

# Gefährdeter Grundwasserkörper 16.7 Freiburger Bucht



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**

Dezember 2008

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>20</b>
6.1	Beschreibung der Vorgehensweise	20
6.2	Ergebnisse	21

# 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 16.7 Freiburger Bucht an 14,3 % der beprobten Grundwassermessstellen bezüglich Nitrat als gefährdet im Sinne der „Tochtrichtlinie Grundwasser“<sup>1</sup> der Wasserrahmenrichtlinie – WRRL<sup>2</sup>. Nur eine dieser Messstellen mit gefährdetem Grundwasser liegt innerhalb eines Problemgebiets gemäß der Einstufung der Wasserschutzgebiete nach der SchALVO<sup>3</sup> (Stand Januar 2008). Die übrigen Messstellen liegen in Gebieten mit „Niedriger Nitratbelastung“ oder außerhalb der Wasserschutzgebiete.

Bei der langfristigen Entwicklung der mittleren Nitratkonzentration im Grundwasser von 1994 bis 2006 zeigte sich außerhalb der Wasserschutzgebiete und in den Wasserschutzgebieten mit Niedriger Nitratbelastung innerhalb einer gewissen Schwankungsbreite eine Abnahme der Nitratkonzentration im Grundwasser. Für die Ermittlung der Entwicklung in Problemgebieten stand nur eine Messstelle zur Verfügung, so dass auf eine Angabe eines Trends verzichtet wird.

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 16.7 einen flächendeckenden Rückgang der Emissionsbelastung. Dies deckt sich mit dem festgestellten rückläufigen Trend der Nitratkonzentration im Grundwasser.

Die Immissionsergebnisse, d.h. die gemessenen Nitratkonzentrationen im Grundwasser, wurden unter Berücksichtigung der mittleren Verweilzeit (MVZ) und der Denitrifikation mit den Emissionsdaten, d.h. den für die Jahre 1980, 1995 und 2005 berechneten Nitratkonzentrationen im Sickerwasser verglichen. Der gGWK 16.7 Freiburger Bucht ist stark geprägt durch Bereiche mit denitrifizierenden und teildenitrifizierenden Verhältnissen sowie durch den Einfluss der Oberflächengewässer. Außerhalb dieser Einflüsse zeigte der Vergleich, dass die berechnete Nitratkonzentration im Sickerwasser überwiegend gut mit der gemessenen Nitratkonzentration im Grundwasser übereinstimmt. Größere Abweichungen treten im Süden des gGWK 16.7 auf.

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 16.7 Freiburger Bucht wird der „gute Zustand“ im Sinne der WRRL noch nicht erreicht. Die Hauptnutzung Weinbau mit einem Quotient von 0,534 und einer Gesamtgröße von 31,29 km<sup>2</sup> wird als relevant für die Überschreitung der Nitratkonzentration im Grundwasser ermittelt.**

**Zur Zielerreichung sind daher neben den derzeit durchgeführten Maßnahmen weitergehende Maßnahmen zur Reduzierung der Nitratinträge im Bereich des Weinbaus erforderlich. Unter Berücksichtigung der natürlichen Gegebenheiten (Verweilzeiten) werden die Maßnahmen aber nicht sofort im Grundwasser wirksam, so dass man den „guten Zustand“ voraussichtlich erst im Jahre 2027 erreichen wird.**

# 1 Allgemeine Informationen

Der gefährdete Grundwasserkörper (gGWK) 16.7 Freiburger Bucht liegt im Regierungsbezirk Freiburg (Abb. 1-1) und umfasst eine Fläche von 291,17 km<sup>2</sup>. Er gehört im Westen zum Hydrogeologischen Großraum Oberrheingraben und zum Hydrogeologischen Teilraum Quartäre/Pliozäne Sedimente der Grabenscholle, Tektonische Schollen des Grabenrandes und Kaiserstuhl. Ein kleiner Teil im Osten gehört zum Hydrogeologischen Großraum Südwestdeutsches Grundgebirge mit dem Hydrogeologischen Teilraum Kristallin des Schwarzwalds.

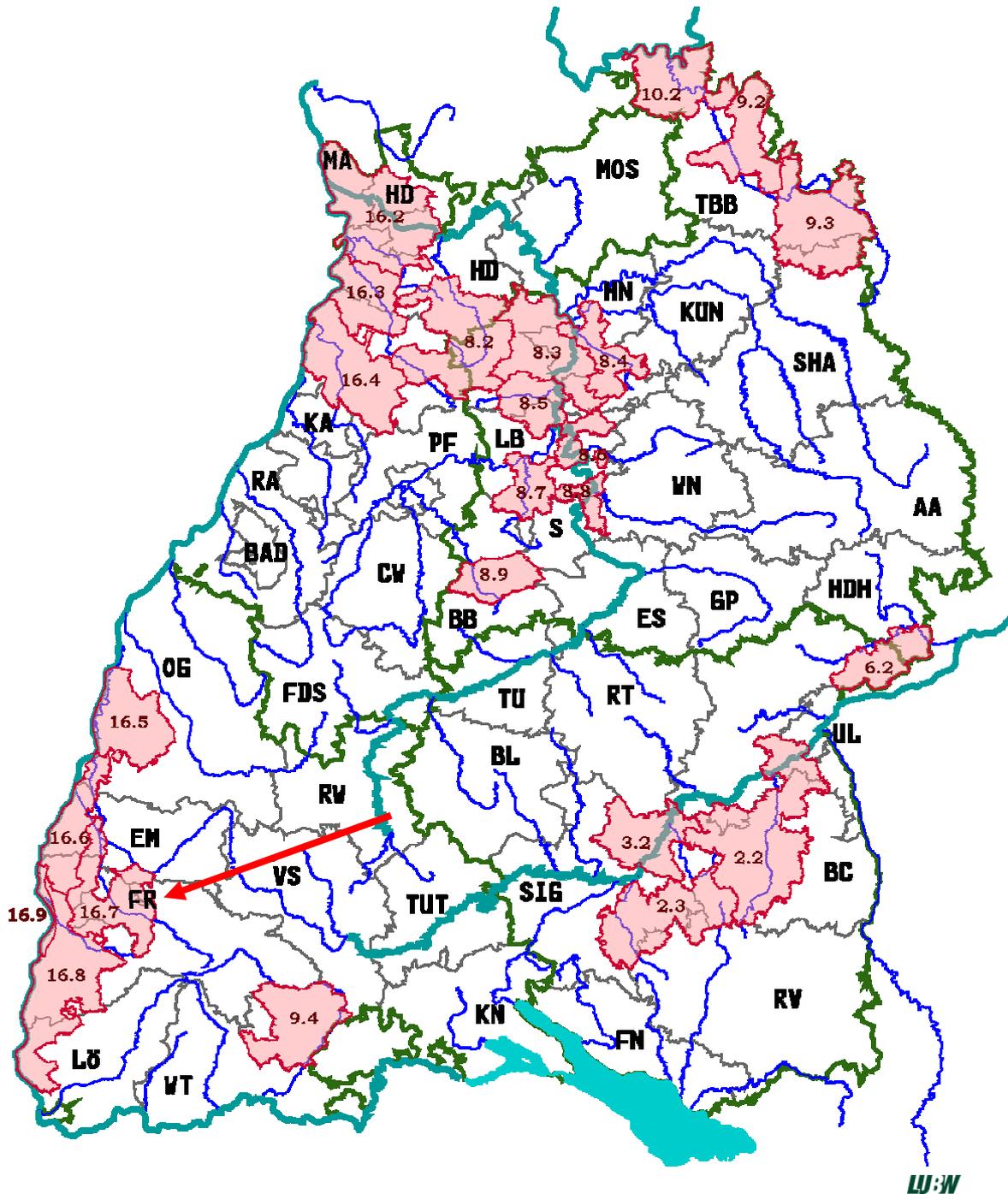


Abb. 1-1: Gefährdete Grundwasserkörper in Baden-Württemberg mit Lage des gGWK 16.7 Freiburger Bucht.

Die Landwirtschaftliche Nutzfläche liegt in diesem gefährdeten Grundwasserkörper bei 50 % (Abb. 1-2) und damit knapp über dem Landesdurchschnitt von 46,8 %.

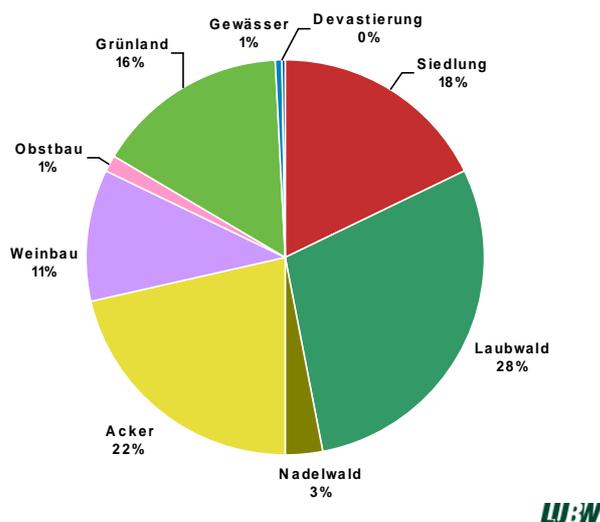


Abb. 1-2: Landnutzungsanteile im gefährdeten Grundwasserkörper 16.7 nach Landsat 2000.

## 2 Immission -Nitratkonzentrationen im Grundwasser

### 2.1 GRUNDWASSERMESSTELLEN

Für den vorliegenden Bericht des gGWK 16.7 wurden die Informationen und Daten von 98 Grundwassermessstellen herangezogen. Bei 85 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.

Tab. 2-1: Bauformen der Grundwassermessstellen im gGWK 16.7 Freiburger Bucht.

Topologie	Bauform	Anzahl der Aufschlüsse
GW-Messort mit Standardbauwerk	Beobachtungsrohr	41
GW-Messort mit Standardbauwerk	Bohrbrunnen mit Filter	41
GW-Messort mit Standardbauwerk	Schachtbrunnen	9
GW-Messort mit Standardbauwerk	Quelle	6
GW-Messort mit Standardbauwerk	Horizontal-/Schrägfilterbrunnen	1

LUBW

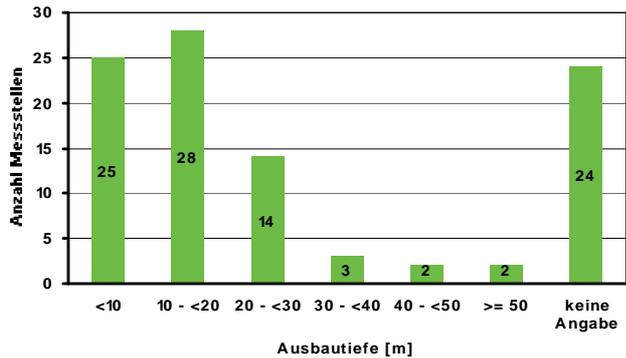


Abb. 2-1:  
Ausbautiefen der Grundwassermessstellen im gGWK 16.7 Freiburger Bucht.

LUBW

## 2.2 NITRATKONZENTRATIONEN IM GRUNDWASSER 2006

Zur Auswertung der Messdaten im gGWK 16.7 Freiburger Bucht wurden alle in der WIBAS-Referenzdatenbank vorliegenden Werte der o.g. 98 Messstellen für Nitrat, Nitrit, Ammonium und Sauerstoff aus dem Jahr 2006 exportiert. Ein Teil der Messstellen entstammt dem Landesmessnetz, darunter Messstellen mit einem zweimonatigen Beprobungszyklus. 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 eine Beprobung stattfinden. Eine Übersicht über die durchgeführten Probennahmen zeigt Abb. 2-2, die Ergebnisse der Beprobungen sind in den Abb. 2-3 und 2-4 zusammengestellt.

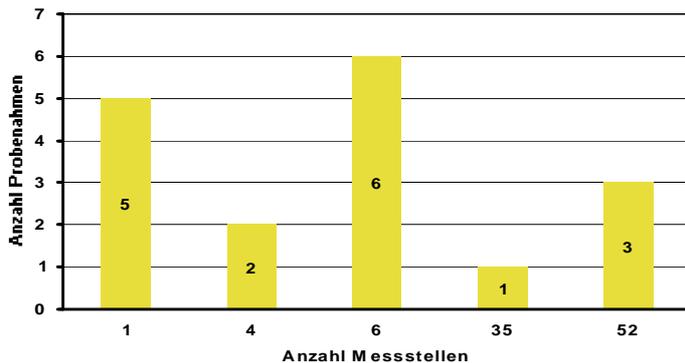


Abb. 2-2:  
Häufigkeit der Probennahmen im Jahr 2006.

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 16.7 Freiburger Bucht ließ sich bei einer Grundwassermessstelle ein steigender Trend feststellen. Bei zwei Messstellen wurde dem gegenüber ein fallender Trend ermittelt.

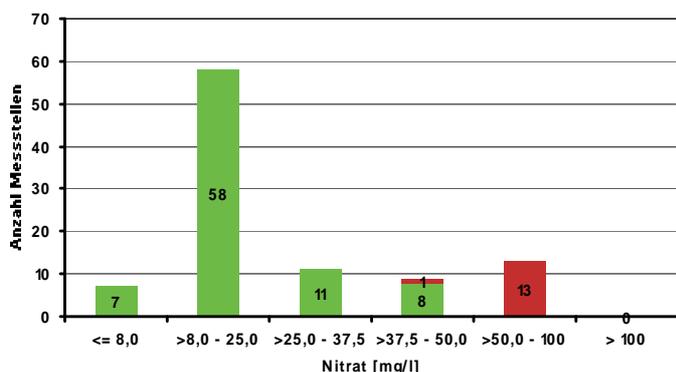


Abb. 2-3:  
Verteilung der Nitratkonzentrationen (Jahresmittelwerte 2006) im gGWK 16.7 Freiburger Bucht.

LUBW

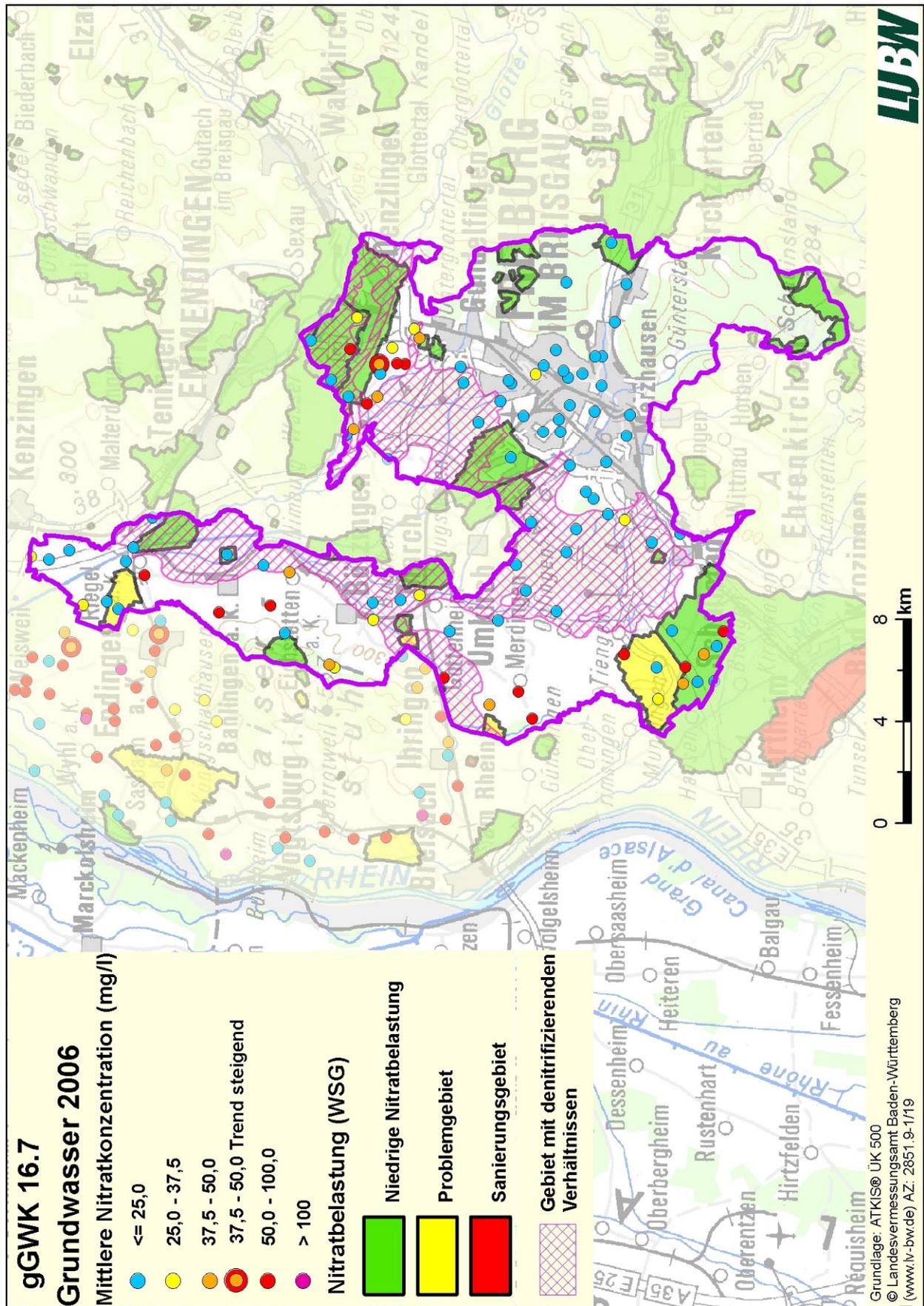


Abb. 2-4: Verteilung der Nitratkonzentrationen (Jahresmittelwerte 2006) im Grundwasser sowie Wasserschutzgebiete (festgesetzt), gegliedert nach der Nitratbelastung des Grundwassers (Stand Januar 2008).

# 3 Grundwassernutzung

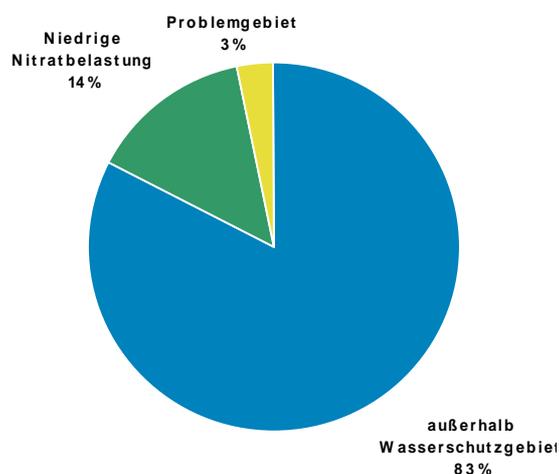
In Baden-Württemberg regelt die Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) seit 1988 in allen rechtskräftig festgesetzten und vorläufig angeordneten Wasserschutzgebieten (WSG) die Landwirtschaft. Ziel ist der Schutz des Grundwassers u.a. vor Nitratreinträgen sowie die schnellstmögliche Sanierung 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 16.7 Freiburger Bucht befinden sich insgesamt 29, zum Teil sehr kleine Wasserschutzgebiete mit einer Gesamtfläche von 4.188,89 ha, davon liegen 12 nur teilweise im Gebiet des gefährdeten Grundwasserkörpers (Abb. 2-4). In Tab. 3-1 sind Anzahl und Flächen der Problemgebiete sowie der Gebiete mit Niedriger Nitratbelastung zusammen gestellt, Sanierungsgebiete befinden sich keine im gGWK 16.7. Abb. 3-1 gibt einen Überblick über die Anteile der Wasserschutzgebiete im gGWK 16.7 Freiburger Bucht.

Tab. 3-1: Wasserschutzgebiete (festgesetzt) im gGWK 16.7 Freiburger Bucht (Stand Januar 2008).

WSG	Anzahl WSG	Fläche WSG [ha]	LF (GA 2007) <sup>4</sup>
Niedrige Nitratbelastung	24	4.189	1.923
Problemgebiet	5	881	556
Sanierungsgebiet	0	0	0
WSG gesamt	29	5.070	2.479

**LU:W**



**LU:W**

Abb. 3-1: Anteil der Wasserschutzgebiete (festgesetzt) an der Gesamtfläche im gGWK 16.7 Freiburger Bucht (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 14,3 % 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. Nur eine dieser Messstellen mit gefährdetem Grundwasser liegt in einem Problemgebiet, die Übrigen liegen alle in Gebieten mit Niedriger Nitratbelastung oder außerhalb der Wasserschutzgebiete.

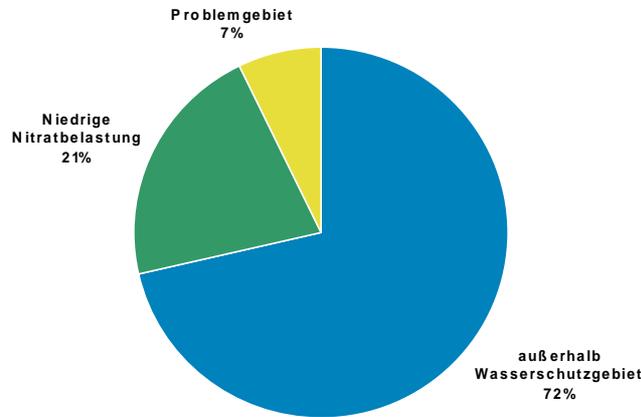
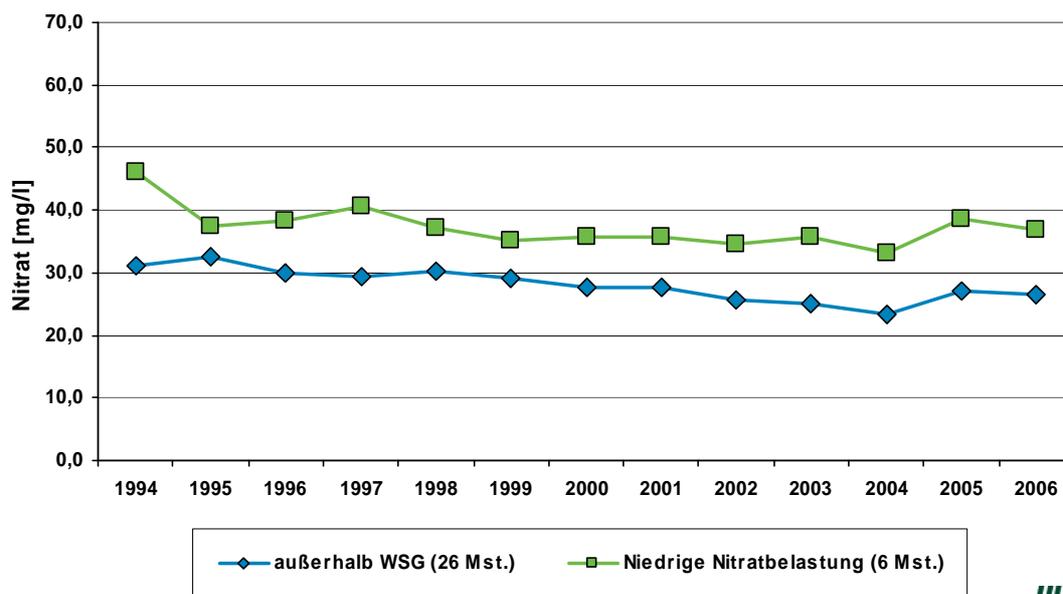


Abb. 3-2: : Verteilung der Grundwassermessstellen mit hinsichtlich der Nitratbelastung als gefährdet bewertetem Grundwasser auf die verschiedenen Einstufungen der Wasserschutzgebiete gemäß SchALVO.

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 26 Messstellen außerhalb der Wasserschutzgebiete und den sechs Messstellen in Gebieten mit Niedriger Nitratbelastung, innerhalb einer gewissen Schwankungsbreite, eine Abnahme der Nitratkonzentration im Grundwasser zu beobachten. Für die Auswertung in den Problemgebieten standen zu wenige 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 wurden 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 16.7 wurden berücksichtigt:

- die **Stickstoffzufuhr** über Mineraldüngung, Organische Düngung, atmosphärische Deposition und N-Fixierung durch Leguminosen,
- eine erhöhte Nachlieferung von Moorböden,
- die **Stickstoffabfuhr** über das Erntegut sowie die Denitrifikation,
- eine Stickstoffimmobilisierung bei den Dauerkulturen Spargel und Reben.
- 

Vereinfachend wird angenommen, dass der Stickstoffüberschuss langfristig gesehen komplett ausgetragen wird. Die Emissionsberechnungen erfolgten für die Jahre 1980, 1995, 2005. Details zum Modellierungsansatz sowie zu den Datengrundlagen und Ergebnissen sind dem Bericht des LTZ „Modellierung des N-Austrags im gefährdeten Grundwasserkörper Freiburger Bucht (16.7)“ zu entnehmen.

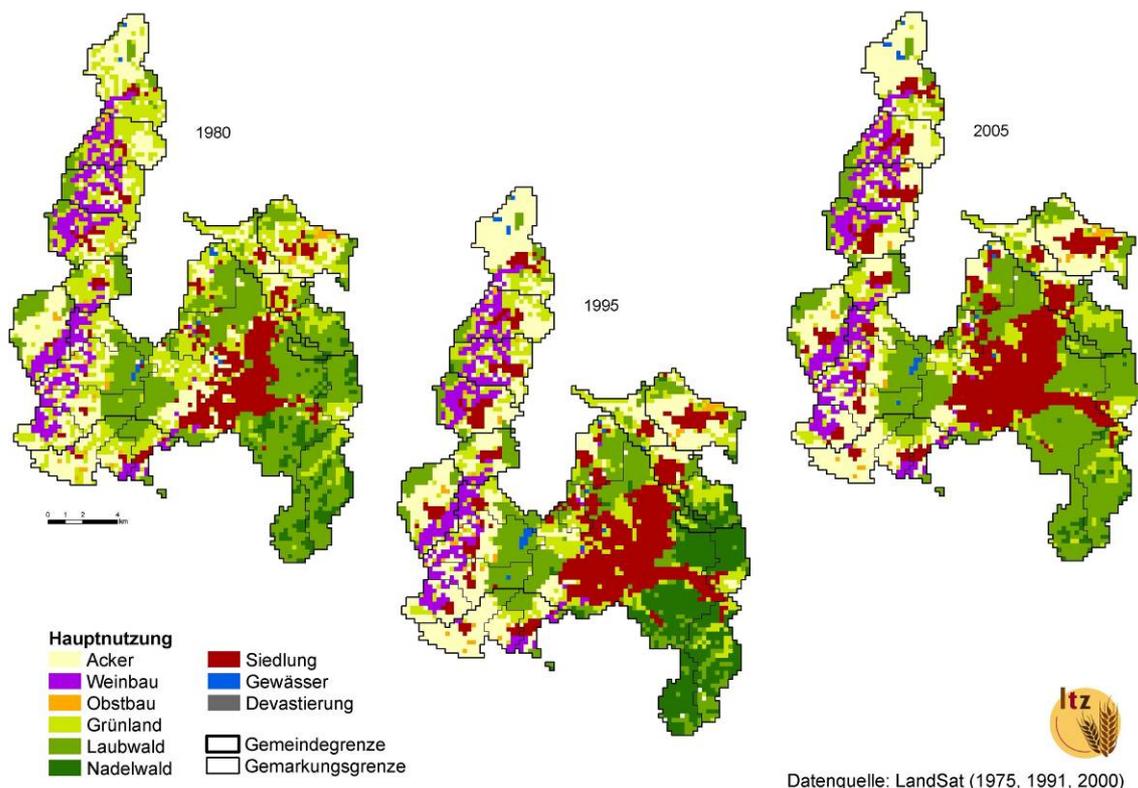


Abb. 4-1: Landnutzung für die Modellrechnungen 1980, 1995 und 2005.

## 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. Im westlichen Teil (Rheinebene) ergeben sich größere Bereiche mit höheren Stickstoffüberschüssen als im östlichen Bereich des gGWK. Innerhalb des gGWK variieren die Stickstoffüberschüsse in Abhängigkeit vom Wirtschaftsdüngeranfall pro Gemeinde und Kulturartenverteilung pro Gemarkung. Hinzu kommt der Einfluss der Hauptnutzungsformen. 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.

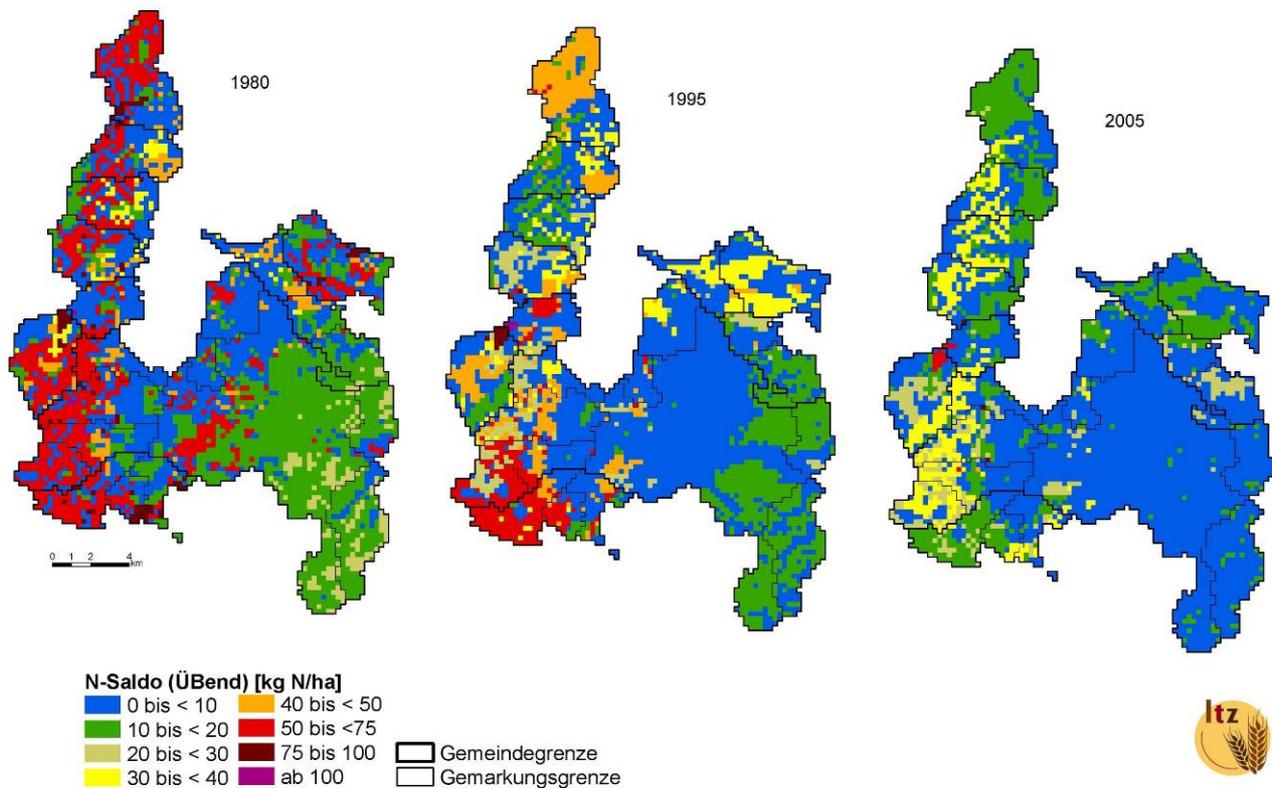


Abb. 4-2: Berechnete Stickstoffausträge für 1980, 1995 und 2005.

### Trendentwicklung 1980 - 1995 - 2005:

Insgesamt zeigt sich eine flächendeckende Verringerung der Stickstoffüberschüsse von 1980 bis 2005. Der Mittelwert für den gGWK reduziert sich von 24 kg N/ha über 17 kg N/ha auf 11 kg N/ha. Für die landwirtschaftlichen Nutzungen verringert sich der Stickstoffüberschuss von 32 über 26 auf 17 kg N/ha LF. Dies ist im wesentlichen auf eine zunehmend ertragsangepasste Düngung zurückzuführen, die sich aus den regionalen Daten zum Wirtschaftsdüngeranfall, Mineraldüngereinsatz und Ertrag ergibt. 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 Grünlandumbruch und die Ausdehnung des Körnermaisbaus auf Kosten von Winterweizen haben die Trendentwicklung abgeschwächt aber nicht oder nur auf kleinräumiger Betrachtungsebene umgekehrt.

### 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 deutlich, wobei die Sickerwassermengen für 1995 und 2005 gegenüber 1980 etwas geringer waren und den rückläufigen Trend etwas abgeschwächt haben. Der Flächenanteil der Raster, die eine Nitratkonzentration oberhalb von 50 mg/l NO<sub>3</sub> aufweisen ist im Betrachtungszeitraum von anfänglichen 30 % (1980) auf 12 % (2005) zurück gegangen.

#### Emissionsbelastung 2005:

Bezogen auf die Hauptnutzungsformen Weinbau und Obstbau liegt für das Modellierungsjahr 2005 der Flächenanteil mit einer Nitratkonzentration größer als 50 mg/l NO<sub>3</sub> jeweils bei 98 bzw. 33 %. Bei den anderen Hauptnutzungsformen, einschließlich Acker, gab es für den gesamten gGWK keinen relevanten Anteil an Überschreitungen.

Die durchschnittliche Sickerwassermenge liegt bei 301 mm, ist aber innerhalb des gGWK sehr unterschiedlich verteilt. In der Rheinebene liegt sie nur bei ca. 200 mm, so dass sich bereits bei moderaten Stickstoffüberschüssen hohe Nitratkonzentrationen ergeben.

#### **Zusammenfassung Emission**

**Aus Emissionssicht sind im gGWK 16.7 - trotz eines deutlich rückläufigen Trends der Stickstoffüberschüsse - 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 16.7 liegen 16 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) in WSG mit niedriger Nitratbelastung und etwa 6 % der LF in Problemgebieten. Die flächenhafte Wirkung der SchALVO-Auflagen ist somit sehr begrenzt. Die Umsetzung freiwilliger Maßnahmen des MEKA-Programms ist deshalb umso wichtiger und sollte ausgeweitet werden.**

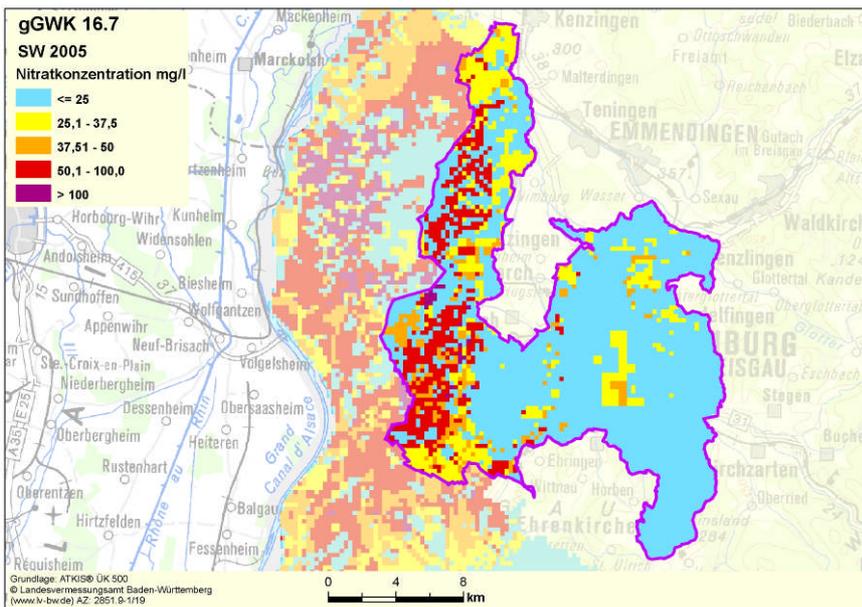
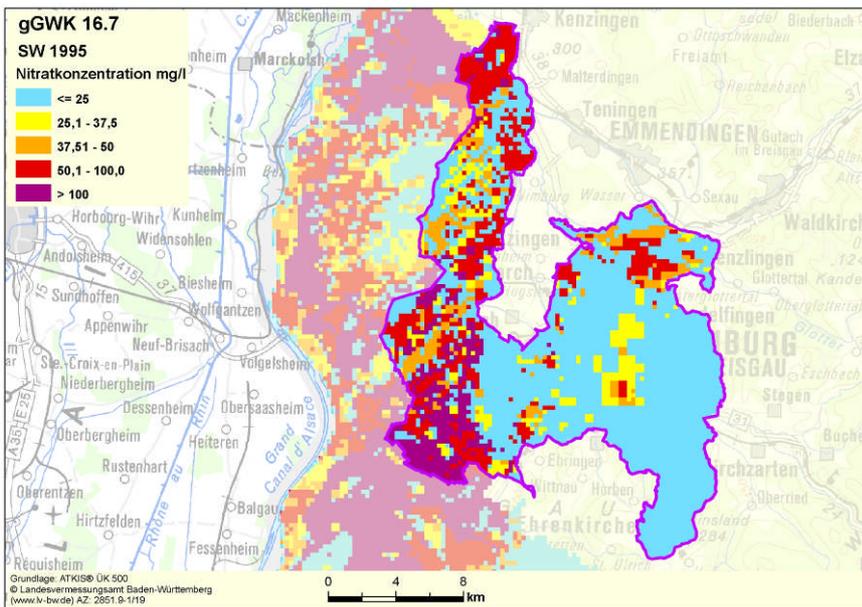
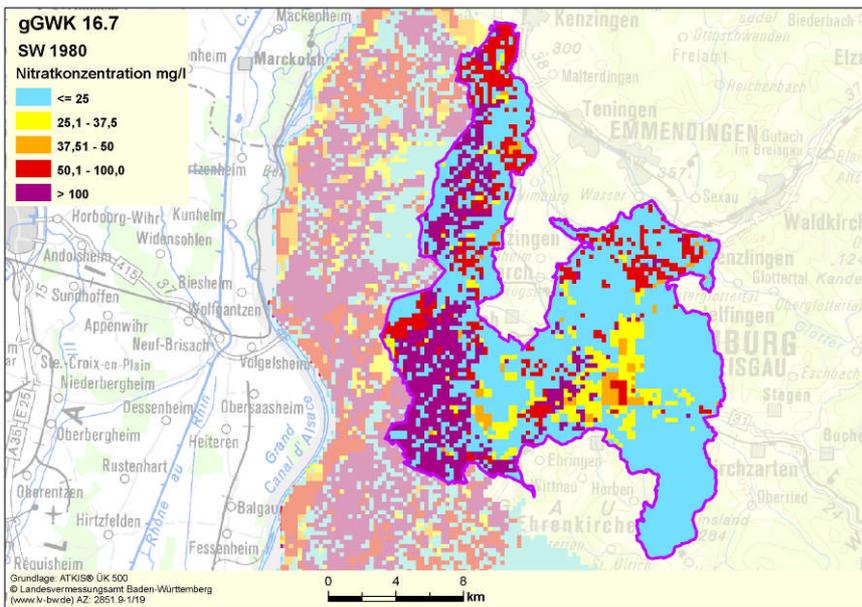


Abb. 4-3: Berechnete Nitratkonzentrationen im Sickerwasser 1980, 1995 und 2005 (Daten: LTZ).

# 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 16.7 Freiburger Bucht 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 zahlreiche 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

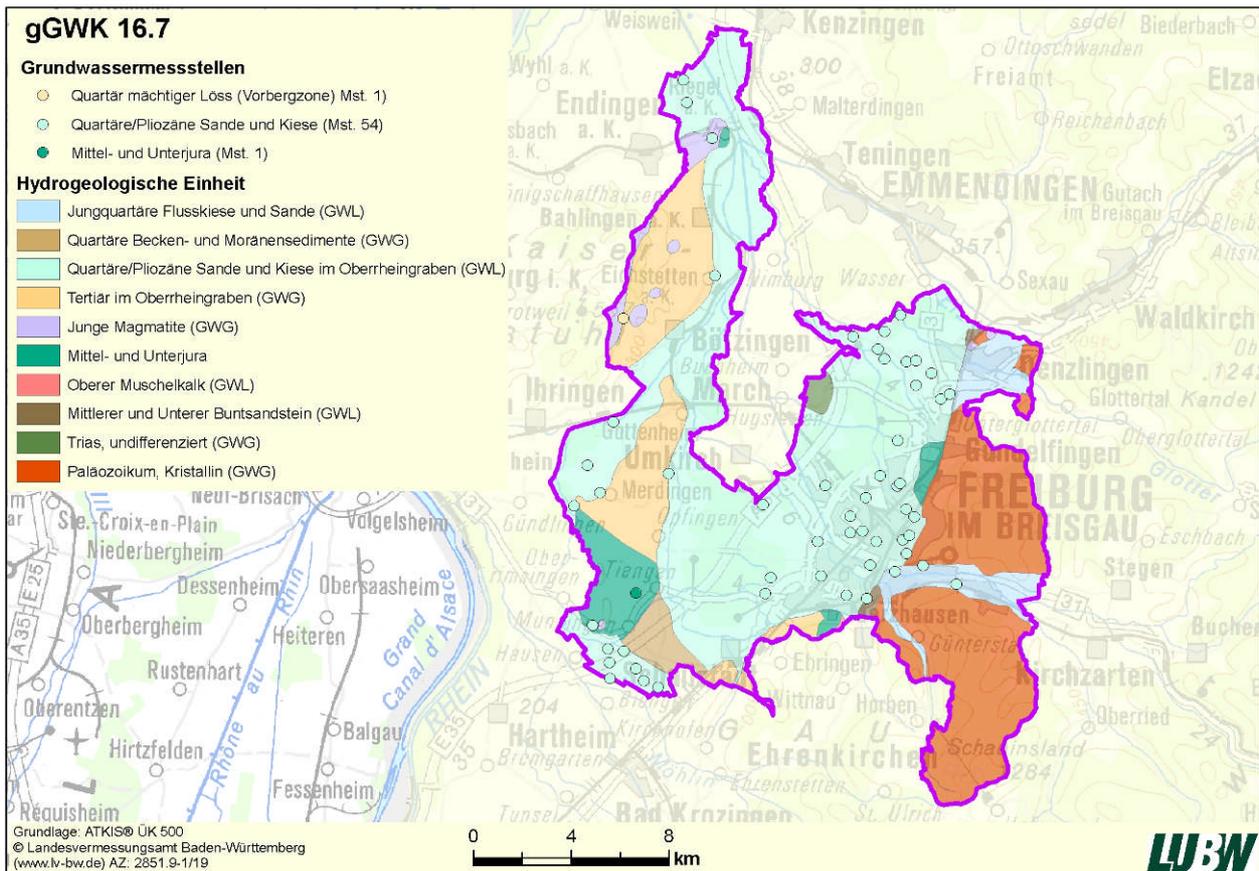


Abb. 5-1: Grundwassermessstellen mit zugeordneter Hydrogeologischer Einheit (Quelle: LGRB).  
Mst. = Messstellen, GWL = Grundwasserleiter, GWG = Grundwassergeringerleiter.

Tab. 5-1: Hydrogeologische Einheiten und Verweilzeiten im gGWK 16.7 Freiburger Bucht (Quelle: LGRB<sup>5</sup>).

Hydrogeologische Einheit Nr.	Hydrogeologische Einheit Name	Verweilzeit
Hy 3	Quartär mächtiger Löss (Vorbergzone)	MVZ = 0 – 4 a (GWDB 1993)
	Quartäre/Pliozäne Sande und Kiese (Oberrheingraben; GWL)	im Obereren Kieslager (OKL): überwiegend MVZ = 2 – 15 a, vereinzelt größer (Hydroisotop 1992) bis 40 m Tiefe (OKL?): überwiegend MVZ = 5 – 15 a (Hydroisotop 1992) im OKL: MVZ < 50 a (Hydrogeologische Kartierung von Baden-Württemberg 1987) Altersschichtung in den Grundwasserstockwerken und in den Grundwasserleitern; in Recharge-Gebieten (nahe Gebirgsrand) Abstieg von jungem Grundwasser, in den Discharge-Gebieten (Rheinaue) Aufstieg von altem Grundwasser zu erwarten MVZ = 0 – 5 a; MVZ = 5 – 10 a; vereinzelt MVZ = 10 – 25 a (GWDB 1991- 1994)
Hy 13	Mittel- und Unterjura (GWG)	MVZ = 4 – 10 a (Hydroisotop 1992)
		MVZ = 8 - 25 a (Hydroisotop 1987) MVZ < 50 a (bis 15 m), darunter (15 – 20 m) MVZ >> 50 a, im unverwitterten Gebirge (ab 25 – 30 m Tiefe) MVZ > 1 Mio. a (GLA 1992, Hekel 1994) Großer Alterskontrast mit zunehmender Tiefe



## 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 (NO<sub>3</sub>) 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.

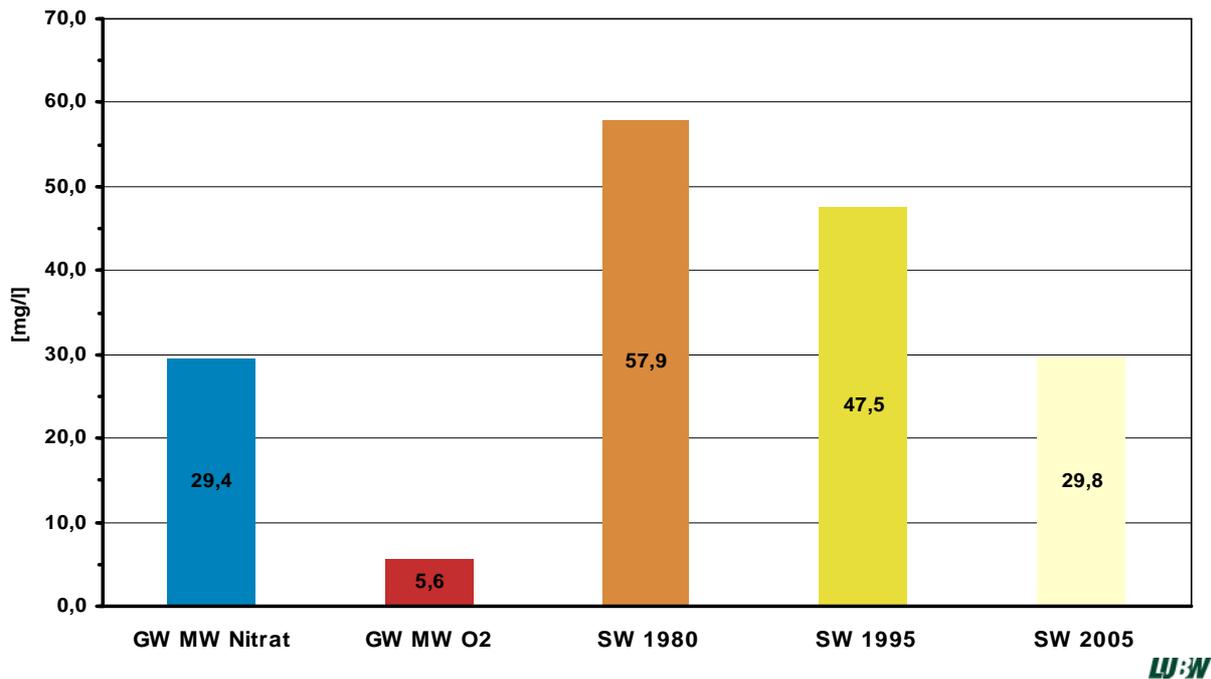
In Abb. 5-2 ist die gemessene mittlere Nitrat- und Sauerstoffkonzentration im Grundwasser 2006 den berechneten mittleren Nitratkonzentrationen im Sickerwasser der Messstelleneinzugsgebiete für 1980, 1995 und 2005 gegenübergestellt.

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

Datengerüst	Anzahl der Messstellen
beprobte Messstellen 2006	98
- davon mit bekanntem Einzugsgebiet	85
- davon mit Zuordnung zur Hydrogeologischen Einheit oder mit Angabe zur Verweilzeit	80
- davon O <sub>2</sub> > 2 mg/l und NO <sub>3</sub> > 8 mg/l	59
- abzüglich Messstellen deren Einzugsgebiet außerhalb des gGWK liegen	3
<b>für Emissions- / Immissionsbetrachtung herangezogen</b>	<b>56</b>



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

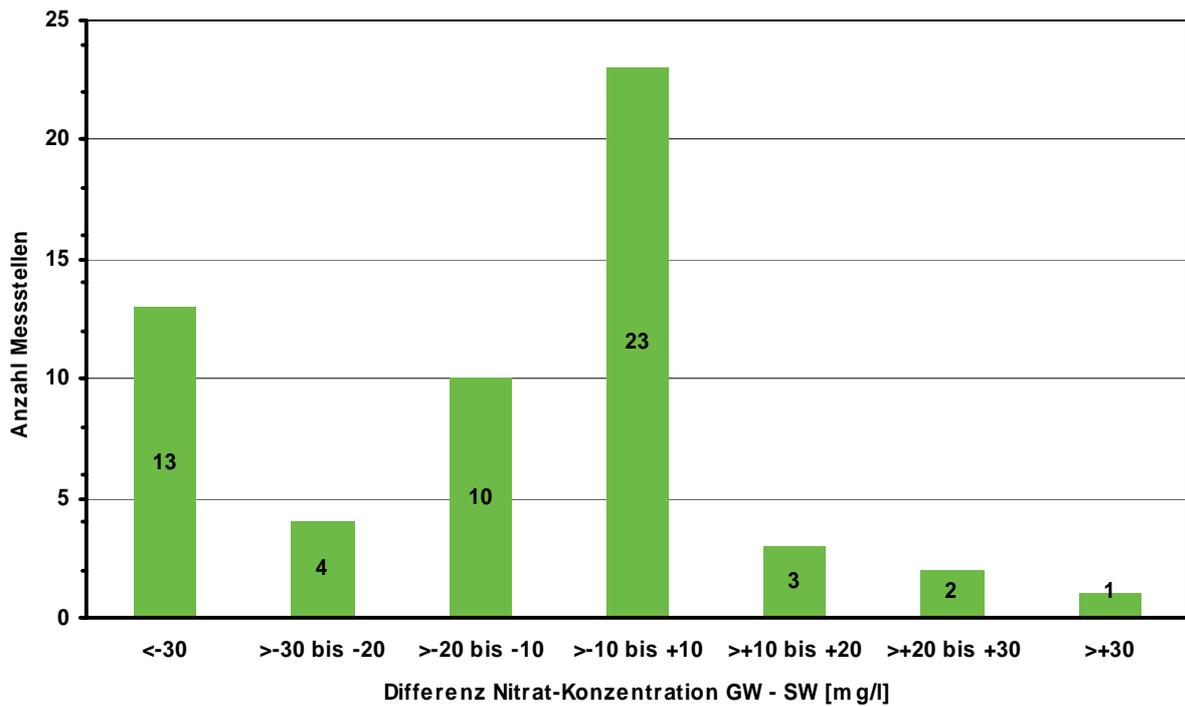


LUBW

Abb. 5-2: Vergleich der gemessenen mittleren Nitrat- und Sauerstoffkonzentration im Grundwasser 2006 mit der berechneten mittleren Nitratkonzentration im Sickerwasser 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 2 bis 15 Jahren die Nitratkonzentration im Grundwasser 2006 mit der Nitratkonzentration im Sickerwasser von 2005 bzw. 1995 verglichen (Abb. 5-3 und 5-4). Der gGWK 16.7 Freiburger Bucht ist stark geprägt durch Gebiete mit denitrifizierenden und teildenitrifizierenden Verhältnissen sowie durch den Einfluss der Oberflächengewässer. Außerhalb dieser Einflüsse zeigt der Vergleich, dass die berechnete Nitratkonzentration im Sickerwasser überwiegend gut mit der gemessenen Nitratkonzentration im Grundwasser übereinstimmt. Größere Abweichungen treten im Süden des gGWK 16.7 auf. Hier wurde im Gebiet mit überwiegender Ackernutzung die Nitratkonzentration im Sickerwasser höher berechnet als im Grundwasser gemessen wurde.



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.

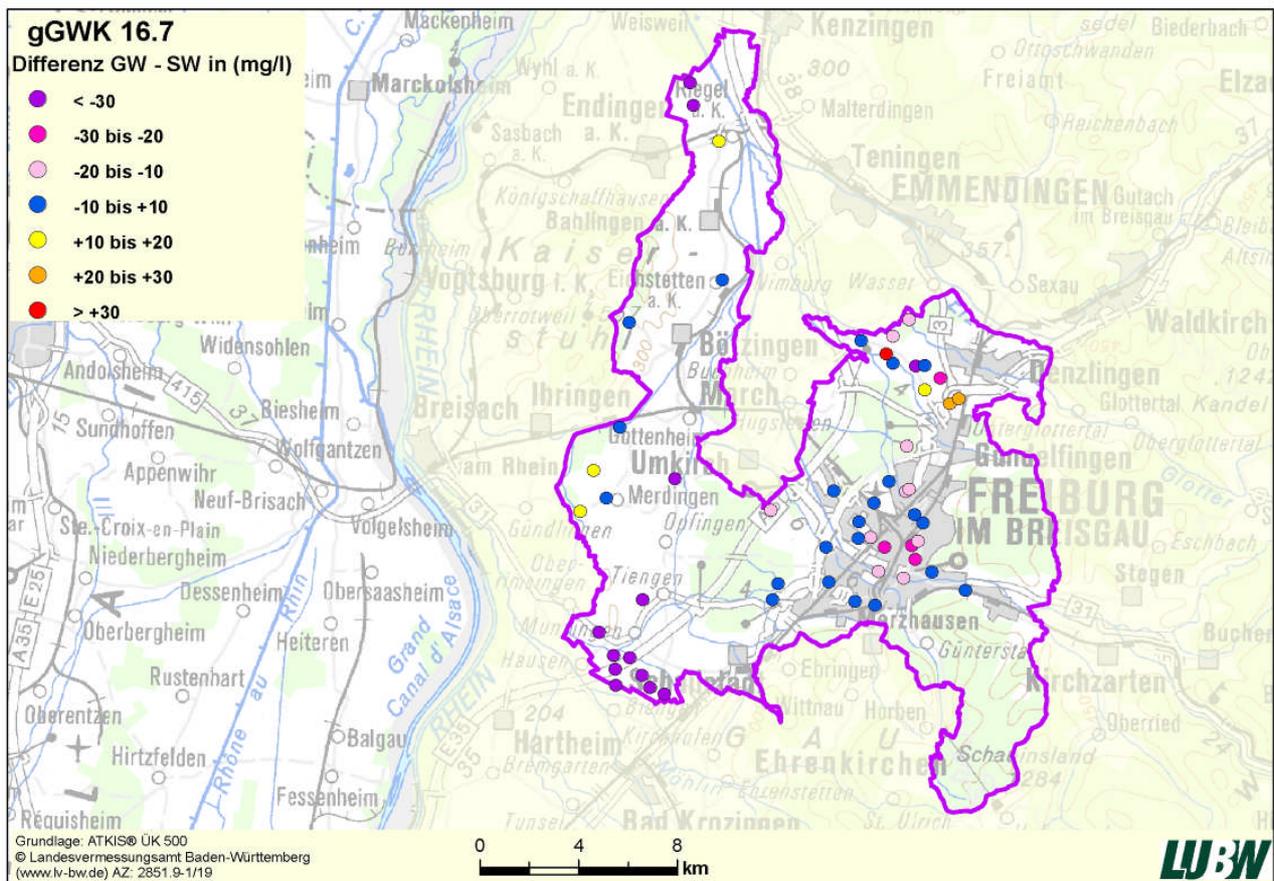


Abb. 5-4: Differenz zwischen der Nitratkonzentration im Grundwasser 2006 und der Nitratkonzentration im Sickerwasser des jeweils maßgeblichen Jahres.

# 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 Weinbau) 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 „Weinbau“ 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 2008

## 6.2 ERGEBNISSE

Bei der **Hauptnutzungsform Weinbau** wurde ein Quotient von 0,534 errechnet. Dieser wurde aus den Daten von 8 Messstellen ermittelt, womit eine Repräsentativität gegeben ist (Tab. 6-1). Die Gesamtfläche der Hauptnutzung Weinbau beträgt 31,29 km<sup>2</sup>, damit ist auch das Flächenminimum von 25 km<sup>2</sup> überschritten.

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

Nutzung (Landsat 2000, klass. nach HN)	Quotient der Hauptnutzung	Anzahl Messstellen gesamt	Gesamtfläche [km <sup>2</sup> ]	Gesamtfläche [%]
Siedlung (HN 1)	0,013	26	51,84	17,80
Laubwald (HN 2)	0,110	9	85,19	29,26
Nadelwald (HN 3)	---	---	8,30	2,85
Acker (HN 4)	0,177	18	62,74	21,55
Weinbau (HN 5)	<b>0,534</b>	<b>8</b>	<b>31,29</b>	10,74
Obstbau (HN 6)	---	---	3,87	1,33
Grünland (HN 7)	0,000	3	45,48	15,62
Gewässer (HN 8)	---	---	1,52	0,52
Devastierung (HN 9)	---	---	0,95	0,32

**LUBW**

Bei der **Hauptnutzungen Siedlung, Laubwald und Acker** liegt der Quotient unter 0,3. Bei der **Hauptnutzung Grünland** ist der Quotient 0,0, dies bedeutet, dass bei keiner Messstelle die Qualitätsnorm für Nitrat im Grundwasser überschritten wurde. Die anderen Hauptnutzungen treten nicht auf. Abb. 6-1 zeigt die Einzugsgebiete im gGWK 16.7 Freiburger Bucht mit den ermittelten Hauptnutzungen.

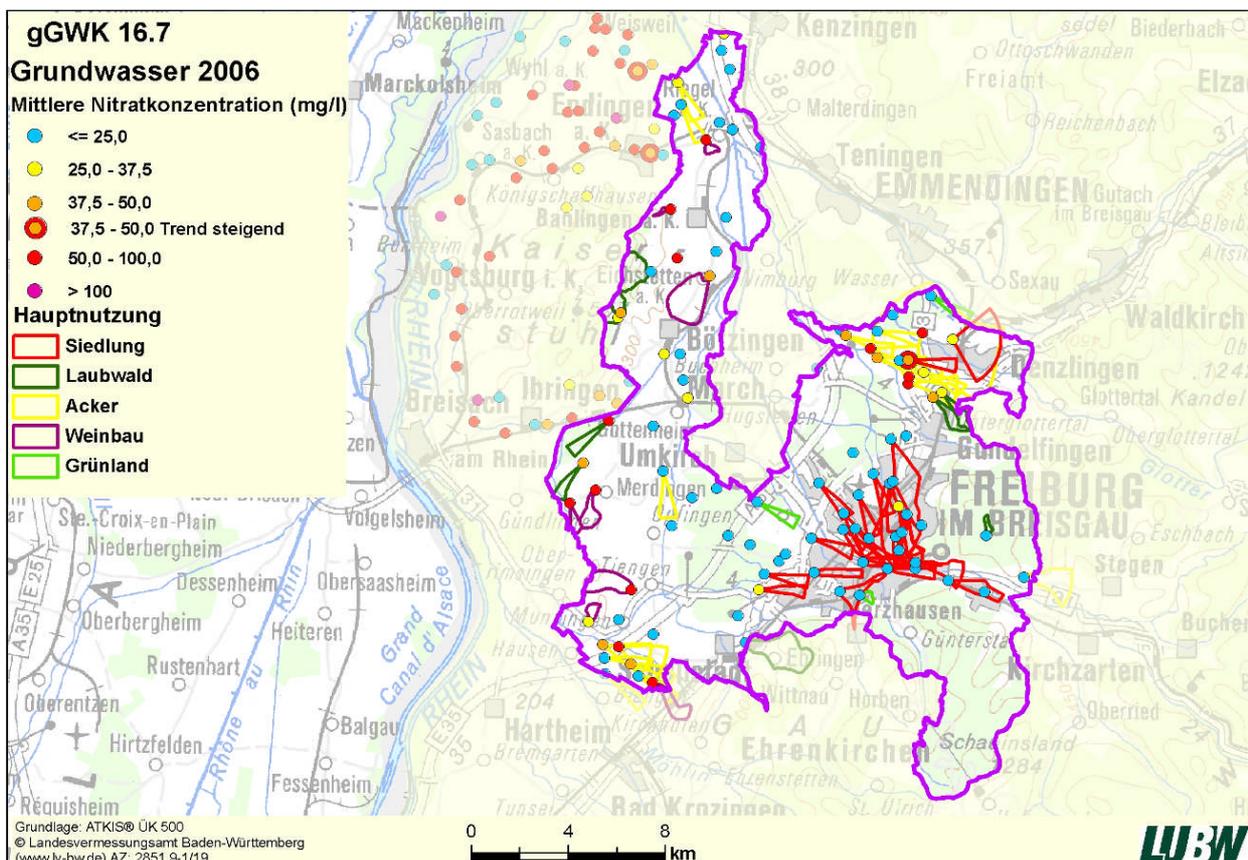


Abb. 6-1: Einzugsgebiete der Messstellen mit der nach dem LAWA-Verfahren ermittelten Hauptnutzung.

## **Fazit**

**Im gGWK 16.7 Freiburger Bucht wird der „gute Zustand“ im Sinne der WRRL noch nicht erreicht. Die Hauptnutzung Weinbau mit einem Quotient von 0,534 und einer Gesamtgröße von 31,29 km<sup>2</sup> wird als relevant für die Überschreitung der Nitratkonzentration im Grundwasser ermittelt.**

**Zur Zielerreichung sind daher neben den derzeit durchgeführten Maßnahmen weitergehende Maßnahmen zur Reduzierung der Nitrateinträge im Bereich des Weinbaus erforderlich. Unter Berücksichtigung der natürlichen Gegebenheiten (Verweilzeiten) werden die Maßnahmen aber nicht sofort im Grundwasser wirksam, so dass man den „guten Zustand“ voraussichtlich erst im Jahre 2027 erreichen wird.**



