

# Gefährdeter Grundwasserkörper 16.2 Rhein - Neckar



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 16.2 Rhein - Neckar an 25 % der beprobten Grundwassermessstellen bezüglich Nitrat als gefährdet im Sinne der „Tochterraichtlinie Grundwasser“<sup>1</sup> der Wasserrahmenrichtlinie – WRRL<sup>2</sup>. Rund 67 % dieser Messstellen mit überhöhten Nitratkonzentrationen liegen außerhalb und 33 % innerhalb von Sanierungsgebieten gemäß Einstufung der Wasserschutzgebiete nach der SchALVO<sup>3</sup>.

Bei der langfristigen Entwicklung der mittleren Nitratkonzentration im Grundwasser von 1994 bis 2006 ließ sich innerhalb der Sanierungsgebiete und außerhalb der Wasserschutzgebiete eine Abnahme der Nitratkonzentration beobachten, in Wasserschutzgebieten mit „Niedriger Nitratbelastung“ blieb die Nitratkonzentration weitgehend auf gleichem Niveau.

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 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 16.2 einen flächendeckenden Rückgang der Emissionsbelastung. Dies deckt sich innerhalb der Sanierungsgebiete und außerhalb der Wasserschutzgebiete 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 den Emissionsdaten, d.h. den für die Jahre 1980, 1995 und 2005 berechneten Nitratkonzentrationen im Sickerwasser gegenübergestellt. Der gGWK 16.2 Rhein-Neckar ist in Teilbereichen stark geprägt durch denitrifizierende und teildenitrifizierende Verhältnisse sowie vom Einfluss der Oberflächengewässer. Dies wird auch bei der Betrachtung der Ergebnisse deutlich. So zeigte der Vergleich, dass an einigen Messstellen eine höhere Nitratkonzentration im Sickerwasser berechnet wurde als im Grundwasser vorliegt. Messstellen außerhalb dieser Einflüsse weisen zum Teil eine gute Übereinstimmung auf. An manchen Messstellen ist die Nitratkonzentration im Sickerwasser jedoch zu niedrig berechnet. Größere Abweichungen ließen sich in den meisten Fällen erklären.

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 16.2 Rhein – Neckar wird der „gute Zustand“ im Sinne der WRRL noch nicht erreicht. Die Hauptnutzung Acker mit einem Quotient von 0,538 und einer Gesamtgröße von 131,14 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 der Ackernutzung 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) 16.2 Rhein - Neckar liegt im Regierungsbezirk Karlsruhe (Abb. 1-1) und umfasst eine Fläche von 473,94 km<sup>2</sup>. Er gehört im Westen zum Hydrogeologischen Großraum Oberrheingraben und Grabenscholle und zum Hydrogeologischen Teilraum Quartäre/Pliozäne Sedimente, der Ostrand gehört zum Hydrogeologischen Großraum Schichtstufen- und Bruchschollenland und zum Südwestdeutsches Grundgebirge mit den Hydrogeologischen Teilräumen Muschelkalkplatten, Buntsandstein des Odenwalds und Kristallin des Odenwalds.

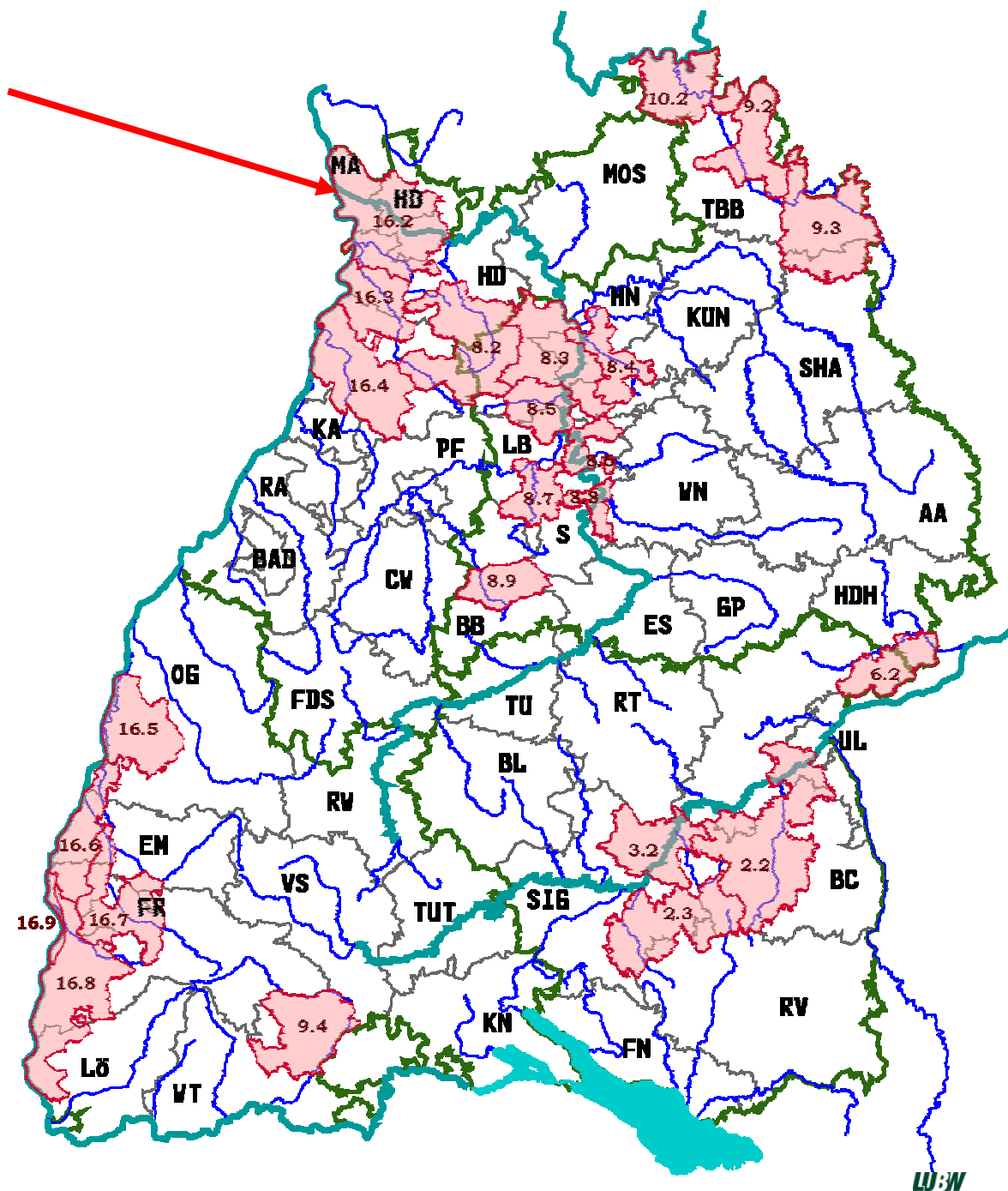


Abb. 1-1: Gefährdete Grundwasserkörper in Baden-Württemberg mit Lage des gGWK 16.2 Rhein - Neckar.

Die Landwirtschaftliche Nutzfläche liegt in diesem gefährdeten Grundwasserkörper bei 37 % (Abb. 1-2) und damit unter dem Landesdurchschnitt von 46,8 %.

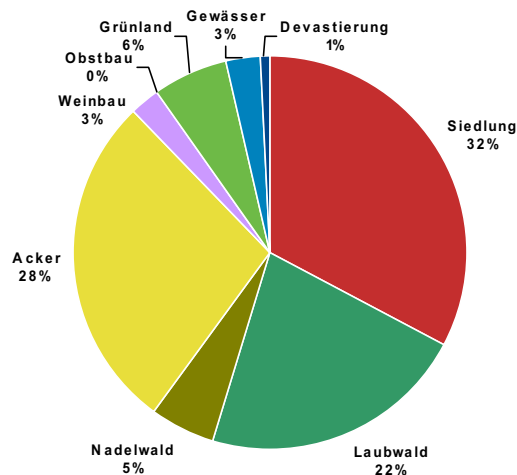


Abb. 1-2: Landnutzungsanteile im gefährdeten Grundwasserkörper 16.2 nach Landsat 2000.

## 2 Immission - Nitratkonzentrationen im Grundwasser

### 2.1 GRUNDWASSERMESSTELLEN

Für den vorliegenden Bericht des gGWK 16.2 wurden die Informationen und Daten von 196 Grundwassermessstellen herangezogen. Bei 143 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 16.2 Rhein – Neckar.

Topologie	Bauform	Anzahl der Aufschlüsse
GW-Messort mit Standardbauwerk	Beobachtungsrohr	115
GW-Messort mit Standardbauwerk	Bohrbrunnen mit Filter	77
GW-Messort mit Standardbauwerk	Quelle	3
GW-Messort mit örtlich getrenntem Messpunkt	Quelle	1



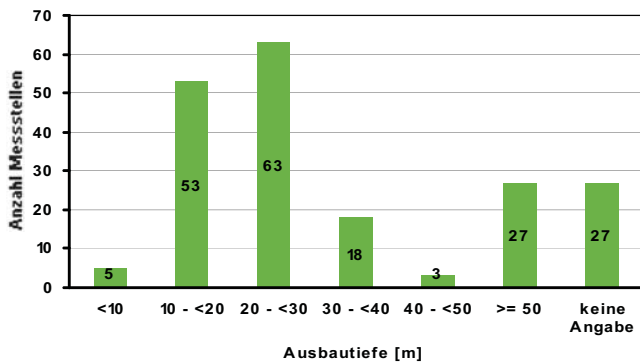


Abb. 2-1:  
Ausbautiefen der Grundwassermessstellen  
im gGWK 16.2 Rhein – Neckar.



## 2.2 NITRATKONZENTRATIONEN IM GRUNDWASSER 2006

Zur Auswertung der Messdaten im gGWK 16.2 Rhein - Neckar wurden alle in der WIBAS-Referenzdatenbank vorliegenden Werte der o.g. 196 Messstellen für Nitrat, Nitrit, Ammonium und Sauerstoff aus dem Jahr 2006 exportiert. Ein Teil der Messstellen entstammt dem Landesmessnetz, darunter zahlreiche 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 Abb. 2-3 und 2-4 zusammengestellt.

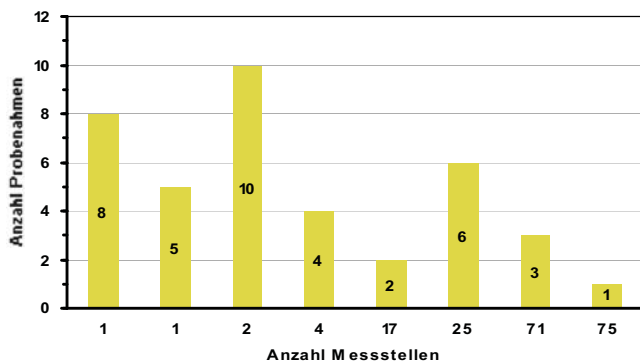


Abb. 2-2:  
Häufigkeit der Probennahmen im Jahr 2006.



Nach der Tochterrichtlinie Grundwasser der WRRL ist die Qualitätsnorm für Nitrat 50 mg/l. Desweiteren wird bei einer Nitratkonzentration zwischen 37,5 mg/l und 50 mg/l eine Trendbetrachtung gefordert. Diese ist allerdings nur möglich und sinnvoll, wenn eine längere Zeitreihe vorliegt. Im gGWK 16.2 Rhein - Neckar ließ sich bei drei Grundwassermessstellen ein steigender Trend feststellen. Bei elf Messstellen wurde dem gegenüber ein fallender Trend ermittelt.

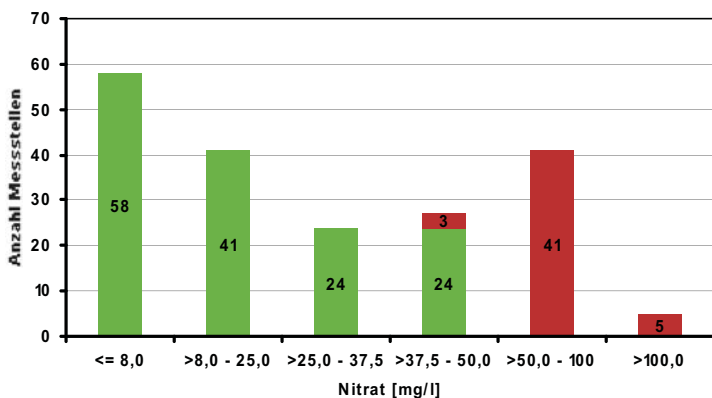


Abb. 2-3:  
Verteilung der Nitratkonzentrationen (Jahresmittelwerte 2006) im gGWK 16.2 Rhein – Neckar.





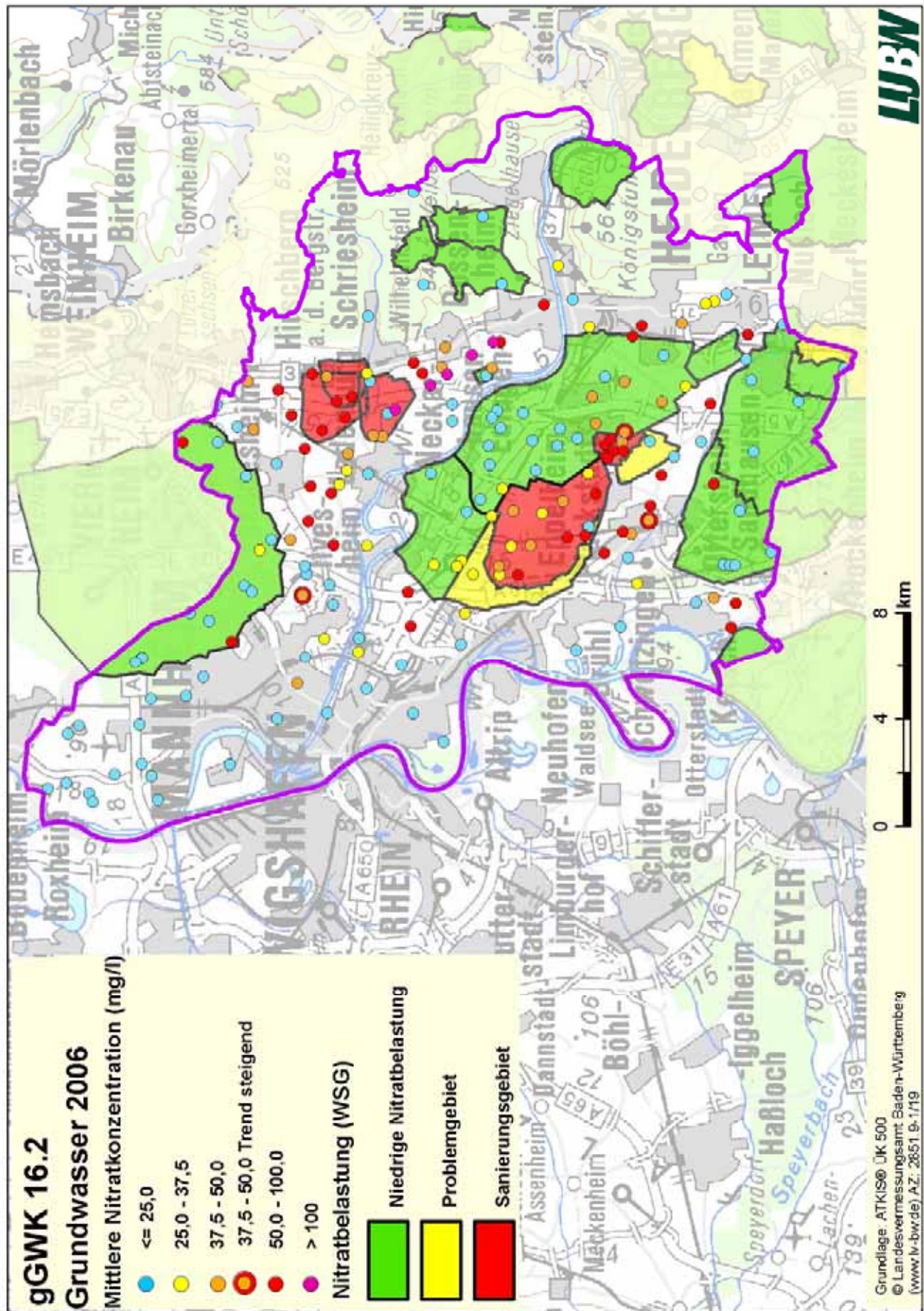


Abb. 2-4: Verteilung der Nitratkonzentrationen (Jahresmittelwerte 2006) im Grundwasser sowie Wasserschutzgebiete (festgesetzt), gegliedert nach der Nitratbelastung des Grundwassers (Stand Januar 2008).

# 3 Grundwassernutzung

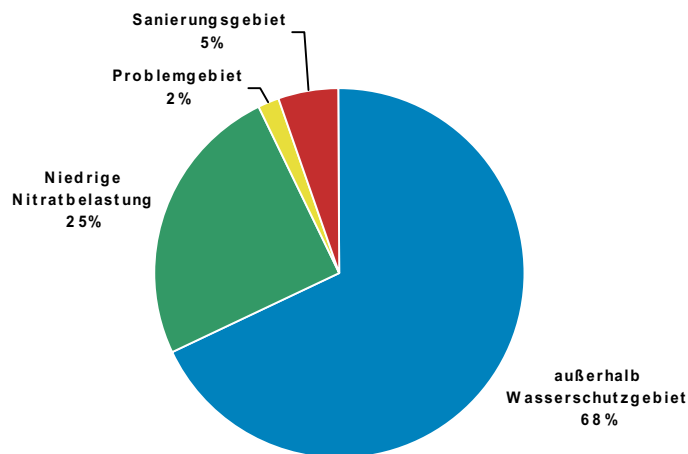
In Baden-Württemberg regelt die Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) seit 1988 in allen rechtskräftig festgesetzten und vorläufig angeordneten Wasserschutzgebieten (WSG) die Landwirtschaft. Ziel ist der den Schutz des Grundwassers u.a. vor Nitratreinträgen sowie der schnellstmöglichen Sanierung 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 16.2 Rhein - Neckar befinden sich insgesamt 19 Wasserschutzgebiete mit einer Gesamtfläche von 15.311,66 ha, davon liegen 12 vollständig im Gebiet des gefährdeten Grundwasserkörpers. So liegen von den 14 Wasserschutzgebieten mit Niedriger Nitratbelastung acht komplett im gGWK 16.2 (Abb. 2-4). Ein Wasserschutzgebiet ist zusätzlich in drei Teileinzugsgebiete (TEG) gegliedert. In Tab. 3-1 sind Anzahl und Flächen der Problem- und Sanierungsgebiete sowie der Wasserschutzgebiete mit Niedriger Nitratbelastung zusammengestellt. Abb. 3-1 gibt einen Überblick über die Anteile der Wasserschutzgebiete im gGWK 16.2 Rhein – Neckar.

Tab. 3-1: Wasserschutzgebiete (festgesetzt) im gGWK 16.2 Rhein - Neckar, Stand Januar 2008.

WSG	Anzahl WSG	Fläche WSG bzw. TEG [ha]	LF (GA 2007) <sup>4</sup>
Niedrige Nitratbelastung	14	11.871	3.298
Problemgebiet	3	950	351
Sanierungsgebiet	5	2.491	1.560
WSG mit TEG gesamt	22	15.312	5.209
WSG gesamt	19	15.312	5.209

**LU:W**



**LU:W**

Abb. 3-1: Anteil der Wasserschutzgebiete (festgesetzt) an der Gesamtfläche im gGWK 16.2 Rhein – Neckar (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 % 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. In Sanierungsgebieten liegen 33 % der Messstellen mit gefährdetem Grundwasser, in Wasserschutzgebieten mit Niedriger Nitratbelastung und außerhalb der Wasserschutzgebiete liegen zusammen 67 %.

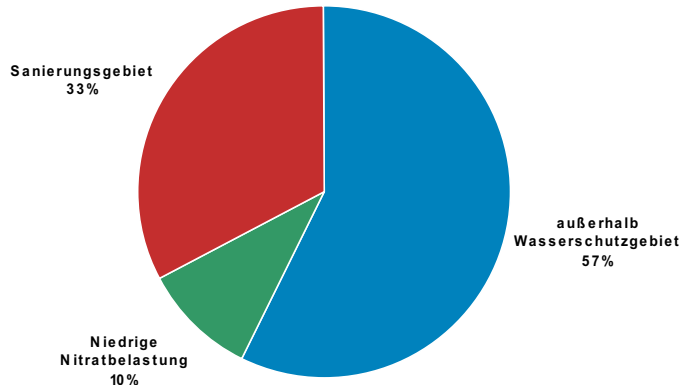
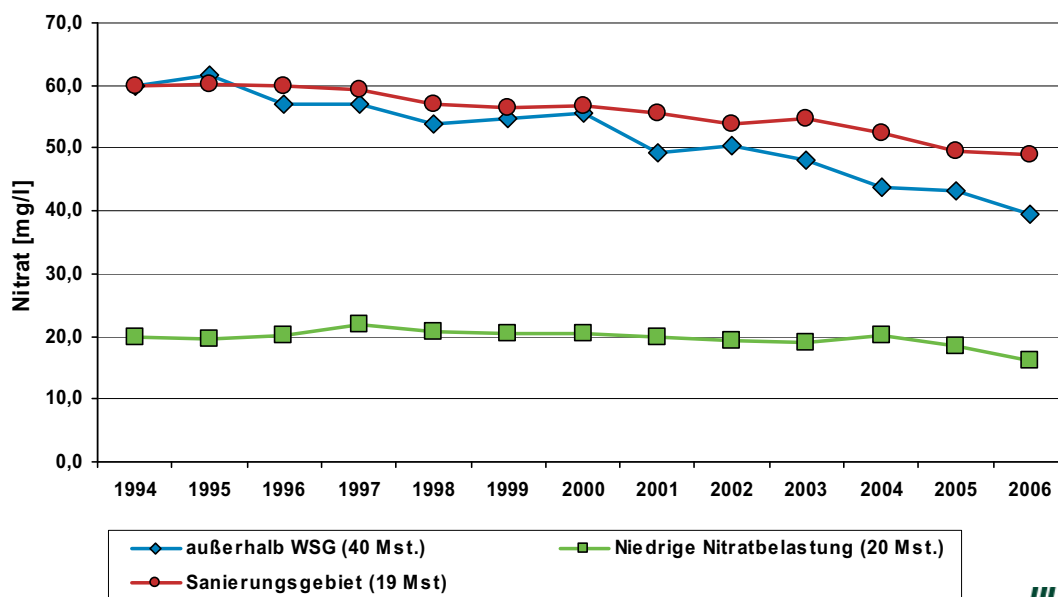


Abb. 3-2: Verteilung der Grundwassermessstellen mit hinsichtlich der Nitratbelastung als gefährdet bewertetem Grundwasser in den auf die verschiedenen Einstufungen der Wasserschutzgebiete gemäß SchALVO.

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 liegt bei den 19 Messstellen in Sanierungsgebieten und bei den 40 Messstellen außerhalb der Wasserschutzgebiete eine Abnahme der Nitratkonzentration im Grundwasser vor, bei den 20 Messstellen in Wasserschutzgebieten mit Niedriger Nitratbelastung ist bei einer gewissen Schwankungsbreite kein Trend erkennbar. 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 ermittelten Sickerwassermengen unter Berücksichtigung von Standorteigenschaften wie Klima und Boden herangezogen. Bei der Ermittlung des Stickstoffüberschusses der landwirtschaftlichen Nutzungen im gGWK 16.2 wurde 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 der Dauerkultur Spargel.

Vereinfachend wird angenommen, dass der Stickstoffüberschuss langfristig gesehen komplett ausgetragen wird. Die Emissionsberechnungen erfolgten für die Zeitpunkte 1980, 1995, 2005. Details zum Modellierungsansatz sowie zu den Datengrundlagen und Ergebnissen sind dem Bericht des LTZ „Modellierung des N-Austrags im gefährdeten Grundwasserkörper Rhein-Neckar (16.2)“ zu entnehmen.

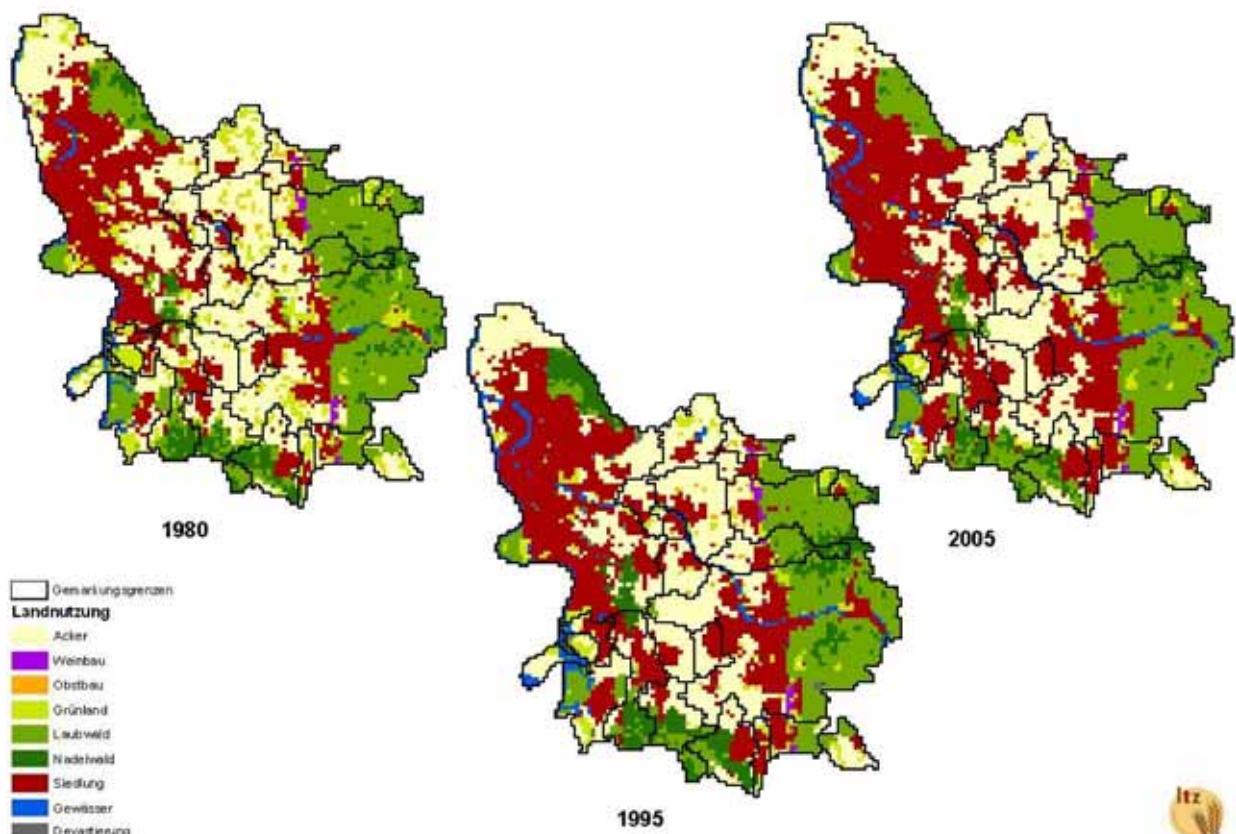


Abb. 4-1: Landnutzung für die Modellrechnungen 1980, 1995 und 2005.

## 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. Während für 1980 v.a. unter Acker und Weinbau noch höhere Stickstoffüberschüsse berechnet wurden, ergeben sich für 2005 mit Ausnahme noch vorhandener regionaler und lokaler Belastungsschwerpunkte nur noch geringe Stickstoffüberschüsse. Da Grünland und die nichtlandwirtschaftlichen Nutzungen deutlich geringere Stickstoffüberschüsse aufweisen als die übrige landwirtschaftlich genutzte Fläche, ergibt sich die räumliche Differenzierung der Stickstoffausträge in Abb. 4-2 vor allem aus dem Mosaik der verschiedenen Hauptnutzungsformen in Abb. 4-1 und deren unterschiedlichen Stickstoffüberschüssen.

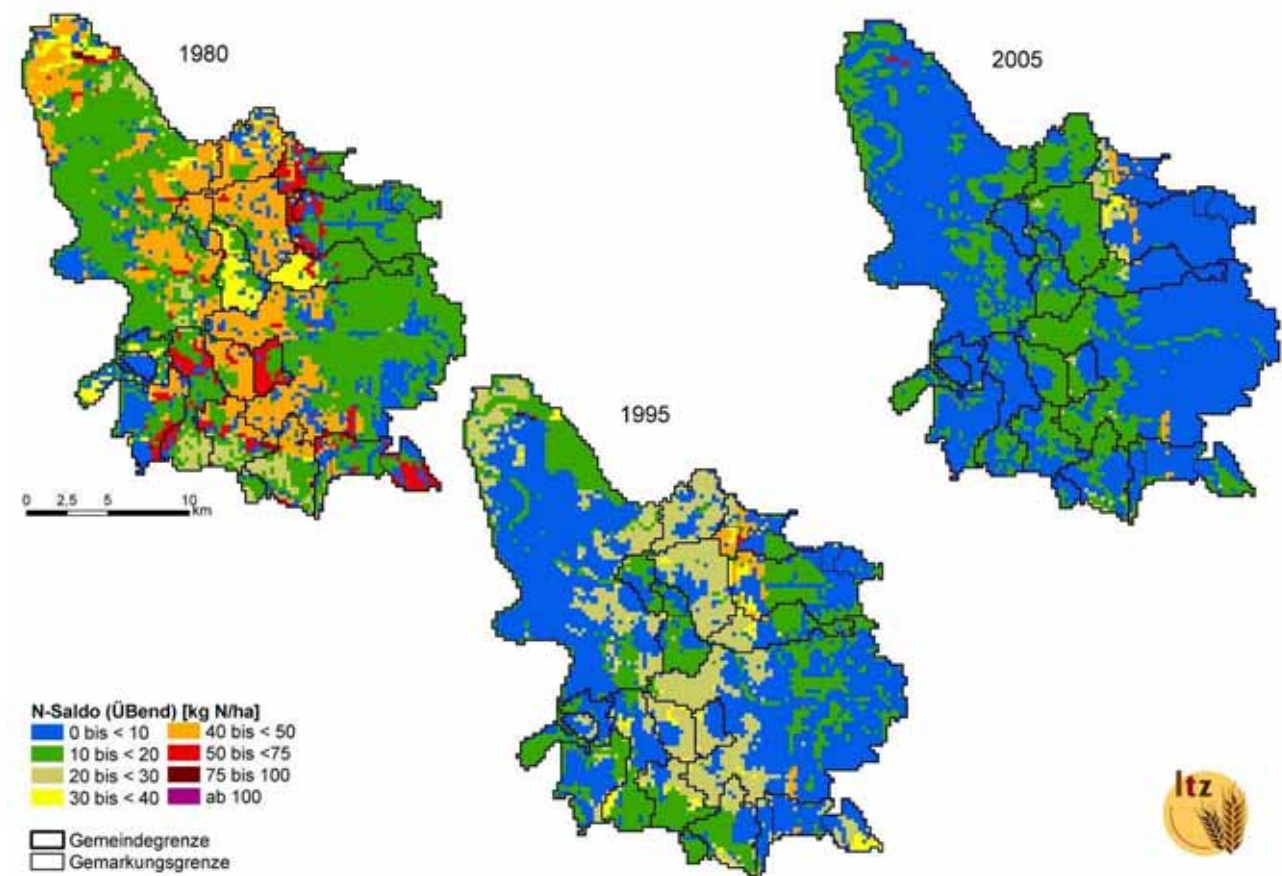


Abb. 4-2: Berechnete Stickstoffausträge für 1980, 1995 und 2005.

### Trendentwicklung 1980 - 1995 - 2005:

Flächendeckend verringern sich die Stickstoffüberschüsse von 1980 bis 2005. Der mittlere Stickstoffaustrag geht von 23 kg N/ha über 14 kg N/ha auf 9 kg N/ha zurück. Für die landwirtschaftlichen Nutzungen verringert sich der Stickstoffüberschuss von 23 kg N/ha über 21 kg N/ha auf 12 kg N/ha LF, unter Acker verringert sich der mittlere Stickstoffüberschuss von 46 kg N/ha über 24 kg N/ha auf 14 kg N/ha. Dies ist insbesondere auf eine zunehmend am Pflanzenbedarf ausgerichtete Stickstoffdüngung zurückzuführen. Hinzu kommt der Rückgang der atmosphärischen N-Deposition, der sich auch in einem Rückgang der Stickstoffausträge bei den nichtlandwirtschaftlichen Nutzungen Wald, Gewässer, Siedlung und Devastierung widerspiegelt. Gegenläufige Entwicklungen wie Grünlandumbruch 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. Diese gehen im Mittel von 67 mg/l über 50 mg/l auf 37 mg/l zurück. Der Flächenanteil der Raster, die eine Nitratkonzentration oberhalb von 50 mg/l NO<sub>3</sub> aufweisen ist im Betrachtungszeitraum von anfänglichen 53 % (1980) auf 14 % (2005) zurück gegangen.

##### Emissionsbelastung 2005:

Bezogen auf die Hauptnutzungsform Weinbau liegt für das Modellierungsjahr 2005 der Flächenanteil mit einer Nitratkonzentration größer als 50 mg/l NO<sub>3</sub> jeweils bei 100 %. Bei den anderen Hauptnutzungsformen, einschließlich Acker, gab es für den gesamten gGWK keinen relevanten Anteil an Überschreitungen.

Die Sickerwassermenge ist mit durchschnittlich 191 mm sehr gering und variiert innerhalb des gGWK beträchtlich. Im westlichen Teil (Rheinebene) liegt sie unter 100 mm, so dass sich dort bereits bei geringen Stickstoffausträgen hohe Nitratkonzentrationen ergeben.

#### **Zusammenfassung Emission**

**Im gGWK 16.2 sind die Stickstoffüberschüsse flächenhaft und insbesondere auch den unter landwirtschaftlichen Nutzungen deutlich rückläufig und bereits jetzt mit Ausnahme noch vorhandener regionaler und lokaler Belastungsschwerpunkte auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau. Die sehr niedrigen Sickerwassermengen im westlichen und teilweise im zentralen Bereich des gGWK führen allerdings bereits bei geringen Stickstoffausträgen zu hohen Nitratkonzentrationen im Sickerwasser. Die Umsetzung grundwasserentlastender Bewirtschaftungsmaßnahmen ist daher auch bei grundsätzlicher Beibehaltung der aktuellen Landnutzung und Bewirtschaftungsweise (Kulturarten, bedarfsangepasste Düngung) erforderlich, um den „guten Zustand“ im Grundwasser nach WRRL in absehbarer Zeit zu erreichen.**

**Im gGWK 16.2 werden ca. 27 % der Gesamtfläche landwirtschaftlich genutzt. 41% der landwirtschaftlich genutzten Fläche liegt in rechtskräftigen Wasserschutzgebieten, davon 27 % in WSG mit Niedriger Nitratbelastung und 14 % in Problem- oder Sanierungsgebieten. Neben den vorgeschriebenen Bewirtschaftungsaufgaben nach SchALVO innerhalb von Wasserschutzgebieten, sollten darüber hinaus im gGWK 16.2 auch weitere wasserschutzwirksame Maßnahmen über das MEKA-Programm und ggf. weitere freiwillige Vereinbarungen, begleitet durch eine intensive Beratung, umgesetzt werden.**

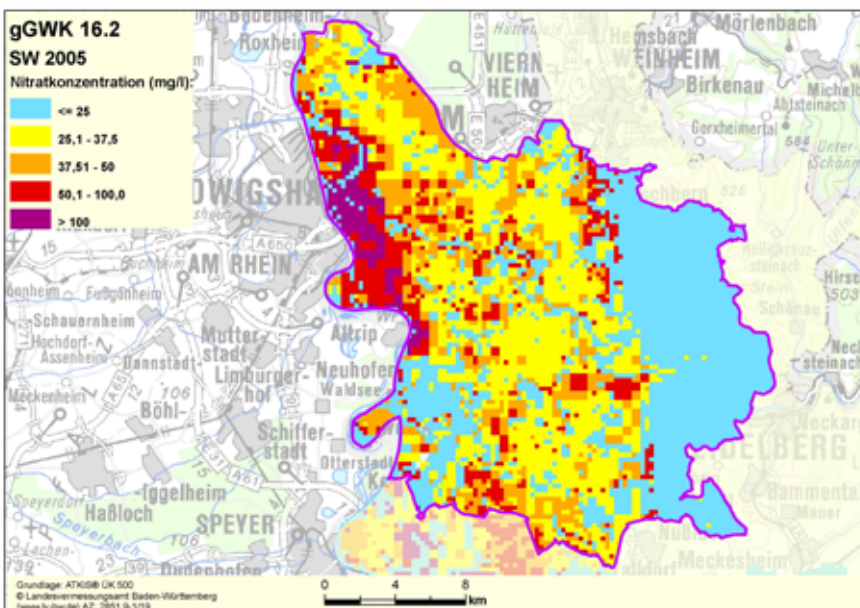
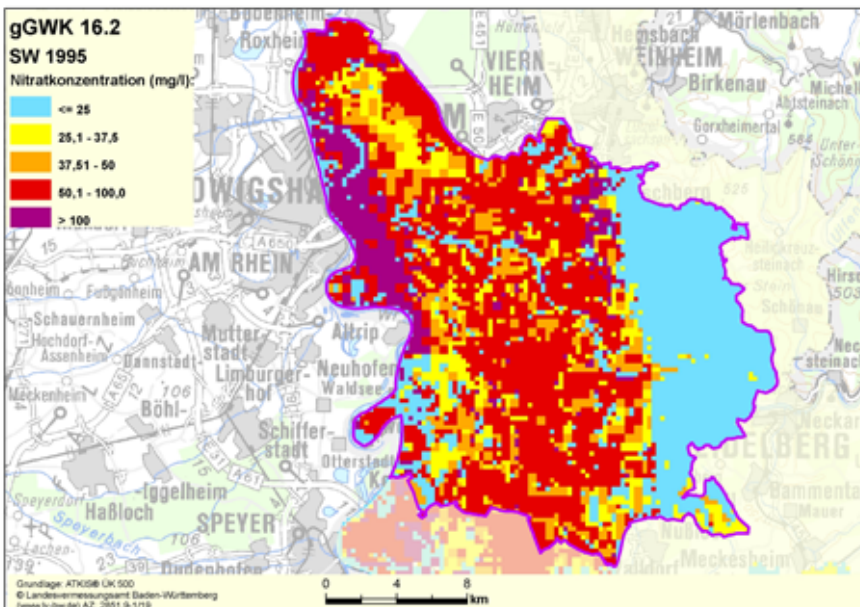
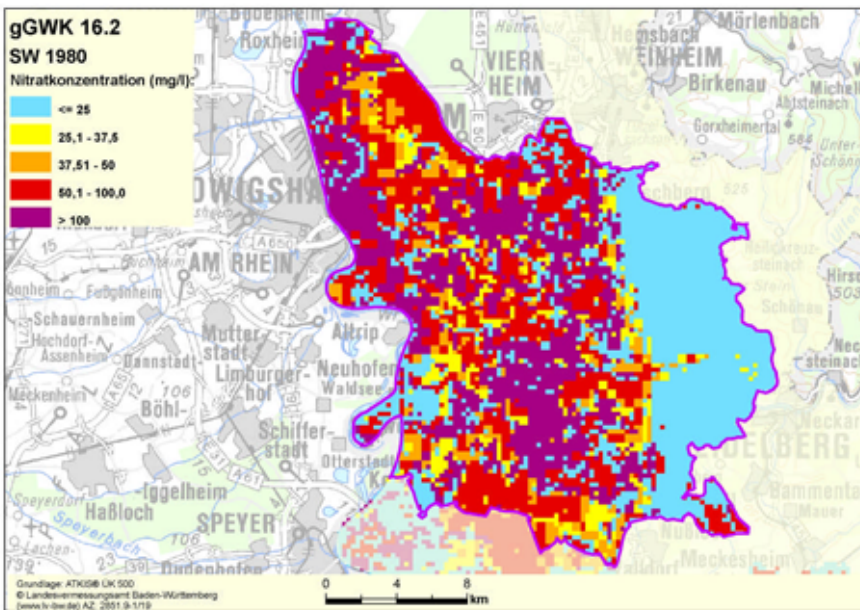


Abb. 4-3: Berechnete Nitratkonzentrationen im Sickerwasser 1980, 1995 und 2005 (Daten: LTZ).

# 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 16.2 Rhein - Neckar und ihre Lage in den Hydrogeologischen Einheiten. Die Angaben des LGRB zu den MVZ entsprechend 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.

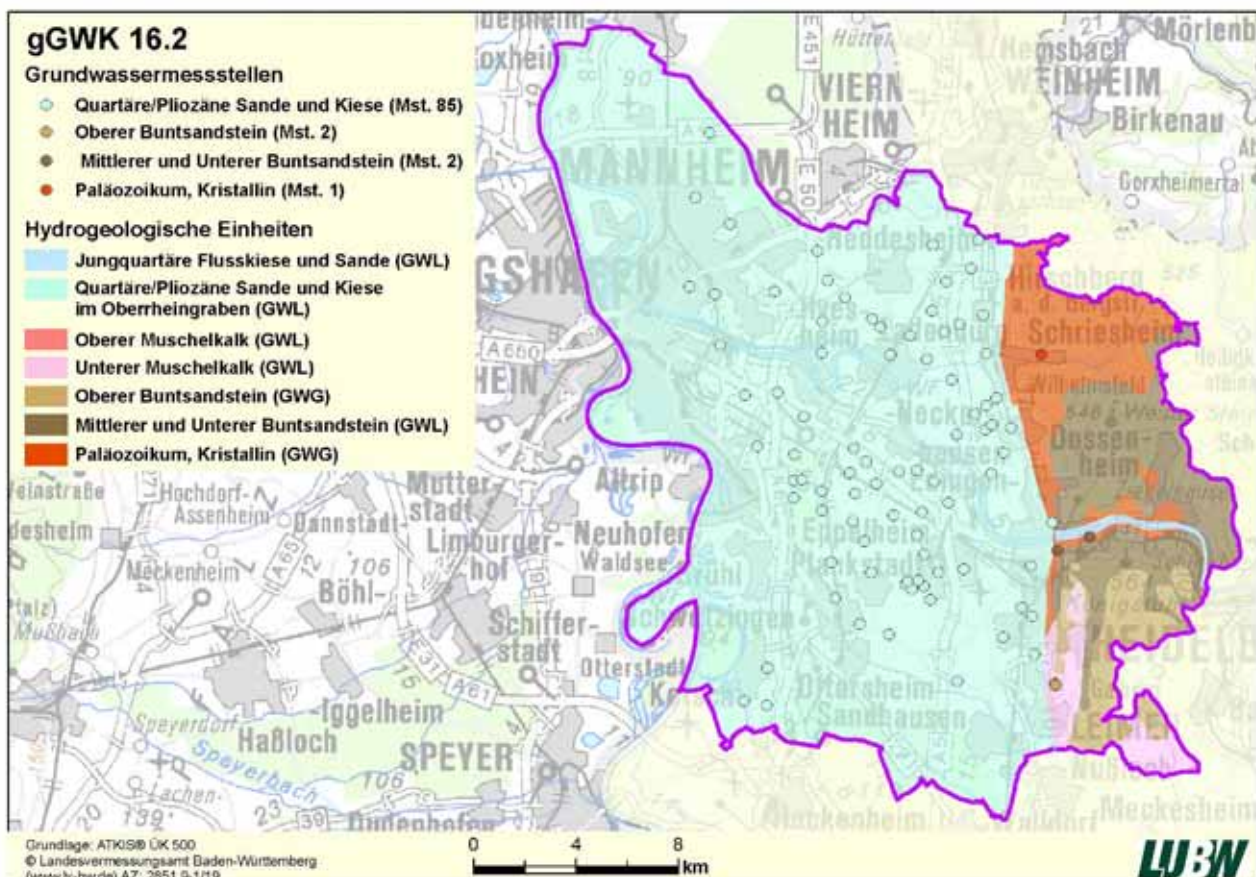


Abb. 5-1: Grundwassermessstellen mit zugeordneten Hydrogeologischen Einheiten (Quelle:LGRB).  
 Mst. = Messstellen, GWL = Grundwasserleiter, GWG = Grundwassergeringleiter.



Tab. 5-1: Hydrogeologische Einheiten und Verweilzeiten im gGWK 16.2 Rhein – Neckar (Quelle: LGRB<sup>5</sup>).

Hydrogeologische Einheit Nr.	Hydrogeologische Einheit	Verweilzeit
Hy 3	Quartäre/Pliozäne Sande und Kiese (Oberreingraben; GWL)	<p>im Oberen Kieslager (OKL): überwiegend MVZ = 2 – 15 a, vereinzelt größer (Hydroisotop 1992)</p> <p>bis 40 m Tiefe (OKL?): überwiegend MVZ = 5 – 15 a (Hydroisotop 1992)</p> <p>im OKL: MVZ &lt; 50 a (Hydrogeologische Kartierung von Baden-Württemberg 1987)</p> <p>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</p> <p>MVZ = 0 – 15 a; vereinzelt bis 80 a (GWDB 1991- 1994)</p>
Hy 19	Oberer Buntsandstein (GWL/GWG)	<p>Quellen: MVZ = 3 – 11 a; z. T. auch MVZ &gt; 60 a (Hydroisotop 1992)</p> <p>Sonst keine systematischen Untersuchungen; je nach Grundwasseranschluss der Probenahmestelle MVZ vermutlich stark schwankend</p>
Hy 20	Mittlerer und Unterer Buntsandstein (GWL)	<p>Quellen: MVZ = 4 – 7 a; z. T. auch MVZ &gt; 60 a (Hydroisotop 1992)</p> <p>MVZ &lt; 3 a bis 4 – 8 a, z. T. bis 20 a; MVZ = 8 – 10 a (Hydroisotop 1987)</p> <p>MVZ extrem groß (tertiäres Wasseralter) in tiefer Lage (Geothermiebohrung Bruchsal 1a; Bertleff et al. 1987, 1988)</p>
Hy 21	Paläozoikum, Kristallin (GWG)	<p>oberflächennahe Fließsysteme: MVZ = 3 - 8 a, z. T. MVZ bis 20 a (Hydroisotop 1987)</p> <p>MVZ extrem groß (tertiäres Wasseralter) in tiefer Lage (im Perm in der Geothermiebohrung Bruchsal 2; Bertleff et al. 1987)</p>



## 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 Tab. 5-2 ist das Datengerüst für die Plausibilisierung zusammengestellt.

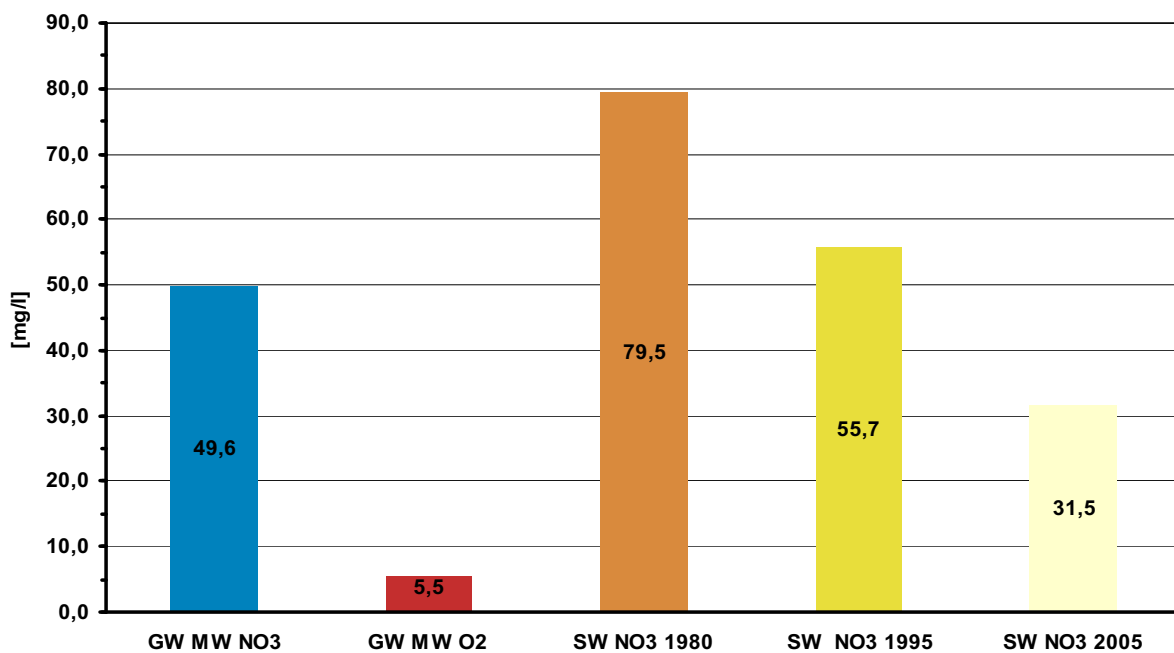
In Abb. 5-2 ist die gemessene mittlere Nitrat- und Sauerstoffkonzentration im Grundwasser 2006 den berechneten mittleren Nitratkonzentrationen im Sickerwasser der Messstelleneinzugsgebiete für 1980, 1995 und 2005 gegenübergestellt.

<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	196
- davon mit bekanntem Einzugsgebiet	143
- davon mit Zuordnung zur Hydrogeologischen Einheit oder mit Angabe zur Verweilzeit	143
- davon O <sub>2</sub> > 2 mg/l und NO <sub>3</sub> > 8 mg/l	91
- abzüglich Messstellen, deren Einzugsgebiet außerhalb des gGWK liegen	1
<b>für Emissions- / Immissionsbetrachtung herangezogen:</b>	<b>90</b>

LU:W

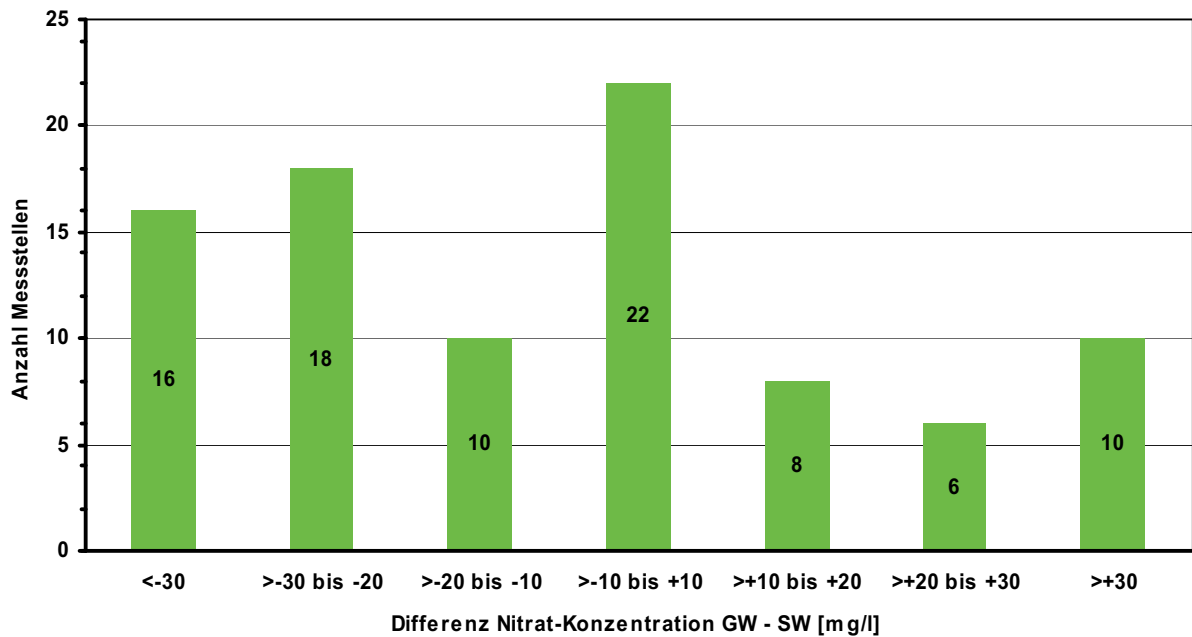


LU:W

Abb. 5-2: Vergleich der gemessenen mittleren (MW) Nitrat- und Sauerstoffkonzentration in 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 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 16.2 Rhein-Neckar ist stark geprägt durch Bereiche mit denitrifizierende und teildenitrifizierende Verhältnissen sowie vom Einfluss der Oberflächengewässer, dies wird auch bei der Betrachtung der Ergebnisse deutlich. So wurde an einigen Messstellen eine höhere Nitratkonzentration im Sickerwasser berechnet als im Grundwasser gemessen wurde, diese Abweichungen treten besonders nördlich von Eppelheim Plankstadt auf. Messstellen mit Grundwasser, für das diese Einflussfaktoren nicht zutreffen, weisen zum Teil eine gute Übereinstimmung auf. An manchen Messstellen ist die Nitratkonzentration im Sickerwasser jedoch zu niedrig berechnet



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.

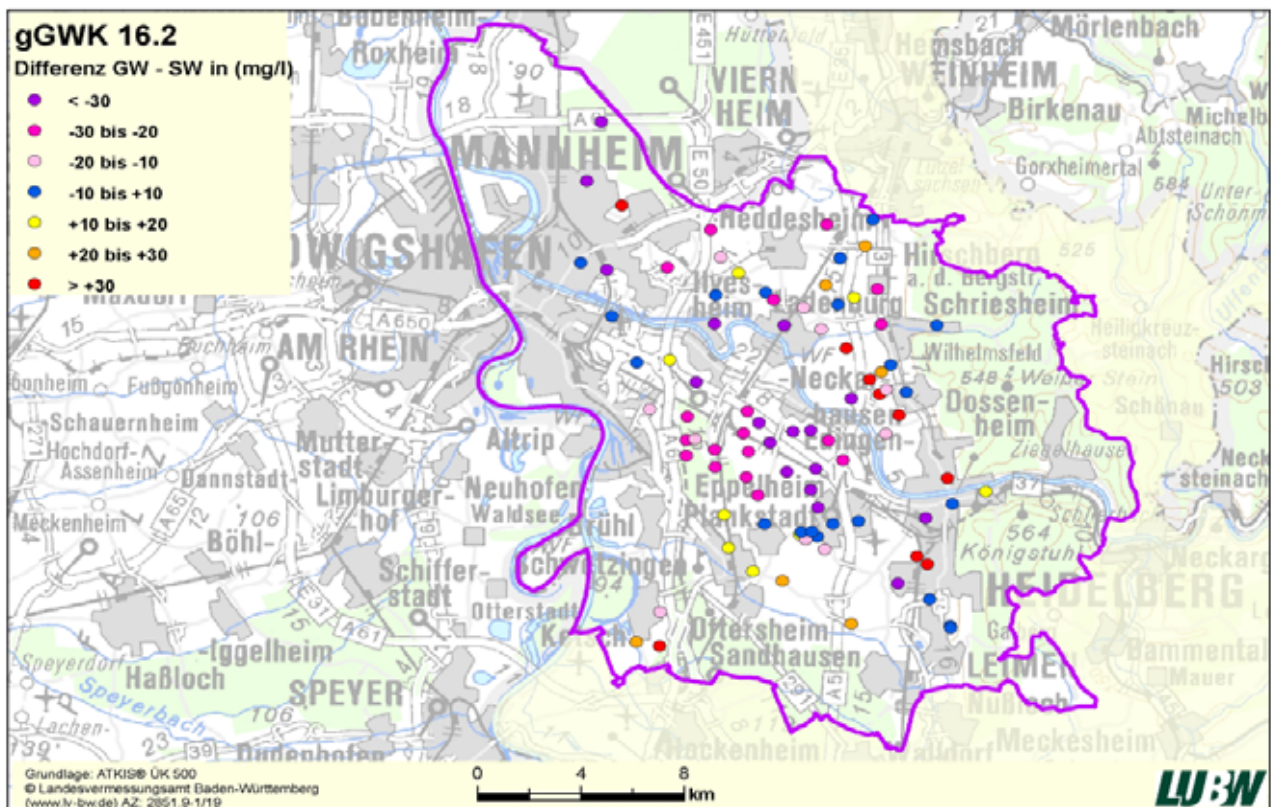


Abb. 5-4: Differenz zwischen der Nitratkonzentration im Grundwasser 2006 und der Nitratkonzentration im Sickerwasser des jeweils maßgeblichen Jahres.

Im Allgemeinen konnten plausible Gründe für Abweichungen gefunden werden, z.B. wurde zum einen eine kleinteilige Landnutzung wie Gemüse- und Obstbau in den 250 m Rasterzellen nicht erfasst, zum anderen wurden die Gewächshäuser in den Landsatdaten als Hauptnutzung „Siedlung“ interpretiert. Die Berechnung der Nitratkonzentration im Sickerwasser mit der Hauptnutzung „Siedlung“ führt jedoch zu geringeren Werten als die Berechnung mit der tatsächlichen Nutzung „Acker“ (Abb. 5-5).

Weitere Gründe für Abweichungen sind:

- ein möglicherweise zu weit abgeschätztes Einzugsgebiet mit hohem Waldanteil und damit niedrigerem Nitratreintrag führt zu einer rechnerischen „Verdünnung“ der Nitratkonzentration des Sickerwassers.
- Höhere Nitratkonzentrationen im Grundwasser können auftreten, wenn in der Vergangenheit Grünland umgebrochen wurde und Nitrat freigesetzt und ins Grundwasser ausgewaschen wurde.
- In zahlreichen Fällen liegen die Sauerstoffwerte nur wenig über 2 mg/l, somit kann eine Teildenitrifikation nicht ausgeschlossen werden.
- In der Nähe von Oberflächengewässern kann eine Infiltration ins Grundwasser und damit eine Verdünnung stattfinden.

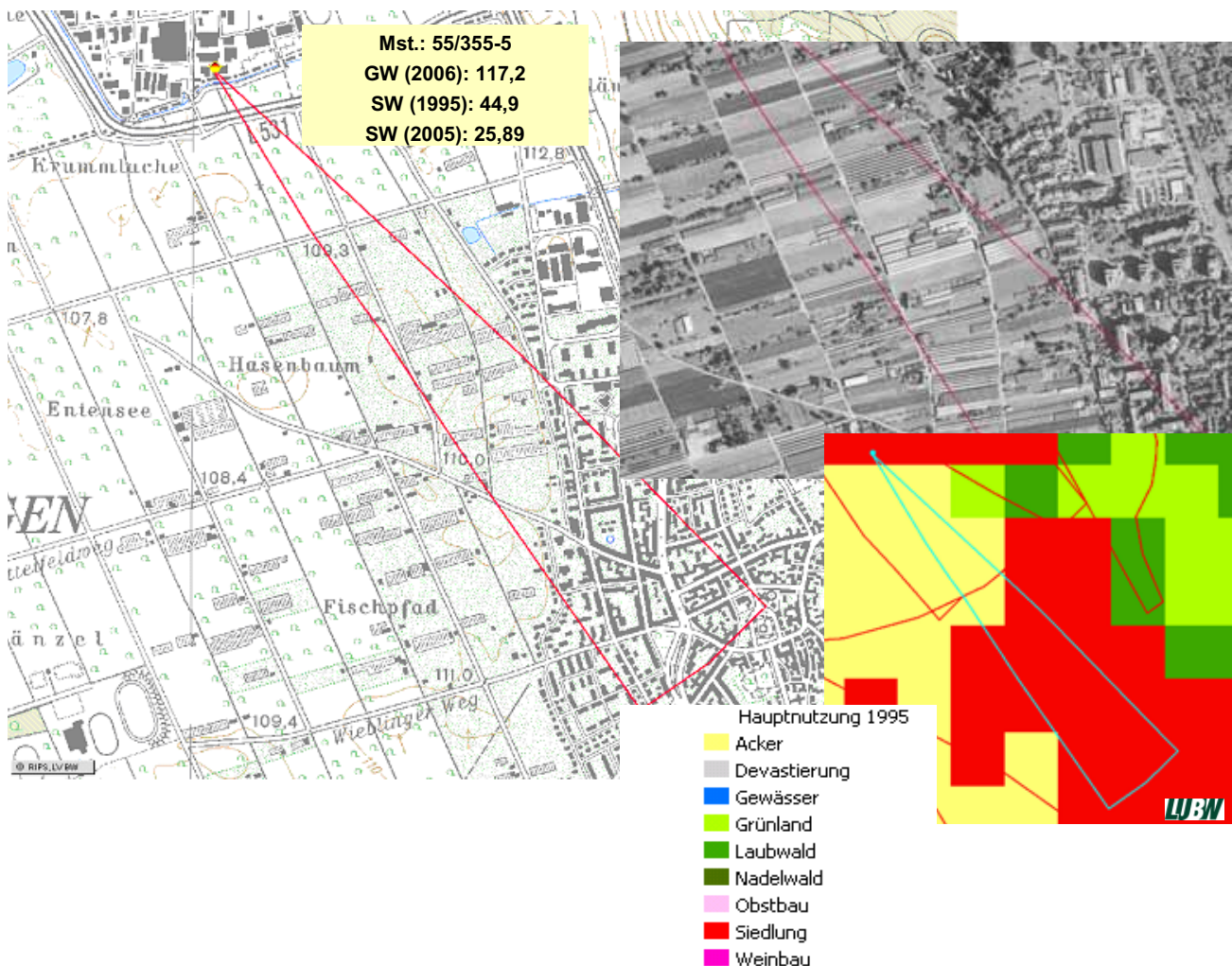


Abb. 5-5: Die Gewächshäuser des Gartenbaus werden als Hauptnutzung Siedlung interpretiert, was zu geringen berechneten Nitratkonzentrationen im Sickerwasser führt.

# 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 Einzugsgebietes 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

Bei der **Hauptnutzungsform Acker** wurde ein Quotient von 0,538 errechnet. Dieser wurde aus den Daten von 46 Messstellen ermittelt, womit eine hohe Repräsentativität gegeben ist (Tab. 6-1). Die Gesamtfläche der Hauptnutzung Acker beträgt 131,14 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)	0,222	31	155,86	32,89
Laubwald (HN 2)	0,431	11	103,32	21,80
Nadelwald (HN 3)	0,000	2	25,67	5,42
Acker (HN 4)	<b>0,538</b>	46	<b>131,14</b>	27,67
Weinbau (HN 5)	---	---	11,97	2,53
Obstbau (HN 6)	---	---	0,00	0,00
Grünland (HN 7)	0,000	1	29,21	6,16
Gewässer (HN 8)	---	---	13,23	2,79
Devastierung (HN 9)	---	---	3,54	0,75

**LUBW**

Bei der **Hauptnutzung Laubwald** ergab sich ein Quotient von 0,431, bei fünf von elf Messstellen wurde die Qualitätsnorm für Nitrat von 50 mg/l überschritten. Die Detailbetrachtung z.B. der Messstelle 102/306-9 zeigt (Abb. 6-1), dass die Hauptnutzung im Einzugsgebiet dieser Messstelle zwar aufgrund des größeren Flächenanteils der Hauptnutzung Laubwald zugeordnet ist, der Acker (Flächenanteil 25,5 %) jedoch aufgrund der Lage der Grundwassermessstellen die relevante Hauptnutzung für die erhöhten Nitratkonzentrationen im Grundwasser sein dürfte. Bei der **Hauptnutzungen Siedlung** liegt der Quotient unter 0,3. Bei der **Hauptnutzung Nadelwald und Grünland** liegt der Quotient bei 0,000, dies bedeutet, dass bei diesen Hauptnutzungen bei keiner Messstelle die Nitratkonzentration von 50 mg/l überschritten wurde. Die anderen Hauptnutzungen treten nicht auf. Abb. 6-2 zeigt die Einzugsgebiete im gGWK 16.2 Rhein - Neckar mit den ermittelten Hauptnutzungen.

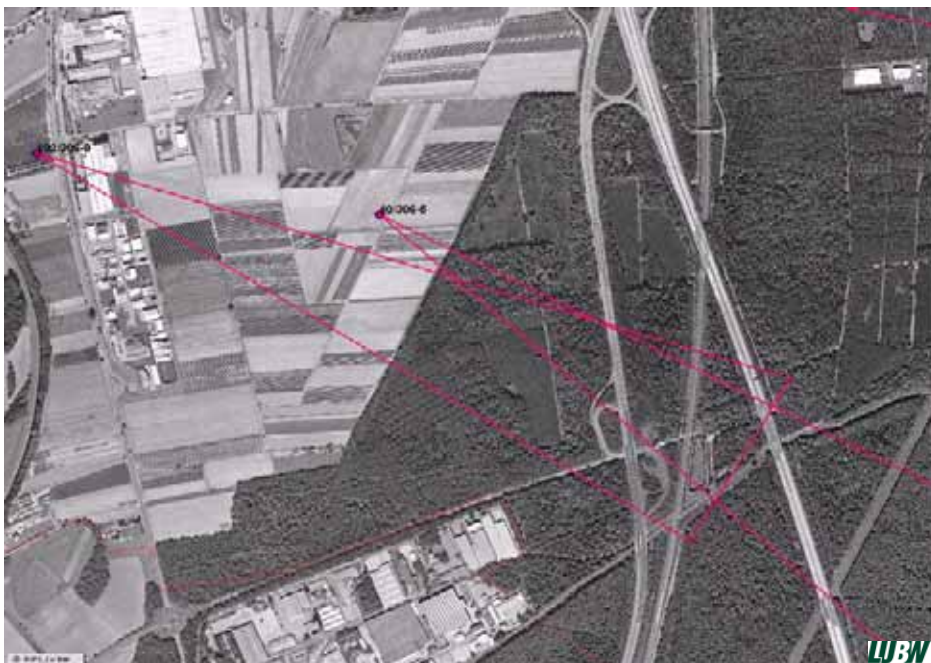


Abb. 6-1: Lage der Messstellen 40/306-5 und 102/306-9 im Acker, die Hauptnutzung im Einzugsgebiet ist Wald.

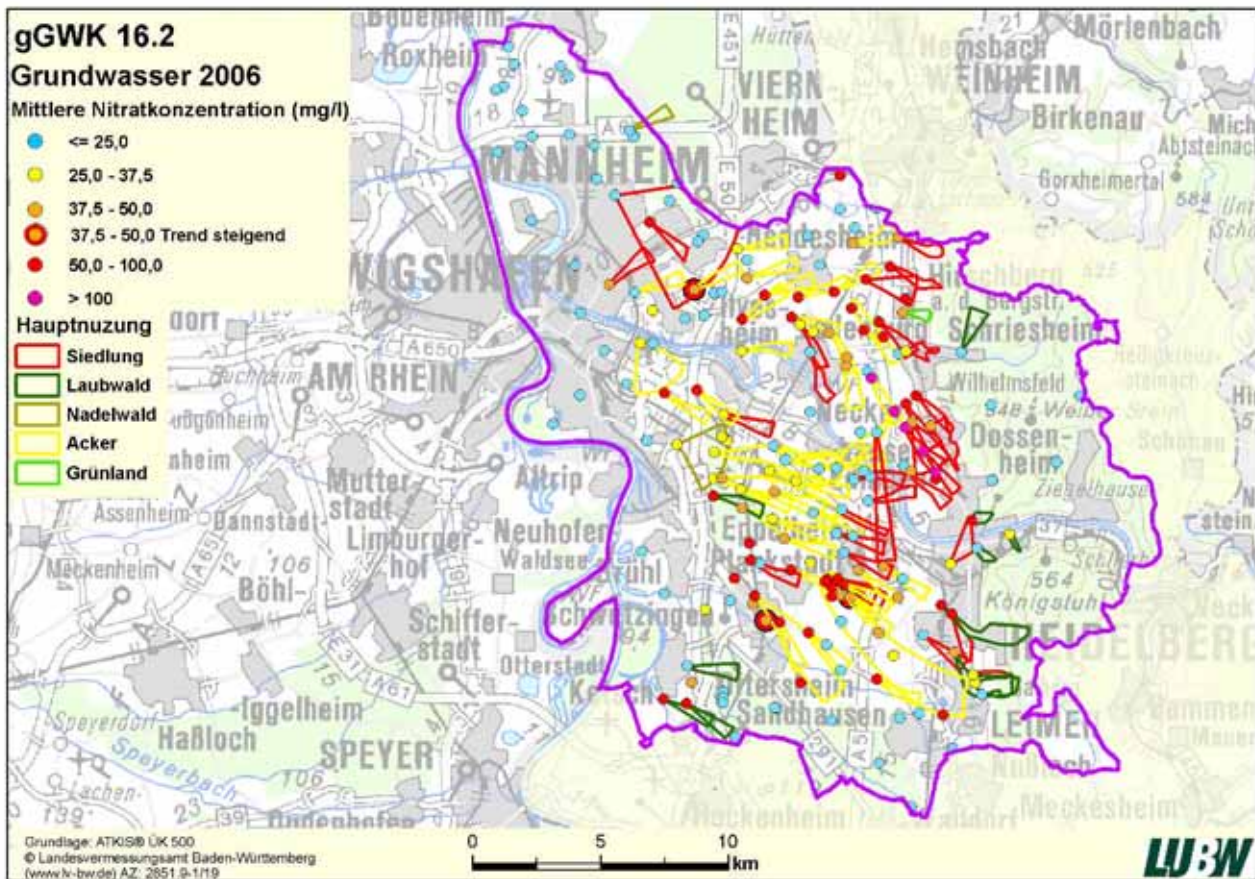


Abb.: 6-2: Einzugsgebiete der Messstellen mit der nach dem LAWA-Verfahren ermittelten Hauptnutzung.

## Fazit

Im gGWK 16.2 Rhein – Neckar wird der „gute Zustand“ im Sinne der WRRL noch nicht erreicht. Die Hauptnutzung Acker mit einem Quotient von 0,538 und einer Gesamtgröße von 131,14 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 Nitratreinträge im Bereich der Ackernutzung 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.

