

# Gefährdeter Grundwasserkörper

## 10.2 Sandstein-Spessart - Tauberland



Bewertung und Erfordernis weitergehender Maßnahmen



**BEARBEITUNG**

LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-  
Württemberg  
Postfach 100163, 76231 Karlsruhe  
Referat 42 – Grundwasser, Baggerseen

Kapitel 4 Emission:  
LTZ Augustenberg Landwirtschaftliches Technologiezentrum  
Neßlerstraße 23-31  
76227 Karlsruhe

**STAND**

Januar 2009

Nachdruck- auch auszugsweise- ist nur mit Zustimmung der LUBW unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

|                        |  |           |
|------------------------|--|-----------|
| <b>ZUSAMMENFASSUNG</b> |  | <b>4</b>  |
| <b>1</b>               | <b>ALLGEMEINE INFORMATIONEN</b>                                | <b>6</b>  |
| <b>2</b>               | <b>IMMISSION - NITRATKONZENTRATIONEN IM GRUNDWASSER</b>        | <b>7</b>  |
| 2.1                    | Grundwassermessstellen   | 7         |
| 2.2                    | Nitratkonzentrationen im Grundwasser 2006                      | 8         |
| <b>3</b>               | <b>GRUNDWASSERNUTZUNG</b>                                      | <b>10</b> |
| 3.1                    | Langjährige Entwicklung  | 11        |
| <b>4</b>               | <b>EMISSION</b>  | <b>12</b> |
| 4.1                    | Vorgehen bei der Berechnung                                    | 12        |
| 4.2                    | Stickstoffausträge   | 13        |
| 4.3                    | Nitratkonzentrationen im Sickerwasser                          | 14        |
| <b>5</b>               | <b>VERGLEICH EMISSION - IMMISSION</b>                          | <b>16</b> |
| 5.1                    | Mittlere Verweilzeiten   | 16        |
| 5.2                    | Nitratkonzentrationen im Grundwasser und Sickerwasser          | 17        |
| 5.3                    | Ergebnisse des Vergleichs Emission - Immission                 | 18        |
| <b>6</b>               | <b>ERFORDERNIS WEITERGEHENDER MAßNAHMEN DER LANDWIRTSCHAFT</b> | <b>21</b> |
| 6.1                    | Beschreibung der Vorgehensweise                                | 21        |
| 6.2                    | Ergebnisse   | 22        |

# Zusammenfassung

Im Rahmen der weitergehenden Beschreibung der Grundwassersituation in den gefährdeten Grundwasserkörpern (gGWK) wurden 2006 im Mai, August und November drei Messungen auf die Stickstoff-Parameter Nitrat, Nitrit und Ammonium sowie auf den gelösten Sauerstoff durchgeführt. Das Grundwasser erwies sich im gGWK 10.2 Sandstein-Spessart - Tauberland an 25,5 % der beprobten Grundwassermessstellen bezüglich Nitrat als gefährdet im Sinne der „Tochtrichtlinie Grundwasser“<sup>1</sup> der Wasserrahmenrichtlinie – WRRL<sup>2</sup>. Rund 58 % dieser Messstellen mit gefährdetem Grundwasser liegen außerhalb und 42 % innerhalb von Sanierungs- bzw. Problemgebieten gemäß der Einstufung der Wasserschutzgebiete nach der SchALVO<sup>3</sup>.

Bei der langfristigen Entwicklung der mittleren Nitratkonzentration im Grundwasser von 1994 bis 2006 zeigte sich in den Problemgebieten und außerhalb der Wasserschutzgebiete eine Abnahme der Nitratkonzentration im Grundwasser. In Sanierungsgebieten und Wasserschutzgebieten mit „Niedriger Nitratbelastung“ standen für die Auswertung keine Messstellen zur Verfügung.

Die Landwirtschaftsverwaltung hat die N-Emissionen der Gegenwart und Vergangenheit berechnet, um die Ursachen für die Nitratbelastung des Grundwassers zu ermitteln und in ihrer Relevanz einschätzen zu können. Die Trendentwicklung in der Emission ermöglicht eine Abschätzung der Trendentwicklung im Grundwasser unter Berücksichtigung der Verweilzeiten. Anhand der derzeitigen N-Emissionssituation ist der aus landwirtschaftlicher Sicht notwendige Maßnahmenumfang abschätzbar und kann als Grundlage für eine gezielte Maßnahmenplanung herangezogen werden. Die Stickstoffausträge und Nitratkonzentrationen im Sickerwasser für 1980, 1995 und 2005 hat das Landwirtschaftliche Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) mit dem Modell STOFFBILANZ\_BW ermittelt. Die Ergebnisse zeigen für den gGWK 10.2 einen flächendeckenden Rückgang der Emissionsbelastung von 1980 bis 2005. Dies deckt sich mit dem festgestellten rückläufigen Trend der Nitratkonzentration im Grundwasser.

Die Immissionsergebnisse, d.h. die gemessene Nitratkonzentrationen im Grundwasser, wurden unter Berücksichtigung der mittleren Verweilzeit (MVZ) und der Denitrifikation den Emissionsdaten, d.h. den für die Jahre 1980, 1995 und 2005 berechneten Nitratkonzentrationen im Sickerwasser gegenübergestellt. Der Vergleich zeigte, dass die berechnete Nitratkonzentration im Sickerwasser an den meisten Messstellen eine gute Übereinstimmung mit der Nitratkonzentration im Grundwasser aufweist.

Die Prüfung der Erfordernis weitergehender Maßnahmen der Landwirtschaft ist in Kapitel 6 dargestellt.

---

<sup>1</sup>Richtlinie 2006/118/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung, ABl. L 372 vom 27.12.2006, S.17

<sup>2</sup> Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, ABl. L 327 vom 22.12.2000, S.1

<sup>3</sup> Verordnung des Umweltministeriums über Schutzbestimmungen und die Gewährung von Ausgleichsleistungen in Wasser- und Quellenschutzgebieten (Schutzgebiets- und Ausgleichs-Verordnung SchALVO) vom 20.02.2001, GBl. 2001, S.145

## **Fazit**

**Im gGWK 10.2 Sandstein-Spessart - Tauberland ist davon auszugehen, dass die bereits schon seit längerem durchgeführten Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers geeignet und ausreichend sind, damit in diesem gGWK bis zum Jahr 2015 der „gute Zustand“ im Sinne der WRRL erreicht werden kann. Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass die derzeitigen Maßnahmen auch in den kommenden Jahren weitergeführt werden.**

**Wird unabhängig davon lokal in Trinkwasserfassungen die Qualitätsnorm überschritten, so sind dort die erforderlichen SchALVO-Maßnahmen durchzuführen.**

# 1 Allgemeine Informationen

Der gefährdete Grundwasserkörper (gGWK) 10.2 Sandstein-Spessart – Tauberland liegt im Regierungsbezirk Stuttgart (Abb. 1-1) und umfasst eine Fläche von 263,22 km<sup>2</sup>. Er gehört zum Hydrogeologischen Großraum Süddeutsches Schichtstufen- und Bruchschollenland und zum Hydrogeologischen Teilraum Spessart, Rhönvorland und Buntsandstein des Odenwalds im Westen und zum Hydrogeologischen Teilraum Muschelkalkplatten im Osten.

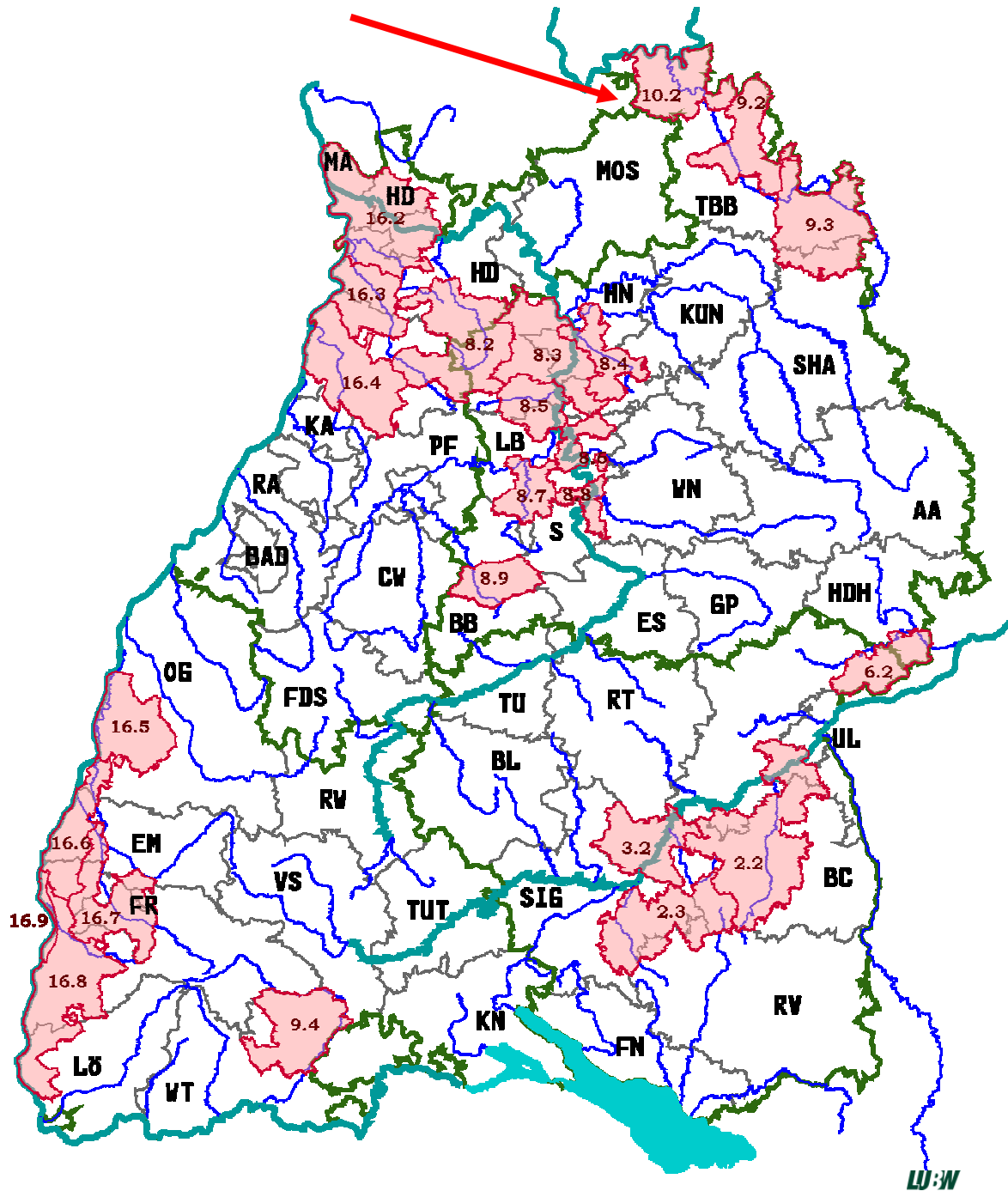


Abb. 1-1: Gefährdete Grundwasserkörper in Baden-Württemberg mit Lage des gGWK 10.2 Sandstein-Spessart - Tauberland.

Die Landwirtschaftliche Nutzfläche liegt in diesem gefährdeten Grundwasserkörper bei 57,8 % (Abb. 1-2) und damit über dem Landesdurchschnitt von 46,8 %.

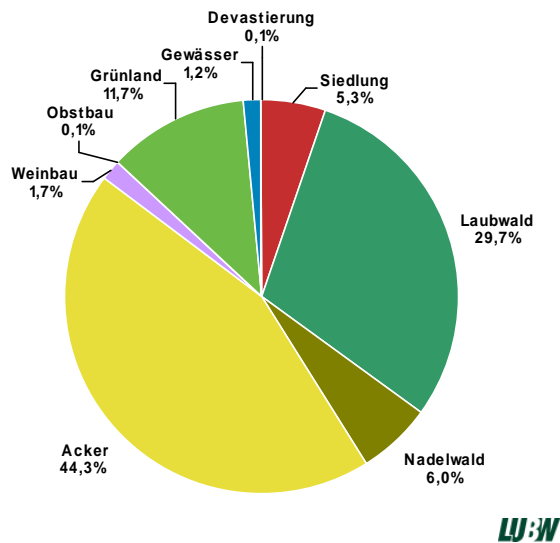


Abb. 1-2: Landnutzungsanteile im gefährdeten Grundwasserkörper 10.2 nach Landsat 2000.

## 2 Immission - Nitratkonzentrationen im Grundwasser

### 2.1 GRUNDWASSERMESSSTELLEN

Für den vorliegenden Bericht des gGWK 10.2 wurden die Informationen und Daten von 55 Grundwassermessstellen herangezogen. Bei 50 Messstellen lag die Einzugsgebietsabgrenzung des LGRB (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Abteilung 9 des RP Freiburg) vor. Ausbaudaten und Ausbautiefen der Messstellen sind Tab. 2-1 und Abb. 2-1 zu entnehmen. Bei manchen Messstellen handelt es sich um Mischwassermessstellen, daher ist die Anzahl der Aufschlüsse höher als die Anzahl der Messstellen.

Tab. 2-1: Bauformen der Grundwassermessstellen im gGWK 10.2 Sandstein-Spessart - Tauberland.

| Topologie   | Bauform                | Anzahl der Aufschlüsse |
|---|------------------------|------------------------|
| GW-Messort mit Standardbauwerk  | Bohrbrunnen mit Filter | 29                     |
| GW-Messort mit Standardbauwerk  | Schachtbrunnen         | 10                     |
| GW-Messort mit Standardbauwerk  | Quelle                 | 10                     |
| GW-Messort mit Standardbauwerk  | Beobachtungsrohr       | 3                      |
| GW-Messort mit örtl. getr. Messpunkt und örtl. getr. Probenahmestelle | Beobachtungsrohr       | 2                      |
| GW-Messort mit örtl. getr. Messpunkt und örtl. getr. Probenahmestelle | Quelle                 | 1                      |
| GW-Messort mit örtl. getr. Messpunkt und örtl. getr. Probenahmestelle | Messstelle ohne Ausbau | 1                      |

LUBW

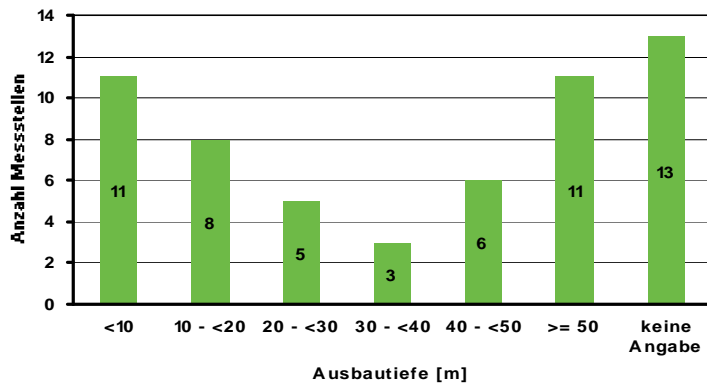


Abb. 2-1:  
Ausbautiefen der Grundwassermessstellen im gGWK 10.2 Sandstein-Spessart - Tauberland.

LUBW

## 2.2 NITRATKONZENTRATIONEN IM GRUNDWASSER 2006

Zur Auswertung der Messdaten im gGWK 10.2 Sandstein-Spessart - Tauberland wurden alle in der WIBAS-Referenzdatenbank vorliegenden Werte der o.g. 55 Messstellen für Nitrat, Nitrit, Ammonium und Sauerstoff aus dem Jahr 2006 exportiert. Ein Teil der Messstellen entstammt dem Landesmessnetz. Zur Verdichtung des Messnetzes wählten die Unteren Verwaltungsbehörden weitere Messstellen zusätzlich aus, die im Mai, August und November 2006 untersucht wurden. Vielfach konnten aus unterschiedlichen Gründen statt der vorgesehenen drei nur zwei Beprobungen stattfinden. Eine Übersicht über die durchgeführten Probenahmen zeigt Abb. 2-2, die Ergebnisse der Beprobungen sind in Abb. 2-3 und 2-4 zusammengestellt.

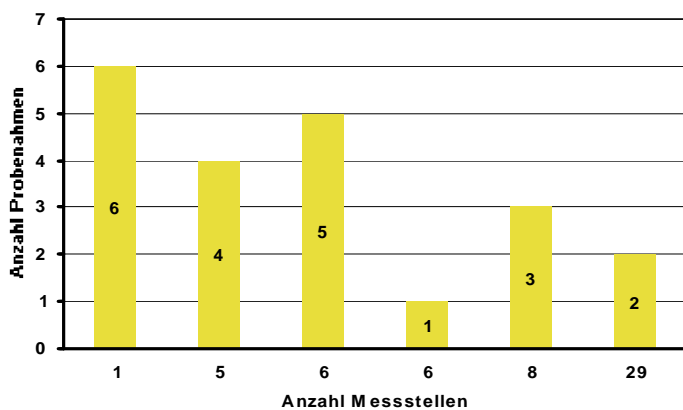


Abb. 2-2:  
Häufigkeit der Probenahmen im Jahr 2006.

LUBW

Nach der Tochterrichtlinie Grundwasser der WRRL ist die Qualitätsnorm für Nitrat 50 mg/l. Des Weiteren wird bei einer Nitratkonzentration zwischen 37,5 mg/l und 50 mg/l eine Trendbetrachtung gefordert. Dies ist allerdings nur möglich und sinnvoll, wenn eine längere Zeitreihe vorliegt. Im gGWK 10.2 Sandstein-Spessart - Tauberland ließ sich lediglich bei einer Grundwassermessstelle ein steigender Trend feststellen. Bei vier Messstellen wurde dem gegenüber ein fallender Trend ermittelt.

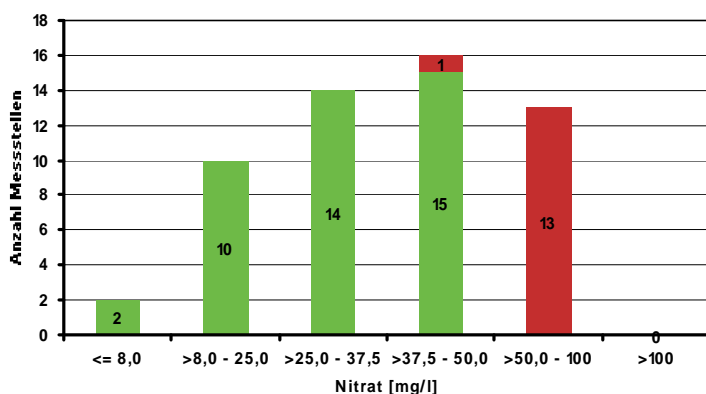


Abb. 2-3:  
Verteilung der Nitratkonzentrationen (Jahresmittelwerte 2006) im gGWK 10.2 Sandstein-Spessart - Tauberland.

LUBW



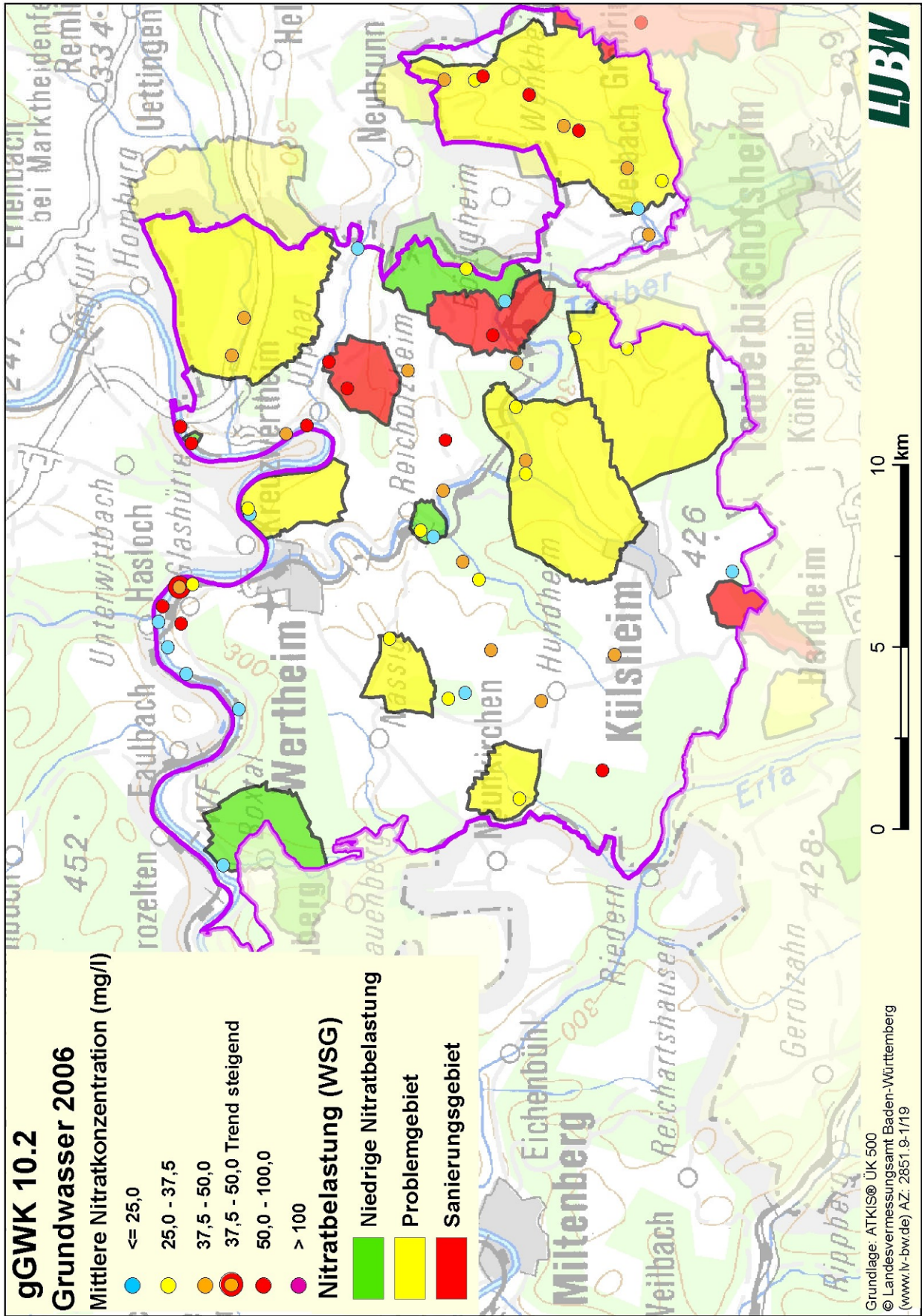


Abb. 2-4: Verteilung der Nitratkonzentrationen (Jahresmittelwerte 2006) im Grundwasser sowie Wasserschutzgebiete (festgesetzt), gegliedert nach der Nitratbelastung des Grundwassers (Stand Januar 2008).

# 3 Grundwassernutzung

In Baden-Württemberg regelt die Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) seit 1988 in allen rechtskräftig festgesetzten und vorläufig angeordneten Wasserschutzgebieten (WSG) die Landbewirtschaftung. Ziel ist der Schutz des Grundwassers u.a. vor Nitratreinträgen sowie die schnellstmögliche Sanierung nitratbelasteter Grundwasservorkommen durch grundwasserentlastende Bewirtschaftungsmaßnahmen. In der novellierten, seit März 2001 gültigen Fassung der SchALVO werden die Wasserschutzgebiete nach der Belastung des Rohwassers in Gebiete mit „Niedriger Nitratbelastung“, Problem- und Sanierungsgebiete eingeteilt.

Im gGWK 10.2 Sandstein-Spessart - Tauberland befinden sich insgesamt 15 Wasserschutzgebiete mit einer Gesamtfläche von 9.672,34 ha, davon liegen acht vollständig im Gebiet des gefährdeten Grundwasserkörpers (Abb. 2-4). Im Osten liegt noch ein kleiner Randbereich des Sanierungsgebiet WSG Grünbachgruppe innerhalb des gGWK 10.2. In Tab. 3-1 sind Anzahl und Flächen der Sanierungs- und Problemgebiete sowie der Wasserschutzgebiete mit Niedriger Nitratbelastung zusammengestellt. Abb. 3-1 gibt einen Überblick über die Anteile der Wasserschutzgebiete im gGWK 10.2 Sandstein-Spessart - Tauberland.

Tab. 3-1: Wasserschutzgebiete (festgesetzt) im gGWK 10.2 Sandstein-Spessart - Tauberland (Stand Januar 2008).

| WSG                      | Anzahl WSG | Fläche WSG [ha] | LF (GA 2007) <sup>4</sup> |
|--------------------------|------------|-----------------|---------------------------|
| Niedrige Nitratbelastung | 4          | 924             | 243                       |
| Problemgebiet            | 7          | 7.773           | 3.514                     |
| Sanierungsgebiet         | 4          | 976             | 470                       |
| WSG gesamt               | 15         | 9.672,          | 4.227                     |

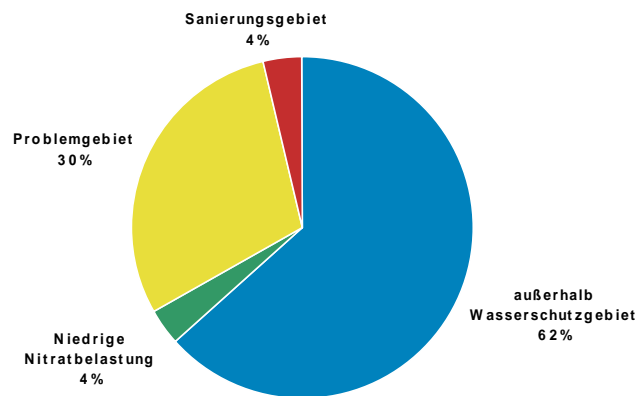


Abb. 3-1: Anteil der Wasserschutzgebiete (festgesetzt) an der Gesamtfläche im gGWK 10.2 Sandstein-Spessart - Tauberland (Stand Januar 2008).

<sup>4</sup> Die Angaben zur landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) beruhen auf den Daten des Gemeinsamen Antrages (GA). Im GA werden alle Flächen erfasst, für die Förder- oder Ausgleichsmaßnahmen durch das Land geleistet werden. Die GA-Flächen entsprechen weitgehend der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche.

An insgesamt 25,5 % der Messstellen wurde die Qualitätsnorm für Nitrat von 50 mg/l im Grundwasser überschritten bzw. lag zwischen 37,5 mg/l und 50 mg/l Nitrat ein steigender Trend vor. Abb. 3-2 zeigt die Verteilung dieser Grundwassermessstellen auf die Nitratbelastungsklassen der Wasserschutzgebiete gemäß SchALVO. 58 % der Messstellen mit gefährdetem Grundwasser liegen außerhalb von Sanierungs- und Problemgebieten.

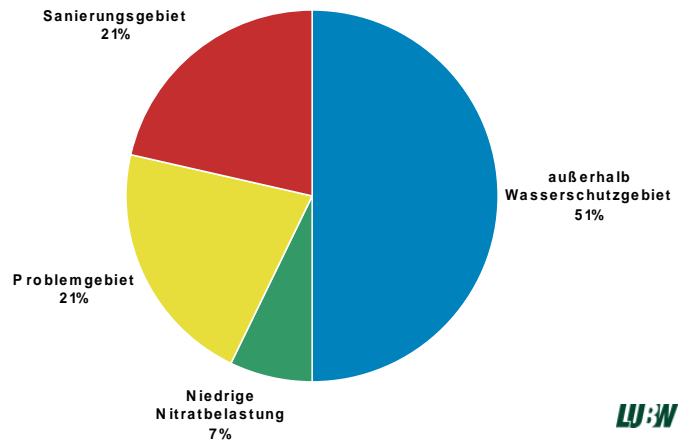
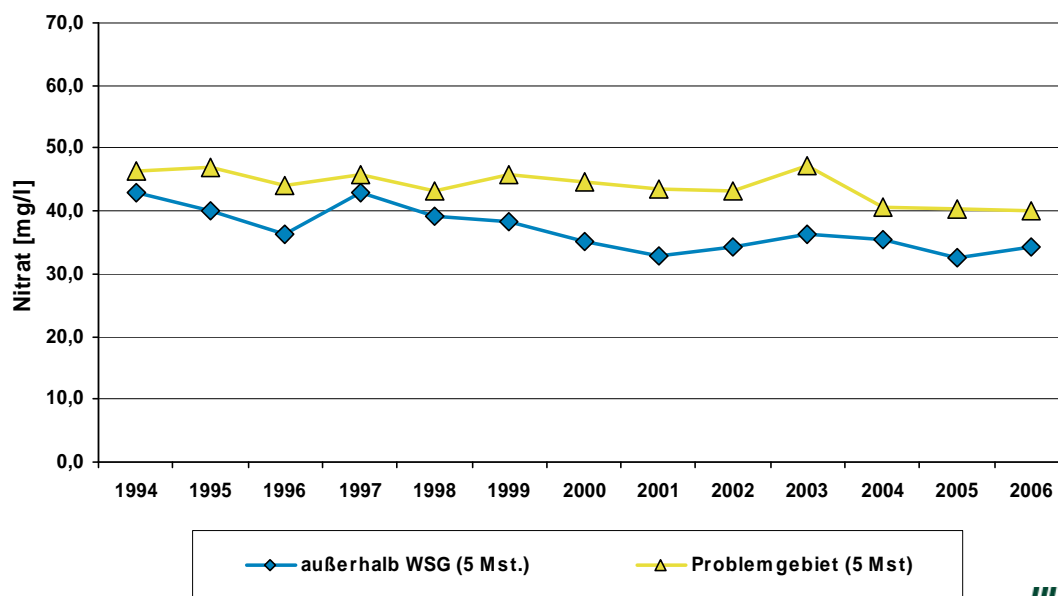


Abb. 3-2: Verteilung der Grundwassermessstellen mit hinsichtlich der Nitratbelastung als gefährdet bewertetem Grundwasser auf die verschiedenen Einstufungen der Wasserschutzgebiete gemäß SchALVO.

LUBW

### 3.1 LANGJÄHRIGE ENTWICKLUNG

Die Entwicklung der Jahresmittelwerte der Nitratkonzentrationen im Grundwasser von Messstellen, für die seit 1994 aus jedem Jahr Messwerte vorliegen, ist in Abb. 3-3 dargestellt. Dabei wurde unterschieden in Messstellen außerhalb von Wasserschutzgebieten und innerhalb entsprechend ihrer Einstufung gemäß SchALVO (Stand Januar 2008). Über den gesamten Zeitraum betrachtet ist bei den fünf Messstellen innerhalb der Problemgebiete und bei den fünf Messstellen außerhalb der Wasserschutzgebiete eine Abnahme der Nitratkonzentration im Grundwasser zu beobachten. In Wasserschutzgebieten mit Niedriger Nitratbelastung und in Sanierungsgebieten standen für die Auswertung keine Messstellen zur Verfügung, die den oben genannten Bedingungen entsprechen.



LUBW

Abb. 3-3: Mittlere Nitratkonzentration der einzelnen Kategorien der Wasserschutzgebiete (Stand Januar 2008) und außerhalb der Wasserschutzgebiete, die Zahl in Klammern gibt die Anzahl der Messstellen an, die für die Mittelwertbildung berücksichtigt wurde.



# 4 Emission

## 4.1 VORGEHEN BEI DER BERECHNUNG

Der Stickstoffaustrag aus der Bodenzone und die Nitratkonzentration im Sickerwasser unterhalb des Wurzelraumes wurde am LTZ mit dem Modell STOFFBILANZ\_BW in einem Raster von 250 x 250 m für 9 verschiedene Hauptnutzungsformen (Acker, Weinbau, Obstbau, Grünland, Laub- und Nadelwald, Gewässer, Siedlung, Devastierung) ermittelt (Abb. 4-1). STOFFBILANZ\_BW ist eine an die kleinräumigen Verhältnisse der gGWK in Baden-Württemberg angepasste Version des von der TU Dresden entwickelten Programms STOFFBILANZ. Für die Berechnung der Nitratkonzentration im Sickerwasser wurden die mit dem Grundwasserneubildungsmodell GWN\_BW der LUBW unter Berücksichtigung von Standorteigenschaften wie Klima und Boden ermittelten Sickerwassermengen herangezogen.

Bei der Ermittlung des Stickstoffüberschusses der landwirtschaftlichen Nutzungen im gGWK 9.2 wurden berücksichtigt:

- die **Stickstoffzufuhr** über Mineraldüngung, organische Düngung, atmosphärische Deposition und N-Fixierung durch Leguminosen,
- die **Stickstoffabfuhr** über das Erntegut sowie die Denitrifikation,
- eine Stickstoffimmobilisierung bei der Dauerkultur Spargel.

Vereinfachend wird angenommen, dass der Stickstoffüberschuss langfristig gesehen komplett ausgetragen wird. Die Emissionsberechnungen erfolgten für die Jahre 1980, 1995 und 2005. Details zum Modellierungsansatz sowie zu den Datengrundlagen und Ergebnissen sind dem Bericht des LTZ „Modellierung des N-Austrags im gefährdeten Grundwasserkörper Sandstein-Spessart - Tauberland (10.2)“ zu entnehmen.

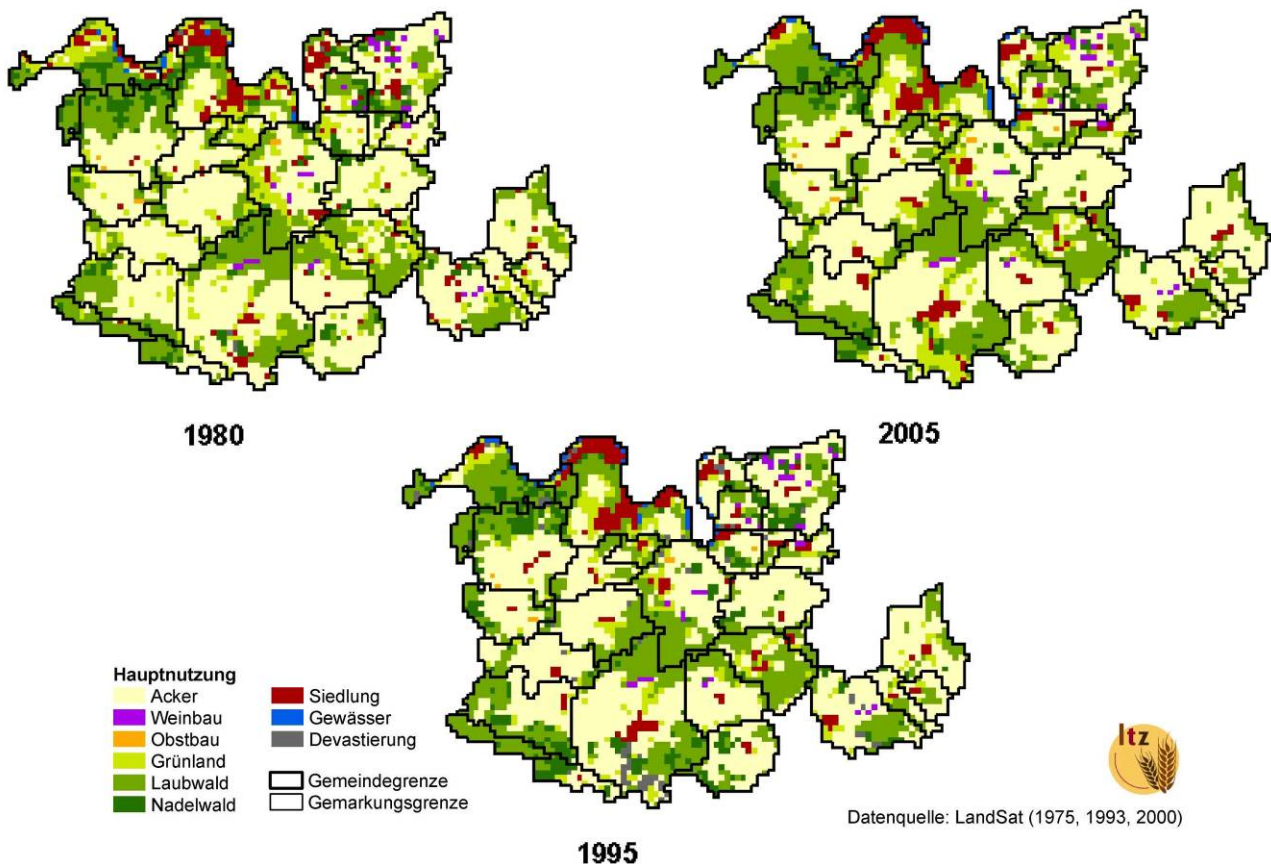


Abb. 4-1: Landnutzung für die Modellrechnungen 1980, 1995 und 2005.

#### 4.2 STICKSTOFFAUSTRÄGE

Abb. 4-2 zeigt die flächendeckend berechneten Stickstoffüberschüsse für die Bewirtschaftungsjahre 1980, 1995 und 2005. Das Jahr 1980 repräsentiert den Zustand einige Jahre vor Einführung der SchALVO (1988), das Jahr 1995 einige Jahre danach und das Jahr 2005 zeigt die aktuelle Situation. Stickstoffsalden bis 30 kg N/ha treten im Jahr 2005 über den gesamten gGWK verteilt auf, im östlichen Teil gibt es größere Bereiche mit höheren Stickstoffüberschüssen. Innerhalb des gGWK variieren die Stickstoffüberschüsse in Abhängigkeit von der Landnutzung, vom Wirtschaftsdüngeranfall pro Gemeinde und bei Acker- und Obstbaunutzung zusätzlich in Abhängigkeit von der Kulturartenverteilung pro Gemarkung. Da Grünland und die nichtlandwirtschaftlichen Nutzungen deutlich geringere Stickstoffüberschüsse aufweisen als die übrige landwirtschaftlich genutzte Fläche, ergibt sich die starke räumliche Differenzierung der Stickstoffausträge in Abb. 4-2 vor allem aus dem Mosaik der verschiedenen Hauptnutzungsformen in Abb. 4-1 und deren unterschiedlichen Stickstoffüberschüssen.

##### Trendentwicklung 1980 - 1995 - 2005:

Insgesamt zeigt sich eine flächendeckende Verringerung der Stickstoffüberschüsse von 1980 bis 2005. Der Mittelwert für den gGWK reduziert sich von 31 kg N/ha über 22 kg N/ha auf 17 kg N/ha. Für die landwirtschaftlichen Nutzungen verringert sich der Stickstoffüberschuss von 41 über 32 auf 25 kg N/ha LF. Dies ist im Wesentlichen auf eine zunehmend ertragsangepasste Düngung zurückzuführen, wie sich aus den regionalen Daten zum Wirtschaftsdüngeranfall, Mineraldüngereinsatz und Ertrag schließen lässt. Hinzu kommt der Rückgang der atmosphärischen Deposition, der sich auch in einem Rückgang der Stickstoffausträge bei den nichtlandwirtschaftlichen Nutzungen Wald, Gewässer, Siedlung und Devastierung widerspiegelt. Gegenläufige Entwicklungen wie Ausdehnung des Winterweizen- und Rapsanbaus haben die Trendentwicklung abgeschwächt aber nicht oder nur auf kleinräumiger Betrachtungsebene umgekehrt.

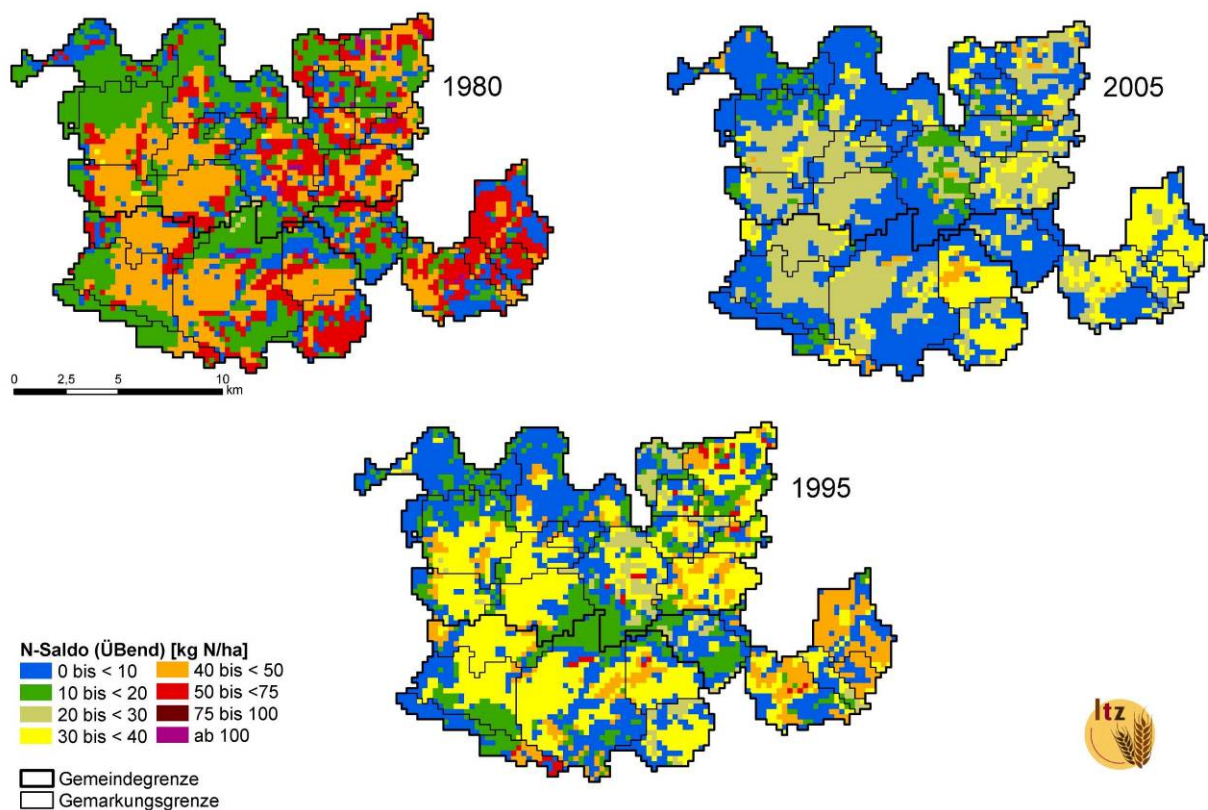


Abb. 4-2: Berechnete Stickstoffausträge für 1980, 1995 und 2005.

#### 4.3 NITRATKONZENTRATIONEN IM SICKERWASSER

Abb. 4-3 zeigt die berechneten Nitratkonzentrationen im Sickerwasser für die Bewirtschaftungsjahre 1980, 1995 und 2005. Der rückläufige Trend wird auch hier sehr deutlich. Der Flächenanteil der Raster, die eine Nitratkonzentration oberhalb von 50 mg/l NO<sub>3</sub> aufweisen ist im Betrachtungszeitraum von anfänglichen 52 % (1980) über 43 % (1995) auf 20 % (2005) zurück gegangen.

##### Emissionsbelastung 2005:

Bezogen auf die Hauptnutzungsformen liegt für das Modellierungsjahr 2005 der Flächenanteil mit einer Nitratkonzentration größer als 50 mg/l NO<sub>3</sub> für Acker bei 40 % und für Weinbau und Obstbau bei 100 %. Damit wird die Mindestgröße von 2500 ha für flächenhafte Belastungen überschritten. Bei den anderen Hauptnutzungsformen gab es für den gesamten gGWK keinen relevanten Anteil an Überschreitungen.

Die durchschnittliche Sickerwassermenge von 245 mm ist relativ gering und innerhalb des gGWK unterschiedlich verteilt. Die niedrigsten Mengen fallen im nordöstlichen Teil an. Dort treten bei sehr geringen Sickerwassermengen von z. T. unter 200 mm bereits bei moderaten N-Überschüssen von 20 bis 30 kg N/ha Nitratkonzentrationen von über 50 mg NO<sub>3</sub>/l auf.

##### **Zusammenfassung Emission**

**Aus Emissionssicht sind im gGWK 10.2 - trotz eines deutlich rückläufigen Trends der Stickstoffüberschüsse – weiterhin wasserschutzrelevante Maßnahmen erforderlich, um bei grundsätzlicher Beibehaltung der aktuellen Bewirtschaftungsweise (Landnutzung, Kulturartenverteilung, Düngeintensität) in absehbarer Zeit das Ziel des „guten Zustandes“ nach WRRL zu erreichen.**

**Im gGWK 10.2 liegen 2 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) in WSG mit Niedriger Nitratbelastung, 33 % der LF in Problemgebieten und 4 % in Sanierungsgebieten. Von den SchALVO-Auflagen ist somit eine flächenhaft bedeutsame Wirkung zu erwarten. Die Umsetzung freiwilliger Maßnahmen des MEKA-Programms ist allerdings ebenfalls erforderlich.**



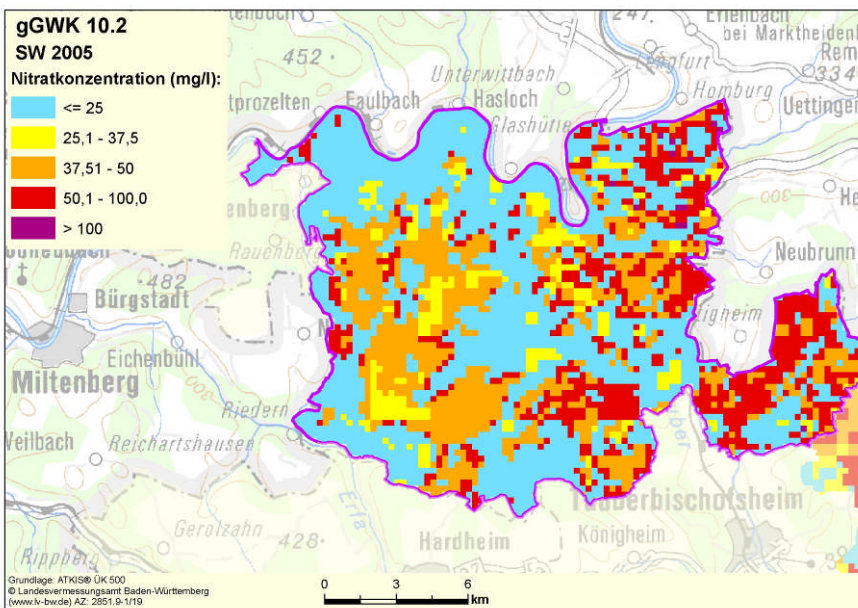
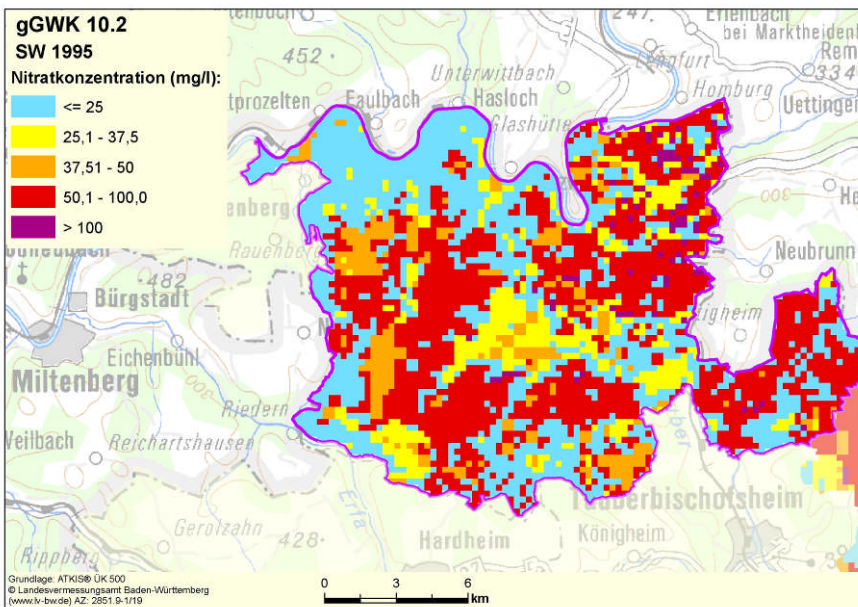
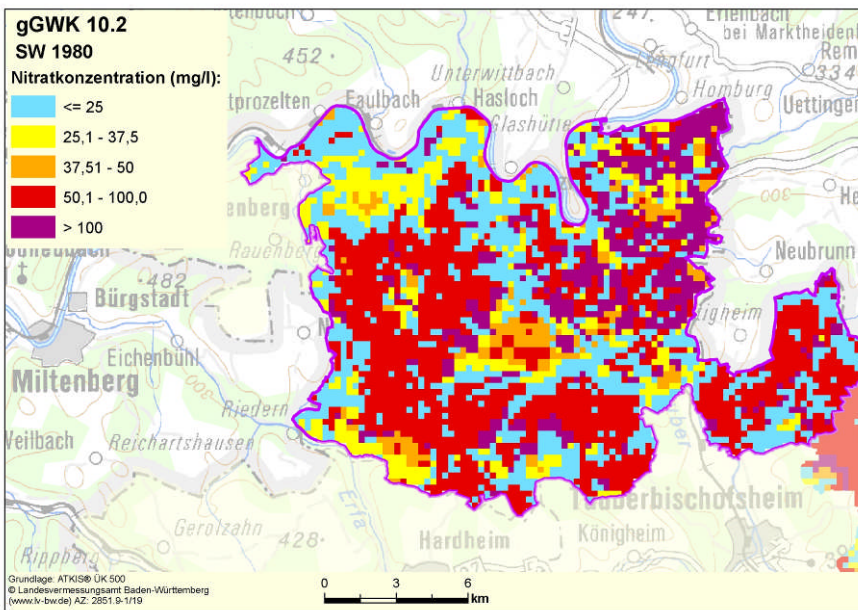


Abb. 4-3: Berechnete Nitratkonzentrationen im Sickerwasser 1980, 1995 und 2005 (Daten: LTZ).

# 5 Vergleich Emission - Immission

## 5.1 MITTLERE VERWEILZEITEN

Die Mittlere Verweilzeit (MVZ) des Wassers im Untergrund ist ein Maß für die zeitliche Verzögerung, die ein bestimmter Stoffeintrag an der Erdoberfläche bis zur Grundwassermessstelle benötigt. Die MVZ setzt sich zusammen aus der Sickerzeit in der ungesättigten Zone und der Fließzeit in der gesättigten Zone. Letztendlich besteht das entnommene Grundwasser aus einer Mischung von Grundwasserkomponenten unterschiedlicher MVZ, je nach Hydrogeologischer Einheit und den damit verbundenen chemisch-physikalischen Eigenschaften sowie weiterer Kenngrößen wie Grundwasserneubildung, Flurabstand und Abstand zur Messstelle. Daher ist die MVZ kein fester Wert, sondern immer eine Zeitspanne.

Abb. 5-1 zeigt die Grundwassermessstellen im gGWK 10.2 Sandstein-Spessart - Tauberland und ihre Lage in den Hydrogeologischen Einheiten. Die Angaben des LGRB zu den MVZ entsprechend den Hydrogeologischen Einheiten sind in Tab. 5-1 aufgelistet. Für manche Messstellen liegen Tritium-Messungen vor. Mit Tritium ( $^3\text{H}$ ) als Umwelttracer, dessen Eintragsfunktion bekannt ist und dessen Konzentration gesetzmäßigen Änderungen unterliegt, lässt sich die MVZ bis etwa 50 Jahre abschätzen. Angaben hierzu entstammen aus der Grundwasserdatenbank (GWDB) und sind ebenfalls in Tab. 5-1 aufgeführt.

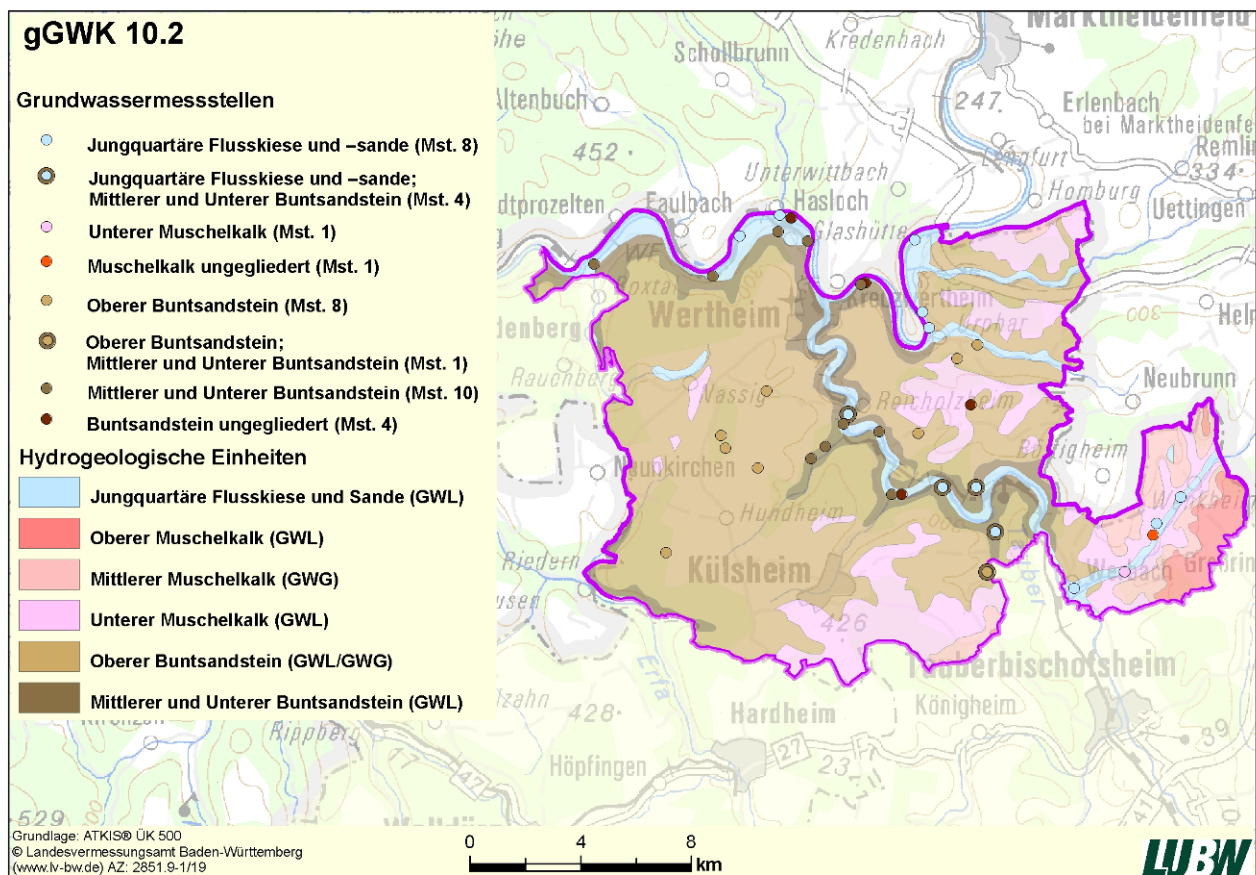


Abb. 5-1: Grundwassermessstellen mit zugeordneter Hydrogeologischer Einheit (Quelle:LGRB).  
Mst. = Messstellen, GWL = Grundwasserleiter, GWG = Grundwassergeringleiter.



Tab. 5-1: Hydrogeologische Einheiten und Verweilzeiten im gGWK 10.2 Sandstein-Spessart - Tauberland (Quelle: LGRB<sup>5</sup>).

| Hydrogeologische Einheit Nr. | Hydrogeologische Einheit                  | Verweilzeit  |
|------------------------------|---|--|
| Hy 5                         | Jungquartäre Flusssande und -kiese (GWL)  | Keine systematischen Untersuchungen, MVZ jedoch vermutlich ähnlich wie in Hy 4 (< 4; 5 – 15) oder bei größeren Anteilen von jungem Uferfiltrat jünger (Watzel 1994)<br>MVZ = 12 – 16 a (GWDB 1992)   |
| Hy 18                        | Unterer Muschelkalk (GWL)                 | Quellen (hydrogeologische Zuordnung unsicher): MVZ = 2 – 8 a (Hydroisotop 1992)<br>Sonst keine systematischen Untersuchungen; vermutlich stark variierend je nach Verkarstungsgrad. Bei intensiver Verkarstung MVZ < 2 a   |
|                              | Muschelkalk, ungegliedert                 | MVZ = 5 – 10 a (GWDB 1995)   |
| Hy 19                        | Oberer Buntsandstein (GWL/GWG)            | Quellen: MVZ = 3 – 11 a; z. T. auch MVZ > 60 a (Hydroisotop 1992)<br>Sonst keine systematischen Untersuchungen; je nach Grundwasseranschluss der Probenahmestelle MVZ vermutlich stark schwankend; ähnlich wie Hy 20   |
| Hy 20                        | Mittlerer und Unterer Buntsandstein (GWL) | MVZ < 3 a bis 4 – 8 a, z. T. bis 20 a; in tiefer Position (Seewiesenquellen) MVZ = 8 – 10 a (Hydroisotop 1987)<br>MVZ extrem groß (tertiäres Wasseralter) in tiefer Lage (Geothermiebohrung Bruchsal 1a; Bertleff et al. 1987, 1988)<br>Quellen: MVZ = 4 – 7 a; z. T. auch MVZ > 60 a (Hydroisotop 1992) |
|                              | Buntsandstein, ungegliedert               | MVZ = 2 – 5 a; MVZ = 4 – 8 a (GWDB 1992 – 1994)  |



## 5.2 NITRATKONZENTRATIONEN IM GRUNDWASSER UND SICKERWASSER

Die Rechenergebnisse aus der Emissionsbetrachtung und die gemessenen Nitratkonzentrationen im Grundwasser (Immission) wurden einer Plausibilitätsbetrachtung unterzogen. Dazu mussten die Einzugsgebiete der Messstellen bekannt sein und Angaben zur mittleren Verweilzeit vorliegen. Für Messstellen in Gebieten mit reduzierenden Verhältnissen kann dieser Abgleich nicht durchgeführt werden, da dort für die mikrobiellen Vorgänge im Grundwasser zunächst der gelöste Sauerstoff und dann das Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) als Sauerstoffquelle herangezogen wird und somit Nitrat nur in geringer Konzentration vorliegt. Das Rechenmodell berücksichtigt jedoch nur die Denitrifikation in der Bodenzone, nicht im Grundwasser. Messstellen mit einem Sauerstoffgehalt unter 2 mg/l und einer Nitratkonzentration unter 8 mg/l wurden daher nicht berücksichtigt. In der Tab. 5-2 ist das Datengerüst für die Plausibilisierung zusammengestellt.

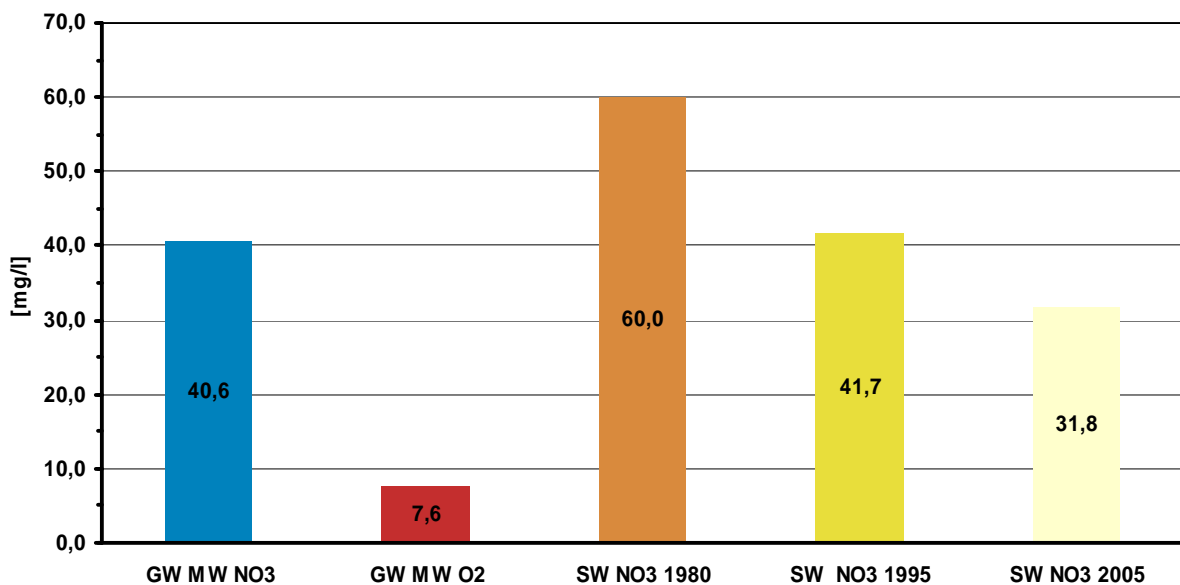
In Abb. 5-2 ist die gemessene mittlere Nitrat- und Sauerstoffkonzentration im Grundwasser 2006 den berechneten mittleren Nitratkonzentrationen im Sickerwasser der Messstelleneinzugsgebiete für 1980, 1995 und 2005 gegenübergestellt.

<sup>5</sup> LGRB (2006): Verweilzeiten des Grundwassers im Untergrund. – 9 S., Freiburg i. Br. – [unveröff.]

Tab. 5-2: Datengerüst für den Vergleich Emission – Immission.

| Datengerüst   | Anzahl der Messstellen |
|---|------------------------|
| beprobte Messstellen 2006   | 55                     |
| - davon mit bekanntem Einzugsgebiet   | 50                     |
| - davon mit Zuordnung zur Hydrogeologischen Einheit oder mit Angabe zur Verweilzeit | 48                     |
| - davon O2 > 2 mg/l und NO3 > 8 mg/l  | 47                     |
| - abzüglich Messstellen, deren Einzugsgebiet außerhalb des gGWK liegen              | 10                     |
| <b>für Emissions- / Immissionsbetrachtung herangezogen:</b>                         | <b>37</b>              |

LUBW

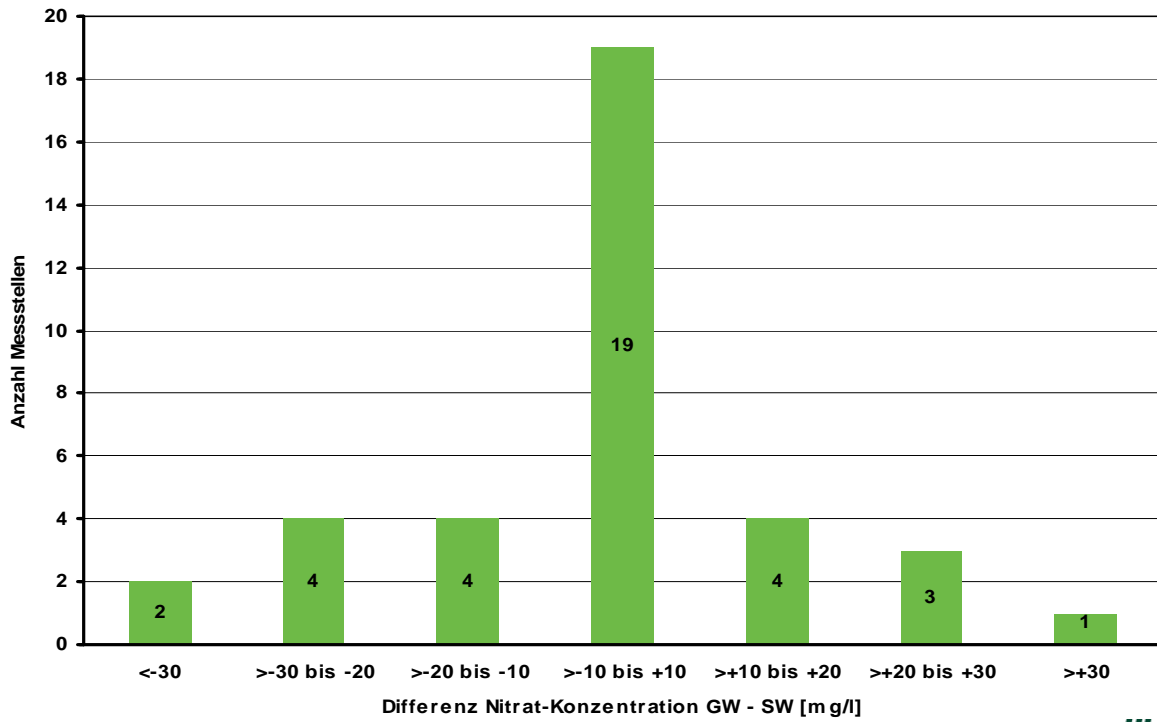


LUBW

Abb. 5-2: Vergleich der gemessenen mittleren (MW) Nitrat- und Sauerstoffkonzentration im Grundwasser (GW) 2006 mit der berechneten mittleren Nitratkonzentration im Sickerwasser (SW) der Messstelleneinzugsgebiete der Jahre 1980, 1995 und 2005.

### 5.3 ERGEBNISSE DES VERGLEICHS EMISSION - IMMISSION

Die Nitratkonzentrationen im Grundwasser wurden nach Möglichkeit mit den „maßgeblichen“ Nitratkonzentrationen im Sickerwasser der Einzugsgebiete verglichen. Maßgeblich bedeutet, dass von den vorliegenden „Sickerwasserjahren“ 1980, 1995 und 2005 dasjenige für den Vergleich herangezogen wurde, das der MVZ am ehesten entspricht. So wurde beispielsweise bei einer MVZ von 4 bis 7 Jahren die Nitratkonzentration im Grundwasser 2006 mit der Nitratkonzentration im Sickerwasser von 2005 bzw. 1995 verglichen (Abb. 5-3 und 5-4). Es zeigte sich, dass die berechnete Nitratkonzentration im Sickerwasser an den meisten Messstellen eine gute Übereinstimmung mit der Nitratkonzentration im Grundwasser aufweist.



LUBW

Abb. 5-3: Häufigkeiten der Differenzen zwischen den Nitratkonzentrationen im Grundwasser 2006 und den Nitratkonzentrationen im Sickerwasser des Jahres das der MVZ am ehesten entspricht.

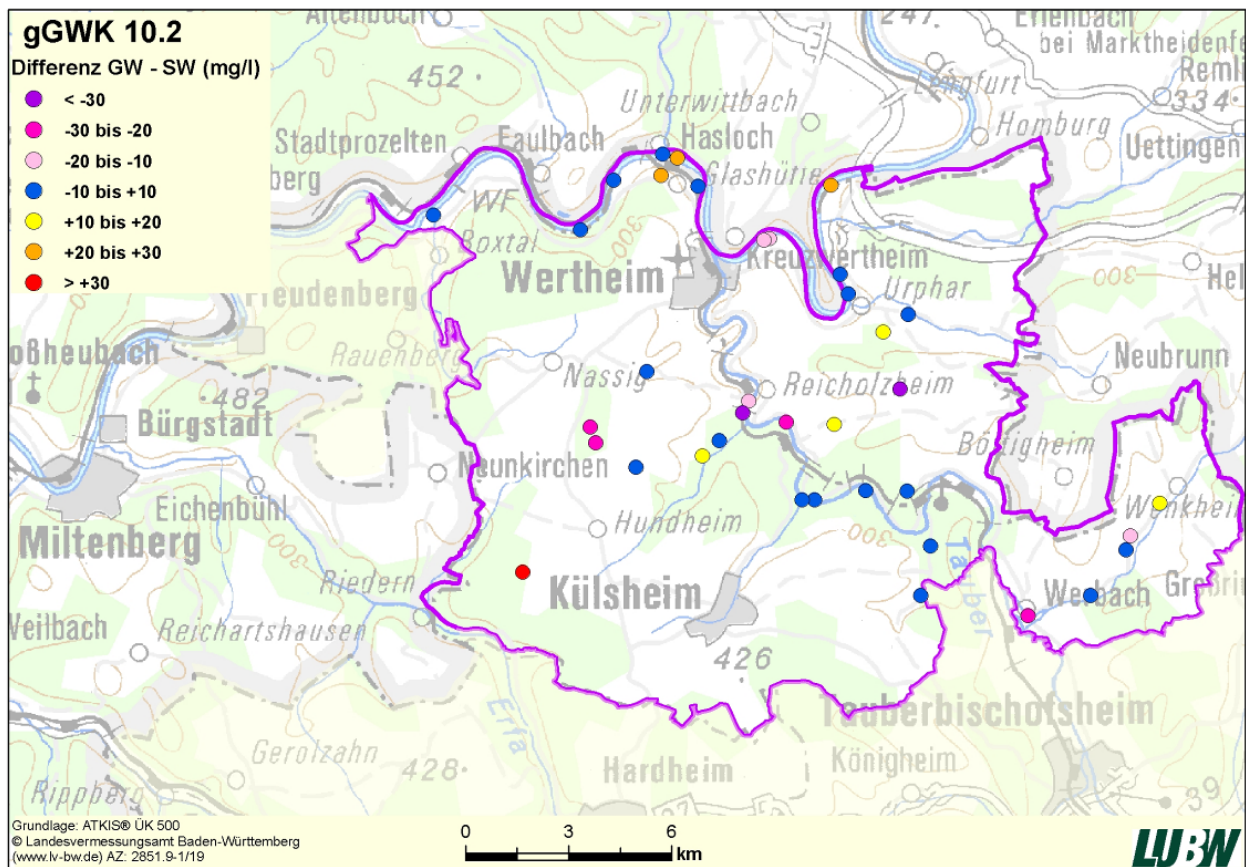


Abb. 5-4: Differenz zwischen der Nitratkonzentration im Grundwasser 2006 und der Nitratkonzentration im Sickerwasser des jeweils maßgeblichen Jahres.

Messstellen mit einer höheren Differenz treten nur vereinzelt auf. Im Allgemeinen konnten plausible Gründe für Abweichungen gefunden werden, z.B. treten an einigen Messstellen Wechselwirkungen des Grundwassers mit dem Oberflächengewässer auf (Abb. 5-5), was zu einer Verdünnung des belasteten Grundwassers führen kann.

Weitere Gründe für Abweichungen sind:

- Im Grundwasser der Jungquartären Kiese und Sande sind Randzutritte aus dem Festestein möglich.
- Falls die Sauerstoffwerte nur wenig über 2 mg/l liegen, kann eine Teildenitrifikation nicht ausgeschlossen werden.
- Höhere Nitratkonzentrationen im Grundwasser können auftreten, wenn in der Vergangenheit Grünland umgebrochen und dabei Nitrat freigesetzt und ins Grundwasser ausgewaschen wurde.

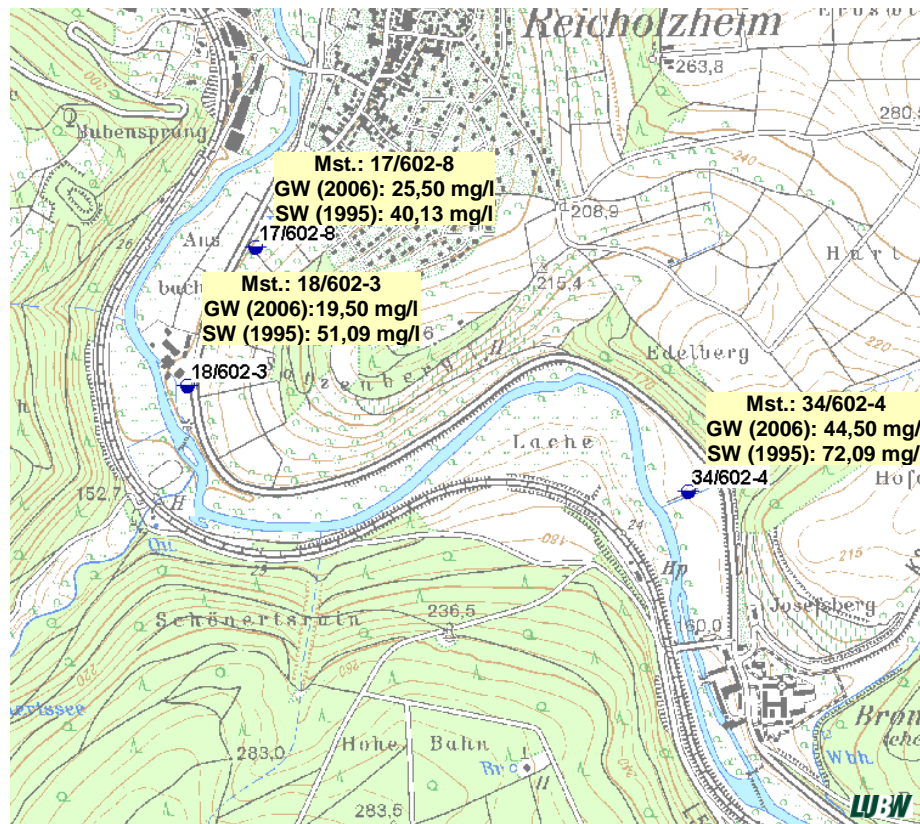


Abb. 5-5: Grundwassermessstellen mit möglichen Wechselwirkungen des Grundwasser mit dem Oberflächengewässer.

# 6 Erfordernis weitergehender Maßnahmen der Landwirtschaft

## 6.1 BESCHREIBUNG DER VORGEHENSWEISE

Die Bewertung der Defizite im Grundwasser bzw. die Identifizierung derjenigen Flächen, die für den schlechten Zustand des Grundwassers verantwortlich sind, erfolgte in Baden-Württemberg nach einem in der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) abgestimmten Verfahren. Die Prüfung der Erfordernis weitergehender Maßnahmen der Landwirtschaft ist nachfolgend kurz und im Übersichtsbericht <sup>6</sup> ausführlich dargestellt:

1. Für jede Messstelle werden die Gesamtfläche des Einzugsgebiets sowie die Flächengrößen und die Flächenanteile der einzelnen Nutzungen ermittelt. Daraus wird die Hauptnutzung des Einzugsgebiets, d.h. diejenige mit dem größten Flächenanteil abgeleitet.
2. In weiteren Spalten einer EXCEL-Tabelle sind die Jahresmittelwerte der gemessenen Nitrat- und Sauerstoffkonzentrationen zusammengestellt.
3. Die Tabelle wird nach den Nitratwerten sortiert.
4. Für jede Hauptnutzung (beispielsweise Acker) wird die Fläche im Einzugsgebiet der Messstellen, bei denen die Qualitätsnorm ( 50 mg/l Nitrat) im Grundwasser überschritten wird bzw. bei einer Nitratkonzentration zwischen 37,5 mg/l und 50 mg/l ein steigender Trend vorliegt, aufsummiert und ins Verhältnis gesetzt zur Summe der Einzugsgebietsflächen mit Hauptnutzung „Acker“ aller Messstellen.

Auf diese Weise werden die Flächenverhältnisse für alle Hauptnutzungsformen berechnet. Bei Quotienten unter 0,3 wird davon ausgegangen, dass es sich um kleinräumige Überschreitungen handelt, bei Quotienten größer 0,3 wird angenommen, dass die Nutzung relevant für die Zielerreichung im Grundwasserkörper ist. Als weiteres Relevanzkriterium soll die Gesamtfläche der auffälligen Nutzungen mindestens 25 km<sup>2</sup> oder ein Drittel des gefährdeten Grundwasserkörpers betragen, wenn der gGWK eine Gesamtgröße von weniger als 75 km<sup>2</sup> umfasst. Damit werden lokale Belastungen durch einzelne Nutzungen nicht erfasst, die für den gesamten Grundwasserkörper nicht repräsentativ sind. Zusätzlich ist die Anzahl der Messstellen, die die jeweilige Hauptnutzung repräsentieren, zu bewerten. Nur wenn genügend Messstellen vorliegen, kann die Bewertung durchgeführt werden.

---

<sup>6</sup> Gefährdete Grundwasserkörper in Baden-Württemberg, Zusammenfassung und Erfordernis weitergehender Maßnahmen, LUBW 2009



## 6.2 ERGEBNISSE

Im gGWK 10.2 Sandstein-Spessart - Tauberland wurde für keine Hauptnutzung ein Quotient  $> 0,3$  ermittelt. Bei der **Hauptnutzung Acker** ist der Quotient 0,107. Dieser wurde aus den Daten von 35 Messstellen ermittelt, womit eine hohe Repräsentativität gegeben ist (Tab. 6-1). Abb. 6-1 zeigt die Einzugsgebiete im gGWK 10.2 Sandstein-Spessart - Tauberland mit den ermittelten Hauptnutzungen.

Tab. 6-1: Ergebnistabelle der Prüfung der Erfordernis weitergehender Maßnahmen in der Landwirtschaft.

| Nutzung<br>(Landsat 2000, klass. nach HN) | Quotient der<br>Hauptnutzung | Anzahl Messstellen<br>gesamt | Gesamtfläche<br>[km <sup>2</sup> ] | Gesamtfläche<br>[%] |
|---|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| Siedlung (HN 1)                           | 0,112                        | 2                            | 13,92                              | 5,29                |
| Laubwald (HN 2)                           | 0,216                        | 9                            | 78,26                              | 29,73               |
| Nadelwald (HN 3)                          | ---                          | ---                          | 15,67                              | 5,95                |
| Acker (HN 4)                              | 0,107                        | 35                           | 116,49                             | 44,25               |
| Weinbau (HN 5)                            | ---                          | ---                          | 4,56                               | 1,73                |
| Obstbau (HN 6)                            | ---                          | ---                          | 0,19                               | 0,07                |
| Grünland (HN 7)                           | 0,000                        | 2                            | 30,76                              | 11,69               |
| Gewässer (HN 8)                           | ---                          | ---                          | 3,08                               | 1,17                |
| Devastierung (HN 9)                       | ---                          | ---                          | 0,28                               | 0,11                |

LUBW

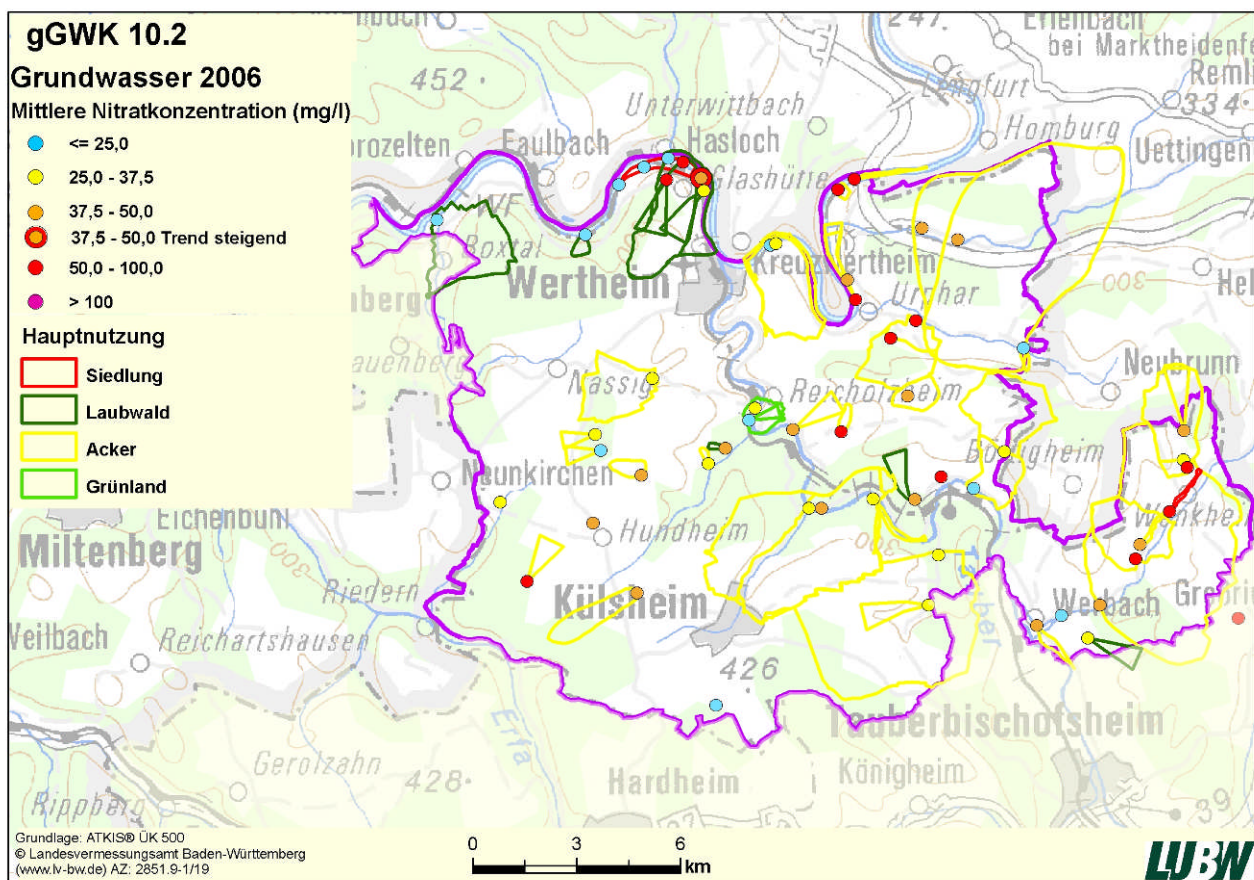


Abb. 6-1: Einzugsgebiete der Messstellen mit der nach dem LAWA-Verfahren ermittelten Hauptnutzung.

## **Fazit**

**Im gGWK 10.2 Sandstein-Spessart - Tauberland ist davon auszugehen, dass die bereits schon seit längerem durchgeführten Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers geeignet und ausreichend sind, damit in diesem gGWK bis zum Jahr 2015 der „gute Zustand“ im Sinne der WRRL erreicht werden kann. Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass die derzeitigen Maßnahmen auch in den kommenden Jahren weitergeführt werden.**

**Wird unabhängig davon lokal in Trinkwasserfassungen die Qualitätsnorm überschritten, so sind dort die erforderlichen SchALVO-Maßnahmen durchzuführen.**

