

Gefährdeter Grundwasserkörper

8.3 Kraichgau - Unterland



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.

ZUSAMMENFASSUNG		4
1	ALLGEMEINE INFORMATIONEN	6
2	IMMISSION -NITRATKONZENTRATIONEN IM GRUNDWASSER	7
2.1	Grundwassermessstellen	7
2.2	Nitratkonzentrationen im Grundwasser 2006	8
3	GRUNDWASSERNUTZUNG	10
3.1	Langjährige Entwicklung	11
4	EMISSION	12
4.1	Vorgehen bei der Berechnung	12
4.2	Stickstoffausträge	13
4.3	Nitratkonzentrationen im Sickerwasser	14
5	VERGLEICH EMISSION - IMMISSION	16
5.1	Mittlere Verweilzeiten	16
5.2	Nitratkonzentrationen im Grundwasser und Sickerwasser	17
5.3	Ergebnisse des Vergleichs Emission - Immission	18
6	ERFORDERNIS WEITERGEHENDER MAßNAHMEN DER LANDWIRTSCHAFT	21
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 8.3 Kraichgau - Unterland an 29,8 % der beprobten Grundwassermessstellen bezüglich Nitrat als gefährdet im Sinne der „Tochterraichtlinie Grundwasser“¹ der Wasserrahmenrichtlinie – WRRL². Rund 68 % dieser Messstellen mit gefährdetem Grundwasser liegen außerhalb und 32 % innerhalb von Sanierungs- bzw. Problemgebieten gemäß der Einstufung der Wasserschutzgebiete nach der SchALVO³ (Stand Januar 2008).

Bei der langfristigen Entwicklung der mittleren Nitratkonzentration im Grundwasser von 1994 bis 2006 zeigte sich außerhalb der Wasserschutzgebiete eine Abnahme der Nitratkonzentration. In den Wasserschutzgebieten ist, innerhalb einer gewissen Schwankungsbreite kein Trend erkennbar, hier ist allerdings die geringe Anzahl der Messstellen im Verhältnis zum Gebiet außerhalb der Wasserschutzgebiete zu berücksichtigen.

Von Seiten der Landwirtschaftsverwaltung wurden für die Jahre 1980, 1995 und 2005 die N-Emissionen anhand von Modellrechnungen abgeschätzt, um die Ursachen für die Nitratbelastung des Grundwassers zu ermitteln und in ihrer Relevanz einschätzen zu können. Die Entwicklung der Emissionsergebnisse über die drei Zeiträume ermöglicht eine Trendabschätzung für die Nitratbelastung im Grundwasser unter Berücksichtigung der Verweilzeiten. Auf Grund der derzeitigen N-Emissionssituation lässt sich ein aus landwirtschaftlicher Sicht notwendiger Maßnahmenumfang abschätzen und eine gezielte Maßnahmenplanung ableiten. Das Landwirtschaftliche Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) hat mit dem Modell STOFFBILANZ_BW auf Basis der Landnutzung die Stickstoffausträge (N-Salden) und Nitratkonzentrationen im Sickerwasser ermittelt. Die Modellierungsergebnisse zeigen für den gGWK 8.3 auf die Gesamtfläche bezogen ebenfalls einen Rückgang der Emissionsbelastung seit 1995.

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 1995 und 2005 berechneten Nitratkonzentrationen im Sickerwasser gegenübergestellt. Der Vergleich zeigte, dass die berechnete Nitratkonzentration im Sickerwasser zum Teil gut mit der gemessene Nitratkonzentration im Grundwasser übereinstimmt, während an einigen Messstellen die Nitratkonzentration im Sickerwasser zu niedrig berechnet wurde. Größere Abweichungen ergaben sich westlich des Neckars, was sich auf eine zu gering berechnete Nitratkonzentration im Sickerwasser in Gebieten mit Ackernutzung zurückführen lässt. Östlich des Neckars ergab sich die Differenz zwischen der Nitratkonzentration im Sicker- und Grundwasser durch heterogene Landnutzungen der Einzugsgebiete.

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

¹Richtlinie 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

² 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

³ 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 8.3 Kraichgau - Unterland 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) 8.3 Kraichgau - Unterland liegt im Regierungsbezirk Stuttgart (Abb. 1-1) und umfasst eine Fläche von 333,77 km². Er gehört zum Hydrogeologischen Großraum Süddeutsches Schichtstufen- und Bruchschollenland und zum Hydrogeologischen Teilraum Keuperbergland.

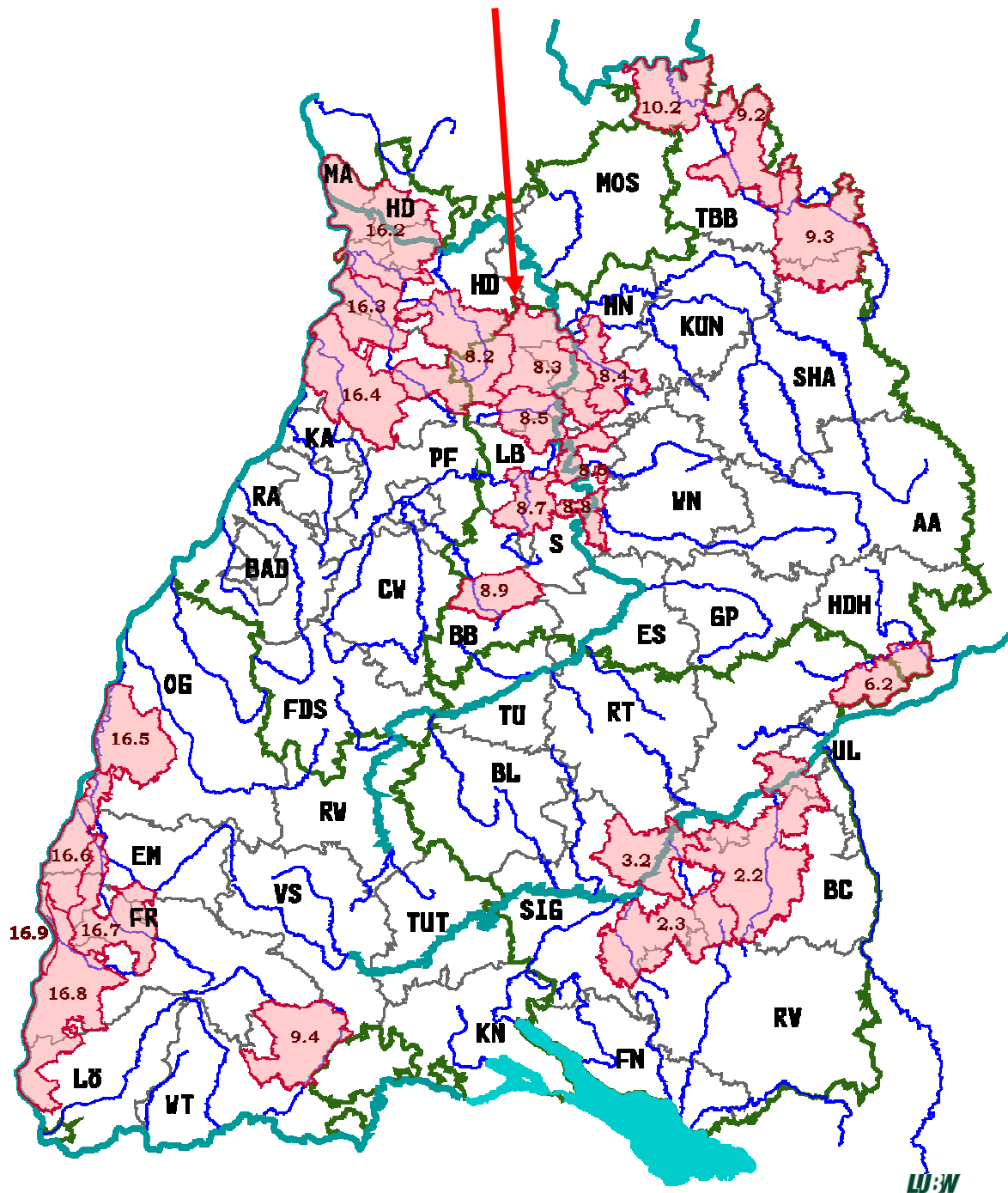


Abb. 1-1: Gefährdete Grundwasserkörper in Baden-Württemberg mit Lage des gGWK 8.3 Kraichgau - Unterland.

Die Landwirtschaftliche Nutzfläche liegt in diesem gefährdeten Grundwasserkörper bei 67,4 % (Abb. 1-2) und damit über dem Landesdurchschnitt von 46,8 %.

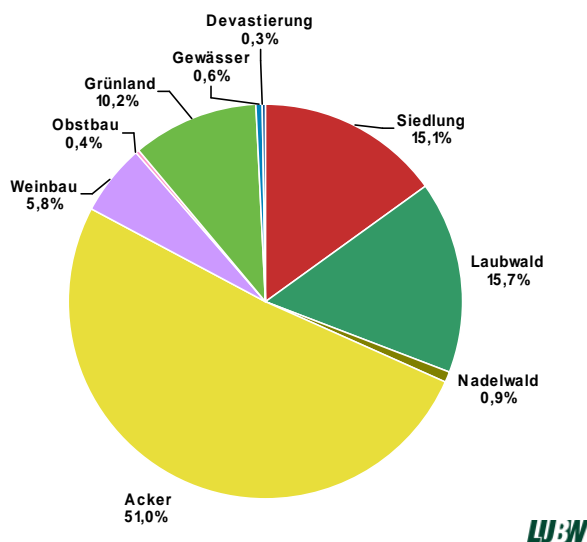


Abb. 1-2: Landnutzungsanteile im gefährdeten Grundwasserkörper 8.3 nach Landsat 2000.

2 Immission - Nitratkonzentrationen im Grundwasser

2.1 GRUNDWASSERMESSSTELLEN

Für den vorliegenden Bericht des gGWK 8.3 wurden die Informationen und Daten von 124 Grundwassermessstellen herangezogen. Bei 111 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 8.3 Kraichgau - Unterland.

Topologie	Bauform	Anzahl der Aufschlüsse
GW-Messort mit Standardbauwerk	Bohrbrunnen mit Filter	79
GW-Messort mit Standardbauwerk	Quelle	17
GW-Messort mit Standardbauwerk	Schachtbrunnen	12
GW-Messort mit Standardbauwerk	Beobachtungsrohr	8
GW-Messort mit Standardbauwerk	nicht bekannt	6
GW-Messort mit örtl. getr. Messpunkt und örtl. getr. Probenahmestelle	Quelle	4
GW-Messort mit örtl. getr. Messpunkt und örtl. getr. Probenahmestelle	Bohrbrunnen mit Filter	1



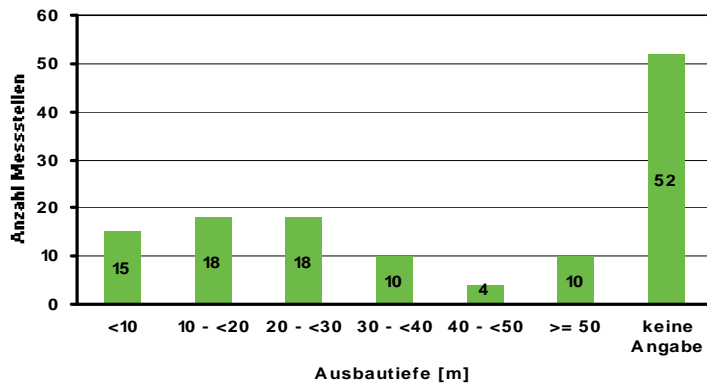


Abb. 2-1:
Ausbautiefen der Grundwassermessstellen im gGWK 8.3 Kraichgau - Unterland.

LU:W

2.2 NITRATKONZENTRATIONEN IM GRUNDWASSER 2006

Zur Auswertung der Messdaten im gGWK 8.3 Kraichgau - Unterland wurden alle in der WIBAS-Referenzdatenbank vorliegenden Werte der o.g. 124 Messstellen für Nitrat, Nitrit, Ammonium und Sauerstoff aus dem Jahr 2006 exportiert. Ein Teil der Messstellen entstammt dem Landesmessnetz, darunter manche 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 zwei oder gar 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.

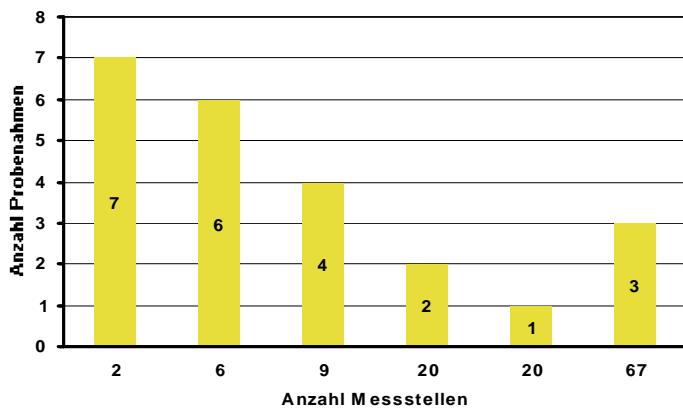


Abb. 2-2:
Häufigkeit der Probennahmen im Jahr 2006.

LU:W

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 8.3 Kraichgau - Unterland ließ sich lediglich bei einer Grundwassermessstelle ein steigender Trend feststellen. Bei sieben Messstellen wurde dem gegenüber ein fallender Trend ermittelt.

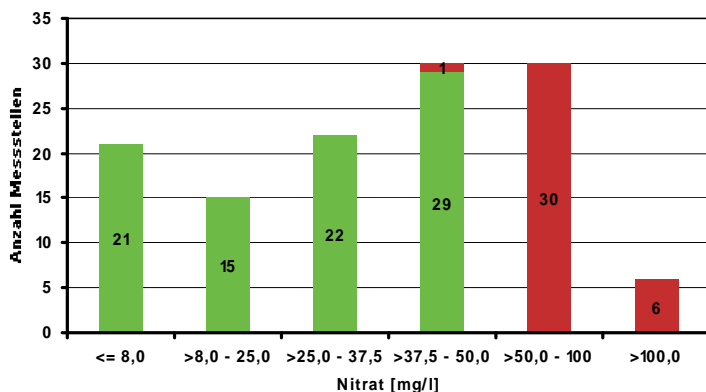


Abb. 2-3:
Verteilung der Nitratkonzentrationen (Jahresmittelwerte 2006) im gGWK 8.3 Kraichgau - Unterland.

LU:W

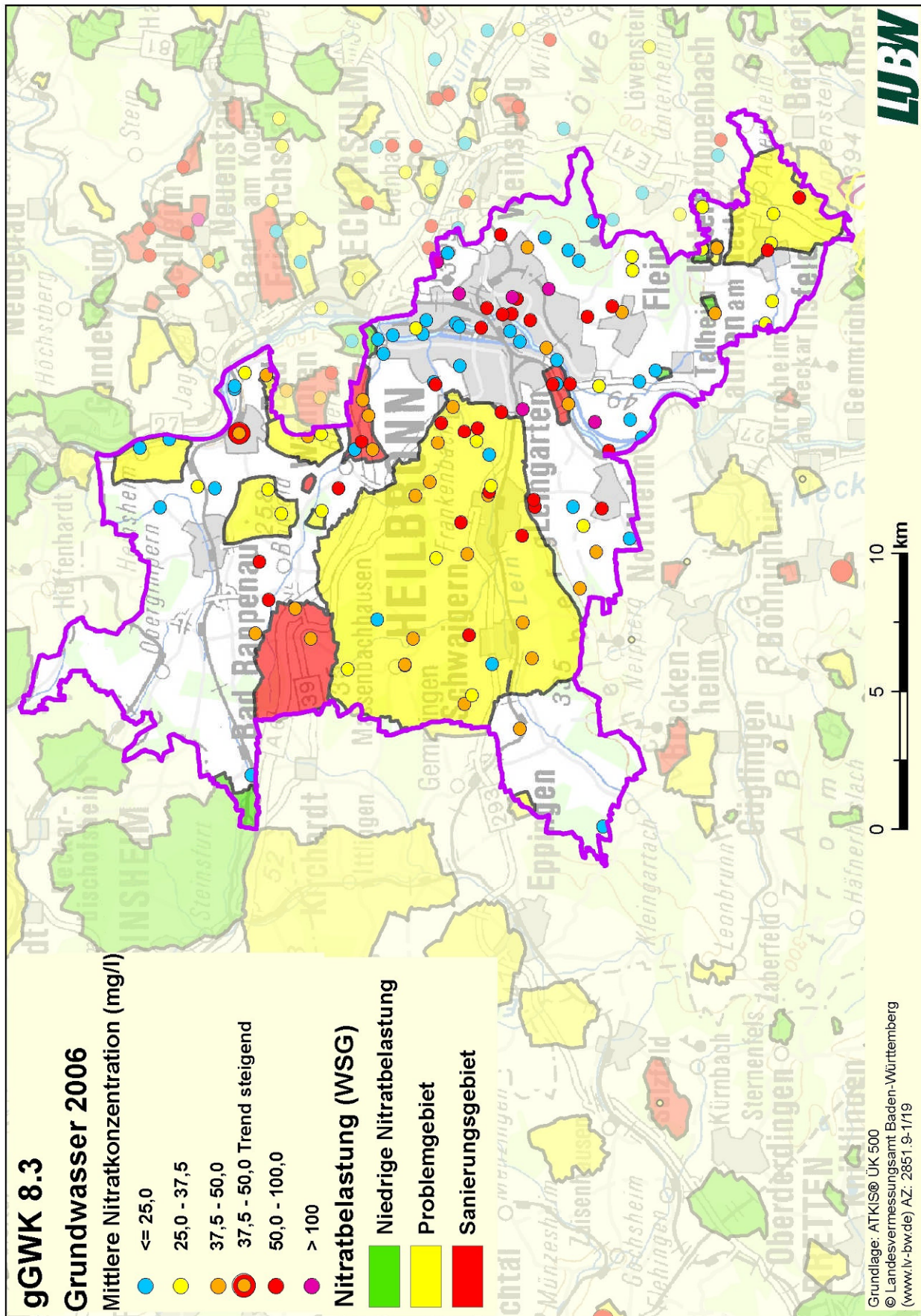


Abb. 2-4: Verteilung der Nitratkonzentrationen (Jahresmittelwerte 2006) im Grundwasser sowie Wasserschutzgebiete (festgesetzt, gegliedert nach der Nitratbelastung des Grundwassers (Stand Januar 2008).

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 8.3 Kraichgau - Unterland befinden sich insgesamt 21 Wasserschutzgebiete mit einer Gesamtfläche von 11.887,46 ha, davon liegen elf vollständig im Gebiet des gefährdeten Grundwasserkörpers (Abb. 2-4). Das kleinste WSG ist das Problemgebiet WSG Bad Wimpfen (Lohwasenquelle) mit 2 ha. 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 8.3 Kraichgau - Unterland.

Tab. 3-1: Wasserschutzgebiete (festgesetzt) im gGWK 8.3 Kraichgau - Unterland (Stand Januar 2008).

WSG	Anzahl WSG	Fläche WSG [ha]	LF (GA 2007) ⁴
Niedrige Nitratbelastung	5	245	133
Problemgebiet	12	10.214	6.416
Sanierungsgebiet	4	1.429	878
WSG gesamt	21	11.888	7.427

LW:W



LW:W

Abb. 3-1: Anteil der Wasserschutzgebiete (festgesetzt) an der Gesamtfläche im gGWK 8.3 Kraichgau - Unterland (Stand Januar 2008).

⁴ 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 29,8 % 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. Rund 68 % der Messstellen mit gefährdetem Grundwasser liegen außerhalb von Sanierungs- und Problemgebieten.

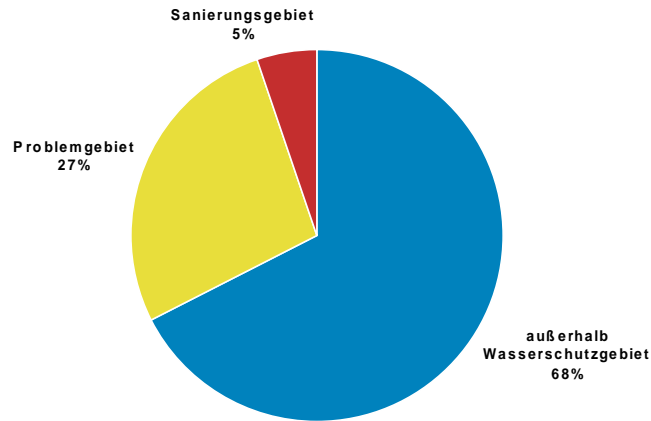
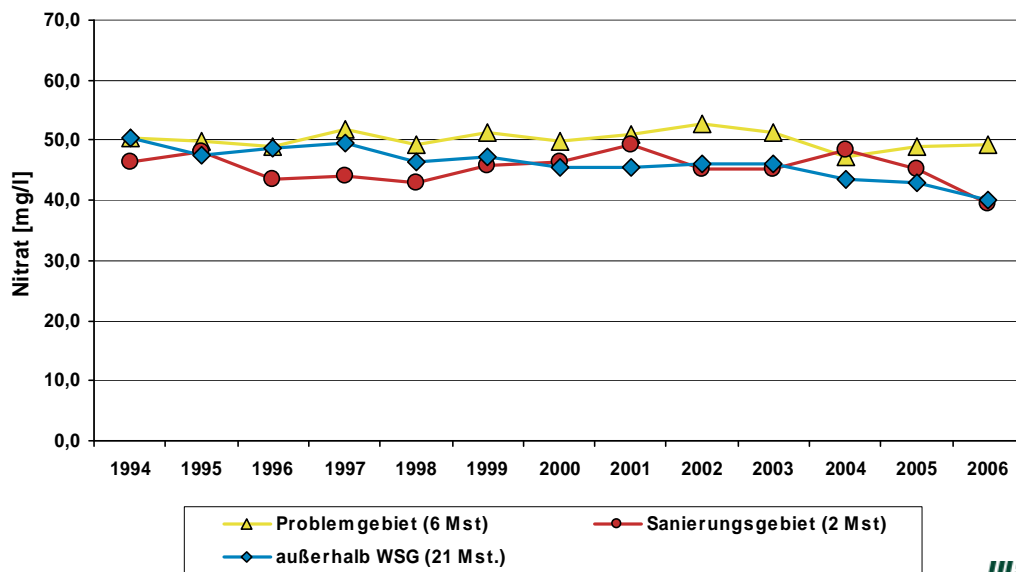


Abb. 3-2: Verteilung der Grundwassermessstellen mit hinsichtlich der Nitratbelastung als gefährdet bewertetem Grundwasser auf die verschiedenen Einstufungen der Wasserschutzgebiete gemäß SchALVO.

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 zeigt sich bei den 21 Messstellen außerhalb der Wasserschutzgebiete eine Abnahme der Nitratkonzentration im Grundwasser. In den Sanierungs- und Problemgebieten ist innerhalb einer gewissen Schwankungsbreite kein Trend erkennbar, hier ist allerdings die geringe Anzahl der Messstellen, im Verhältnis zum Gebiet außerhalb der Wasserschutzgebiete, zu berücksichtigen.



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 250 x 250 m - Raster für neun 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 8.3 wurden berücksichtigt:

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

Vereinfacht wird angenommen, dass der Stickstoffüberschuss langfristig gesehen komplett ausgetragen wird. Die Emissionsberechnungen erfolgten für die Jahre 1980, 1995, 2005. Aufgrund unbefriedigender Qualität der Satellitenbilddatenauswertungen für 1980 (zu viel Grünland, zu wenig Ackerland) wurde auf die Darstellung der entsprechenden Karten und der Mittelwerte zum Stickstoffüberschuss und zu den Nitratkonzentrationen der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) und Gesamtfläche verzichtet. Die Details zum Modellierungsansatz, sowie zu den Datengrundlagen und Ergebnissen sind dem Bericht des LTZ „Modellierung des N-Austrags im gefährdeten Grundwasserkörper Kraichgau Unterland (8.3)“ zu entnehmen.

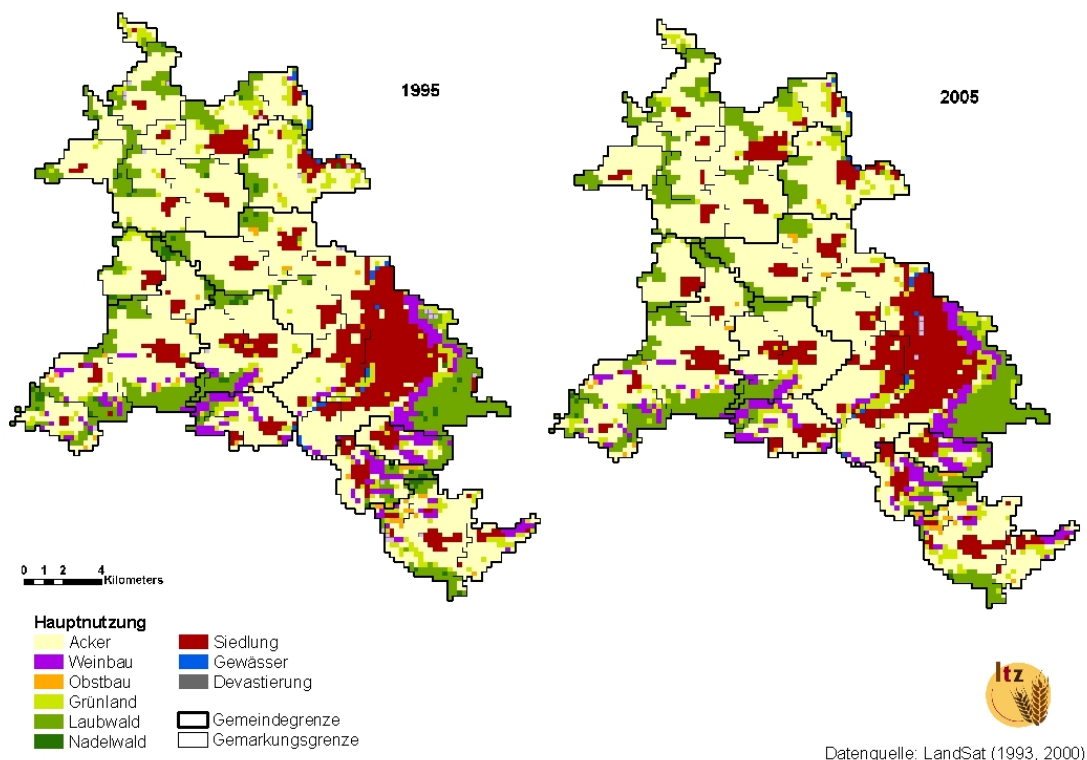


Abb. 4-1: Landnutzung für die Modellrechnungen 1995 und 2005.

4.2 STICKSTOFFAUSTRÄGE

Abb. 4-2 zeigt die flächendeckend berechneten Stickstoffüberschüsse für die Bewirtschaftungsjahre 1995 und 2005. Das Jahr 1995 repräsentiert den Zustand einige Jahre nach Einführung der SchALVO (1988) und das Jahr 2005 zeigt die aktuelle Situation. Im südlichen und südöstlichen Teil finden sich Bereiche mit höheren Stickstoffüberschüssen als im zentralen Bereich des gGWK. 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 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.

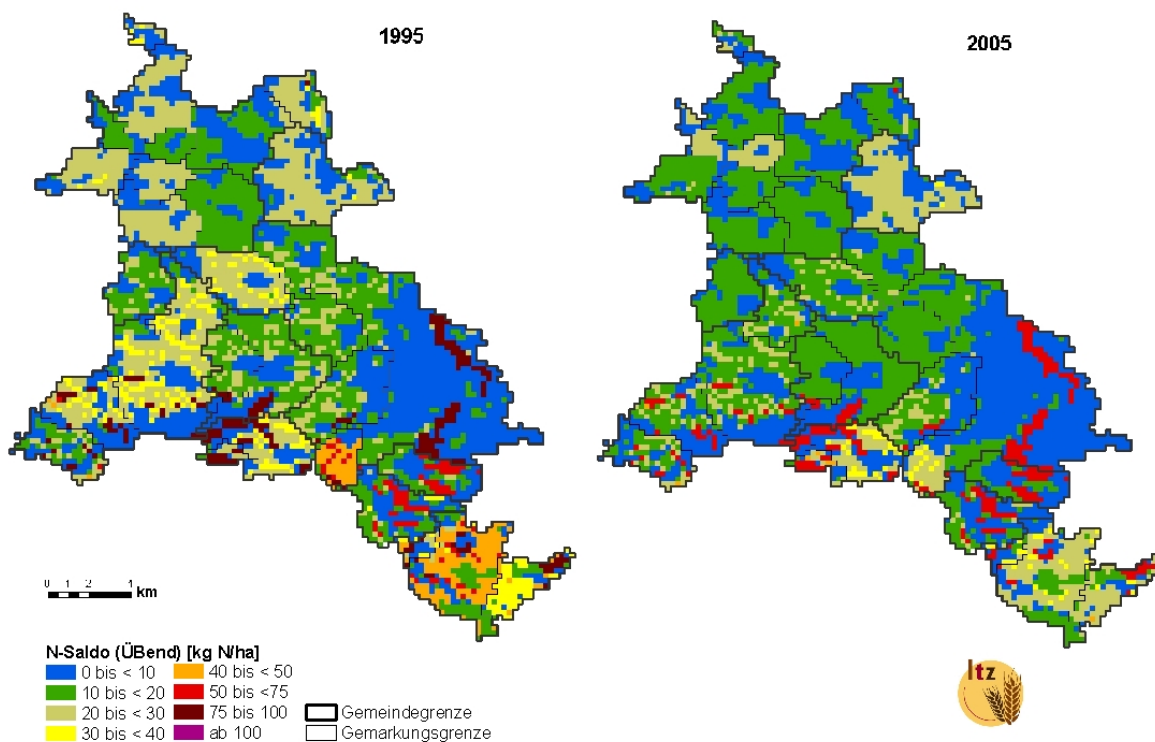


Abb. 4-2: Berechnete Stickstoffausträge für 1995 und 2005.

Trendentwicklung 1995 - 2005:

Insgesamt zeigt sich beinahe flächendeckend eine Verringerung der Stickstoffüberschüsse von 1995 bis 2005. Der Mittelwert für den gGWK reduziert sich von 20 kg N/ha im Jahr 1995 auf 14 kg N/ha im Jahr 2005. Für die landwirtschaftlichen Nutzungen verringert sich der Stickstoffüberschuss von 26 kg N/ha LF im Jahr 1995 auf 17 kg N/ha LF im Jahr 2005. 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.

4.3 NITRATKONZENTRATIONEN IM SICKERWASSER

Abb. 4-3 zeigt die berechneten Nitratkonzentrationen im Sickerwasser für die Bewirtschaftungsjahre 1995 und 2005. Der rückläufige Trend wird auch hier deutlich, wobei die Sickerwassermengen für 2005 gegenüber 1995 etwas geringer waren und den rückläufigen Trend etwas abgeschwächt haben. Der Flächenanteil der Raster, die eine Nitratkonzentration oberhalb von 50 mg/l NO₃ aufweisen, ist im Betrachtungszeitraum von 19 % (1995) auf 10 % (2005) zurück gegangen.

Emissionsbelastung 2005:

Bezogen auf die Hauptnutzungsformen Weinbau, Obstbau und Devastierung liegt für das Modellierungsjahr 2005 der Flächenanteil mit einer Nitratkonzentration größer 50 mg/l NO₃ jeweils bei 100 %, 55 % bzw. 40 %, wobei die Fläche insgesamt deutlich unter der für eine flächenhafte Belastung angesetzten Mindestfläche von 2 500 ha liegt. Bei den anderen Hauptnutzungsformen, einschließlich Acker, gab es für den gesamten gGWK keinen relevanten Anteil (> 30 %) an Überschreitungen.

Die durchschnittliche Sickerwassermenge beträgt 266 mm und ist innerhalb des gGWK sehr unterschiedlich verteilt. Im südöstlichen Teil liegt sie zwischen 186 und 200 mm, so dass sich hier bereits bei moderaten Stickstoffüberschüssen hohe Nitratkonzentrationen ergeben.

Zusammenfassung Emission

Aus Emissionssicht sind im gGWK 8.3 die Stickstoffüberschüsse seit 1995 rückläufig und bereits jetzt auf geringem Niveau. Insofern dürfte es - insbesondere bei Umsetzung wasserschutzrelevanter Maßnahmen - möglich sein, bei grundsätzlicher Beibehaltung der aktuellen Bewirtschaftungsweise (Landnutzung, Kulturartenverteilung, Düngeintensität) in absehbarer Zeit das Ziel des „guten Zustandes“ nach WRRL zu erreichen.

Im gGWK 8.3 liegen 1 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) in WSG mit Niedriger Nitratbelastung, 33 % im Problemgebiet und etwa 5 % der LF im Sanierungsgebiet. Die flächenhafte Wirkung der SchALVO-Auflagen ist somit durchaus bedeutsam. Die Umsetzung freiwilliger Maßnahmen des MEKA-Programms sollte aber zumindest im derzeitigen Umfang beibehalten werden.

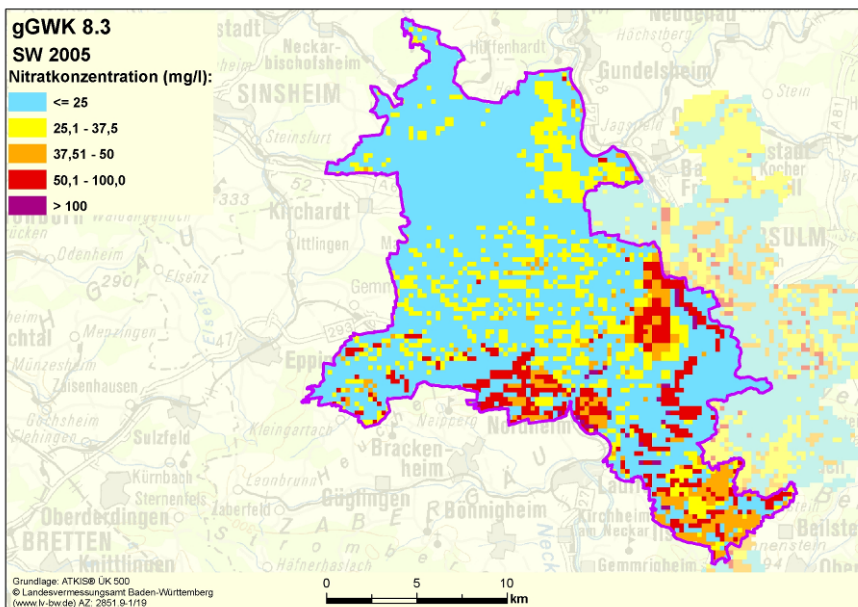
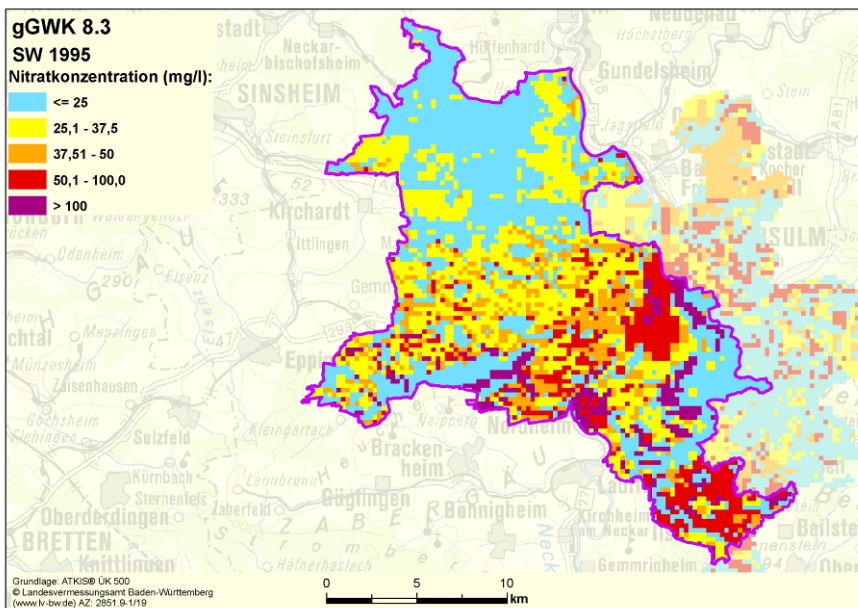


Abb. 4-3: Berechnete Nitratkonzentrationen im Sickerwasser 1995 und 2005 (Daten: LTZ).

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 8.3 Kraichgau - Unterland 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 (^3H) 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.

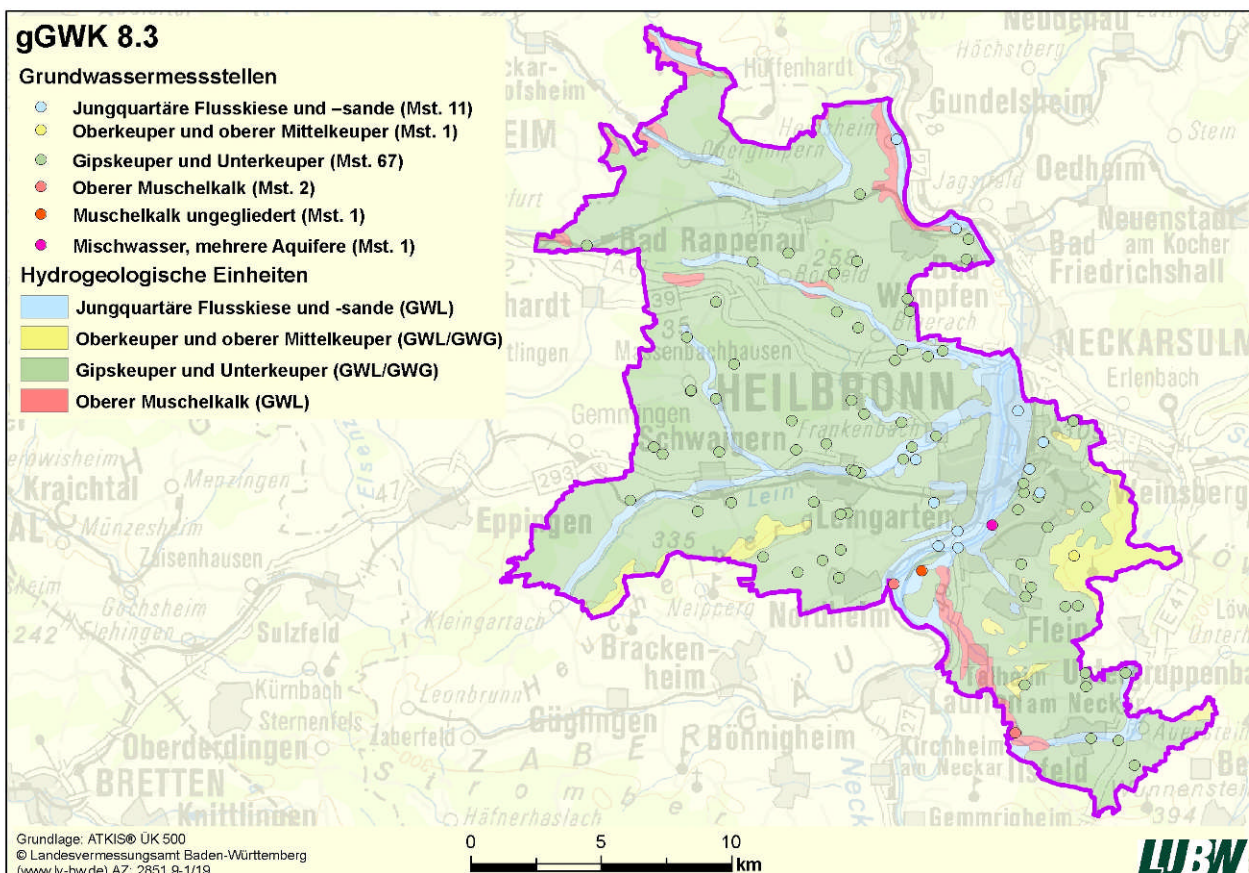


Abb. 5-1: Grundwassermessstellen mit zugeordneten Hydrogeologischen Einheiten (Quelle:LGRB).
 Mst. = Messstellen, GWL = Grundwasserleiter, GWG = Grundwassergeringerleiter.

Tab. 5-1: Hydrogeologische Einheiten und Verweilzeiten im gGWK 8.3 Kraichgau - Unterland (Quelle: LGRB⁵).

Hydrogeologische Einheit Nr.	Hydrogeologische Einheit	Verweilzeit
Hy 5	Jungquartäre Flusskiese und -sande (GWL)	Keine systematischen Untersuchungen, MVZ jedoch vermutlich ähnlich wie in Hy 4 (< 4; 5 – 15; > 50) oder bei größeren Anteilen von jungem Uferfiltrat jünger (z. B. im Argendelta; Watzel 1994) MVZ = 0 – 4 a; MVZ = 17 – 22 a (GWDB 1991 -1995)
Hy 14	Oberkeuper und oberer Mittelkeuper (GWL/GWG)	MVZ = 3 – 8 a; z. T. MVZ bis 20 a (Hydroisotop 1987) MVZ = 2 – 9 a (Hydroisotop 1992) Für kleinere Quellen meist MVZ = 3 – 8 a; vereinzelt MVZ bis 20 a
Hy 15	Gipskeuper und Unterkeuper (GWL/GWG)	Überwiegend (80 % der untersuchten Proben): MVZ < 2 a (Hydrogeologische Karte von Baden-Württemberg 1995) MVZ = 8 – 10 a (Hydroisotop 1987) MVZ = 3 – 11 a (Hydroisotop 1992) MVZ = 0 – 8 a; MVZ = 4 – 11 a (GWDB 1992 -1995)
Hy 16	Oberer Muschelkalk (GWL)	Bei starker Verkarstung (50 % der untersuchten Wässer): MVZ < 2 a (Hydrogeologische Karte von Baden-Württemberg 1995) Bei geringerer Verkarstung und Überdeckung mit mächtigerem Keuper: MVZ = 2 – 5 a (Hydrogeologische Karte von Baden-Württemberg 1995) MVZ = 3 - 8 a (Hydroisotop 1987) Quellen: MVZ = 2 – 9 a ; tiefe Brunnen : z. T. jung mit MVZ < 10 a, z. T. alt mit MVZ > 50 a (Hydroisotop 1992)
	Muschelkalk, ungegliedert	MVZ = 5 – 8 a (GWDB 1992)
	Mischwasser, mehrere Aquifere	MVZ = 4 – 8 a (GWDB 1995)



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 (NO₃) 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.

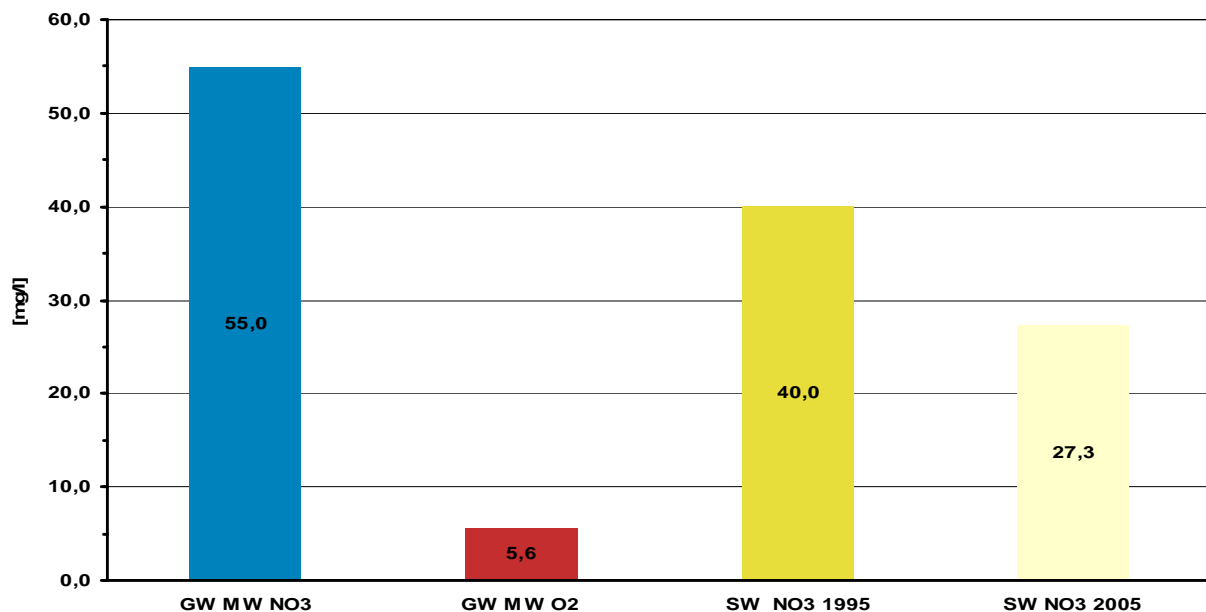
In Abb. 5-2 ist die gemessene mittlere Nitrat- und Sauerstoffkonzentration im Grundwasser 2006 den berechneten mittleren Nitratkonzentrationen im Sickerwasser der Messstelleneinzugsgebiete 1995 und 2005 gegenübergestellt. Der Mittelwert der Nitratkonzentration des Sickerwassers aus dem Jahre 1980 ist aus den in Kapitel 4.1 genannten Gründen nicht dargestellt.

⁵ 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	124
- davon mit bekanntem Einzugsgebiet	111
- davon mit Zuordnung zur Hydrogeologischen Einheit oder mit Angabe zur Verweilzeit	109
- davon O2 > 2 mg/l und NO3 > 8 mg/l	83
- abzüglich Messstellen, deren Einzugsgebiet außerhalb des gGWK liegen	0
für Emissions- / Immissionsbetrachtung herangezogen:	83

LUBW

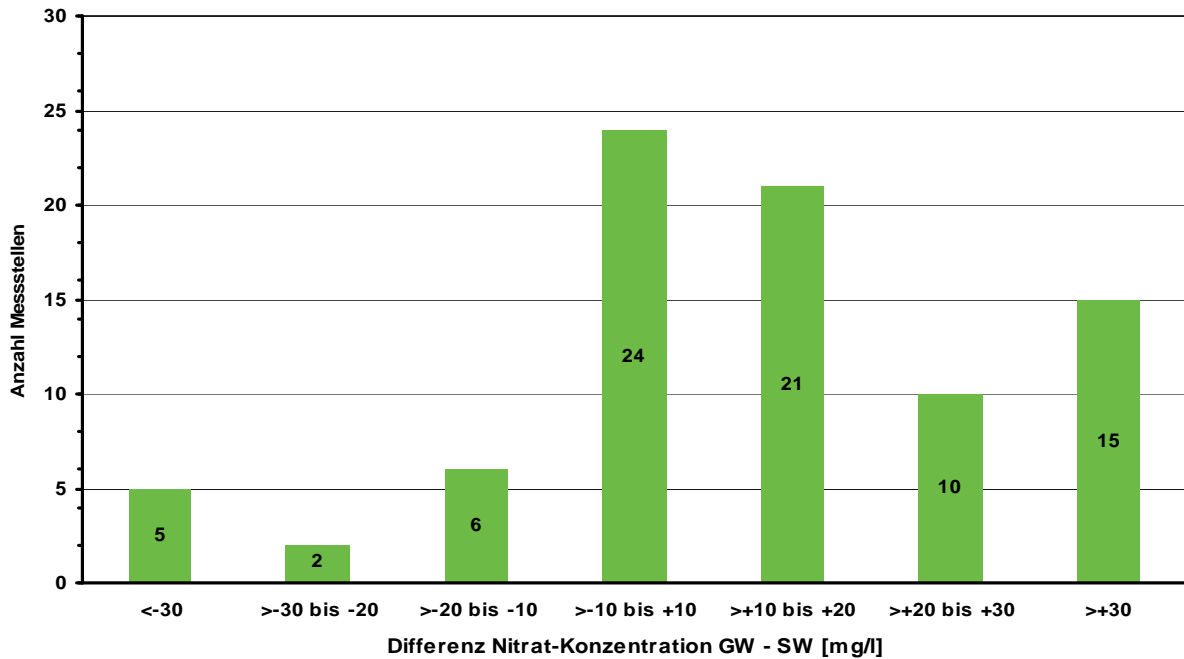


LUBW

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 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“ 1995 und 2005 dasjenige für den Vergleich herangezogen wurde, das der MVZ am ehesten entspricht. So wurde beispielsweise bei einer MVZ von < 2 bis 11 Jahren die Nitratkonzentration im Grundwasser 2006 mit der Nitratkonzentration im Sickerwasser von 2005 bzw. 1995 verglichen (Abb. 5-3 und 6-4). Der Fehler in der Auswertung der Satellitendaten der 80er Jahre wurde bei der Bewertung berücksichtigt (siehe Kapitel 4.1). Es zeigte sich, dass die berechnete Nitratkonzentration im Sickerwasser zum Teil gut mit der gemessenen Nitratkonzentration im Grundwasser übereinstimmt, während an einigen Messstellen die Nitratkonzentration im Sickerwasser zu niedrig berechnet 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.

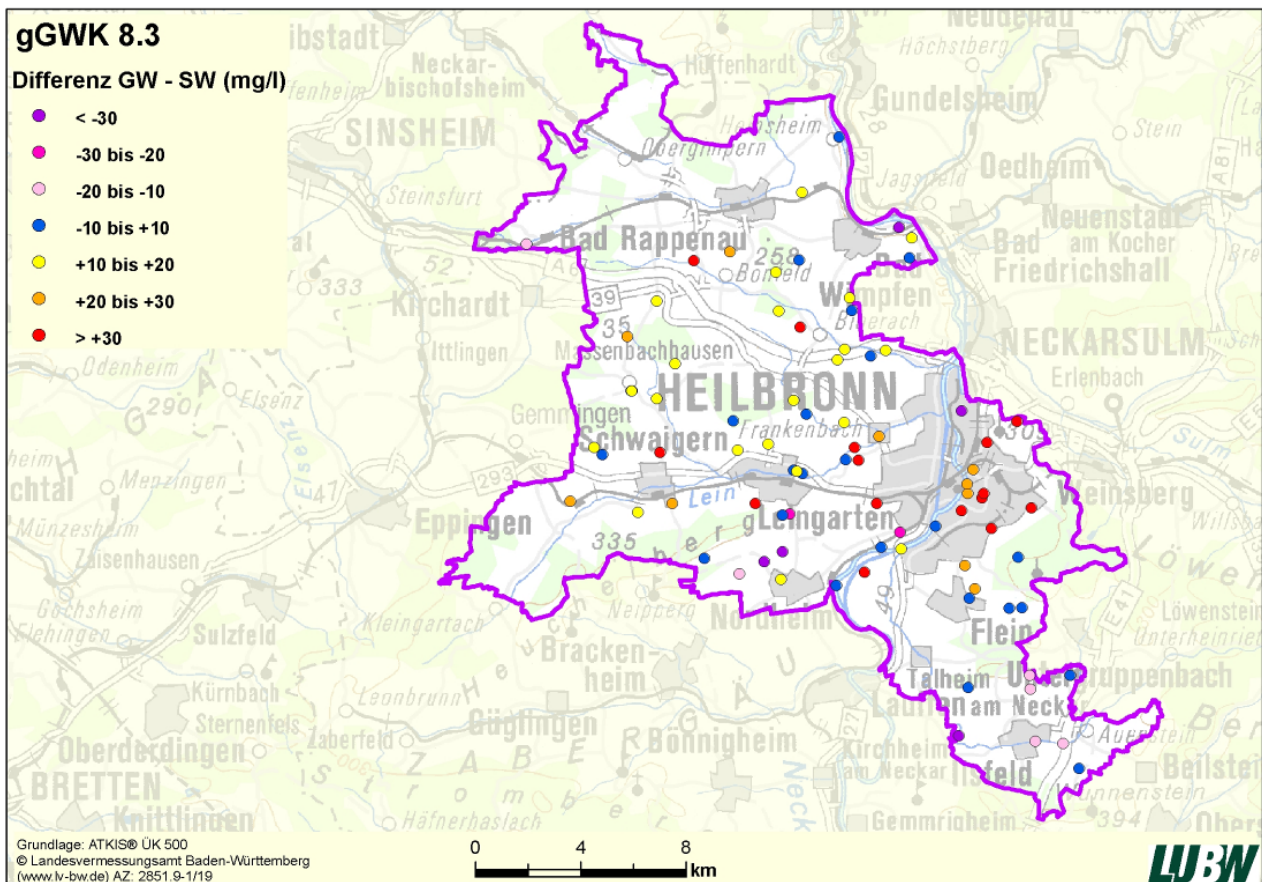


Abb. 5-4: Differenz zwischen der Nitratkonzentration im Grundwasser 2006 und der Nitratkonzentration im Sickerwasser des jeweils maßgeblichen Jahres.

Größere Abweichungen treten östlich des Neckars im Stadtgebiet Heilbronn und westlich des Neckars überwiegend zwischen Leingarten und Heilbronn auf. Die Abweichungen westlich des Neckars lassen sich auf eine zu niedrig berechnete Nitratkonzentration im Sickerwasser der Ackergebiete zurückführen. Östlich des Neckars, in den Weinbaugebieten, führt ein hoher Wald- bzw. Siedlungsanteil in den Einzugsgebieten der Messstellen zu geringen berechneten Nitratkonzentrationen im Sickerwasser (Abb. 5-5). Südlich von Leingarten wurde bei Messstellen mit einem hohen Weinanteil im Einzugsgebiet eine höhere Nitratkonzentration im Sickerwasser berechnet als im Grundwasser gemessen wurde. Dies liegt zum einen an teildenitrifizierenden Verhältnissen in diesem Gebiet, zum anderen an der Berechnung der Stickstoffüberschüsse, da in diesem Grundwasserkörper keine Stickstoffimmobilisierung in Rebholz und Boden berücksichtigt wurde.

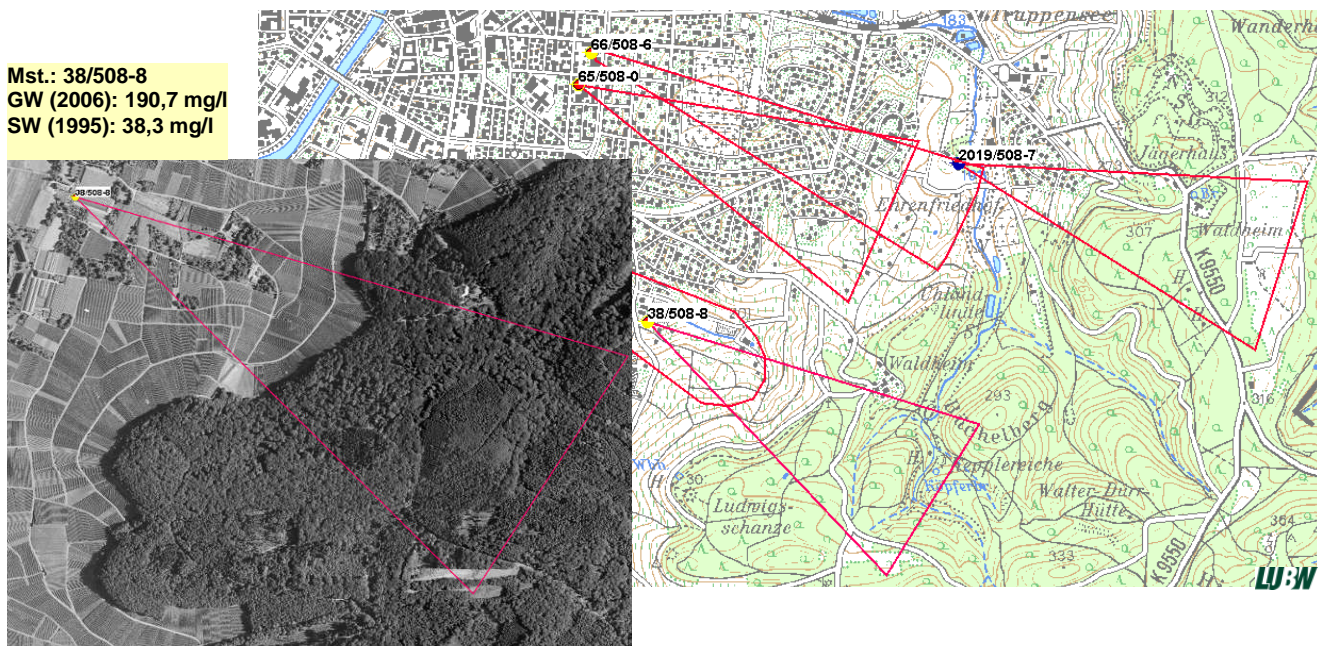


Abb. 5-5: Der große Wald- bzw. Siedlungsanteil im Einzugsgebiet der Grundwassermessstellen führt zu einer geringen mittleren Nitratkonzentration des Sickerwassers.

Weitere Gründe für Abweichungen sind:

- Bei einigen Messstellen liegen die Sauerstoffwerte nur wenig über 2 mg/l im Grundwasser, somit kann eine Teildenitrifikation nicht ausgeschlossen werden.
- In der Nähe der Oberflächengewässer kann eine Infiltration ins Grundwasser und damit eine Verdünnung stattfinden.
- Höhere Nitratkonzentrationen im Grundwasser können auftreten, wenn in der Vergangenheit Grünland umgebrochen und dabei Nitrat freigesetzt und ins Grundwasser ausgewaschen wurde.

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 ⁶ 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 km² oder ein Drittel des gefährdeten Grundwasserkörpers betragen, wenn der gGWK eine Gesamtgröße von weniger als 75 km² 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.

⁶ Gefährdete Grundwasserkörper in Baden-Württemberg, Zusammenfassung und Erfordernis weitergehender Maßnahmen, LUBW 2009.

6.2 ERGEBNISSE

Bei der **Hauptnutzungsform Acker** liegt der Quotient mit 0,099 unter 0,3. Dieser wurde aus den Daten von 48 Messstellen ermittelt, womit eine hohe Repräsentativität gegeben ist (Tab. 6-1). Für die **Hauptnutzung Weinbau** ergab sich ein Quotient von 0,504, jedoch beträgt die Gesamtfläche der Hauptnutzung Weinbau nur 19,35 km². Damit ist das Flächenminimum von 25 km² nicht erreicht.

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 ²]	Gesamtfläche [%]
Siedlung (HN 1)	0,137	9	50,38	15,09
Laubwald (HN 2)	0,603	20	52,45	15,71
Nadelwald (HN 3)	---	---	2,94	0,88
Acker (HN 4)	0,099	48	170,26	51,01
Weinbau (HN 5)	0,504	8	19,35	5,80
Obstbau (HN 6)	---	---	1,46	0,44
Grünland (HN 7)	0,972	2	34,08	10,21
Gewässer (HN 8)	---	---	1,98	0,59
Devastierung (HN 9)	---	---	0,88	0,26

LUBW

Für der **Hauptnutzung Laubwald** ergab sich ein Quotient von 0,603, bei sieben von 20 Messstellen wurde die Qualitätsnorm für Nitrat von 50 mg/l im Grundwasser überschritten. Die Detailbetrachtung zeigt (Abb. 6-1), dass die Einzugsgebiete dieser Messstellen zwar aufgrund des größeren Flächenanteils der Hauptnutzung Laubwald zugeordnet sind, der Weinbau jedoch aufgrund der Lage der Grundwassermessstellen die relevante Hauptnutzung für den für die erhöhten Nitratkonzentrationen im Grundwasser sein dürfte.

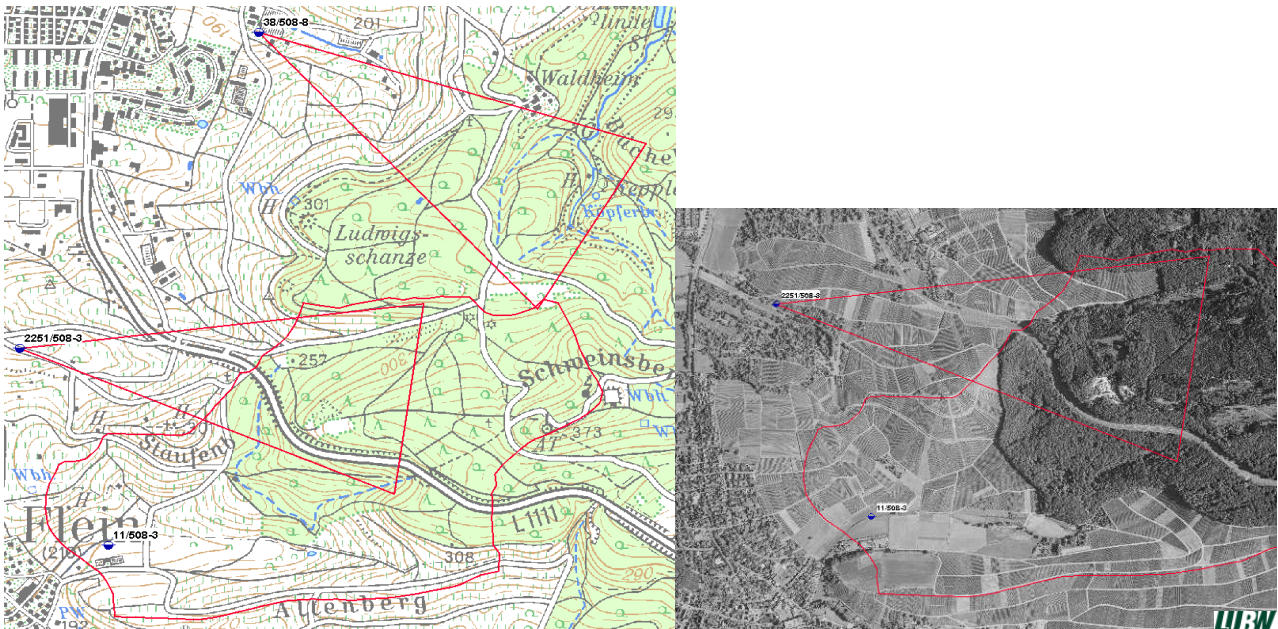


Abb. 6-1: Die Lage der Messstellen mit der Hauptnutzung Laubwald befindet sich im Weinbau.

Bei den **Hauptnutzung Grünland** liegt der Quotient bei 0,972, hier wurde die Qualitätsnorm für Nitrat im Grundwasser von einer Messstelle überschritten. Bei dieser Messstelle in der Nähe einer Mülldeponie wurde mit 222 mg/l Nitrat die höchste Nitratkonzentration im Grundwasser des gGWK 8.3 gemessen. Bei der Detailbetrachtung lässt sich im Einzugsgebiet neben Grünland auch Weinbau erkennen (Abb. 6-2). Bei der **Hauptnutzung Siedlung** liegt der Quotient unter 0,3. Die anderen Hauptnutzungen treten nicht auf. Abb. 6-3 zeigt die Einzugsgebiete im gGWK 8.3 Kraichgau - Unterland mit den ermittelten Hauptnutzungen.



Abb. 6-2: Einzugsgebiet der Grundwassermessstelle mit der Hauptnutzung Grünland.

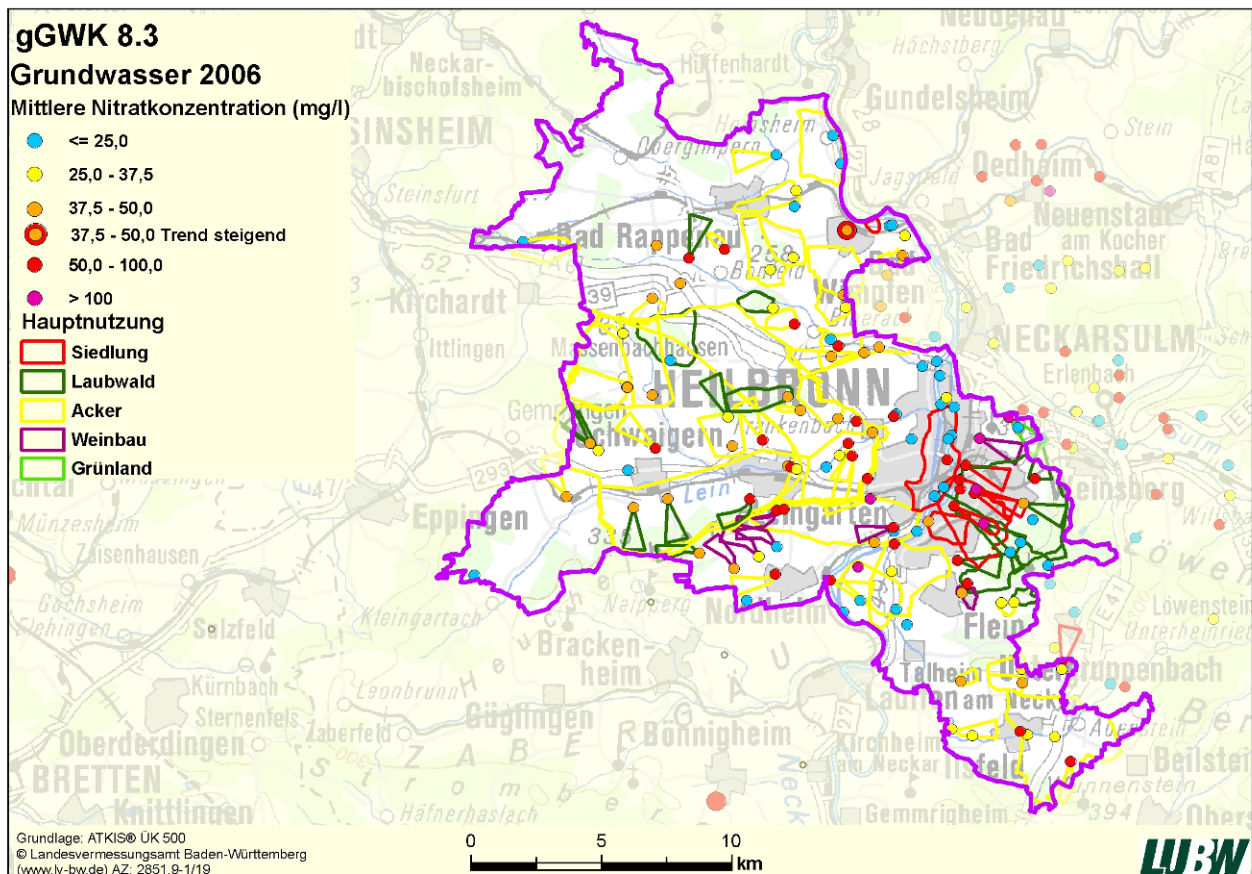


Abb. 6-3: Einzugsgebiete der Messstellen mit der nach dem LAWA-Verfahren ermittelten Hauptnutzung.

Fazit

Im gGWK 8.3 Kraichgau - Unterland 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.

