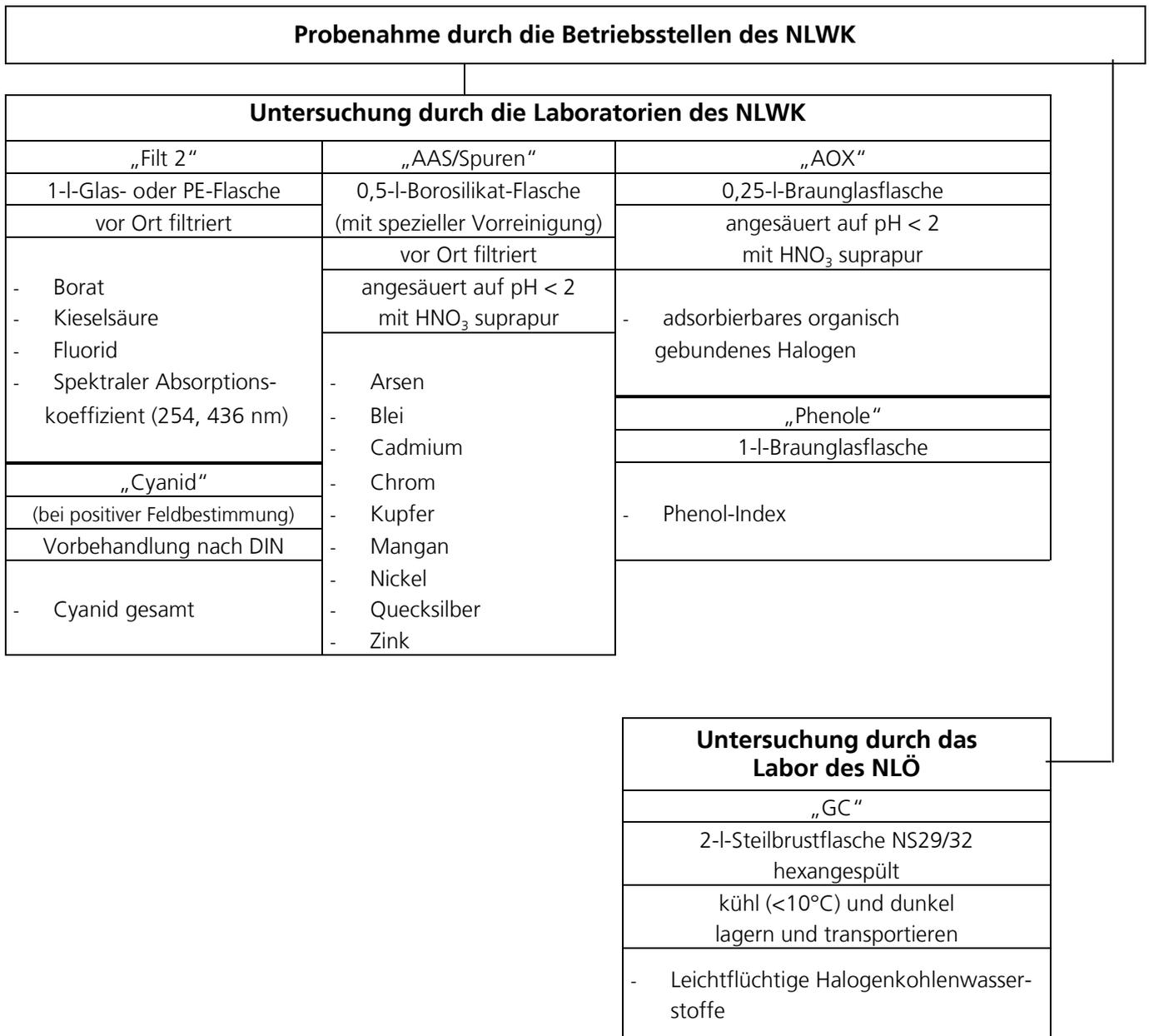


Abb. 4:
Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN) Grundwasserbeschaffenheit
Ergänzungsprogramm – Probenahme und Untersuchungen

Messstellen-Bezeichnung	Messst. Nr.	TK-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Tiefe (m)	Baujahr
Adelhorn	3217 4421	3217	3469220	5846420	36	1977
Aldorf	3216 4591	3216	3465690	5846270	15	1977
Allerbruch	3319 4631	3319	3492690	5833810	10	1980
Altenmarhorst II	3117 4952	3117	3472270	5852880	11	1976
Anderten II	3221 4682	3221	3520330	5844400	5	1988
Anemolter	3420 4441	3420	3504580	5824360	10	1976
Anstedt	3218 4751	3218	3483940	5843730	42	1973
Apwisch	3316 4301	3316	3455810	5837130	54	1981
Aschen	3316 4521	3316	3457510	5834900	48	1981
Asendorf	3219 4381	3219	3498620	5848260	18	1972
Asendorf b	3219 4382	3219	3498620	5848260	79	1972
Bahrenborstel I	3418 4182	3418	3486500	5827360	3	1992
Bahrenborstel II	3418 4183	3418	3486500	5827360	15	1992
Bahrenborstel III	3418 4184	3418	3486500	5827360	43	1992
Barenburg	3318 4981	3318	3487000	5830580	17	1976
Barnstorf	3217 4721	3217	3468590	5843500	36	1978
Barrien	3019 4511	3019	3489940	5868330	14	1971
Barver I	3317 4762	3317	3473790	5832350	5	1992
Barver II	3317 4763	3317	3473790	5832350	20	1992
Bassum II	3118 4722	3118	3480910	5854580	9	1990
Behlmer	3119 4951	3119	3494710	5852560	19	1972
Bensen	3119 4921	3119	3491390	5852640	20	1972
Berkel	3319 4141	3319	3493830	5838610	15	1976
Berxen	3119 4583	3119	3498100	5857020	65	1972
Bissenhausen	3217 4241	3217	3471560	5849400	10	1974
Bleckriede	3418 4121	3418	3480230	5827770	21	1980
Blenhorst	3220 4771	3220	3508520	5843000	22	1972
Blockwinkel	3218 4351	3218	3483830	5847550	48	1973
Bockeler Moor	3417 4421	3417	3468770	5824590	26	1981
Bockeler Moor b	3417 4422	3417	3468770	5824590	38	1981
Bockhop	3320 4211	3320	3501250	5837680	30	1972
Bockstedt	3217 4311	3217	3467710	5847630	36	1977
Bohnhorst	3518 4871	3518	3486010	5809430	6	1975
Bollhorst	3416 4171	3416	3463150	5828120	56	1982
Borstel	3319 4091	3319	3499580	5839600	24	1972
Borwede	3217 4371	3217	3474370	5848250	24	1974
Bosserbruch	3222 4751	3222	3528670	5843530	27	1974
Böthel	3420 4811	3420	3502020	5820270	9	1976
Brake	3219 4541	3219	3494120	5845200	14	1968
Brockum	3516 4351	3516	3461300	5814470	21	1974
Brokeloh 6 I	3420 4791	3420	3510400	5820850	18	1974
Brokeloher Mühle a	3421 4621	3421	3514710	5822390	6	1974
Brokeloher Mühle b	3421 4622	3421	3514710	5822390	23	1974
Brokeloher Mühle c	3421 4623	3421	3514710	5822390	41	1974
Bröken	3516 4361	3516	3462200	5814350	16	1974

Tabelle 5:
Stammdaten der Grundwassermessstellen (Messstellen des GÜN-Grundwasserbeschaffenheit sind farbig hervorgehoben)

Messstellen-Bezeichnung	Messst. Nr.	TK-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Tiefe (m)	Baujahr
Bruchhagen	3419 4471	3419	3497580	5824990	37	1976
Bruchhöfen	3119 4671	3119	3496970	5856140	39	1971
Bruchhöfen b	3119 4672	3119	3496970	5856140	109	1971
Bühren I	3320 4691	3320	3510640	5832970	3	1992
Bühren II	3320 4692	3320	3510640	5832970	7	1992
Calle II	3220 4252	3220	3505900	5849000	13	1978
Cantrup	3218 4341	3218	3482240	5848020	7	1973
Cornau	3316 4161	3316	3462480	5839110	34	1981
Dahrelsen b	3119 4862	3119	3496480	5852940	57	1972
Dankelhorst	3219 4521	3219	3491160	5845830	22	1977
Diepholzer Bruch	3416 4551	3416	3460600	5823550	40	1982
Doenhausen	3221 4351	3221	3517300	5847700	22	1957
Donstorf	3317 4231	3317	3470700	5837430	33	1978
Drebber	3316 4231	3316	3458300	5837800	6	1981
Drentwede	3217 4631	3217	3470430	5844680	5	1953
Düsselburg	3521 4021	3521	3514400	5818120	38	1974
Düste	3316 4111	3316	3467660	5838640	29	1978
Düste b	3316 4112	3316	3467660	5838640	50	1978
Eckelshof	3322 4031	3322	3526280	5839910	29	1974
Egenhausen	3218 4321	3218	3480540	5848270	27	1973
Ehrenburg b	3218 4422	3218	3480100	5846340	98	1973
Ehrneburg	3218 4421	3218	3480100	5846340	39	1973
Eickhöpen	3416 4611	3416	3455974	5822709	36	1982
Eitzen	3119 4931	3119	3492580	5852680	44	1972
Ellinghausen	3217 4351	3217	3472580	5848450	26	1974
Engeln b	3119 4942	3119	3493730	5852010	60	1972
Engeln II	3119 4941	3119	3493730	5852010	18	1978
Erichshagen	3321 4351	3321	3517340	5837090	7	1974
Essern	3518 4561	3518	3484590	5812700	17	1976
Estorf	3321 4901	3321	3511990	5829790	28	1974
Estorf b	3321 4902	3321	3511990	5829790	49	1974
Falldorf	3417 4771	3417	3474450	5821510	42	1982
Felde	3019 4651	3019	3495200	5866550	14	1971
Finkalenheide	3421 4141	3421	3516040	5828240	4	1974
Finkenstedt	3417 4171	3417	3474330	5827960	84	1982
Förlingen	3417 4931	3417	3469800	5819200	42	1982
Gadesbünden	3221 4851	3221	3518010	5842780	8	1962
Glissen	3320 4541	3320	3505579	5834534	31	1999
Gödestorf I	3019 4843	3019	3494100	5864340	6	1992
Gödestorf II	3019 4844	3019	3494100	5864340	35	1992
Göthen	3418 4481	3418	3487080	5824350	22	1980
Gr. Mackenstedt	3018 4011	3018	3479230	5873150	18	1981
Gr. Mackenstedt b	3018 4012	3018	3479230	5873150	96	1981
Graue	3220 4521	3220	3502430	5845350	11	1972
Graue b	3220 4521	3220	3502430	5845350	24	1972

Tabelle 5:
Stammdaten der Grundwassermessstellen (Messstellen des GÜN-Grundwasserbeschaffenheit sind farbig hervorgehoben)

Messstellen-Bezeichnung	Messst. Nr.	TK-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Tiefe (m)	Baujahr
Grinderwald I	3422 4101	3422	3522852	5827576	18	1995
Grinderwald II	3422 4102	3422	3522850	5827574	48	1995
Grinderwald III	3422 4103	3422	3522854	5827577	57	1995
Groß Lessen	3318 4231	3318	3481030	5838340	12	1987
Groß Varlingen I	3421 4233	3421	3515150	5827100	5	1992
Groß Varlingen II	3421 4234	3421	3515150	5827100	21	1992
Güstenstegel	3222 4621	3222	3525730	5844630	7	1974
Hache	3219 4131	3219	3493150	5850460	18	1972
Hägeringen	3420 4401	3420	3500840	5824770	14	1976
Hahnenberg	3420 4682	3420	3509100	5822240	30	1974
Hahnhorst I	3219 4424	3219	3491930	5846560	13	1992
Hahnhorst II	3219 4425	3219	3491930	5846560	51	1992
Haidmühle	3323 4411	3323	3535920	5835850	19	1974
Harbergen	3320 4111	3320	3501420	5839490	19	1972
Harmhausen	3218 4731	3218	3481610	5843630	16	1973
Hartheide	3519 4001	3519	3489000	5817630	20	1980
Haustedt	3519 4071	3519	3497620	5817840	12	1976
Heemsche	3420 4521	3420	3502330	5823900	22	1976
Heemsen	3221 4852	3221	3517280	5841840	9	1974
Heideloh	3217 4481	3217	3476330	5846660	30	1974
Heiligenfelde	3119 4221	3119	3491640	5859810	27	1971
Heiligenloh	3217 4331	3217	3470370	5847700	24	1974
Heimstatt	3317 4291	3317	3476390	5837370	40	1979
Helzendorf I	3220 4231	3220	3504310	5848800	6	1995
Helzendorf II	3220 4232	3220	3504310	5848800	26	1995
Hemslöher Bruch	3417 4601	3417	3466120	5822420	7	1990
Hemtewede	3416 4101	3416	3455920	5827740	27	1982
Herrenhassel	3220 4821	3220	3502670	5842860	25	1972
Hohehorst	3321 4161	3321	3518820	5838830	9	1974
Hohehorst b	3321 4162	3321	3518820	5838850	37	1974
Hohenriepen	3421 4321	3421	3514270	5825450	45	1974
Holldiek	3119 4051	3119	3494560	5861940	14	1971
Holldiek b	3119 4052	3119	3494560	5861940	50	1972
Hollen	3217 4851	3217	3472550	5842530	36	1978
Holte	3317 4541	3317	3470880	5834980	23	1981
Holte (W.)	3320 4121	3320	3503170	5838570	11	1972
Holte (W.) b	3320 4122	3320	3503170	5838570	23	1972
Holte (W.) c	3320 4123	3320	3503170	5838570	31	1972
Holte b	3317 4542	3317	3470880	5834980	42	1981
Holtrup	3220 4581	3220	3509750	5845920	18	1972
Holtrup b	3220 4582	3220	3509750	5845920	49	1972
Holzbalge	3221 4801	3221	3512220	5842380	12	1972
Holzbalge b	3221 4802	3221	3512220	5842380	39	1972
Hotzfelde	3217 4691	3217	3477360	5844230	44	1980
Hüde II	3516 4012	3516	3456820	5817470	20	1968

Tabelle 5:
Stammdaten der Grundwassermessstellen (Messstellen des GÜN-Grundwasserbeschaffenheit sind farbig hervorgehoben)

Messstellen-Bezeichnung	Messst. Nr.	TK-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Tiefe (m)	Baujahr
Husum	3421 4351	3421	3517990	5825320	52	1974
Hütten	3420 4991	3420	3511330	5819190	16	1974
Hüttenmoor	3421 4711	3421	3512760	5821220	28	1974
Hüttenmoor b	3421 4712	3421	3512760	5821220	90	1974
Imholze	3218 4471	3218	3485490	5846280	26	1973
Jeebel	3019 4411	3019	3490680	5869040	18	1971
Jeebel b	3019 4412	3019	3490680	5869040	90	1971
Kalte Zeit	3218 4821	3218	3479830	5842330	27	1973
Kampsheide	3219 4491	3219	3499500	5846570	66	1972
Kampsheide b	3219 4492	3219	3499500	5846570	98	1972
Kattriede	3321 4941	3321	3516130	5830470	7	1974
Kirchdorfer Heide	3419 4121	3419	3491450	5828290	37	1980
Kleinenheerse	3519 4571	3519	3497380	5812170	11	1976
Klosterforst	3421 4921	3421	3513830	5819210	7	1974
Krähe	3321 4571	3321	3519450	5834630	8	1974
Kreyershorst	3221 4791	3221	3522220	5844010	7	1974
Landwehr	3318 4071	3318	3485350	5840080	23	1976
Langendamm	3321 4841	3321	3516780	5831470	23	1962
Leese-Ost	3420 4971	3420	3508800	5818920	13	1974
Leeste	2919 4901	2919	3488810	5875150	11	1981
Lerchenhausen	3217 4131	3217	3470460	5850750	8	1959
Lichtenhorst	3222 4841	3222	3527050	5842370	41	1974
Lichtenmoor	3321 4081	3321	3520460	5840200	11	1974
Lichtenmoor b	3321 4082	3321	3520460	5840180	50	1974
Loccum	3520 4471	3520	3507980	5813110	12	1959
Lohof	3519 4011	3519	3490890	5817530	18	1976
Lucht	3318 4011	3318	3479340	5840620	19	1973
Markonah I	3216 4482	3216	3464520	5846390	13	1992
Markonah II	3216 4483	3216	3464520	5846390	34	1992
Martfeld II	3120 4222	3120	3503100	5860090	28	1977
Mecklingen	3416 4951	3416	3460860	5819110	30	1982
Meerbach	3521 4001	3521	3511960	5817800	4	1974
Mehlbergen	3320 4091	3320	3510500	5839950	35	1972
Mehlbergen b	3320 4092	3320	3510500	5839950	47	1972
Mehringen	3120 4791	3120	3511090	5854990	26	1980
Meinkingsburg	3421 4261	3421	3518770	5827010	45	1974
Mellinghausen	3219 4941	3219	3493440	5840920	17	1976
Moordeich	2918 4731	2918	3482040	5876630	6	1981
Mörsen	3217 4171	3217	3474500	5849680	28	1974
Mühlenbruch	3222 4961	3222	3530220	5841620	30	1974
Münchehagen I	3521 4521	3521	3513922	5811782	13	1995
Münchehagen II	3521 4522	3521	3513923	5811780	39	1995
Mützensgrund b	3220 4962	3220	3506880	5841420	52	1972
Neubruchhausen I	3118 4582	3118	3486850	5856540	8	1992
Neubruchhausen II	3118 4582	3118	3486850	5856540	17	1992

Tabelle 5:
Stammdaten der Grundwassermessstellen (Messstellen des GÜN-Grundwasserbeschaffenheit sind farbig hervorgehoben)

Messstellen-Bezeichnung	Messst. Nr.	TK-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Tiefe (m)	Baujahr
Neuenkirchen	3218 4151	3218	3483190	5850370	12	1973
Neustädter Moor	3417 4381	3417	3475830	5825180	28	1980
Nienburg	3321 4451	3321	3517310	5835660	7	1974
Nordel I	3518 4432	3518	3480840	5813200	6	1992
Nordel II	3518 4433	3518	3480840	5813200	14	1992
Nordsulingen	3318 4181	3318	3486630	5839570	9	1959
Nordsulingen I	3318 4081	3318	3486970	5839940	16	1992
Nordsulingen II	3318 4082	3318	3486970	5839940	34	1992
Oberwald	3218 4271	3218	3485730	5849080	9	1973
Ochsenmoor	3515 4291	3515	3453980	5815910	20	1982
Ochtmannien	3119 4631	3119	3493220	5855120	30	1972
Oeftinghausen	3218 4611	3218	3479470	5844520	24	1973
Okel	3019 4541	3019	3493300	5867570	9	1971
Okel b	3019 4542	3019	3493300	5867570	30	1971
Okel c	3019 4543	3019	3493300	5867570	49	1971
Okeler Bruch	3019 4421	3019	3492020	5869050	21	1971
Paschenburg	3318 4771	3318	3485940	5832340	24	1976
Pennigsehl	3320 4401	3320	3500740	5835850	13	1972
Pennigsehl b	3320 4402	3320	3500740	5835850	37	1972
Plantage Stolle	3321 4281	3321	3520460	5838440	6	1974
Plengenhäusen	3518 4261	3518	3485030	5815140	12	1980
Quellhorst	3518 4761	3518	3485260	5809580	8	1976
Rathlosen	3218 4831	3218	3481610	5841930	10	1973
Rehburg II	3521 4122	3521	3514160	5817200	19	1984
Rehbürger Moor	3421 4821	3421	3513840	5820170	5	1974
Renzeler Moor	3418 4261	3418	3484580	5826710	42	1980
Ridderade	3217 4461	3217	3473620	5846780	14	1974
Ridderade b	3217 4462	3217	3473620	5846780	54	1974
Riede	3322 4551	3322	3528410	5834240	35	1974
Ringmar	3117 4693	3117	3477430	5855750	12	1990
Ringmar b	3117 4692	3117	3477430	5855750	76	1977
Rodewald	3322 4381	3322	3531950	5836550	24	1974
Rodewald MB I	3323 4302	3323	3534110	5837250	7	1992
Rodewald OB	3323 4611	3323	3535320	5833140	16	1974
Rodewald UB	3322 4171	3322	3531430	5838630	19	1974
Rüssen	3217 4201	3217	3466740	5849600	10	1974
Schessinghausen	3421 4051	3421	3517380	5828890	6	1974
Scholen	3218 4451	3218	3483870	5846290	36	1973
Scholen b	3218 4452	3218	3483870	5846290	98	1973
Schotenheide	3222 4881	3222	3531910	5842100	25	1974
Schwarzer Berg	3222 4821	3222	3525270	5842340	7	1974
Schweringen	3221 4501	3221	3511770	5846140	38	1972
Sebbenhausen	3221 4601	3221	3511430	5844040	16	1972
Sebbenhausen b	3221 4602	3221	3511430	5844040	50	1972
Sehnsen	3420 4622	3420	3502390	5822400	19	1976

Tabelle 5:
Stammdaten der Grundwassermessstellen (Messstellen des GÜN-Grundwasserbeschaffenheit sind farbig hervorgehoben)

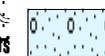
Messstellen-Bezeichnung	Messst. Nr.	TK-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Tiefe (m)	Baujahr
Sögeberg	3420 4801	3420	3500570	5820260	14	1976
Sonnenborstel	3322 4301	3322	3522820	5836550	30	1974
St. Hülfe I	3316 4632	3316	3458980	5833080	14	1992
St. Hülfe II	3316 4633	3316	3458980	5833070	43	1992
Steinbrink	3418 4951	3418	3483890	5819260	26	1979
Stemshorn	3516 4413	3516	3455960	5813730	4	1990
Stöckse	3321 4681	3321	3521440	5833290	25	1974
Stöttinghausen	3217 4091	3217	3476810	5851550	20	1977
Streitbruch	3421 4121	3421	3513580	5827500	43	1974
Ströhen	3418 4413	3418	3479180	5824070	3	1986
Sudbruch	3219 4301	3219	3489390	5848420	11	1974
Sudholz	3217 4551	3217	3472530	5845630	36	1974
Sudwalde	3218 4091	3218	3487850	5850700	10	1974
Sulinger Bruch	3319 4501	3319	3489010	5834510	15	1980
Sünder	3219 4171	3219	3497500	5850300	20	1972
Sünder b	3219 4172	3219	3497500	5850300	40	1972
Syke	3019 4821	3019	3490860	5864815	26	1971
Twistringen II	3217 4082	3217	3476050	5851060	7	1990
Uchte	3519 4132	3519	3493150	5816280	16	1970
Uhlhor b	3217 4532	3217	3469990	5845740	98	1974
Uhlhorn	3217 4531	3217	3469990	5845740	24	1974
Urloge	3318 4951	3318	3483930	5829990	22	1976
Vehrenheide	3521 4051	3521	3517070	5817410	20	1974
Voigtei	3319 4831	3319	3492400	5831580	7	1962
Vor dem Bruche	3421 4101	3421	3511320	5827640	7	1974
Wachendorf	3119 4251	3119	3495430	5860410	20	1971
Wachendorf b	3119 4252	3119	3495430	5860410	45	1971
Waldsiedlung	3322 4211	3322	3524070	5837480	7	1974
Walsen	3216 4871	3216	3463830	5842190	35	1981
Warpe	3220 4471	3220	3508220	5847160	14	1972
Weddigeloh	3318 4201	3318	3478540	5837740	43	1980
Wehrbleck	3318 4521	3318	3479880	5834400	10	1987
Wehrblecker Heide	3317 4981	3317	3476180	5830290	33	1979
Wendenborstel	3322 4451	3322	3528770	5835420	9	1974
Wesenstedter Riede	3218 4541	3218	3482300	5845700	27	1973
Weyhe	2919 4931	2919	3492440	5874250	10	1981
Weyhe b	2919 4932	2919	3492440	5874250	72	1981
Wiefhausen	3119 4911	3119	3490380	5852400	20	1972
Wienbergen	3121 4501	3121	3511330	5857160	28	1980
Willenbruch	3019 4961	3019	3495800	5863410	20	1971
Willenbruch b	3019 4962	3019	3495800	5863410	45	1971
Windhorst	3220 4751	3220	3506220	5843750	23	1972
Winzlar	3521 4441	3521	3516410	5813760	8	1987
Wöstinge	3419 4771	3419	3497380	5820790	19	1976

Tabelle 5:
Stammdaten der Grundwassermessstellen (Messstellen des GÜN-Grundwasserbeschaffenheit sind farbig hervorgehoben)



Hydromorphologische Naturräume

Legende



Niederungen



Hohe Geest



Festgestein



Landkreise DH und NI

Maßstab: 1 : 450 000

Herausgeber: Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft und Küstenschutz
- Betriebsstelle Sulingen -

Post: Am Bahnhof 1, 27232 Sulingen
Postfach 1543, 27226 Sulingen

Tel: 04271/9329-0

Fax: 04271/9329-50

e-mail: poststelle@nlwk-su.niedersachsen.de

Kartengrundlage: Digitaler Atlas Hintergrundwerte des NLI/B
und LGN.
Die Kartengrundlage ist gesetzlich geschützt.
Vervielfältigung mit Erlaubnis des Herausgebers.

Bodenkundliche Übersichtskarte

Im Untersuchungsgebiet des NLWK
- Betriebsstelle Sulingen -
lassen sich 20 Bodenvergesellschaftungen unterscheiden

Legende

6	Flußmarschen aus perimären Tonen und Schluffen
8	Gley- Aueböden aus Auelehmen
9	Braunerden aus Hochflutlehmen über Niederterrassensanden
10	Ranker aus jüngeren Flugsanden und Dünen über Niederterrassensedimenten
11	Podsole aus älteren Flugsanden über Niederterrassensedimenten
12	Gleye aus tonigen Auelehmen über Niederterrassensanden
13	Hochmoore aus Sphagnumtorfen
14	Niedermoore aus Schilf- Seggertorfen
16	Podsole aus älteren Flugsanden über Talsanden
17	Gleye aus Talsanden
19	Ranker aus jüngeren Flugsanden und Dünen
21	Niedermoore aus Schilf- und Seggertorfen
23	Gleye aus Auesanden bis Auelehmen
24	Gleye aus Talsanden und glazifluvialen Sanden z.T. über Geschiebelehmen
25	Podsole - Braunerden aus Geschiebedecksanden über glazifluvialen Sanden
26	Podsole aus Flugsanden über glazifluvialen Sanden
27	Pseudogley - Braunerden aus Geschiebedecksanden über Geschiebelehmen
28	Pseudogley - Podsole aus Geschiebedecksanden über Geschiebelehmen
32	Parabraunerden aus Sandlössen über glazifluvialen Sanden
33	Pseudogley - Parabraunerde aus Sandlössen über Geschiebelehmen
	Landkreise DH und NI

Maßstab: 1 : 450 000

Herausgeber: Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft und Küstenschutz - Betriebsstelle Sulingen -

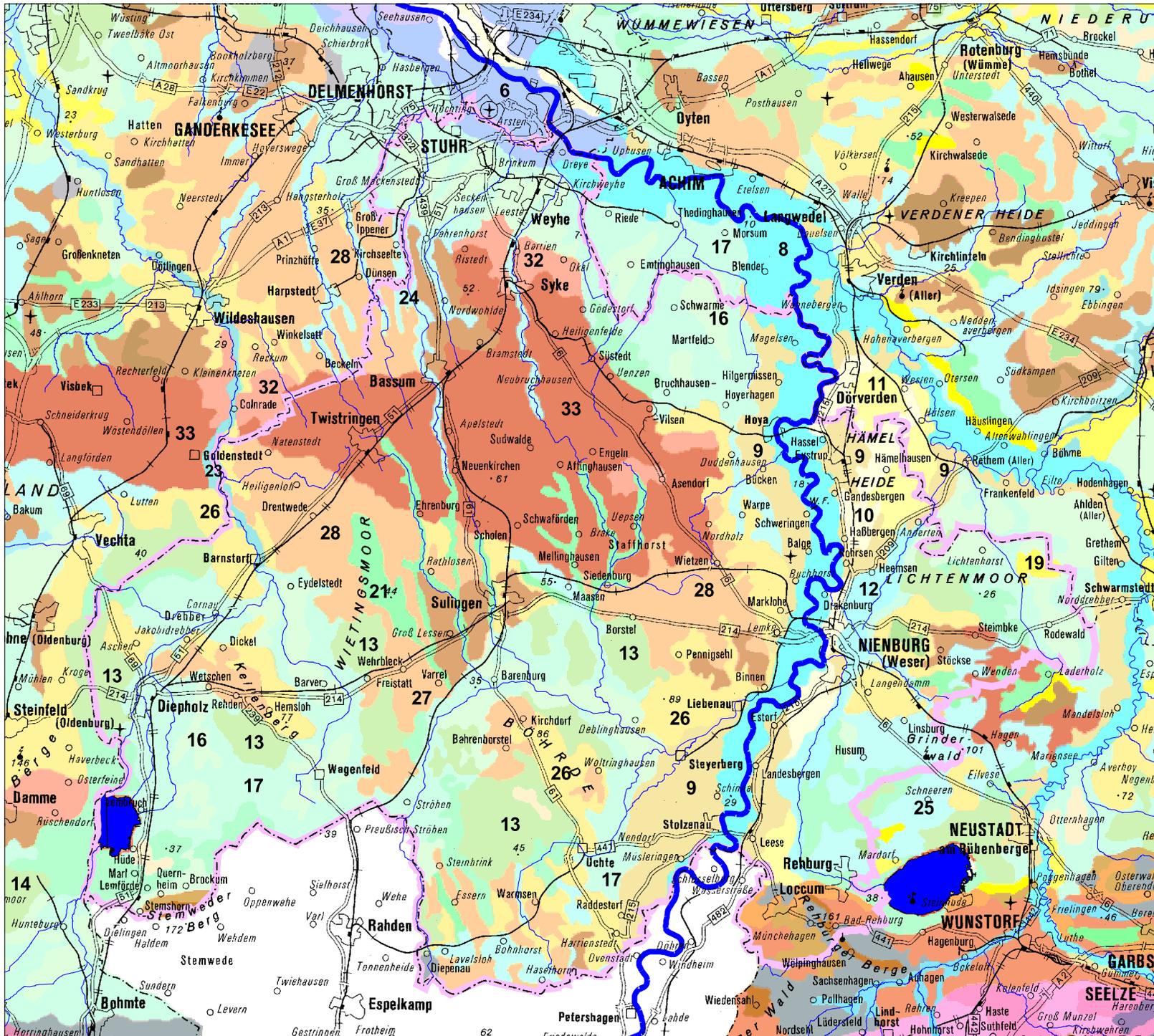
Post: Am Bahnhof 1, 27232 Sulingen
Postfach 1543, 27226 Sulingen

Tel: 04271/9329-0

Fax: 04271/9329-50

e-mail: poststelle@nlwk-su.niedersachsen.de

Kartengrundlage: Digitaler Atlas Hintergründe des NLFb und LG.N.
Die Kartengrundlage ist gesetzlich geschützt.
Vervielfältigung mit Erlaubnis des Herausgebers.



Herausgeber:

Niedersächsischer Landesbetrieb
für Wasserwirtschaft und Küstenschutz
- Betriebsstelle Sulingen -
Am Bahnhof 1 Postfach 1543
27232 Sulingen 27226 Sulingen
Tel. 04271 - 9329 - 0
Fax 04271 - 9329 - 50
Mail poststelle@nlwk-su.niedersachsen.de

Geschäftsbereich III
Gewässerkundlicher Landesdienst
Geschäftsbereichsleiter: Ulrich Dangers
Tel. 04271 - 9329 - 47
Mail ulrich.dangers@nlwk-su.niedersachsen.de

Internet:

<http://www.nlwk.de>

Verfasser:

Benno Unruh
Mail benno.unruh@nlwk-su.niedersachsen.de

Datenmanagement und GIS-Kartographie:

Siglinde Cording

Textverarbeitung

Heidrun Ahlers

Chemische Analysen (GÜN):

NLWK-Labor Sulingen (Leitung: Ulrich Wiegel)

Titelbild:

Bild einer Grundwassermessstelle und Schema des Regelausbaues
von Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen auf Grundwassermessstellenkarte

Druck:

digitales, Wagenfeld

November 2002

Schutzgebühr: 10 Euro