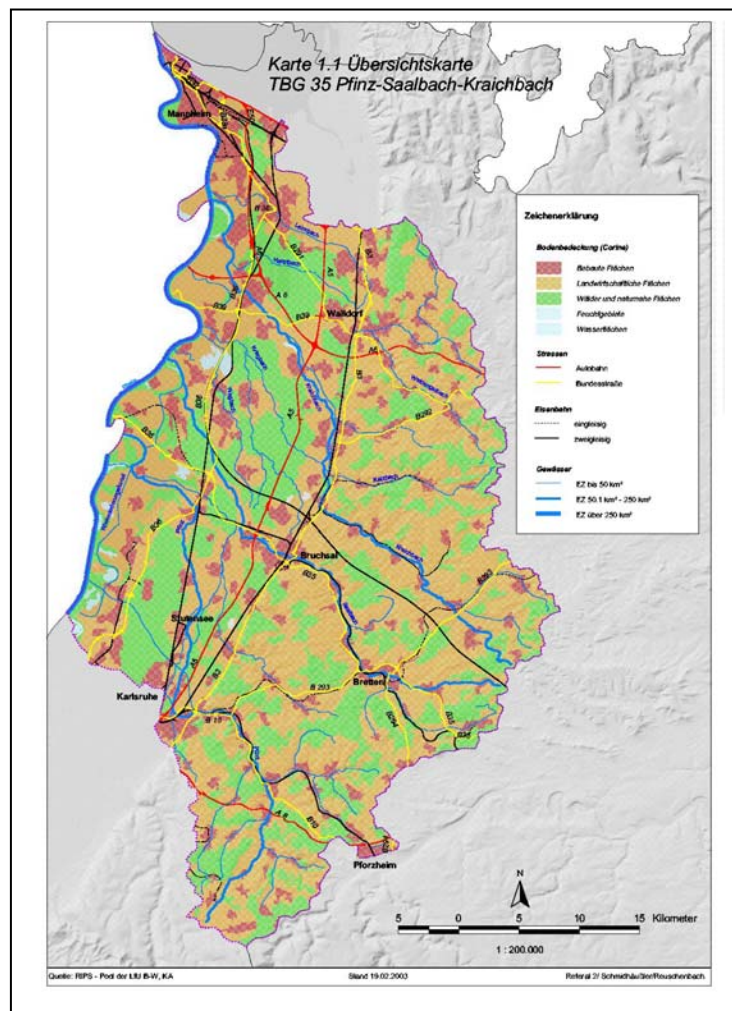


EG-Wasserrahmenrichtlinie Bericht zur Bestandsaufnahme im Bearbeitungsgebiet Oberrhein

Teilbearbeitungsgebiet 35 Pfinz - Saalbach - Kraichbach

Textband

Stand 30.03.05



Regierungspräsidium Karlsruhe
- Flussgebietsbehörde -

Impressum:

- Koordination: Regierungspräsidium Karlsruhe, Flussgebietsbehörde
Abteilung Umwelt, Karlsruhe
- Bearbeitung Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein
Bereich Karlsruhe
- Fachliche Beteiligung: Regierungspräsidien Karlsruhe und Freiburg
- Landkreise: Enz, Karlsruhe, Rhein-Neckar, Heilbronn
- Stadtkreise: Heidelberg, Karlsruhe, Mannheim, Pforzheim
- Staatliche Gewerbeaufsichtsämter: Karlsruhe, Mannheim
- Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein, Geschäftsführung Was-
serrahmenrichtlinie beim Bereich Heidelberg
- Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein mit Bereichen
Freudenstadt und Heidelberg
- Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe
- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Freiburg

Inhaltsübersicht

	Verzeichnis der Karten im Anhang	VI
	Verzeichnis der Tabellen im Anhang	VIII
	Verzeichnis der Abkürzungen	IX
0	Einführung	1
1	Allgemeine Beschreibung des Teilbearbeitungs-gebietes 35 Pfinz - Saalbach - Kraichbach	4
1.1	Übersicht und Basisinformationen	4
1.2	Lage und Grenzen	5
1.3	Raumplanung und Landnutzung	5
1.4	Naturräume	5
1.5	Gewässer	6
1.5.1	Oberflächengewässer	6
1.5.1.1	Hauptstrom Rhein	6
1.5.1.2	Nebengewässer	6
1.5.1.3	Seen	7
1.5.1.4	Sonstige Gewässer (Kanäle, Häfen)	8
1.5.2	Grundwasser	8
2	Wasserkörper	9
2.1	Oberflächengewässer	9
2.1.1	Abgrenzung, Beschreibung und Typologie	9
2.1.1.1	Seen	9
2.1.1.2	Flusswasserkörper	10
2.1.2	Referenzmessstellen	13
2.1.3	Diagnose des Ist-Zustandes der Gewässer	14
2.1.3.1	Chemisch-physikalische Gewässerbeschaffenheit	14
2.1.3.2	Biologische Güte	15
2.1.3.3	Gewässerstruktur / Gewässermorphologie	16
2.2	Grundwasserkörper	17
2.2.1	Abgrenzung und Beschreibung	17
2.2.1.1	Abgrenzung	17
2.2.1.2	Hydrogeologische Beschreibung	18
2.2.1.3	Eigenschaften der Grundwasserüberdeckung	24
2.2.1.4	Grundwasserabhängige Ökosysteme	25
2.2.2	Diagnose des Ist-Zustandes des Grundwassers	25
2.2.2.1	Qualitativer Zustand	25
2.2.2.2	Quantitativer Zustand	26
3	Menschliche Tätigkeiten und Belastungen	27
3.1	Belastungen der Oberflächengewässer	27
3.1.1	Kommunale Einleiter	27
3.1.2	Industrielle Einleiter	28
3.1.3	Beschreibung der diffusen Belastungen	29
3.1.4	Entnahme aus Oberflächengewässer	31
3.1.5	Morphologische Beeinträchtigungen	32
3.1.6	Abflussregulierung	33
3.1.7	Andere Belastungen	34
3.1.8	Analyse der Belastungsschwerpunkte	35
3.2	Belastungen des Grundwassers (Erstmalige Beschreibung)	37
3.2.1	Punktuelle Belastungen des Grundwassers	37
3.2.2	Diffuse Belastungen	38

3.2.3	Grundwasserentnahmen und künstliche Anreicherungen	40
3.2.3.1	Mengenmäßiger Zustand	40
3.2.3.2	Grundwasserabhängige Ökosysteme	52
3.2.4	Andere Belastungen - Druckumkehr im Rhein-Neckar-Raum	55
3.2.5	Analyse der Belastungsschwerpunkte - Ergebnisse der Erstmaligen Beschreibung	55
4	Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten und Entwicklungstrends	57
4.1	Oberflächenwasserkörper	57
4.1.1	Gesamtbeurteilung der Auswirkungen anthropogener Auswirkungen (Risikoabschätzung nach Artikel 4 WRRL)	59
4.1.1.1	Seen	59
4.1.1.2	Flüsse	64
4.1.2	Künstliche Wasserkörper	71
4.1.2.1	Seen	71
4.1.2.2	Flüsse	71
4.1.3	Vorläufig erheblich veränderte Wasserkörper	72
4.1.3.1	Seen	72
4.1.3.2	Flüsse	72
4.2	Grundwasser - Weitergehende Beschreibung der gefährdeten Grundwasserkörper	73
4.2.1	Weitergehende Beschreibung des gefährdeten Grundwasserkörpers 8.2 Kraichgau	73
4.2.1.1	Abgrenzung	73
4.2.1.2	Geologische und hydrogeologische Beschreibung	74
4.2.1.3	Merkmale der Bodenüberdeckung	82
4.2.1.4	Belastungen aus diffusen Quellen - Landnutzung	86
4.2.1.5	Grundwasserbeschaffenheit	88
4.2.1.6	Gesamtbewertung	93
4.2.2	Weitergehende Beschreibung des gefährdeten Grundwasserkörpers 16.2 Rhein-Neckar	94
4.2.2.1	Abgrenzung	94
4.2.2.2	Geologische und hydrogeologische Beschreibung	95
4.2.2.3	Merkmale der Bodenüberdeckung	106
4.2.2.4	Belastungen aus diffusen Quellen - Landnutzung	110
4.2.2.5	Grundwasserbeschaffenheit	114
4.2.2.6	Gesamtbewertung	116
4.2.3	Weitergehende Beschreibung des gefährdeten Grundwasserkörpers 16.3 Hockenheim – Walldorf – Wiesloch	121
4.2.3.1	Abgrenzung	121
4.2.3.2	Geologische und hydrogeologische Beschreibung	122
4.2.3.3	Merkmale der Bodenüberdeckung	128
4.2.3.4	Belastungen aus diffusen Quellen - Landnutzung	132
4.2.3.5	Grundwasserbeschaffenheit	135
4.2.3.6	Gesamtbewertung	137
4.2.4	Weitergehende Beschreibung des gefährdeten Grundwasserkörpers 16.4 Bruchsal	143
4.2.4.1	Abgrenzung	143
4.2.4.2	Geologische und hydrogeologische Beschreibung	144
4.2.4.3	Merkmale der Bodenüberdeckung	155
4.2.4.4	Belastung aus diffusen Quellen - Landnutzung	159
4.2.4.5	Grundwasserbeschaffenheit	162
4.2.4.6	Gesamtbewertung	163
4.2.5	Gesamtbetrachtung der gefährdeten Grundwasserkörper im TBG 35	168

5	Verzeichnis der Schutzgebiete	170
5.1	Wasserschutzgebiete	170
5.2	Schutz der Nutzungen (Bade- und Fischgewässer)	170
5.3	Schutz von Arten und Lebensräumen	170
5.4	Empfindliche Gebiete	171
5.5	Gefährdete Gebiete	171
5.6	Gebiete mit einem Risiko der Beeinflussung von Nutzungen stromabwärts	172
6	Hinweise zur Datenermittlung, Öffentlichkeitsarbeit und Wirtschaftlichen Analyse	172

Verzeichnis der Karten im Anhang

Nr.	Name / Bezeichnung
K1.1	Übersichtskarte
K2.1	Biologische Gewässergüte nach LAWA
K2.2	Gewässerstruktur nach LAWA
K3.1	Flusswasserkörper und Seewasserkörper
K4.1	Biozönotische bedeutsame Gewässertypen
K5.1	Abgrenzung der Grundwasserkörper
K6.1	Künstlich und erheblich veränderte Gewässerabschnitte
K6.2	Signifikante morphologische Veränderungen
K6.3/1	Signifikante Abflussregulierung und signifikante Wasserentnahme - Teil 1 Abflussregulierung (Durchgängigkeit, Rückstau)
K6.3/2	Signifikante Abflussregulierung und signifikante Wasserentnahme - Teil 2 Wasserentnahme (Ausleitung, Brauchwasser)
K6.4	Hydraulische Belastung durch Siedlungsentwässerung
K7.1	Signifikante: Punktquellen OG
K7.2	Bestehende Messstellen OG
K7.3	Stickstoffeintrag in Oberflächengewässer
K7.4	Phosphoreintrag in Oberflächengewässer
K7.5	Immissionssituation der Fliessgewässer - Ökologische Zustandskomponenten, Teil 1
K7.6	Immissionssituation der Fliessgewässer - Ökologische Zustandskomponenten, Teil 2
K7.7	Immissionssituation der Fliessgewässer - Chemische Zustandskomponenten
K7.8/1	Gefährdungsabschätzung der Flüsse und Seen -Teil 1 Flusswasserkörper
K7.8/2	Gefährdungsabschätzung der Flüsse und Seen -Teil 2 Seewasserkörper
K9.1.1	Hydrogeologische Teilräume und tiefe Grundwasservorkommen
K9.1.2	Hydrogeologische Einheiten
K9.2	Schutzpotenzial
K9.3	Erstmalige Beschreibung GW: Belastung - Punktquellen
K9.4.1	Erstmalige Beschreibung GW: Diffuse Belastungen - Nitrat 2001
K9.4.2	Erstmalige Beschreibung GW: Diffuse Belastungen - Standorteigenschaften Nitrat
K9.4.3	Erstmalige Beschreibung GW: Diffuse Belastungen - PSM 1996 - 2001
K9.7	Erstmalige Beschreibung Mengenmäßiger Zustand GW
K9.8	Ergebnis der erstmaligen Beschreibung: Zustand der Grundwasserkörper
K9.9.1a-8.2	Weitergehende Beschreibung GW: Geologische Einheiten gGWK 8.2
K9.9.1b-8.2	Weitergehende Beschreibung GW: Schnitt gGWK 8.2
K9.9.1c-8.2	Weitergehende Beschreibung GW: Grundwassergleichen gGWK 8.2
K9.9.1d-8.2	Weitergehende Beschreibung GW: Mittlere Jährliche Grundwasserneubildung (1961-1990) gGWK 8.2
K9.9.1e-8.2	Weitergehende Beschreibung GW: Bodenübersichtskarte gGWK 8.2
K9.9.2-8.2	Weitergehende Beschreibung GW: Landnutzung gGWK 8.2
K9.9.3-8.2	Weitergehende Beschreibung GW: Diffuse Belastung - Nitrat 2001 gGWK 8.2
K9.9.1a-16.2	Weitergehende Beschreibung GW: Hydrogeologische Einheiten gGWK 16.2
K9.9.1b-16.2	Weitergehende Beschreibung GW: Schnitte gGWK 16.2
K9.9.1c-16.2	Weitergehende Beschreibung GW: Grundwassergleichen gGWK 16.2
K9.9.1d-16.2	Weitergehende Beschreibung GW: Mittlere Jährliche Grundwasserneubildung (1961-1990) gGWK 16.2

- K9.9.1e-16.2 Weitergehende Beschreibung GW: Bodenübersichtskarte gGWK 16.2
- K9.9.2-16.2 Weitergehende Beschreibung GW: Landnutzung gGWK 16.2
- K9.9.3-16.2 Weitergehende Beschreibung GW: Diffuse Belastung - Nitrat 2001 gGWK 16.2
- K9.9.1a-16.3 Weitergehende Beschreibung GW: Hydrogeologische Einheiten gGWK 16.3
- K9.9.1b-16.3 Weitergehende Beschreibung GW: Schnitte gGWK 16.3
Schnitt 1: Q 18, Schnitt 2: Q 2, Schnitt 3: L 22, Schnitt 4: L 24
- K9.9.1c-16.3 Weitergehende Beschreibung GW: Grundwassergleichen gGWK 16.3
- K9.9.1d-16.3 Weitergehende Beschreibung GW: Mittlere Jährliche Grundwasserneubildung (1961-1990) gGWK 16.3
- K9.9.1e-16.3 Weitergehende Beschreibung GW: Bodenübersichtskarte gGWK 16.3
- K9.9.2-16.3 Weitergehende Beschreibung GW: Landnutzung gGWK 16.3
- K9.9.3-16.3 Weitergehende Beschreibung GW: Diffuse Belastung - Nitrat 2001 gGWK 16.3
- K9.9.1a-16.4 Weitergehende Beschreibung GW: Hydrogeologische Einheiten gGWK 16.4
- K9.9.1b-16.4 Weitergehende Beschreibung GW: Schnitte gGWK 16.4
Schnitt 1: Q 12, Schnitt 2: Q 15, Schnitt 3: L 20, Schnitt 4: L 23
- K9.9.1c-16.4 Weitergehende Beschreibung GW: Grundwassergleichen gGWK 16.4
- K9.9.1d-16.4 Weitergehende Beschreibung GW: Mittlere Jährliche Grundwasserneubildung (1961-1990) gGWK 16.4
- K9.9.1e-16.4 Weitergehende Beschreibung GW: Bodenübersichtskarte gGWK 16.4
- K9.9.2-16.4 Weitergehende Beschreibung GW: Landnutzung gGWK 16.4
- K9.9.3-16.4 Weitergehende Beschreibung GW: Diffuse Belastung - Nitrat 2001 gGWK 16.4
- K13-1 Schutzgebiete: Wasserschutzgebiete
- K13-2 Schutzgebiete: Fischgewässer; Badegewässer; empfindliche Gebiete
- K13-3 Schutzgebiete: Wasserabhängige NATURA 2000-Gebiete

Verzeichnis der Tabellen im Anhang

Tabelle 1.5.1.4a:	Bedeutende künstliche Gewässerabschnitte im TBG 35
Tabelle 1.5.1.4b:	Bedeutende Häfen im TBG 35
Tabelle 2.1.1.1:	Seewasserkörper im TBG 35
Tabelle 2.1.1.2:	Flusswasserkörper im TBG 35
Tabelle 2.2.1.3:	Kurzbeschreibung der Hydrogeologischen Einheiten der Grundwasserkörper im BG Oberrhein
Tabelle 3.1.1:	Signifikante Kommunale Einleiter im TBG 35
Tabelle 3.1.2:	Signifikante Industrielle Einleiter im TBG 35
Tabelle 3.1.3a:	MONERIS-Gebiete im TBG 35
Tabelle 3.1.3b:	MONERIS-Stickstoff-Einträge im TBG 35
Tabelle 3.1.3c:	MONERIS-Phosphor-Einträge im TBG 35
Tabelle 3.1.4:	Signifikante Wasserentnahmen durch Ausleitung im TBG 35
Tabelle 3.1.6:	Signifikanter Rückstau im TBG 35
Tabelle 3.2.1a:	Sanierungsbedürftige Altlasten nach BBodSchG mit Wirkungspfad Boden - Grundwasser im TBG 35
Tabelle 3.2.1b:	Sanierungsbedürftige schädliche Bodenveränderungen nach BBodSchG mit Wirkungspfad Boden - Grundwasser im TBG 35
Tabelle 4.1.2.2:	Erheblich veränderte Wasserkörper - vorläufige Ausweisung im TBG 35
Tabelle 5.1:	Wasserschutzgebiete (WSG) im TBG 35
Tabelle 5.2a:	Badegewässer im TBG 35
Tabelle 5.2b:	Fischgewässer im TBG 35
Tabelle 5.3a:	Wasserabhängige EG-Vogelschutzgebiete im TBG 35
Tabelle 5.3b:	Wasserabhängige FFH-Gebiete im TBG 35

Verzeichnis der Abkürzungen

AOS	Adsorbierbare organische Schwefelverbindungen
AOX	Adsorbierbare organische Halogenverbindungen im Wasser
BBodSchG	Bundesbodenschutzgesetz
BG	Bearbeitungsgebiet
BÜK	Bodenkundliche Übersichtskarte
BW	Baden-Württemberg
CKG	Chemische Komponentengruppe
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
Cu	Kupfer
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DOC	Dissolved organic carbon (Gelöster organischer Kohlenstoff)
EPER	Europäisches Schadstoffemissionsregister
EW	Einwohnerwert
EnBW	Energie Baden-Württemberg AG
EZG	Einzugsgebiet
FFH	Fauna-Flora-Habitat
gGWK	Gefährdeter Grundwasserkörper
GLA/LGRB	Geologisches Landesamt, Freiburg (jetzt: RP Freiburg, Abt. 9, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (=LGRB))
GWK	Grundwasserkörper
HCB	Hexachlorbenzol
HMWB	Heavily Modified Water Body (Erheblich veränderter Wasserkörper)
HQ ₁₀₀	Höchster Abflusswert mit einer Jährlichkeit von 100
HRB	Hochwasserrückhaltebecken
HTR	Hydrogeologischer Teilraum
Hy	Hydrogeologische Einheit
IRP	Integriertes Rhein Programm
ISO	International Organization of Standardization
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LCKW	Leichtflüchtige Chlorkohlenwasserstoffe
LfU	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
LHKW	Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe
LRT	Lebensraumtypen
MGWL	Mittlerer Grundwasserleiter
MNQ	Mittlerer niedrigster Abfluss in einer betrachteten Zeitspanne
MONERIS	Nährstoffbilanzmodell zur Berechnung der Stoffeinträge
MQ	Mittlerer Abfluss in einer betrachteten Zeitspanne
MW	Megawatt
N	Stickstoff
Nges	Gesamtstickstoff
NH ₄	Ammonium
Ni	Nickel
NO ₃	Nitrat
NSG	Naturschutzgebiet
OGWL	Oberer Grundwasserleiter
ÖKG	Ökologische Komponentengruppe
P	Phosphor
PAK	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe
PBSM	Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel
PCB	Polychlorierte Biphenyle
Pges	Gesamtphosphor
PSM	Pflanzenschutzmittel
RL	Richtlinie
RP	Regierungspräsidium
s.	siehe
SBV	Schädliche Bodenveränderungen

SM	Sozialministerium
TBG	Teilbearbeitungsgebiet
TOC	Total Organic Carbon
TSP	Talsperren
u.w.m.	und weitere mehr
UBA	Umweltbundesamt
VO	Verordnung
WG	Wassergesetz
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WK	Wasserkörper
WKA	Wasserkraftanlagen
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WSG	Wasserschutzgebiet
z.B.	zum Beispiel
Zn	Zink
ZV WV	Zweckverband Wasserversorgung

0 Einführung

Mit der EG-Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG) wurde der Gewässerschutz europaweit auf ein einheitliches Fundament gestellt. Ziel der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist die Erreichung des guten Zustands in allen Gewässern, also in Oberflächengewässern und im Grundwasser innerhalb von 15 Jahren. Dabei ist in Oberflächengewässern sowohl der gute ökologische als auch der gute chemische Zustand, im Grundwasser der gute chemische Zustand und der gute mengenmäßige Zustand zu erreichen. Bei steigenden Trends von Schadstoffbelastungen des Grundwassers ist eine Trendumkehr einzuleiten. Bei künstlichen oder stark veränderten Gewässern, bei denen der definierte gute Zustand nicht erreicht werden kann, ist das „gute ökologische Potential“ zu erreichen. Die WRRL sieht für die Gestaltung der Wasserpreise das Verursacher- und das Kostendeckungsprinzip als Leitlinie vor. Weiterhin sind die Betriebs-, die Umwelt- und die Ressourcenkosten zu berücksichtigen. Zukünftige Gewässerschutzmaßnahmen sind nach Kosteneffizienzkriterien durchzuführen. Die WRRL beinhaltet ein ambitioniertes Arbeitsprogramm für die Staaten in den Flusseinzugsgebieten. Baden-Württemberg hat Anteile an den beiden größten internationalen Flussgebietseinheiten in EU- Europa, der Donau und dem Rhein.

Neben der Umsetzung in jeweilig nationales Wasserrecht bis Ende 2003 sollen zunächst in einer umfassenden Bestandsaufnahme bis 2004 alle Belastungsfaktoren für die Gewässer aufgezeigt werden. Zeigen sich Defizite in der Zielerreichung des guten Zustands, sind diese durch geeignete Monitoringprogramme, die bis 2006 einsatzbereit sein müssen, zu verifizieren. Die bestätigten Defizite sind mit Maßnahmenprogrammen im Rahmen von Bewirtschaftungsplänen - dem eigentlichen Kernstück der WRRL - zu beseitigen. Die Bewirtschaftungspläne für die gesamten Flussgebietseinheiten sind bis 2009 aufzustellen, bis 2012 umzusetzen und die Ziele bis 2015 zu erreichen. Die WRRL sieht zu begründende Verlängerungsmöglichkeiten um zwei mal 6 Jahre vor.

Die WRRL sieht in Art. 3 die internationale Koordination der Anforderungen der Richtlinie zur Erreichung der Umweltziele Art. 4 und die Koordination der Maßnahmenprogramme Art. 11 vor.

Während die Staaten Italien, Österreich, Deutschland, Frankreich, Belgien, Luxemburg und Niederlande als Mitglieder der europäischen Union zur Umsetzung der EU-WRRL verpflichtet sind, ist für die Schweiz die WRRL nicht bindend. Die Schweiz hat zugesagt, die EU-Staaten bei der Umsetzung der EU-WRRL im Rahmen der gesetzlichen Möglichkeiten zu unterstützen. Liechtenstein ist über den EWR-Vertrag an die WRRL gebunden.

In Erfüllung der Koordinationsverpflichtungen nach Art. 3 der WRRL haben die Umweltminister der Rheinanliegerstaaten am 29.01.2001 in Strassburg beschlossen, die auf Ebene der Flussgebietseinheit erforderlichen Arbeiten insgesamt zu koordinieren, damit die WRRL ko-

härent umgesetzt wird. Ziel ist es, einen internationalen Bewirtschaftungsplan für die Flussgebietseinheit Rhein zu erstellen.

Mit der Koordination dieser Aufgaben wurden das Koordinierungskomitee Rhein (Rheinwasserdirektoren) und die Leiter der Wasserwirtschaftsverwaltungen der einzelnen Staaten, bzw. Länder beauftragt. Das Sekretariat der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) unterstützt das Koordinierungskomitee bei der Wahrnehmung dieser Aufgaben. Anlässlich seiner Sitzung in Luxemburg am 4. Juli 2001 hat das Koordinierungskomitee beschlossen, dass der 4 Jahre nach Inkrafttreten der WRRL abzugebende Bericht zur Bestandsaufnahme in gleicher Weise strukturiert werden soll, wie der Flussgebietsbewirtschaftungsplan Rhein.

Diese dort vereinbarte Vorgehensweise sieht die Erstellung eines kohärenten Gesamtplanes für den Rhein und aufgrund der Größe und Komplexität des Einzugsgebietes detaillierter Berichte für die einzelnen Bearbeitungsgebiete vor. Die Bearbeitungsgebiete wurden nach naturräumlichen Gegebenheiten abgegrenzt und sind meist international. Das gesamte Rheineinzugsgebiet wurde in insgesamt 9 Bearbeitungsgebiete (Alpenrhein/Bodensee, Hochrhein, Oberrhein, Neckar, Main, Mittelrhein, Mosel/Saar, Niederrhein, Deltarhein) gegliedert.

Der baden-württembergische Anteil des Bearbeitungsgebiets Oberrhein besitzt 7 Teilbearbeitungsgebiete mit TBG 30 Möhlin, TBG 31 Elz/Dreisam, TBG 32 Kinzig, TBG 33 Acher/Rench, TBG 34 Murg/Alb, TBG 35 Pfinz/Saalbach/Kraichbach sowie TBG 36 Oberrhein unterhalb Neckarmündung.

Einzelne Staaten bzw. Länder haben die internationale Federführung für die Koordination der Arbeiten in den Bearbeitungsgebieten übernommen. So hat für das Bearbeitungsgebiet Alpenrhein/Bodensee Österreich die internationale Federführung, für den Hochrhein und für den Neckar ist Baden- Württemberg zuständig, für den Oberrhein Frankreich und für den Main und die Donau hat Bayern die Federführung.

Das Koordinierungskomitee Rhein wird in dem Vorhaben der Erstellung eines gemeinsamen Bewirtschaftungsplanes in Teilräumen des Rheineinzugsgebietes z.T. logistisch und auch inhaltlich durch die bestehenden internationalen Flussgebietskommissionen im Rheineinzugsgebiet unterstützt.

Die Berichte zur Bestandsaufnahme in den Bearbeitungsgebieten sind als Teil der internationalen Berichterstattung an die EU im März 2005 erstellt worden. Der zugehörige Bericht zur Bestandsaufnahme WRRL im baden-württembergischen Teil des Bearbeitungsgebiets Oberrhein wurde ebenfalls im März 2005 abgeschlossen und ist unter <http://www.wrrl.baden-wuerttemberg.de> hinterlegt.

Im vorliegenden **Teilbearbeitungsgebietsbericht** (TBG-Bericht) für das TBG 35 Pfinz - Saalbach - Kraichbach sind sämtliche Daten und Karten der bis Ende 2004 abzuschließenden Bestandsaufnahme zusammengestellt. Sowohl die Gewässerbelastungen als auch deren Bewertungen nach WRRL und auch die im weiteren Sinne wasserrelevanten Aspekte (z.B.. Schutzgebiete mit aquatischen Anteilen) sind umfangreich dokumentiert. Der TBG-Bericht soll als Referenzdokument für die zukünftige lokale wasserwirtschaftliche Arbeit und Kommunikation mit der Öffentlichkeit dienen. Er wurde nach den international abgestimmten inhaltlichen Vorgaben und nach einer im gesamten Rheineinzugsgebiet mit Österreich und Bayern abgestimmten Gliederung erstellt. Zur Ausfüllung der einzelnen Gliederungspunkte wurden die in Baden-Württemberg unter Orientierung an den Vorgaben der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser erarbeiteten Methoden und Datengrundlagen benutzt.

Redaktionelle Hinweise: Der vorliegende Bericht umfasst einen Textteil und zugehörigen Anhang. Im Anhang sind die im Textteil mit Kästchen am rechten Seitenrand kenntlich gemachten Karten (A-Karte ...) im Format DIN A 3 und zugehörigen Daten in Form von Tabellen (A-Tabelle ...) separat aufgeführt. Zusätzlich illustrieren Abbildungen (Abb.) und Tabellen (Tab.) die textlichen Ausführungen.

1 Allgemeine Beschreibung des Teilbearbeitungsgebietes 35 Pfinz - Saalbach - Kraichbach

1.1 Übersicht und Basisinformationen

Tab. 1.1: Basisinformationen.

1	Flussgebietseinheit	Rhein			
2	Bearbeitungsgebiet	Oberrhein, Teil Baden-Württemberg			
3	Teilbearbeitungsgebiet	35 Pfinz - Saalbach - Kraichbach			
4	Landesgrenze	Rheinland-Pfalz			
5	Regierungsbezirke mit Stadt- und Landkreisen	Regierungsbezirk Karlsruhe mit Enzkreis, Stadtkreis Heidelberg, Landkreis Karlsruhe, Stadtkreis Karlsruhe, Stadtkreis Mannheim, Stadtkreis Pforzheim, Rhein-Neckar-Kreis Regierungsbezirk Stuttgart mit Landkreis Heilbronn			
6	Flussgebietsbehörde	Regierungspräsidium Karlsruhe			
7	Oberzentren	Karlsruhe und Mannheim			
8	Mittelzentren	Bretten und Bruchsal			
9	Gemeinden	78			
10	Einwohner Fläche Einwohnerdichte	912.000 1.607 km ² 570 E / km ²			
11	Entwicklungsachsen	Mannheim - Waghäusel - Graben-Neudorf - Linkenheim-Hochstetten - Karlsruhe, Heidelberg - Bad Schönborn - Ubstadt-Weiher - Bruchsal - Karlsruhe, Karlsruhe - Pfinztal - Pforzheim, Karlsruhe - Pfinztal - Bretten - Sulzfeld - Heilbronn			
12	Wichtige Verkehrswege	Bahnlinie Karlsruhe-Mannheim Schnellbahnlinie Stuttgart-Mannheim Bundesautobahnen A5, A6 Bundesstraßen B 3, B 35, B 36, B 293, B 10 Rheinbrücken bei Germersheim (B 35), bei Speyer (B 39 und A 6) und in Mannheim (B 37 und B 44) Bundeswasserstraße Rhein			
13	Landnutzung	Wald	31 %		
		Landwirtschaft	53 %		
		Siedlung	15 %		
		Wasser	1 %		
14	Ökoregion (nach WRRL Anhang XI)	9 Zentrales Mittelgebirge			
15	Naturräume	Nördliches Oberrhein-Tiefeland, Gäuplatten, Odenwald, Schwarzwald			
16	Niederschläge	von 700 mm/a bis 900 mm/a			
17	Pegeldaten Rhein (1931-2000)	Abflüsse Maxau	MNQ	MQ	HQ ₁₀₀
		(m ³ /s)	589	1.260	5.000 *
		* bei Retention durch Rückhalteräume (derzeitiger Ausbaustand)			
18	Nebengewässer > 100 km ² Einzugsgebiet	Pfinz, Saalbach, Kraichbach, Leimbach			
19	Seen > 50 ha	Gießensee, Rußheimer Altrhein, Baggersee Mittelgrund, Baggersee Ruff, Baggersee Rohrköpfe, Insel Korsika, Erlichsee			
20	Bedeutendes Grundwasservorkommen	Grundwasser des Oberrheingrabens (quartäre Schotter)			

1.2 Lage und Grenzen

Das Teilbearbeitungsgebiet 35 Pfinz - Saalbach - Kraichbach umfasst die Einzugsgebiete der Pfinz, des Saalbaches, des Kraichbaches und des Leimbaches zwischen Pforzheim im Schwarzwald und Wiesloch im Kraichgau und in der Oberrheinischen Tiefebene von Karlsruhe bis Mannheim. (s. Karte 1.1 TBG 35 Pfinz - Saalbach - Kraichbach).

A-Karte 1.1

1.3 Raumplanung und Landnutzung

Das Oberrheingebiet ist ein herausragender Lebens- und Wirtschaftsraum und eine der zentralen Entwicklungsachsen und Wachstumsregionen in Europa. Die Ziele und Grundsätze für die räumliche Entwicklung in diesem europäischen Verflechtungsraum Oberrhein sind im Landesentwicklungsplan Baden-Württemberg 2002 dargestellt. Dort sind folgende Entwicklungsachsen festgelegt:

Mannheim - Waghäusel - Graben-Neudorf - Linkenheim-Hochstetten - Karlsruhe,

Heidelberg - Bad Schönborn - Ubstadt-Weiher - Bruchsal - Karlsruhe,

Karlsruhe - Pfinztal - Pforzheim,

Karlsruhe - Pfinztal - Bretten - Sulzfeld - Heilbronn.

Entlang der Vorbergzonen liegen auf den Schwemmfächern der Nebenflüsse aus Schwarzwald und Kraichgau zahlreiche Städte. Die Oberzentren im TBG sind die Städte Karlsruhe und Mannheim mit bedeutenden Hafenanlagen; als Mittelzentren werden die Städte Bruchsal und Bretten bezeichnet.

Die wichtigsten Verkehrsachsen der Schifffahrt, Straße und Schiene, die sich den naturräumlichen Gegebenheiten anpassen, verlaufen in N-S-Richtung. Über die Bundesautobahn A 5 und die Rheintalbahn ist Karlsruhe mit den Großräumen Frankfurt und Basel verbunden. Im Süden des TBG verläuft die A 8 von Karlsruhe nach München über Stuttgart, im Norden führt die A 6 bei Speyer über den Rhein und verbindet Mannheim mit Nürnberg. Die Schnellbahntrasse von Mannheim nach Stuttgart quert das TBG in südöstlicher Richtung. Die Rheinebene wird neben der dichten Besiedlung und dem engmaschigen Verkehrsnetz auch landwirtschaftlich intensiv genutzt. Die hügeligen Vorbergzonen eignen sich insbesondere für Wein- und Obstbau. Waldgebiete sind vorwiegend in den höheren Lagen des Schwarzwaldes anzutreffen.

1.4 Naturräume

Das Teilbearbeitungsgebiet 35 Pfinz - Saalbach – Kraichbach liegt in der Ökoregion 9 zentrales Mittelgebirge und ist Teil der Naturräumlichen Einheiten Nördliche Oberrhein-Niederung und Kraichgau.

In östlich-westlicher Richtung bilden die Mittelgebirgshänge, das lössbedeckte Vorgebirge und die schottererfüllte Rheinebene mit fruchtbaren Böden der Niederterrasse und nacheiszeitlich eingetiefter Rheinaue als natürliches Überschwemmungsgebiet starke Kontraste.

Das wärmebegünstigte Klima der Rheinebene und der Vorbergzonen ist im Regenschatten von Vogesen und Pfälzerwald von geringen Niederschlagsmengen geprägt, bei einer mittleren Jahrestemperatur von 10 °C. Der Kraichgau besitzt ein Beckenklima mit kontinental geprägten Temperaturen und mäßigen Niederschlägen

1.5 Gewässer

1.5.1 Oberflächengewässer

1.5.1.1 Hauptstrom Rhein

Der Flussbettwasserkörper 3-OR5 „Oberrhein ab Alte Lauter bis oberhalb Neckar“ umfasst eine Länge von 76 km, davon liegt der Abschnitt ab der Einmündung der Alb bis zur Einmündung des Neckars mit einer Fließstrecke von 58 km im TBG 35. Der obere Abschnitt des Flusswasserkörpers befindet sich im TBG 34.

Der Rhein fließt in diesem Abschnitt ohne Querbauwerke, jedoch ist er durch Ausbaumaßnahmen für die Schifffahrt, die Landnutzung und den Hochwasserschutz geprägt. Er fließt in einem begradigten Flussbett, ist eingedeicht und mit Längsleitwerken versehen. Größtenteils weist er eine stark befestigte Uferstruktur auf.

Durch den Ausbau des südlichen Oberrheins wurde zwar eine Verbesserung der Schiffbarkeit und der Wasserkraftnutzung erzielt, jedoch gingen mit der Einengung des Abflussquerschnitts Überflutungsflächen in den ökologisch wertvollen Auelandschaften verloren. Mit dem Wegfall der Ausuferungsflächen erhöhten sich die Spitzenabflüsse mit der Folge, dass sich die Hochwassergefahr stromabwärts von Iffezheim verschärfte. Die Wiederherstellung des vor dem Ausbau des Oberrheins unterhalb von Iffezheim vorhandenen Hochwasserschutzes ist daher ein erklärtes Ziel einer deutsch-französischen Vereinbarung von 1982.

1.5.1.2 Nebengewässer

Pfinz

Die Pfinz (GKZ 2376.000.000) mündet nach einer Fließstrecke von 60 km bei Rußheim in den Rußheimer Altrhein und über die Kurfürstenbauschleuse in den Rhein. Das Einzugsgebiet der Pfinz umfasst 311 km². Die wichtigsten Zuflüsse sind der Kämpfelbach und der Bocksbach. Am Talausgang bei Karlsruhe entlastet die Pfinz ihr Hochwasser in den Pfinz-Entlastungskanal, der nach 16 km in den Rhein mündet.

Saalbach

Der Saalbach (GKZ 2377.400.000.000) mündet nach einer Fließstrecke von 50 km in den Philippsburger Altrhein. Das Einzugsgebiet des Saalbaches umfasst 261 km². Die wichtigsten Zuflüsse sind die Salzach, der Neibsheimer Dorfbach und der Bruchbach. Am Rande der Rheinebene bei Bruchsal entlastet der Saalbach sein Hochwasser (etwa 50 m³/s) in den Saalbachkanal, der nach 16 km in den Rußheimer Altrhein mündet.

Kraichbach

Der Kraichbach (GKZ 2379.200.000.000) kommt aus dem Kraichgau und mündet nach einer Fließstrecke von 60 km bei Ketsch in den Altrhein. Das Einzugsgebiet des Kraichbaches ist 388 km² groß. Die wichtigsten Zuflüsse sind der Kohlbach, der Eschbach, der Katzbach und der Kleine Bach. Bei Ubstadt-Weiher entlastet der Kraichbach sein Hochwasser (etwa 19 m³/s) in den Kriegbach, der nach 18 km bei Altlußheim in den Rhein mündet. Dem Kriegbach wird ein Einzugsgebiet von 97 km² zugerechnet.

Leimbach

Der Leimbach (GKZ 2379.400.000.000) mündet nach 38 km bei Brühl in den Rhein. Sein Einzugsgebiet ist 140 km² groß. Die wichtigsten Zuflüsse sind der Gauangelbach und der Waldangelbach. Der Leimbach erhielt im Zuge des Baus des Schwetzingen Schlosses seine heutige Lage und Form. Bei Wiesloch entlastet der Leimbach sein Hochwasser (etwa 20 m³/s) in den Hardtbach, der nach 13 km in den Kraichbach mündet.

Die Gewässer sind durch anthropogene Nutzungen wie Wasserkraft, Abwassereinleitungen, Be- und Entwässerungen oder Hochwasserschutz stark geprägt.

Tab.1.5.1.2: Gewässer mit Abflussdaten (Einzugsgebiet > 100 km²)

Name	Pegel (Jahresreihe)	EZG-Fläche der Pegel (km ²)	TBG	MNQ (m ³ /s)	MQ (m ³ /s)	HQ ₁₀₀ (m ³ /s)
Pfinz	Berghausen (1960-2000)	231	35	0,6	1,9	100
Saalbach	Bruchsal (1928-2003)	175	35	0,6	1,3	44
Kraichbach	Ubstadt (1976-2003)	161	35	0,6	1,1	23
Leimbach	Wiesloch (1977-2003)	116	35	0,4	0,8	34

1.5.1.3 Seen

In der Rheinebene gibt es durch die Kiesgewinnung zahlreiche Baggerseen. Im Teilbearbeitungsgebiet 35 Pfinz - Saalbach - Kraichbach liegen sieben Seen mit einer Fläche von über 50 ha.

1.5.1.4 Sonstige Gewässer (Kanäle, Häfen)

- Kanäle

Im TBG 35 liegen zwei Hochwasserentlastungskanäle in der Rheinebene, der Saalbachkanal und der Pfinz-Entlastungskanal. Sie dienen der Verminderung der Spitzenabflüsse zur Vermeidung von Überflutungen. Nördlich von Karlsruhe wurde hinter dem Rheinhochwasserdamm der Rheinniederungskanal angelegt. Er hat die Aufgabe den Grundwasserstand niedrig zu halten und bei Hochwasser des Rheins das hinter den Rheinhochwasserdämmen auftretende Druckwasser abzuführen.

Bedeutende künstliche Gewässerabschnitte sind weiterhin die Pfinzkorrektur und der Weingarter Entlastungskanal.

- Häfen

Im TBG 35 liegen die beiden Häfen von Mannheim, der Rheinauhafen südlich des Neckars und der Handelshafen.

A-Tabelle 1.5.1.4.a
A-Tabelle 1.5.1.4.b

A-Karte 6.1

1.5.2 Grundwasser

Der mit Kiesen und Sanden bis zu fast vierhundert Meter Mächtigkeit aufgefüllte Oberrheingraben bildet einen hervorragenden Grundwasserspeicher mit einer ausgezeichneten natürlichen Wasserqualität. Dieses bedeutende Grundwasservorkommen wird zur Trinkwasserversorgung der Haushalte und Industrie stark genutzt. Der Rhein mit seinem alpinen, schneereichen Einzugsgebiet und die Flüsse der regenreichen Mittelgebirge tragen durch Versickerung erheblich zur Neubildung des Grundwassers in der Rheinebene bei. Insbesondere bei Niedrigwasserführung des Rheins wird dieser durch exfiltrierendes Grundwasser angereichert.

Im Bereich des Kraichgaus sind zahlreiche Quellaustritte, die oft durch Quelfassungen genutzt werden, anzutreffen.

Das oberflächennahe Grundwasser in der Rheinebene ist durch die dichte Besiedlung, eine intensive Landwirtschaft und zahlreiche Industriestandorte einer starken stofflichen Gefährdung und Belastung ausgesetzt. Dies gilt auch für die landwirtschaftlich stark genutzten Gebiete des Kraichgaus. Dem durch Kiesabbau in der Rheinebene offen gelegten Grundwasser (Baggerseen) fehlt die schützende Deckschicht.

2 Wasserkörper

2.1 Oberflächengewässer

Oberflächenwasserkörper sind nach Art. 2, Ziff. 10 „ein einheitlicher und bedeutender Abschnitt eines Oberflächengewässers, z.B. ein See, ein Speicherbecken, ein Strom, Fluss oder Kanal“ oder Teile davon. Sie sind die „compliance checking unit“, also die Einheit, in der über die Einhaltung der Ziele der WRRL berichtet werden soll. Im Teilbearbeitungsgebiet 35 kommen in Bezug auf Oberflächengewässer die Wasserkörper-Kategorien Flüsse und Seen vor.

2.1.1 Abgrenzung, Beschreibung und Typologie

2.1.1.1 Seen

Sachverhalt: und angewandte Methodik:

In Deutschland erfolgte die Typisierung der Gewässerkategorie „See“ bundeseinheitlich nach der in der Arbeitshilfe der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) beschriebenen Vorgehensweise unter Verwendung von „System B“ für Seen mit einer Oberfläche ab 0,5 km². Alle Seen mit über 50 ha sind Seenwasserkörper.

Ergebnis:

Das baden-württembergische Einzugsgebiet des Oberrheins ist arm an natürlichen Seen. In Folge des intensiven Kiesabbaus in der Rheinebene sind im TBG 35 sieben künstliche Baggerseen (mit einer Größe von über 50 ha) berichtspflichtig im Sinne der WRRL. Ihre Größe reicht von 50 bis 110 ha bei einer Tiefe von bis zu 31 m. Sie unterliegen aufgrund Kiesabbaus (teilweise), Freizeitnutzung und Schifffahrt zum Teil intensiver Nutzung.

A-Karte 3.1

Tab.2.1.1.1: Seen – Oberflächenwasserkörper.

Legende:

Seenkategorien: natürlich, erheblich verändert, künstlich (z.B. Stausee, Baggersee, Toteissee)
 Seentypen: 99= Sondertyp Baden-Württemberg.

* Schifffahrt bedeutet zumindest Kiesschifffahrt (Nebengewässer des Rheins für die Schifffahrt)

*¹ Einstufungsvorschlag

Erlichsee: Einzelseen, welche hydrologisch als ein See zu betrachten sind.

Seenkategorie (Seenart) * ¹	Seetyp nach LAWA* ¹	Seename	Fläche [ha]	Max. Tiefe [m]	aktuelle Nutzung Trinkwasserentnahme > 10 m ³ /d (Artikel 7, Abs.1)
künstlich (Baggersee)	99	Giessensee	73	16,7	Kiesabbau Freizeit
künstlich (Baggersee-Altrhein)		Rußheimer Altrhein, (Mintese)	64	16,0	Freizeit, Schifffahrt *
künstlich (Baggersee)		Baggersee Mittelgrund	61	24,0	Kiesabbau Freizeit
künstlich (Baggersee)		Ruff Fläche See, Hardtsee-Bruhain	57	31,4	Kiesabbau Freizeit
künstlich (Baggersee)		Baggersee Rohrköpfe	57	18,6	Kiesabbau Freizeit
künstlich (Baggersee-Altrhein)		Insel Korsika	51	20,2	Freizeit, Schifffahrt *
künstlich (Baggersee)		Erlichsee # (westlicher Teil)	31	14,0	Freizeit
		Erlichsee # (südlicher Teil)	32	31,0	
		Erlichsee # (nördlicher Teil)	46	13,0	

A-Tabelle 2.1.1.1

2.1.1.2 Flusswasserkörper

Sachverhalt und angewandte Methodik:

Flusswasserkörper werden in Baden-Württemberg als bewirtschaftbare Einheiten (management units) betrachtet mit dem Ziel, ökologisch funktionsfähige Lebensräume für heimische, wasserabhängige Arten herzustellen. Alle Fließgewässer mit einem Einzugsgebiet größer 10 km² gehören zu Wasserkörpern.

Abgrenzung:

Die Flusswasserkörper in Baden-Württemberg entstanden primär durch weitere Unterteilung der Bearbeitungsgebiete (BG) und Teilbearbeitungsgebiete (TBG) auf der Grundlage hydrologischer Einzugsgebiete.

Dabei wurde die Anwendbarkeit von Flussgebietsmodellen z.B. für Nährstoffbilanzierungen oder spätere Maßnahmenzenarien genauso berücksichtigt wie typologische, naturräumliche, limnologische und strukturelle Aspekte.

Neben den genannten fachlichen Gründen wurden die Umsetzbarkeit und die Identifizierbarkeit der Öffentlichkeit gleichrangig berücksichtigt.

Hierdurch ergaben sich vergleichbare, wasserwirtschaftlich homogene Wasserkörper mit einer mittleren Größe im TBG 35 von ca. 180 km² (BG Oberrhein: ca. 170 km², Land: ca. 225 km²).

Flüsse werden im Regelfall mit ihrem Einzugsgebiet zusammen betrachtet, d.h. zum Wasserkörper gehören neben dem Hauptgewässer(abschnitt) mit seinen Nebengewässern auch die abflussliefernden Flächen. Aufgrund ihrer übergeordneten Bedeutung werden Ströme und große Flüsse vom zugehörigen Einzugsgebiet abgetrennt und als eigene Wasserkörper betrachtet.

Typisierung:

Basierend auf System B (s. Anhang II, WRRL) hat die LAWA ein bundesweit abgestimmtes System zur Typisierung von Fließgewässern entwickelt. Es ist eine erste Liste und Karte der „Biologisch bedeutsamen Fließgewässertypen der Bundesrepublik Deutschland“ veröffentlicht worden. Diese wurde für die Prüfung und die ersten regionalen Plausibilisierungen durch die Fachbehörden der Bundesländer verwendet. Insgesamt wurden für die gesamte Bundesrepublik 25 LAWA-Typen ausgewiesen, wovon 14 in Baden-Württemberg vorkommen. Die Zuweisung der Fließgewässertypen erfolgte hinsichtlich der Ausprägung der biozönotisch relevanten abiotischen Parameter.

Bei diesem Vorschlag steht das Makrozoobenthos, das sind wirbellose Kleinlebewesen des Gewässerbodens, eindeutig im Vordergrund (Abb. 2.1.1.2a). Im Laufe der weiteren Bearbeitung hat sich jedoch gezeigt, dass die anderen drei biologischen Qualitätskomponenten Fischfauna, Makrophyten (= höhere Wasserpflanzen) und Phytoplankton (= Schwebalgen) nicht derart an die LAWA-Typen gebunden sind. Die LAWA-Typen lassen sich mit vertretbarem Aufwand (selbst beim Makrozoobenthos) nicht durch Unterschiede in der Biozönose eindeutig verifizieren. Es werden deshalb zunächst entsprechend „System A“ der WRRL durch Aggregation der 14 LAWA-Typen sieben sog. „ökoregionale Grundtypen“ gebildet. So werden z.B. „Silikatische Bäche“ und „Silikatische kleine Flüsse“ zusammengefasst.

Dem nachgeschaltet wird die Ebene der biozönotischen Typen entsprechend „System B“ der WRRL, in dem die biologischen Komponenten - wenn erforderlich - mit größerer Auflösung bewertet werden.

Für jeden Wasserkörper werden daher sowohl die ökoregionalen Grundtypen als auch die zugehörigen prägenden, d.h. im Wasserkörper dominanten, biozönotischen LAWA-Typen angegeben. Abb. 2.1.1.2b zeigt die Aggregation der LAWA-Typen (Makrozoobenthos) zu den ökoregionalen Grundtypen.

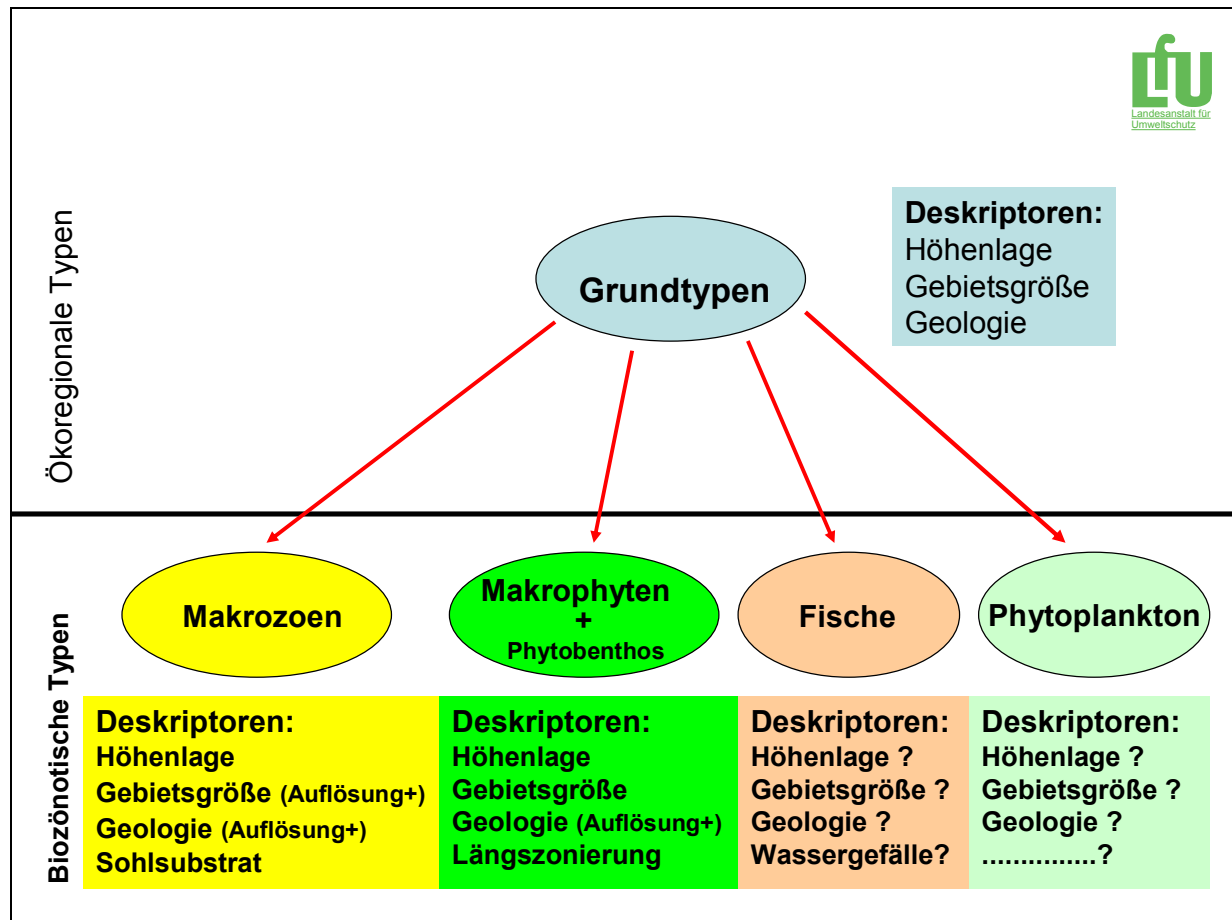


Abb. 2.1.1.2a: Grundsätze der typologischen Einteilung der Fließgewässer in Baden-Württemberg.

Ökoregion	Ökoregionaler Grundtyp	Biozoologische LAWA-Typen (Makrozoen)
Zentrales MG ohne Alpenvorland	I. Bäche und kleine Flüsse silikatisch	5, 5.1 und 9
	II. Bäche und kleine Flüsse karbonatisch	6, 7 und 9.1
	III. Große Flüsse und Ströme	9.2 und 10
Zentrales MG Alpenvorland	IV. Bäche und kleine Flüsse	2 und 3
	V. Große Flüsse (Iller)	4
Region unspezifisch	VI. Kleine Niedergewässer der Rheinebene	19
	VII. Organisch geprägte Bäche und Flüsse	11 und 12

Abb. 2.1.1.2b: Zuordnung der biozoologischen LAWA-Typen zu ökoregionalen Grundtypen.

Ergebnis:

A-Karten 3.1 u.4.1

A-Tabelle 2.1.1.2

Im TBG 35 wurden 9 Wasserkörper, darunter 8 flächenhafte und ein linienhafter Wasserkörper (Rhein) vorläufig ausgewiesen.

Die Länge der WRRL-relevanten Fließgewässer mit einem Einzugsgebiet > 10 km² im TBG 35 beträgt rund 670 km. Diesen sind fünf prägende, biozönotisch hinsichtlich Makrozoobenthos relevante Flusstypen zuzuordnen. Die feinmaterialreichen, karbonatischen Mittelgebirgsbäche (Typ 6) stellen mit ca. 199 km den größten Anteil (in 3 Wasserkörpern prägend), gefolgt von den karbonatischen Mittelgebirgsflüssen Typ 9.1 mit 196 km (in 2 WK prägend) und den Fließgewässern der Niederung Typ 19 mit 128 km (in 2 WK prägend). Der Rhein (Flussbettwasserkörper 3-OR5 „Alte Lauter bis oberhalb Neckar“) ist mit einer Länge von 76 km dem Typ 10 „Ströme des Mittelgebirges“ zuzuordnen. Entsprechend der internationalen Abstimmung auf Ebene der Flussgebietseinheit Rhein ist der Rhein auf diesem Abschnitt dem Mäandertyp des Oberrheins zugeordnet.

Tab.2.1.1.2: Flüsse – Oberflächenwasserkörper: Zuordnung der LAWA-Gewässertypen zu prägenden Gewässertypen.

Legende: Typ 6: Feinmaterialreiche karbonatische Mittelgebirgsbäche; Typ 7: Karbonatische Mittelgebirgsbäche; Typ 9: Silikatische Mittelgebirgsflüsse; Typ 9.1: Karbonatische Mittelgebirgsflüsse; Typ 10: Ströme des Mittelgebirges; Typ 19: Fließgewässer der Niederungen.

Wasserkörper Nr.	Wasserkörper Name	Fläche des EZG [km ²]	Teil-Netz [km]	prägender Gewässertyp nach LfU
35-01-OR5	Pfinz bis inkl. Grenzgraben (Kraichgau)	233	88	7
35-02-OR5	Weingartener Bach bis inkl. Grombach und Saalbach	314	155	9.1
35-03-OR5	Pfinz-Saalbach-Rheinniederungskanal (Oberrheinebene)	259	86	6
35-04-OR5	Wagbach-Kriegbach (Oberrheinebene)	139	64	19
35-05-OR5	Kraichbach bis inkl. Katzbach (Kraichgau)	238	76	6
35-06-OR5	Kraichbach (Oberrheinebene)	174	64	19
35-07-OR5	Leimbach-Waldangelbach (Kraichgau)	105	37	6
35-08-OR5	Leimbach (Oberrheinebene)	136	41	9.1
Wasserkörper Rhein				
3-OR5	Flussbettkörper Oberrhein (BW) ab Alte Lauter (F) bis oberhalb Neckar (TBG 35 und TBG 34 teilw.) ^{1,2}	11	76	10

¹: Teil eines ländergrenzenübergreifenden Wasserkörpers mit Rheinland-Pfalz

²: davon 58 km im TBG 35

2.1.2 Referenzmessstellen

Sachverhalt und angewandte Methodik Seen und Flüsse:

Hinweis: noch offen, wird später durch LAWA nachgereicht.

Ergebnis:

Hinweis: für Seen und Flüsse noch offen, wird später durch LAWA nachgereicht.

2.1.3 Diagnose des Ist-Zustandes der Gewässer

Sachverhalt:

Zur Erfassung und Bewertung der Gewässergüte und -beschaffenheit wurden in Deutschland bisher chemisch-physikalische Messungen und biologische Untersuchungen durchgeführt. Die angewandten Methoden und Verfahren sind weitgehend normiert (DIN und ISO). Das Untersuchungsprogramm ist auch national und international abgestimmt, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse in diesem Rahmen sicherzustellen (Messgrößen, Messorte, Messfrequenzen). Grundsätze, Methoden und Umfang der Gewässerüberwachung sind in einem Vorgehenskonzept für Baden-Württemberg dokumentiert.

Die Überwachung der Fließgewässer im Teilbearbeitungsgebiet 35 Pfinz - Saalbach - Kraichbach umfasst 118 biologische Untersuchungsstellen und 8 chemisch-physikalische Messstellen.

Die Ergebnisse der Messungen und Untersuchungen werden jährlich im Jahresdatenkatalog der LfU dokumentiert. Die Bewertung der Ergebnisse erfolgt in aller Regel nach den entsprechenden Vorgaben der LAWA und wird in einem jährlich erscheinenden LAWA-Gütebericht veröffentlicht.

2.1.3.1 Chemisch-physikalische Gewässerbeschaffenheit

Angewandte Methodik:

Der überwiegende Teil der Daten wird durch Laboranalyse entnommener Proben gewonnen (Wasser-, Schwebstoff- und Sedimentproben). Das obligatorische Programm für Wasserproben umfasst die Bestimmung von Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt, pH-Wert, Leitfähigkeit, DOC, Ammonium, Nitrat, Nitrit, Orthophosphat, Chlorid, Schwermetalle und LHKW (Messfrequenz 14 oder 28 Tage),

An landesweit rund 30 Stellen wird das Untersuchungsprogramm, abhängig von der wasserwirtschaftlichen Bedeutung der Messstellen, gestuft erweitert durch Mineralstoffe, organische Summenparameter (AOX, AOS) und durch eine Vielzahl organischer Einzelstoffe, die von Pestiziden, Komplexbildnern, Industriechemikalien bis zu Arzneimittelrückständen reicht (ca. 200 Einzelstoffe, 28-tägige Frequenz).

In Schwebstoff- und Sedimentproben werden in erster Linie Schwermetalle, PAK, PCB und chlorierte Insektizide, die auf Grund ihrer Eigenschaften sich vorwiegend an Feststoffen anlagern, bestimmt (Messfrequenz: Schwebstoffe 28-tägig, Sedimente jährlich).

Die Bewertung der chemisch-physikalischen Daten erfolgt nach den Vorgaben der LAWA in der Regel anhand des 90-Perzentilwertes.

Ergebnis:

Die chemisch-physikalischen Messstellen sind in Karte 7.2 abgebildet.

Im TBG Pfinz - Saalbach - Kraichbach befinden sich insgesamt 8 chemische Messstellen an Fließgewässern. Hiervon liegt eine Messstelle am Rhein (Mannheim, km 426); die übrigen 7 Messstellen befinden sich jeweils im Unterlauf der größeren Rheinzuflüsse.

2.1.3.2 Biologische Güte

A-Karte 7.2

Angewandte Methodik:

Biologische Untersuchungsverfahren wurden bislang eingesetzt zur Ermittlung der biologischen Güte auf der Basis des Makrozoobenthos und zur Bestimmung der Trophie planktondominierter (in der Regel großer und langsam fließender) Fließgewässer anhand des Chlorophyllgehaltes. Beide Verfahren sind in der BRD normiert.

Die biologische Gewässergüte beschreibt und bewertet einen wichtigen Teilaspekt des ökologischen Zustandes, nämlich die Belastung mit abbaubaren organischen Substanzen und deren Auswirkung auf die Sauerstoffverhältnisse der Fließgewässer. Die Bestimmung der biologischen Gewässergüte fußt im wesentlichen auf dem Anfang des 20. Jahrhunderts entwickelten Saprobien-system. Dabei werden Saprobienstufen als Güteklassen aufgefasst. Untersucht und bewertet wird die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften wirbelloser Kleinlebewesen des Gewässerbodens (Makrozoobenthos). Die Ergebnisse werden nach einer Definition der LAWA in vier Güteklassen und drei Zwischenklassen bewertet, die von „unbelastet bis sehr gering belastet“ (Klasse I) bis „übermäßig verschmutzt“ (Klasse IV) reichen. Sanierungsziel in der BRD ist gegenwärtig das Erreichen der Güteklasse II, die einer mäßigen Belastung entspricht. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt farblich in Karten („Gütekarte“, Wiederholungszyklus 5 - 6 Jahre seit 1969).

Die biologische Gewässergüte hatte in den 70er und 80er Jahren bei der Sanierung der Fließgewässer als Leitparameter eine überragende Bedeutung. Nach dem Ausbau der Kläranlagen und die dadurch bedingte flächendeckende Verbesserung der Sauerstoffverhältnisse treten heute andere Aspekte des Gütezustandes in den Vordergrund (Gewässerstruktur, Stickstoff- und Phosphor-Problem, gefährliche Stoffe u.a.).

Die Untersuchung und Bewertung von Makrophyten und Fischen gehörten bislang nicht zur Praxis der Fließgewässerüberwachung.

Ergebnis:

A-Karte 2.1

Die 7-stufige Gütekarte ist in Karte 2.1 im Anhang dargestellt.

Die zugehörigen biologischen Untersuchungsstellen im TBG 35 zeigt die Karte 7.2. Von den 118 Messstellen im TBG 35 liegen 4 am Rhein selbst.

A-Karte 7.2

Die Fließgewässer im TBG 35 weisen größtenteils im Bereich der Mittel- und Unterläufe noch Gütedefizite auf. Es dominiert die Güteklasse II-III (kritisch belastet); einzelne Gewässer weisen abschnittsweise auch die Güteklasse III (stark verschmutzt) bzw. III-IV (sehr stark verschmutzt) auf. Im Bereich der Oberläufe stellt sich die Gewässergüte günstiger dar, hier dominiert die Güteklasse II (mäßig belastet); in einigen Oberläufen ist die Güteklasse I-II (gering belastet) anzutreffen.

Der Rhein selbst ist im Bereich des TBG 35 in die Güteklasse II (mäßig belastet) eingestuft.

2.1.3.3 Gewässerstruktur / Gewässermorphologie

Sachverhalt und angewandte Methodik:

Die Gewässerstruktur ist die Abbildung der Formenvielfalt durch den Fließprozess in einem Gewässerbett. Je vielfältiger die Struktur ist, desto mehr Lebensräume für Tiere und Pflanzen sind vorhanden.

Die entsprechenden Kartier- und Bewertungsverfahren wurden von der LAWA entwickelt und in Form von Arbeitshilfen publiziert. Zu unterscheiden ist einerseits das Vor-Ort-Verfahren mit detaillierten Erhebungen an den Gewässern, andererseits das Übersichtsverfahren, das vorwiegend auf der Auswertung von Luftbildern und Fachkarten basiert. Maßstab für die Bewertung in beiden Verfahren ist der „natürliche“ bzw. „heutige potentiell natürliche Zustand“, der im Leitbild beschrieben wird. Die Bewertung (Abweichung vom entsprechenden Leitbild) erfolgt in 7 Klassen von „unverändert“ bis „vollständig verändert“.

Bei der Bestandsaufnahme für die WRRL bis 2004 werden in Baden-Württemberg die Daten aus der landesweiten Kartierung (Stand 2003) nach dem Übersichtsverfahren verwendet.

Ergebnis:

A-Karte 2.2

Das 7-stufige Ergebnis des Übersichtsverfahrens ist in Karte 2.2 im Anhang dargestellt.

Danach ist im TBG 35 ein Großteil der Gewässer – mit Ausnahme kurzer Abschnitte überwiegend im Bereich der Oberläufe – strukturell zumindest „stark verändert“, d.h. mit Struktur-
güte ≥ 5 . Einige größere Rheinzuflüsse wie Hardtbach, Landgraben, Pfinz und Pfinz-Entlastungskanal sind über weite Strecken als sehr stark verändert (Klasse 6) bzw. „vollständig verändert“ (Klasse 7) bewertet.

Der Rhein selbst ist im Bereich des TBG 35 überwiegend „sehr stark verändert“ (Klasse 6).

2.2 Grundwasserkörper

Für alle GWK wird eine flächendeckende erstmalige Beschreibung der GWK vorgenommen. Dabei wird beschrieben, wie hoch das Risiko ist, dass die einzelnen GWK die Ziele des guten chemischen und mengenmäßigen Zustands nicht erreichen. Für die GWK, für die ein solches Risiko ermittelt wurde, wird im Rahmen einer weitergehenden Beschreibung das Ausmaß des Risikos genauer beschrieben.

2.2.1 Abgrenzung und Beschreibung

2.2.1.1 Abgrenzung

Sachverhalt und angewandte Methodik:

Ein Grundwasserkörper (GWK) im Sinne der WRRL ist nach Art. 2, Ziff. 12 ein abgegrenztes Grundwasservolumen innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter. Die hydrogeologischen Verhältnisse sind somit eine wesentliche Grundlage für die Festlegung der Grundwasserkörper (Tab. 2.2.1.1). In Übereinstimmung zum EU-Guidance Paper „Water Bodies“ sollten GWK auch nach der Wasserbeschaffenheit abgegrenzt werden. Gebiete, die auf der Grundlage von Immissionsdaten durch eine einheitliche Grundwasserbeschaffenheit gekennzeichnet sind oder hinsichtlich der Grundwasserqualität ungünstige Standort-Eigenschaften aufweisen, wurden auf Basis von Gemeindegrenzen abgegrenzt und als eigenständiger Grundwasserkörper festgelegt. Außerhalb dieser Gebiete wurden die hydrogeologischen Teilräume (HTR) als Grundwasserkörper definiert.

A-Karte 5.1

Ergebnis:

Auf der Grundlage dieser Definition liegen im Teilbearbeitungsgebiet 35 insgesamt 10 verschiedene Grundwasserkörper. Unter Berücksichtigung der oberirdischen Einzugsgebietsgrenzen reicht die Größe der definierten Grundwasserkörper im Teilbearbeitungsgebiet 35 von 4,1 km² bis 367,5 km². Die Tab. 2.2.1.1 gibt eine Übersicht über die GWK, über deren Fläche im TBG und im Land sowie über die darin vorkommenden hydrogeologischen Einheiten.

Tab.2.2.1.1: Grundwasserkörper im TBG 35

ID	Grundwasserkörper	Fläche im TBG km ²	Gesamtfläche km ²	Hydrogeologische Einheiten
8.2-R/OR	Kraichgau (R=Restfläche im BG Oberrhein)	186,5	455,7	5, 7, 13, 14, 15, 16, 17, 21
16.2-H/OR	Rhein-Neckar (H=Hauptfläche im BG Oberrhein)	163,8	473,6	3, 7, 15, 16, 18-21
16.3	Hockenheim-Walldorf-Wiesloch	212,8	212,8	3, 13
16.4	Bruchsal	367,5	367,5	3, 5, 7, 15-18
8.1	Keuper-Bergland - R	232,5	5575,6	3, 5, 13, 14, 15, 16, 17
9.1	Muschelkalk-Platten - R	238,2	3495,6	5, 15-19
10.1	Spessart, Rhönvorland und Buntsandstein des Odenwaldes - R	4,1	810,5	19
11.1	Buntsandstein des Schwarzwaldes - R	67,9	2174,1	5, 7, 16, 18, 19, 20, 21
16.1	Quartäre und Pliozäne Sedimente der Grabenscholle - R	124,6	1316,8	3, 5, 6, 7, 13, 16, 19, 20, 21
17.1	Tektonische Schollen des Grabenrandes - R	8,8	385,7	3, 5, 6, 7, 11, 13, 22, 15-12

Hinweise: ID = Identifikationsnummer, - R = hydrogeologisch abgegrenzter Restkörper.
Die Hydrogeologischen Einheiten sind in Tabelle 2.2.1 im Anhang im Detail beschrieben.

2.2.1.2 Hydrogeologische Beschreibung

Allgemeines

Die im Teilbearbeitungsgebiet 35 „Pfinz-Saalbach-Kraichbach“ tangierten Hydrogeologischen Teilräume (Karte 9.1.1) und die darin enthaltenen Hydrogeologischen Einheiten sind in Tab. 2.2.1.2a) und 2.2.1.2.b) zusammen mit den jeweiligen prozentualen Flächenanteilen aufgelistet. Eine allgemeine Beschreibung der Hydrogeologischen Einheiten findet sich im Anhang in Tab. 2.2.1.3.

A-Karte 9.1.1
A-Karte 9.1.2

A-Tab. 2.2.1.3

Tab. 2.2.1.2.a: Hydrogeologische Teilräume im Teilbearbeitungsgebiet Pfinz-Saalbach-Kraichbach mit Flächen und Flächenanteilen

Hydrogeologischer Teilraum	Fläche [km ²]	Flächenanteil [%]
Keuper-Bergland	462	28,7
Muschelkalk-Platten	335	20,8
Spessart, Rhönvorland und Buntsandstein des Odenwaldes	12	0,8
Buntsandstein des Schwarzwaldes	68	4,2
Quartäre und Pliozäne Sedimente der Grabenscholle	719	44,7
Tektonische Schollen des Grabenrandes	11	0,7

Im Teilbearbeitungsgebiet Pfinz-Saalbach-Kraichbach kommen die Hydrogeologischen Teilräume „Quartäre und Pliozäne Sedimente der Grabenscholle“, „Tektonische Schollen des Grabenrands“, „Keuper-Bergland“, „Muschelkalk-Platten“, „Spessart, Rhönvorland, Buntsandstein des Odenwalds“ und „Buntsandstein des Schwarzwalds“ vor. Das Teilbearbeitungsgebiet ist geologisch und hydrogeologisch durch die Nordnordost-Südsüdwest verlaufende Grabenrandstörung des Oberrheingrabens zweigeteilt.

Der Festgesteinsbereich ist durch das Absinken der Kristallinoberfläche nach Norden, Nordosten und Osten geprägt. Die darüber liegenden mesozoischen Gesteine fallen in diese Richtungen mit 2 bis 5° ein. Die Schichtlagerung wird weiterhin durch eine intensive Bruchschollentektonik mit Nordwest-Südost (hercynisch), Nordost-Südwest und Nordnordost-Südsüdwest (rheinisch) streichenden Störungssystemen modifiziert. Auffälligstes Element ist der Pfinzgraben, der hydrogeologisch eine ausgeprägte Drainfunktion ausübt.

Tab. 2.2.1.2.b: Hydrogeologische Einheiten im Teilbearbeitungsgebiet Pfinz-Saalbach-Kraichbach mit Flächen und Flächenanteilen

Hydrogeologische Einheit	Fläche [km ²]	Flächenanteil [%]
Quartäre/Pliozäne Sande und Kiese im Oberrheingraben (GWL)	718	44,7
Jungquartäre Flusskiese und -sande (GWL)	48	3
Tertiär im Oberrheingraben (GWG)	9	0,6
Mittel- und Unterjura (GWG)	33	2,1
Oberkeuper und Oberer Mittelkeuper (GWL)	103	6,4
Gipskeuper und Unterkeuper (GWL)	293	18,2
Oberer Muschelkalk (GWL)	185	11,5
Mittlerer Muschelkalk (GWG)	39	2,4
Unterer Muschelkalk (GWL)	97	6
Oberer Buntsandstein (GWG)	81	5
Mittlerer und Unterer Buntsandstein (GWL)	1	0

Die für das Teilbearbeitungsgebiet wichtigen und flächenmäßig bedeutsamen Hydrogeologischen Einheiten sind im folgenden näher erläutert.

Oberflächennahe Grundwasservorkommen

Quartäre/Pliozäne Sande und Kiese im Oberrheingraben: Im nördlichen Oberrheingraben bilden die quartären Sande und Kiese des Oberen Kieslagers den Oberen Grundwasserleiter (OGWL). Der obere Zwischenhorizont, eine überwiegend feinklastische Schicht aus Schluff und Ton, trennt den OGWL von der darunter folgenden Mittleren sandig-kiesigen Abfolge, die den Mittleren Grundwasserleiter (MGWL) bildet. Dort, wo der Obere Zwischenhorizont

lokal sandig-kiesig ausgebildet ist bzw. fehlt, ergeben sich hydraulische Fenster zwischen OGWL und MGWL.

Die Mächtigkeit des OGWL beträgt in der Rheinniederung 10 bis 15 m, steigt jedoch jenseits des Hochgestades sprunghaft auf 15 bis 25 m an. Generell ist im Oberrheingraben ein Anstieg der Quartärmächtigkeit von Westen nach Osten zu erkennen. Die Transmissivität liegt im westlichen Teil des Oberrheingrabens bei $T = 1 \text{ bis } 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ und erreicht im östlichen Teil lokal mehr als $T = 1 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$.

Die Grundwasserfließverhältnisse sind im OGWL durch die Randzuflüsse aus dem Schwarzwald im Osten, durch die Einflüsse der Fließgewässer, insbesondere die Vorflutfunktion des Rheins, sowie durch die lokale Grundwasserneubildung geprägt. Die Grenzen des Teilbearbeitungsgebiets Pfinz-Saalbach-Kraichbach sind im Oberrheingraben im Norden und im Süden nicht identisch mit Grenzstromlinien, d. h. es erfolgt ein Grundwasserfluss über die Grenzen des Teilbearbeitungsgebiets.

Jungquartäre Flusskiese und -sande: In den Tälern im Nordschwarzwald und im Kraichgau findet man jungquartäre Flusskiese und -sande, die hier überwiegend lehmig ausgebildet sind und keine bedeutenden Grundwasservorkommen enthalten. Der hydraulische Kontakt mit dem Festgestein und den oberirdischen Fließgewässern bestimmen wesentlich die Grundwasserdynamik und auch die Grundwasserbeschaffenheit.

Tektonische Schollen des Grabenrands, Unter- und Mitteljura: Die Grabenrandzone (Tektonische Schollen des Grabenrands) besteht aus einer Vielzahl kleinräumiger, oft durch Störungen voneinander getrennter Einheiten mit unterschiedlichen hydrogeologischen Eigenschaften. Die Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen in diesen Gesteinen ist aufgrund der starken tektonischen Zerstückelung meist gering und nur von lokaler Bedeutung.

Oberkeuper und oberer Mittelkeuper: Oberkeuper und oberer Mittelkeuper sind im Teilbearbeitungsgebiet flächenmäßig nur relativ wenig verbreitet. Sie bilden eine Folge von Grundwasserleitern und -geringleitern. Bei den Grundwasserleitern handelt es sich meist um Sandsteinfohlen, zu denen der Rhätsandstein im Oberkeuper sowie Stubensandstein, Kie-selsandstein und Schilfsandstein im oberen Mittelkeuper gehören.

Der feinkörnige, z.T. kieselig gebundene Rhätsandstein ist zusammen mit den basalen Kalksteinbänken des Pylonotontons ein geringmächtiger, wenig ergiebiger Kluftgrundwasserlei-

ter. Vom nächst tiefer gelegenen Grundwasserleiter, dem Stubensandstein, ist er hydraulisch durch die geringdurchlässigen Knollenmergel getrennt.

Der Stubensandstein ist ein schichtig gegliederter Kluft-/Porengrundwasserleiter. Ein größerer Anteil an Porengrundwasser tritt im Bereich verwitterter, mürber und grobkörniger Sandsteinpartien auf. Als Folge der Porosität der Sandsteine ist der Stubensandstein durch ein relativ gutes Speichervermögen gekennzeichnet.

In den Bunten Mergeln ist der Kieselsandstein ein wenig ergiebiger Kluftgrundwasserleiter. Das darin enthaltene Grundwasser speist eine Reihe kleinerer Quellen, eine größere Trinkwassergewinnung erfolgt aus dem Kieselsandstein jedoch nicht.

Die Gesteine der Schilfsandstein-Formation sind nur bei Ausbildung in Flutfazies grundwasserleitend. Die Schüttungen der Quellen, die aus dem Schilfsandstein gespeist werden, können bei größeren Einzugsgebieten und stärkerer tektonischer Beanspruchung bis 2,5 l/s reichen.

Die mittlere Transmissivität für Oberkeuper und oberen Mittelkeuper beträgt $T = 3,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$.

Gipskeuper und Unterkeuper: Der Gipskeuper ist im unausgelaugten Zustand praktisch undurchlässig, dagegen im verwitterten und ausgelaugtem Zustand wechselnd grundwasserführend. Das Grundwasser fließt bevorzugt auf klüftigen Dolomitsteinbänken sowie im Bereich der aktuellen Auslaugungszone über dem Gipsspiegel. Die Tonsteine zwischen den Dolomitsteinbänken sind geringdurchlässig und bewirken eine Gliederung in Teilstockwerke.

Grundwasserführend sind im Gipskeuper häufig die Bleiglanzbank im Hangenden der Dunkelroten Mergel, der Bochinger Horizont sowie die Grundgipsschichten über der Gipsauslaugungsfront. In Gebieten, in denen die Auslaugung abgeschlossen ist und die Auslaugungszone bereits kompaktiert sind, nehmen die Transmissivitäten wieder stark ab.

Im Unterkeuper wechsellagern ebenfalls grundwasserleitende und -geringleitende Schichten. Grundwasserleitend sind im oberen Abschnitt vor allem stark geklüftete Dolomitsteinbänke (u. a. Grenzdolomit), im unteren Abschnitt Sandsteinbänke (Alberti-Bank). Die Grundwasserführung im Unterkeuper ist meist auf die lokale Vorflut ausgerichtet. Bei relativ hoher Lage über dem Hauptvorflutniveau kommt es zur Ausbildung von schwebenden Grundwasservor-

kommen. Das abfließende Grundwasser tritt in diesen Fällen im Randbereich unterirdisch in den Oberen Muschelkalk über oder fließt in Quellen zutage.

Die mittlere Transmissivität für Gipskeuper und Unterkeuper beträgt $T = 3,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$.

Oberer Muschelkalk: Der Obere Muschelkalk und die Obere Dolomit-Formation des Mittleren Muschelkalk bilden einen ergiebigen Kluft-/Karstgrundwasserleiter mit bedeutenden Grundwasservorkommen. Die eingeschalteten mergeligen Haßmersheim-Schichten bewirken bereichsweise die Bildung von zwei Grundwasserstockwerken. Grundwasserleiterbasis ist das Salinar des Mittleren Muschelkalk. Die mittlere Transmissivität beträgt $T = 6,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$.

An der Erdoberfläche einsickerndes Niederschlagswasser kann sich im Oberen Muschelkalk lokal auf geringmächtigen Tonsteinlagen oberhalb des zusammenhängenden Karstgrundwassers sammeln und räumlich eng begrenzte, meist nur gering ergiebige schwebende Grundwasservorkommen bilden.

Die Grundwasserführung variiert im Oberen Muschelkalk aufgrund unterschiedlich starker tektonischer Zerrüttung und Verkarstung. Durch Markierungsversuche wurden hohe Abstandsgeschwindigkeiten bis über 100 m/h gemessen. Dazwischen gibt es größere Flächen mit geringen Abstandsgeschwindigkeiten und diffusen Abflussverhältnissen. Im Teilbearbeitungsgebiet erfolgt die Entwässerung des Oberen Muschelkalks zum großen Teil über stark schüttende Karstquellen und ist großräumig auf die Vorfluter Pfinz und Saalbach ausgerichtet. Im Westen entwässern Teilbereiche auch direkt in den Oberrheingraben.

Im zentralen Teil der Kraichgau-Mulde wird der Obere Muschelkalk von Gips- und Unterkeuper überlagert, stellenweise auch noch von oberem Mittel- und Oberkeuper. Während der Obere Muschelkalk in den überdeckten Randbereichen noch Süßwasser führt, findet man in weiterer Entfernung unter geschlossener Keuper-Überdeckung höher mineralisiertes Grundwasser, das aufgrund hoher Sulfatkonzentrationen nicht für eine Trinkwassergewinnung geeignet ist.

Unterer Muschelkalk: Der Untere Muschelkalk bildet einen schichtig gegliederten, stellenweise verkarsteten Kluftgrundwasserleiter mit überwiegend geringer, bei Verkarstung mäßiger bis mittlerer Grundwasserführung in Kalkstein-, Schaumkalk- und Wellenkalkbänken. Die mittlere Transmissivität beträgt $T = 5,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$

Mittlerer und Unterer Buntsandstein: Mittlerer und Unterer Buntsandstein bilden einen reichsweise ergiebigen Kluftgrundwasserleiter mit einer guten Grundwasserführung in den konglomeratischen Lagen im Mittleren Buntsandstein, im Bausandstein unmittelbar über dem Eck'schen Horizont sowie im Bereich von Auflockerungszonen (Störungen, Tälern). Die Brunnenergiebigkeit liegt oft zwischen 10 bis 20 l/s, reicht im Bereich von Störungszonen (Pfinzgraben) bis 200 l/s. Die mittlere Transmissivität beträgt $T = 4,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$.

Teile des Einzugsgebiets entwässern unterirdisch über den Buntsandstein in die Pfinz. Infolge der starken Zertalung gibt es im südlichen Teil des Schwarzwald-Buntsandsteins viele kleinere isolierte Vorkommen mit vergleichsweise geringen Ergiebigkeiten.

Tiefe Grundwasservorkommen:

Quartäre/Pliozäne Sande und Kiese im Oberrheingraben: Die Mittlere sandig-kiesige Abfolge bildet im nördlichen Oberrheingraben in Baden-Württemberg den Mittleren Grundwasserleiter (MGWL). Es handelt sich um sandige Kiese, die durch Feinsand-, Schluff- und Ton-schichten hydraulisch untergliedert sind. Die Mächtigkeit nimmt von Westen nach Osten zu. Die Transmissivität liegt zwischen $T = 2 \cdot 10^{-3}$ und $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$. Die Grundwasserneubildung erfolgt durch Zusickerung von oberflächennahem Grundwasser aus dem Oberen Kieslager sowie durch Randzuflüsse aus dem Festgestein.

Einen weiteren tiefen Grundwasserleiter bilden im Oberrheingraben Altquartär und Pliozän. Es handelt sich um eine Wechsellagerung von Feinsand-, Schluff- und Tonlagen, in die stellenweise Mittelsande und lokal auch Grobsande und sandige Kiese eingeschaltet sind. Die Mächtigkeiten liegen auf der Grabenscholle in der Regel zwischen 70 und 100 m. Die tiefen Grundwasservorkommen im Altquartär und Pliozän werden bisher nur im Raum Karlsruhe genutzt und sind aufgrund der großen Tieflage wenig erkundet.

Oberer Muschelkalk: In der Nähe zum Ausstrichbereich und bei geringmächtiger Überdeckung können auch die tieferen Stockwerke im Festgestein Grundwasser enthalten, das für die Trinkwasserversorgung geeignet ist, insbesondere der Obere Muschelkalk unter Keupe-rüberdeckung. Mit zunehmender Entfernung vom Ausstrich und wachsender Überdeckung nehmen die Durchlässigkeiten der Gesteine jedoch bald ab und die darin vorkommenden Grundwässer sind häufig hoch mineralisiert bzw. salinar.

2.2.1.3 Eigenschaften der Grundwasserüberdeckung

Im Teilbearbeitungsgebiet Pfinz-Saalbach-Kraichbach überwiegen im Oberrheingraben und Pfinzgau Flächen mit geringem, im Kraichgau mit mittlerem und hohem Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung (Karte 9.2, Tab. 2.2.1.3).

A-Karte 9.2

Tab. 2.2.1.3: Klassen des Schutzpotenzials der Grundwasserüberdeckung im Teilbearbeitungsgebiet Pfinz-Saalbach-Kraichbach mit Flächen und Flächenanteilen

Schutzpotenzial	Fläche [km ²]	Flächenanteil [%] im TBG
hoch	242	15,1
mittel	481	29,9
gering	884	55

Die quartären Sande und Kiese im Oberrheingraben sind im Bereich der Niederterrasse meist nur von einem rd. 1,5 m mächtigen lehmigen Verwitterungsboden überdeckt, inselartig auch von Flugsand. In der Rhein- und Neckarniederung sind 1 bis 2 m geringdurchlässige Auensedimente verbreitet, unter denen das Grundwasser häufig gespannt ist. In ehemaligen Flussniederungen haben sich außerdem Torfe in größerer Mächtigkeit entwickelt. In diesen Gebieten ist das Schutzpotential der Grundwasserüberdeckung gering.

Die quartären Talgrundwasserleiter im Festgestein werden meist von Auenlehm überlagert. Die Auenlehmdecken bestehen aus mehr oder weniger humosem, lehmigem Bodenmaterial. Sie bieten nur einen geringen Schutz für das darunter liegende Talgrundwasser.

Bevorzugt günstige Verhältnisse findet man in unmittelbarer Nähe des Schwarzwaldrands dort, wo die Kiese stellenweise von mehrere Meter mächtigem Löss und Lösslehm überdeckt sind.

Die Grundwasservorkommen im Buntsandstein westlich Pforzheim (Pfinzgau) sind ebenfalls als ungünstig in Bezug auf das Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung einzustufen. Der geklüftete Buntsandstein wird von geringmächtigen wasserdurchlässigen Böden bedeckt. Ungünstige Verhältnisse herrschen auch dort, wo der geklüftete und verkarstete Obere Muschelkalk ansteht (südlich Bretten).

Ansonsten ist das Schutzpotential der Grundwasserüberdeckung im Kraichgau, mittel bis hoch. Die sandig mergeligen Keupergesteine, die hier den Festgesteinsuntergrund bilden,

werden in weiten Bereichen von mehrere Meter mächtigem, geringdurchlässigem Löss und Lösslehm überdeckt.

A-Tab. 2.2.1.3

2.2.1.4 Grundwasserabhängige Ökosysteme

Nach Anhang II, 2.1 und 2.2 sind diejenigen Grundwasserkörper zu identifizieren, in denen direkt abhängige Oberflächengewässer-Ökosysteme oder Landökosysteme vorhanden sind. Dies wird in Kap. 3.2 dargestellt.

2.2.2 Diagnose des Ist-Zustandes des Grundwassers

2.2.2.1 Qualitativer Zustand

Sachverhalt und angewandte Methodik:

Ein seit 1985 betriebenes dichtes Messnetz zur Erfassung und Beschreibung der Grundwasserbeschaffenheit (landesweit rd. 2.700 Messstellen, jährliche Beprobungen) erlaubt es, den Ist-Zustand zu beschreiben. Als Orientierungshilfen für die Beurteilung des Vorliegens von Belastungen wurden die Werte der EU-Nitratrichtlinie (50 mg/l) und der EU-Pflanzenschutzmittelrichtlinie (0,1 µg/l) herangezogen.

Diese Werte werden von der Wasserrahmenrichtlinie aufgegriffen. Bei der Salzbelastung des Grundwassers wird der Wert 250 mg/l für Chlorid der EG-Trinkwasser-Richtlinie zugrunde gelegt. Weitere chemische Kenngrößen werden mangels einheitlicher EU-Qualitätsstandards nicht bewertet.

Ergebnis:

A-Karte 9.4.1.

Qualitative Beeinträchtigungen der Grundwasserkörper erfolgen überwiegend durch diffuse Schadstoffquellen. Der bedeutendste Stoff ist hierbei das Nitrat (NO₃).

Erhöhte Nitratkonzentrationen > 50 mg/l sind insbesondere im nordwestlichen Teil des TBG 35 im Bereich der Rheinebene sowie teilweise auch im südwestlichen Teil des TBG 35 und hier insbesondere im östlichen Randbereich des Rheingrabens anzutreffen. Vereinzelt erhöhte Nitratkonzentrationen finden sich auch im Bereich südöstlich von Bruchsal (siehe Karte 9.4.1).

Auch die Belastung mit Pflanzenschutzmitteln (PSM) ist überwiegend auf diffuse Stoffeinträge zurückzuführen. Im TBG 35 weisen nur wenige vereinzelt Grundwassermessstellen PSM-Konzentrationen über 0,1 µg/l auf (Karte 9.4.3), wobei dieselben Teilräume des TBG 35

betroffen sind wie bei Nitrat. Größere zusammenhängende Flächen, die zu einer regionalen Belastung des Grundwassers führen, treten aber nicht auf. Lokal treten punktuelle Belastungen durch weitere Schadstoffe auf. Diese können überwiegend dem industriell-gewerblichen Bereich zugeordnet werden.

A-Karte 9.4.3.

2.2.2.2 Quantitativer Zustand

Der Oberrheingraben (hydrogeologischer Teilraum (HTR) „Quartäre und pliozäne Sedimente der Grabenscholle“), in dem auch die hauptsächliche Nutzung erfolgt, besitzt ein großes Grundwasserdargebot. Die anderen Teilräume werden weit weniger intensiv genutzt. Im Unterschied zu den anderen Teilräumen, insbesondere dem Festgestein, trägt im HTR des Rheingrabens die Grundwasserneubildung in Folge der Infiltration aus dem Rhein und den aus dem Festgestein zuströmenden Fließgewässern wesentlich zur Erhöhung des Dargebots bei. Aufgrund der teilweise geringen Flurabstände besteht in den Flusstälern und in der Oberrheinebene eine intensive Interaktion von Oberflächengewässern und Landökosystemen.

Im Großraum Mannheim / Ludwigshafen verursachen die seit Jahrzehnten getätigten Grundwasserentnahmen aus dem in Stockwerke gegliederten Aquifer eine Absenkung des Grundwasserspiegels im Oberen Grundwasserleiter und eine Entspannung des Druckwasserspiegels im mittleren Grundwasserleiter. Dies hat zur Folge, dass oberflächennahes Grundwasser im Bereich der Stadtgebiete Ludwigshafen / Mannheim den tieferen Grundwasserstockwerken zusickert. Im letzten Jahrzehnt hat sich jedoch ein hydraulischer Gleichgewichtszustand eingestellt.

Im Bereich des Oberrheingrabens erlaubt es ein seit langem betriebenes dichtes Messnetz zur Erfassung der Grundwasserstände, weitere Aussagen abzuleiten. Im Festgesteinsbereich ist ein solch dichtes Messnetz nicht vorhanden. Darum erfolgt für den Festgesteinsbereich zur Beurteilung des mengenmäßigen Zustands der oberflächennahen Grundwasservorkommen eine überschlägige Abschätzung des Verhältnisses zwischen der dem Grundwasserkörper entnommenen Gesamtmenge und der Grundwasserneubildung aus Niederschlag ohne Berücksichtigung der restlichen Wasserhaushaltskomponenten.

Eine ausführliche Beschreibung des quantitativen Zustands des Grundwassers erfolgt in Kap. 3.2.3.1

3 Menschliche Tätigkeiten und Belastungen

Gemäß WRRL sind die Auswirkungen der menschlichen Tätigkeiten ("pressures") auf die Gewässer zu ermitteln. Dabei soll in einer synoptischen Betrachtung aller Belastungsfaktoren abgeschätzt werden, ob für die Wasserkörper die Gefahr besteht, die Qualitätsziele der WRRL gemäß Art. 4 nicht zu erreichen. Bezugsbasis ist der derzeitige Zustand (2004). Dies bedeutet, dass eine signifikante Belastung zwar zur Einstufung eines Wasserkörpers „at risk“ führen kann, aber nicht unbedingt in jedem Fall muss.

Die Beeinträchtigung der Oberflächengewässer kann anhand verschiedener stofflicher und morphologischer Komponenten ermittelt werden. Dabei sind beispielsweise die Emissionen aus punktuellen Einleitungen (Abwasser), diffuse Stoffeinträge (Düngemittel, Pflanzenschutzmittel) und strukturelle Belastungen (Wasserentnahmen, abflussregulierende Maßnahmen) zu betrachten.

Beim Grundwasser spielen neben stofflichen Belastungen (z.B. durch Altlasten oder Einträge aus der Landwirtschaft) auch die quantitativen Aspekte eine bedeutende Rolle. Grundwasserentnahmen zur Trinkwasserversorgung, Brauchwassernutzung für Industrie und Gewerbe oder landwirtschaftlichen Beregnung können einen erheblichen Eingriff in den Wasserhaushalt darstellen.

Mit Hilfe von Signifikanzkriterien, die sich grundsätzlich an den Empfehlungen der LAWA-Arbeitshilfe orientieren, werden die Belastungen als bedeutend oder nicht bedeutend für das Gewässer eingestuft. Die Anwendungen wurden in Pilotgebieten getestet und für die praxisgerechte landesweite Umsetzung verfeinert bzw. angepasst.

Die abschließende Beurteilung, ob ein Wasserkörper gefährdet („at risk“) ist, den guten Zustand nicht zu erreichen, erfolgt in Kapitel 4.

3.1 Belastungen der Oberflächengewässer

3.1.1 Kommunale Einleiter

Sachverhalt und angewandte Methodik:

Die Auswahl der signifikanten kommunalen Kläranlagen orientiert sich an der Kommunalabwasserrichtlinie. Berücksichtigt werden alle Abwassereinleitungen aus Kläranlagen ≥ 2000 EW Ausbaugröße. Hinzu kommen kleinere kommunale Kläranlagen, bei denen es auf Grund ungünstiger Verhältnisse zwischen eingeleitetem Abwasser und Wasserführung des Gewässers zu einer deutlichen Verschlechterung der Gewässergüte kommt (um mindes-

tens eine halbe Gütestufe, wenn sich nach der Einleitung eine Gewässergütestufe schlechter als 2 ergibt). Herangezogen wurden folgende Daten im Bezugsjahr 2002:

- Ausbaugröße der Kläranlage (EW) = Einwohner (Ausbau) + Einwohnergleichwerte (Ausbau),
- Anschlussgrad berechnet aus Zulauffracht / spezifische Zulauffracht * Ausbaugröße,
- Jahresabwassermenge und Jahresablauffrachten für CSB, N_{ges}, NH₄-N, P_{ges} gemäß LAWA-Vorgaben; zusätzlich Ablaufkonzentrationen der Kläranlagen für den späteren Abgleich mit Immissionsdaten.

Ergebnis:

Im Teilbearbeitungsgebiet 35 existieren 31 signifikante kommunale Kläranlagen. Die Lage der Kläranlagen und Einleitungsstellen ist der Karte 7.1 zu entnehmen. Die wichtigsten Daten (Ausbaugröße und Jahresfrachten) sind in Tabelle 3.1.1 im Anhang aufgeführt. Hinsichtlich prioritärer und flussgebietspezifischer Stoffe liegen keine weiteren Daten vor. Die Ausbaugrößen verteilen sich wie folgt:

- 4 Kläranlagen ≤ 10.000 EW,
- 24 Kläranlagen ≥ 10.001 und ≤ 100.000 EW und
- 3 Kläranlagen ≥ 100.001 EW.

Die höchsten Stofffrachten an CSB, NH₄-N, N_{ges} und P_{ges} im TBG 35 entstammen der Kläranlage Heildenheim (75000 EW), die in den Saalbach einleitet. Zu den Haupteinleitern gehören auch die großen Kläranlagen in Ketsch (Vorfluter Kraichbach), St. Ilgen (Vorfluter Landgraben), Wiesloch (Leimbach) und Bruchsal (Vorfluter Duttbacher Graben).

Im TBG 35 gibt es keine signifikanten Kläranlagen, die ins Grundwasser versickern.

A-Tabelle 3.1.1

A-Karte 7.1

3.1.2 Industrielle Einleiter

Sachverhalt und angewandte Methodik:

Es wurden alle Einleitungen aus industriellen Kläranlagen (Direkteinleitungen) sowie Einleitungen in öffentliche Abwasseranlagen (Indirekteinleitungen) berücksichtigt, die unter die Berichtspflicht nach der EU-RL 76/464/EWG und/oder nach der IVU-Richtlinie i.V.m. der Entscheidung der Kommission über den Aufbau eines europäischen Schadstoffemissionsregisters (EPER) fallen. Aufgeführt werden nur Stoffe / Stoffgruppen, die auch tatsächlich über der Nachweisgrenze eingeleitet werden. Außerdem sind alle Salzeinleitungen > 1 kg/s Chlorid, Abwärmeeinleitungen > 10 MW, Nahrungsmittelbetriebe > 4.000 EW und sonstigen wasserwirtschaftlich relevanten Einleiter erfasst.

Die angegebenen Emissionen beziehen sich jeweils auf die gesamte Arbeitsstätte (Standort). Im Falle von mehreren Einleitungsstellen wurde die Summe der Emissionen der größten Einleitungsstelle zugeordnet. Bei den Direkteinleitern sind die tatsächlichen Jahresfrachten angegeben, bei den Indirekteinleitern, soweit verfügbar (ansonsten genehmigte Frachten). Die Daten der Indirekteinleiter beziehen sich auf Frachten, die den Betrieb verlassen. Indirekteinleitungen werden den zugehörigen kommunalen Kläranlagen zugeordnet.

Ergebnis:

Im Teilbearbeitungsgebiet 35 gibt es 12 signifikante industrielle Einleiter, davon 8 Direkteinleiter und 4 Indirekteinleiter (Einleitungen in die öffentlichen Abwasseranlagen). Die Standorte der Betriebe und die Lage der Einleitungsstellen sind der Karte 7.1, die wichtigsten Daten der Tabelle 3.1.2 im Anhang zu entnehmen.

Nahrungsmittelbetriebe (EU-RL 91/271/EEC) mit Einleitung > 4.000 EW gibt es im Teilbearbeitungsgebiet 35 nicht.

Signifikante Wärmeeinträge erfolgen über 2 Kraftwerke (Mannheim, Philippsburg) in den Rhein.

A-Karte 7.1

A-Tabelle 3.1.2

3.1.3 Beschreibung der diffusen Belastungen

Sachverhalt und angewandte Methodik:

Den erzielten Erfolgen bei der Abwasserreinigung bei punktuellen Belastungsquellen steht die zunehmende Bedeutung diffuser Stoffeinträge insbesondere bei den Nährstoffen Stickstoff und Phosphor gegenüber.

Diffuse Stoffeinträge können nicht direkt gemessen werden. Sie wurden deshalb für die relevanten Stoffe Stickstoff und Phosphor mit dem Nährstoffbilanzmodell MONERIS (UBA-Texte 75/99) für die unterschiedlichen diffusen Eintragspfade (Grundwasser, Erosion, Abschwemmung, atmosphärische Deposition auf offene Wasserflächen, landwirtschaftliche Flächen-drainagen) berechnet.

Die Bewertung ihrer Signifikanz erfolgt im Kontext mit den Einträgen aus Punktquellen (Kommunale Kläranlagen, Industrielle Direkteinleiter) und den Einträgen aus Punktquellen summarischer Erfassung (Regenwasserableitung aus Siedlungsflächen, Mischwasserentlastungen, Dezentrale Abwasseranlagen). Die stofflichen Einträge aus Punktquellen summarischer Erfassung wurden ebenfalls in Anlehnung an UBA (Texte 75/99) berechnet.

Die Summe aller Einträge in einen Wasserkörper ist dann signifikant, wenn im jeweiligen Bilanzgebiet im entstehenden Abfluss eine mittlere Konzentration von 6 mg/l bei Stickstoff und 0,2 mg/l bei Phosphor überschritten wird. Bei Überschreitung dieser berechneten und immissionsseitig verifizierten Konzentrationen ist ein Wasserkörper möglicherweise gefähr-

det. Die Überschreitung dieses Kriteriums führt somit nicht direkt zur Einstufung „gefährdet“ (siehe Kapitel 4).

Da im Gewässersystem des betrachteten Wasserkörpers eine Verlustrate von 25 % angenommen wird, erhöht sich die Signifikanzschwelle für die gesamten Einträge um den Faktor 1/0,75 auf 8 mg/l bei Stickstoff und 0,27 mg/l bei Phosphor. Die diffusen Einträge alleine sind signifikant, wenn sie zu mehr als 50 % zur Ausschöpfung der o.g. Signifikanzschwelle beitragen.

Da die Bewertung der Einträge lediglich isoliert für den jeweils betrachteten Wasserkörper erfolgt, werden Abflüsse und deren Stofffrachten aus ggf. Oberstrom vorhandenen Wasserkörpern nicht berücksichtigt. Beispielsweise kann die verdünnende Wirkung des Zustroms von unbelastetem Wasser aus einem Oberstrom liegenden Wasserkörper dazu führen, dass der betrachtete Wasserkörper in einem guten Zustand ist, obwohl er signifikanten Einträgen ausgesetzt ist. In solchen Fällen kommen Emissionsbewertung und Immissionsbewertung zwangsläufig zu unterschiedlichen Ergebnissen. Entscheidend für die Risikobewertung ist die Immissionsbetrachtung.

A-Karte 7.3/7.4

A-Tabellen 3.1.3a-c

Ergebnisse:

Stickstoffeinträge: In 3 der 5 Bilanzgebiete im TBG 35 liegt der Gesamteintrag von Stickstoff über der Signifikanzschwelle. In allen 5 Bilanzgebieten sind die diffusen Einträge signifikant. Haupteintragspfad für Stickstoff ist in 4 Bilanzgebieten im TBG das Grundwasser einschließlich natürlichem Interflow. Ursache dieser diffusen Belastung ist die intensive landwirtschaftliche Flächennutzung, häufig grobkörnige Böden und demzufolge eine hohe Ausschwemmung und Versickerung. Eine zweite bedeutsame Quelle für die Gesamtstickstoffeinträge sind in diesen 4 Bilanzgebieten die größeren kommunalen Kläranlagen.

Im nordwestlich im TBG gelegenen Bilanzgebiet 237990, in dem sich 3 große kommunale Kläranlagen (jeweils > 100000 EW) befinden, stellen die kommunalen Abwässer den Haupteintragspfad dar. An zweiter Stelle steht hier der diffuse Eintrag über das Grundwasser einschließlich Interflow.

Phosphoreinträge: Alle 5 oben genannten Bilanzgebiete im TBG 35 sind hinsichtlich der Gesamteinträge an Phosphor, 3 Bilanzgebiete gleichzeitig hinsichtlich der diffusen Phosphoreinträge signifikant belastet. Die Analyse der einzelnen Eintragspfade der 5 Bilanzgebiete ergibt, dass die Hauptanteile der diffusen Einträge aus der Abschwemmung und der Erosion resultieren. Insbesondere in dem im nördlichen Kraichgau gelegenen Bilanzgebiet Nr. 237910 ist der hohe Anteil der diffusen Einträge aus der Erosion auffallend. Die Erosion stellt in diesem Bilanzgebiet den Haupteintragspfad dar.

Eine bedeutsame Quelle für die Gesamtposphoreinträge sind die kommunalen Kläranlagen. In 4 der 5 Moneris-Bilanzgebieten im TBG 35 stellt der Phosphoreintrag über die kommunalen Kläranlagen den Haupteintragspfad dar.

3.1.4 Entnahme aus Oberflächengewässer

Sachverhalt und angewandte Methodik:

Die übermäßige Entnahme von Wasser zur Brauchwassernutzung oder Energiegewinnung kann eine signifikante Beeinträchtigung der Gewässer darstellen. Im Extremfall kann der daraus resultierende Wassermangel ggfs. in Verbindung mit Sauerstoffdefiziten zu einer Schädigung der Biozönose (z.B. Fischsterben) führen.

Folgende Signifikanzkriterien wurden angewandt:

1. Wasserentnahme durch eine Wasserkraftanlage (WKA) mit Werkskanal: Die Ausleitungsstrecke (ehemaliges Mutterbett) ist signifikant belastet, wenn dort der Mindestabfluss weniger als $1/3$ MNQ ist oder keine Regelung entsprechend Wasserkrafterlass Baden-Württemberg besteht oder der festgelegte Mindestabfluss nicht ausreichend ist. Der signifikante Gewässerabschnitt beginnt beim Regelungsbauwerk (z.B. ein Wehr) und endet beim Zusammenfluss mit dem Werkskanal.
2. Wasserentnahme für Brauchwassernutzung: Der Gewässerabschnitt unterhalb der Entnahmestelle ist signifikant belastet, wenn die Entnahme $> 1/3$ MNQ beträgt und keine sofortige Wiedereinleitung erfolgt oder mehrere Entnahmen kurz nacheinander erfolgen deren Summe der Entnahmen mehr als $1/3$ MNQ beträgt und keine sofortige Wiedereinleitung erfolgt. Der signifikante Abschnitt beginnt bei der Entnahmestelle und endet, wenn durch Zuflüsse (künstliche oder natürliche) wieder mehr als $2/3$ MNQ im Gewässerbett abfließen.

Ergebnis:

Die Gewässer (über 10 km^2 EZG) im Teilbearbeitungsgebiet 35 ohne Rhein haben eine Gesamtlänge von 611 km, davon sind rund 3 km durch Wasserentnahmen von Wasserkraftanlagen signifikant belastet. Durch Brauchwassernutzung sind im TBG 35 keine Gewässer signifikant belastet (Stand 02/04; ca. 90 % der Gewässer bei WKA bearbeitet; bei Brauchwasser rund 100 %).

Im TBG 35 wurden insgesamt 7 Abschnitte mit signifikant reduzierter Wasserführung auf Grund Wasserkraftnutzung festgestellt. (siehe Karte 6.3/2).

A-Tabellen 3.1.4

A-Karte 6.3/2

Detaillierte Daten zu signifikanten Wasserentnahmen im TBG 35 sind tabellarisch und in Karte 6.3 -Teil 2 im Anhang aufgeführt.

3.1.5 Morphologische Beeinträchtigungen

Sachverhalt und angewandte Methodik:

Für die Ermittlung der signifikanten morphologischen Veränderungen werden in BW die Ergebnisse aus der 7-stufigen Strukturkartierung nach dem LAWA-Übersichtsverfahren verwandt (siehe Kapitel 2.1.3.3). Diese liegen für 2.372 km Länge vor (ca. 1.000 km sind ohne Bewertung).

Folgende Gewässerabschnitte bei Fließgewässern gelten als signifikant morphologisch belastet:

- alle Abschnitte mit Gesamtbewertung 6 oder 7,
- Abschnitte mit der Gesamtbewertung 5, wenn einer der Einzelparameter „Uferverbau“, „Hochwasserschutzbauwerke“, „Ausuferungsvermögen“ mit 7, die „Auenutzung“ mit 6 oder 7 bewertet sind.

Die Einleitungen von Misch- und Regenwasser aus befestigten Flächen, insbesondere aus größeren Siedlungsbereichen am Oberlauf kleinerer Gewässer, stellen eine potenzielle hydraulische Belastung dar und können daher auch morphologische Veränderungen z.B. Uferabbrüche oder Sohlerosion bewirken (Einträge aus Punktquellen summarischer Erfassung siehe Kap. 3.1.3).

In „Vergleichsgebieten“ wurde ermittelt, wann am Gebietsausgang die einjährigen Siedlungsabflüsse die einjährigen Hochwasserabflüsse aus dem natürlichen Einzugsgebiet überschreiten und damit mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit zu einer morphologischen Belastung beitragen können.

Ergebnis:

Für rund 525 km (78 %) der insgesamt rund 670 km WRRL-relevanter Gewässer im TBG 35 liegt eine Bewertung der Strukturgüte vor. Hiervon sind im Teilbearbeitungsgebiet 35 ca. 335 km (64 %) als signifikant morphologisch beeinträchtigt. Die Gewässer sind häufig in ein von Dämmen oder Siedlungen begrenztes geradliniges Profil eingebettet, haben eine stark veränderte Uferstruktur und sind hinsichtlich ihrer eigendynamischen Entwicklung eingeschränkt. Rund 190 km (36 %) des bewerteten Gewässernetzes sind nicht signifikant beeinträchtigt. Hierbei handelt es sich überwiegend um Gewässerabschnitte in den Oberläufen teilweise auch in den Mittelläufen (Saalbach, Duttbacher Graben, Kriegbach) einzelner Fließgewässer.

Der Oberrhein selbst ist im Bereich des TBG 35 auf seiner gesamten Länge morphologisch signifikant belastet. Er ist geprägt von der Schifffahrt und dem Hochwasserschutz. Es bestehen hier zwar keine Staustufen, der Rhein ist jedoch begradigt, eingedeicht, mit Buhnen und Längsleitwerken versehen. Er weist größtenteils eine stark befestigte Uferstruktur auf.

Die Strecken mit signifikanten morphologischen Veränderungen sind der Karte 6.2 im Anhang zu entnehmen.

A-Karte 6.2

Die hydraulischen Belastungen aus Siedlungsentwässerung sind in Karte 6.4 dargestellt.

A-Karte 6.4

3.1.6 Abflussregulierung

Sachverhalt und angewandte Methodik:

Die Durchgängigkeit der Fließgewässer ist eine Grundvoraussetzung für ein intaktes Fließgewässerökosystem. Besonders für die Fischfauna ist die Durchwanderbarkeit für die Wiederbesiedlung und Reproduktion wichtig.

Rückgestaute Bereiche, die nach LAWA der Abflussregulierung zuzurechnen sind, können die Lebensbedingungen für Gewässerorganismen erheblich beeinträchtigen.

- 1) Durchgängigkeit: Wasserbauliche Anlagen, an denen kein Fischaufstieg möglich oder nur Fischaufstieg, jedoch keine Durchgängigkeit für das Makrozoobenthos gewährleistet ist, stellen eine signifikante Belastung für das Gewässer dar.
- 2) Rückstau bei Regelungsbauwerken (Wehre), Hochwasserrückhaltebecken (HRB) / Talsperren (TSP) und Sohlenbauwerken incl. Abstürze. Eine signifikante Belastung für die Gewässer stellen dar:
 - Fall 1: Rückstaubereiche einzelner Objekte > 1 km,
 - Fall 2: mehrere Objekte nacheinander deren Rückstaubereiche in der Summe > 1 km sind,
 - Fall 3: HRB und TSP mit Dauerstau.

Der signifikante Gewässerabschnitt beginnt an der Stauwurzel und endet am Bauwerk (bei einer Staukette am letzten Bauwerk). Gestaute Bereiche werden bei der Gefährdungsabschätzung den morphologischen Kriterien zugerechnet (s. Kap. 4, ÖKG I)

A-Tabelle 3.1.6

A-Karte 6.3/1

Ergebnis:

Durchgängigkeit: Im Teilbearbeitungsgebiet 35 sind an den Nebengewässern des Rheins 106 signifikante Querbauwerke erfasst (Stand 2/2004). Es handelt sich um 31 Sohlenbauwerke, 55 Regelungsbauwerke sowie 20 Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren. Für 79 Bauwerke sind die Fallhöhen aufgezeichnet. Danach weisen 32 eine Fallhöhe von weniger als einem Meter, 39 Fallhöhen zwischen 1 - 3 m und 8 Bauwerke einen Höhenunterschied von > 3 m auf. Absturzhöhen größer 1 m sind hauptsächlich im Zusammenhang mit Wasserkraftanlagen entstanden (siehe Karte 6.3/1). Zudem sind 13 Wasserkraftanlagen hin-

sichtlich der Durchgängigkeit als signifikant bewertet. Über 80 % sind als Ausleitungskraftwerke ausgeführt.

Rückstau: Gegenwärtig weisen 21 Gewässerabschnitte im TBG 35 (ohne Rhein) auf einer Länge von rund 45 km einen signifikanten Rückstau auf (Stand 02/2004). Es handelt sich hierbei um 5 Einzelobjekte; der Rest liegt in sogenannten Stauketten.

Detaillierte Daten zur Abflussregulierung im TBG 35 sind tabellarisch und auf Karte 6.3 Teil 1 Abflussregulierung im Anhang aufgeführt.

3.1.7 Andere Belastungen

Sachverhalt und angewandte Methodik:

Bergbau und Altlasten können durch den Eintrag von Stoffen Belastungen für Gewässer darstellen. Durch die Flussschifffahrt werden die Gewässer besonders in ihrer natürlichen Struktur und der biologischen Güte negativ beeinflusst. Die sanierungsbedürftigen Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen für den Wirkungspfad Boden-Oberflächengewässer wurden nach den identischen Kriterien ausgewählt wie beim Grundwasser. Die Vorgehensweise ist im Kapitel 3.2.1 „Punktuelle Belastungen des Grundwassers“ beschrieben.

Ergebnis:

Bergbau: Im Raum Wiesloch wurden Buntmetalle gewonnen. Die Abbaustätten im Teilbearbeitungsgebiet sind außer Betrieb. An Stollenausgängen, im Bereich ehemaliger Aufbereitungs- und Verhüttungsanlagen sowie deren unterstromigen Talfüllungen sind Verdachtsflächen von Buntmetallen mit erhöhten Blei-, Cadmium-, Zink-, Arsen- und teilweise Nickel-Konzentrationen im Boden bekannt. Ein Eintrag dieser Metalle in die Oberflächengewässer erfolgt in erster Linie durch die Abschwemmung von Boden.

Flussschifffahrt: Im TBG 35 gibt es nur am Rhein Großschifffahrt. Der Rhein ist als Schifffahrtsstraße für den Gütertransport von Basel bis Rotterdam von Relevanz, wobei in Deutschland drei Abschnitte mit Nieder-, Mittel- und Oberrhein unterschieden werden. Der Oberrhein zwischen Basel und Bingen weist hierbei eine Gesamtlänge von 357 km auf. Der Schiffsverkehr auf dem Oberrhein kann für das Jahr 2001 bei Iffezheim mit rund 34.000 Einheiten quantifiziert werden. Der Güterverkehr ist hierbei mit rund 2/3 beteiligt. Belastungen der abiotischen und biotischen Verhältnisse ergeben sich aus dem Wellenschlag, dem stofflichen Eintrag der Bootsmotoren mit Kohlenwasserstoffen und dem strukturellen Verlust an Lebensräumen durch die Sicherung der Ufer mit Steinwurf und Mauern (z.B. Hafenanlagen) sowie Baggerungen zur Freihaltung der Fahrrinne.

Altlasten und Schädliche Bodenveränderungen mit Wirkungspfad Boden-Oberflächengewässer: Die sanierungsbedürftigen Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen (SBV) für den Wirkungspfad Boden-Oberflächengewässer wurden nach den identischen Kriterien ausgewählt wie beim Wirkungspfad Grundwasser. Die Vorgehensweise ist im Kapitel 3.2.1 „Punktuellen Belastungen des Grundwassers“ beschrieben. Im Teilbearbeitungsgebiet 35 sind keine Altlasten/SBV mit Wirkungspfad Boden-Oberflächengewässer signifikant.

3.1.8 Analyse der Belastungsschwerpunkte

Für den Überblick über die Belastungsschwerpunkte im TBG 35 werden einerseits die stofflichen Belastungen und andererseits die morphologischen Belastungen dargestellt und erläutert.

Stoffliche Belastungen:

Die in Kap. 3.1.1 bis 3.1.3 erfassten stofflichen Belastungen der Fließgewässer im TBG 35 können den einzelnen Verursachergruppen Siedlungsabwasser (Kläranlagen, Mischwasserentlastungen, Regenwasserableitungen), industrielle Einleiter und diffuse Belastungen - vgl. Kap. 3.1.3 - zugeordnet werden. Viele Nebengewässer des Rheins insbesondere im nördlichen Teil des TBG 35 besitzen bei Niedrig- bis Mittelwasser nur eine relativ geringe natürliche Wasserführung. Diese Nebengewässer haben daher zum Teil einen Abwasseranteil (auf mittleres Niedrigwasser MNQ bezogen) von über 50 % und in Einzelfällen über 80 %.

Die Belastungen der Oberflächengewässer durch Einleitung organischer Schadstofffrachten (CSB/TOC) werden zu 5 % durch industrielle Direkteinleiter und zu 95 % durch kommunale Kläranlagen verursacht.

Die Stickstoffeinträge in die Fließgewässer des TBG 35 stammen zu 36 % aus Punktquellen, wobei der Eintrag über kommunale Kläranlagen 28,5 % der Gesamtstickstoffeinträge in die Gewässer ausmacht. 64 % der Stickstofffrachten entstammen diffusen Quellen. Der Eintrag über das Grundwasser bzw. den Interflow spielt hier die Hauptrolle und trägt mit 56 % zu den Stickstoffeinträgen in die Gewässer bei. Die Phosphoreinträge in die Fließgewässer im TBG 35 sind zu 55 % den Punktquellen und zu 45 % den diffusen Quellen zuzuordnen. 35,2 % der Gesamtphosphoreinträge entstammen den kommunalen Kläranlagen.

Die Ergebnisse der Bilanzierung nach MONERIS (vgl. Kap. 3.1.3) zeigen, dass in allen fünf Bilanzgebieten durch die Kumulation der Beiträge aller Belastungsgruppen die Signifikanzschwelle für Phosphor überschritten wird. In drei MONERIS-Gebieten wird die Signifikanzschwelle für Stickstoff überschritten.

Signifikante Abwärmeeinträge in den Rhein erfolgen durch zwei Kraftwerke in Phillipsburg und Mannheim.

Morphologische Belastungsschwerpunkte:

Die Fließgewässer des TBG 35 sind in hohem Maße hydromorphologisch signifikant belastet (65 % der bewerteten Gewässerabschnitte).

Der Oberrhein selbst ist im Bereich des TBG 35 auf seiner gesamten Länge morphologisch signifikant belastet. Er ist geprägt von der Schifffahrt und dem Hochwasserschutz. Es bestehen hier zwar keine Staustufen, der Rhein ist jedoch begradigt, eingedeicht, mit Bühnen und Längsleitwerken versehen. Er weist größtenteils eine stark befestigte Uferstruktur auf.

Auch ein Teil der Nebengewässer ist im Unterlauf in ein von Dämmen begrenztes geradliniges Profil eingebettet, hinsichtlich der eigendynamischen Entwicklung eingeschränkt und weist eine stark veränderte Uferstruktur auf. Hinzu kommt eine Vielzahl biologisch nicht durchgängiger Querbauwerke sowie rückgestaute Gewässerabschnitte.

Rund 190 km (35 %) des bewerteten Gewässernetzes im TBG sind nicht signifikant beeinträchtigt. Hierbei handelt es sich überwiegend um Gewässerabschnitte in den Oberläufen, teilweise auch in den Mittelläufen (Saalbach, Duttbacher Graben, Kriegbach) einzelner Fließgewässer.

Tab.3.1.8: Signifikante wasserbauliche Anlagen im TBG 35

TBG	Durchgängigkeit				Rückstau
	Wasserkraftanlagen	Regelungsbauwerke	Sohlenbauwerke	HRB/Talsperren	
35	13	55	31	20	21

3.2 Belastungen des Grundwassers (Erstmalige Beschreibung)

3.2.1 Punktuelle Belastungen des Grundwassers

Sachverhalt und angewandte Methodik:

Punktuelle Schadstoffeinträge in das Grundwasser haben häufig ihre Ursache in einem unsachgemäßen Umgang mit wassergefährdenden Stoffen oder in der unsachgemäßen Ablagerung dieser Stoffe. Liegt eine solche Altlast (Altablagerung, Altstandort) oder schädliche Bodenveränderung (= SBV; in Betrieb befindlicher Industrie- und Gewerbestandort, Unfall / Störfall mit gefährlichen Stoffen) vor, werden in vielen Fällen auch tatsächliche Belastungen im Grundwasser festgestellt. Die Auswahl der für den Grundwasserkörper bedeutenden (= signifikanten) punktuellen Schadstoffquellen erfolgte nach folgenden Kategorien:

Flächen, bei denen

- Maßnahmen zur Gefahrenabwehr durchzuführen sind oder durchgeführt werden;
- bereits in der Detailuntersuchung eindeutig erkennbar ist, dass Maßnahmen zur Gefahrenabwehr erforderlich sein werden. Zur Festlegung von Art und Umfang der Maßnahmen sind aber noch weitere Untersuchungen erforderlich;
- eine Sanierungsuntersuchung erforderlich ist;
- eine Gefahrenabwehr erforderlich wäre, derzeit aber aufgrund des Schadensausmaßes aus Gründen der Verhältnismäßigkeit, insbesondere aus wirtschaftlichen oder technischen Gründen nicht möglich ist,

werden als signifikant bewertet.

Kläranlagen ≥ 2000 EW (Ausbau), deren Abwasser in Gebieten ohne ausreichende Vorflut ins Grundwasser versickert, werden ebenfalls als punktuelle Schadstoffquellen berücksichtigt.

Ergebnis:

Im TBG 35 liegen mit Stand Oktober 2003 95 signifikante Altlasten und 38 signifikante schädliche Bodenveränderungen (SBV) vor (siehe Karte 9.3 und Tabellen 3.2.1a-b im Anhang), für die derzeit und künftig erhebliche finanzielle und technische Mittel zur Schadenserkundung, -kontrolle und -beseitigung eingesetzt werden. Eine Übersicht zeigt nachfolgende Tab.3.2.1.

Kläranlagen ≥ 2000 EW (Ausbau) mit versickerndem Abwasser sind nicht vorhanden.

A-Karte 9.3

A-Tabellen 3.2.1a-b

Tab.3.2.1: Altlasten und schädliche Bodenveränderungen im TBG 35 mit Wirkungspfad
Boden-Grundwasser (Stand: 10.10.2003).

Altlasten			Schädliche Bodenveränderungen		
Gesamt	Altstand- orte	Altabla- gerungen	Gesamt	Industrie- und Gwerbe- standorte	Unfälle, Sonstige
95	82	13	38	30	8

Bei den Schadstoffen der ALA/SBV-Standorte dominieren insgesamt chlorierte Kohlenwasserstoffe, Mineralöle und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe.

3.2.2 Diffuse Belastungen

Sachverhalt und angewandte Methodik:

Zu einer Gefährdung des Grundwassers können diffuse Schadstoffquellen, d.h. flächenhafte oder linienförmige Stoffemissionen einen erheblichen Beitrag leisten. Als Schadstoffquellen kommen - meist großflächige - Emissionen aus Industrie, Verkehr, Landwirtschaft etc. in Frage.

Die Auswertung langjähriger Datenreihen weist auf diffuse Belastungen hinsichtlich Nitrat und Pflanzenschutzmitteln im TBG 35 hin. Der Zustand des Grundwassers wird in den Karten 9.4.1 und 9.4.3 dargestellt.

Nitrat: In einem mehrstufigen Verfahren werden Problemgebiete als gefährdete Grundwasserkörper (gGWK) identifiziert. Hierbei werden folgende Kriterien herangezogen: Nitratkonzentration ≥ 50 mg/l NO_3 (nach Simple Update Kriging), steigende Trends bei Konzentrationen zwischen 25 und 50 mg/l sowie als Sanierungs- oder Problemgebiet eingestufte Wasserschutzgebiete. Werden diese Parameter überschritten bzw. erreicht, liegen Flächen vor, in denen der gute Zustand wahrscheinlich nicht erreicht ist (at risk- Typ 1). Unter Berücksichtigung der Standorteigenschaften der Böden wie Grundwasserneubildung und Denitrifikationsvermögen kann ein maximal verträglicher N-Bilanzüberschuss berechnet werden, bei dem die mit dem Ackerflächenanteil pro Gemeinde gewichtete Sickerwasserkonzentration 50 mg/l nicht überschreitet (siehe Karte 9.4.2). Diejenigen Gebiete, in denen der maximal verträgliche N-Bilanzüberschuss auf Ackerflächen weniger als 65 kg N/ha und Jahr beträgt, werden ebenfalls als gefährdet eingestuft und als „at-risk“-Typ 2 bezeichnet.

Pflanzenschutzmittel (PSM): Es werden die im Zeitraum 1996 - 2001 am häufigsten und mit den höchsten Konzentrationen nachgewiesenen 38 PSM (Liste 38a) bewertet. Es zeigt sich, dass Überschreitungen des Summengrenzwertes von 0,5 µg/l nicht vorkommen, ohne dass gleichzeitig ein Einzelgrenzwert von 0,1 µg/l überschritten ist. Deshalb wird im Folgenden nur eine Auswertung auf Einzelgrenzwerte durchgeführt. Die maximalen Konzentrationen eines der Wirkstoffe aus der genannten Liste wurde ebenfalls regionalisiert (nach Simple Update Kriging).

Ergebnis:

Nitrat: Im TBG 35 wurden 4 Flächen als hinsichtlich Nitrat gefährdete Grundwasserkörper (gGWK, Tab.2.2.1.3) ermittelt. Die gGWK liegen entweder vollständig oder teilweise im TBG. Nitrat resultiert überwiegend aus landwirtschaftlicher, wein- und gartenbaulicher Flächennutzung. Einträge aus undichten Abwasseranlagen, Haus- und Kleingärten oder anderen punktuellen Eintragsquellen sind hingegen vernachlässigbar. Im TBG 35 werden etwa 54 % der Flächen landwirtschaftlich genutzt und bedingen ein hohes flächenhaftes Nitrat auswaschungspotential in das Grundwasser. Insbesondere in Bereichen mit Sonderkulturen und intensivem Maisanbau liegen die gemessenen Nitratwerte im oberflächennahen Grundwasser häufig über der vorgesehenen EU-Qualitätsnorm von 50 mg/l. Die Standorteigenschaften mit den maximal verträglichen N-Bilanzüberschüssen sind gemeindeweise in K.9.4.2 dargestellt.

A-Karte 9.4.2

Pflanzenschutzmittel (PSM): PSM stammen vor allem aus der Anwendung in der Landwirtschaft und aus dem Bereich um Bahnstrecken sowie anderen öffentlichen und betrieblichen Verkehrsflächen, Grünflächen im Siedlungsbereich u.w.m..

Eine Auswertung der Einzel- und Summenwerte ergibt, dass folgende Problemstoffe in den Messstellen des TBG 35 nachzuweisen sind:

- Desethylatrazin und Atrazin; seit Jahren mit den größten Nachweishäufigkeiten
- Bentazon, Mecoprop, Hexazinon, Bromacil, Desisopropylatrazin, 2,6-Dichlorbenzamid: Herbizide, bzw. Abbauprodukte von PSM, die sich in höheren Konzentrationen finden.

Von den 38 landesweit bisher am häufigsten nachgewiesenen PSM haben 19 keine Zulassung mehr oder sind mit Anwendungsverbot belegt.

Das Wasserschutzgebiet Nussloch wurde als PSM-Sanierungsgebiet festgesetzt, da in einem Brunnen Konzentrationen des PSM-Wirkstoffes Mecoprop gefunden wurden, die über dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 0,1 µg/l liegen. Es handelt sich hierbei um ein kleinräumiges Gebiet.

Im TBG 35 treten insgesamt keine größeren zusammenhängenden Flächen auf, die zu einer regionalen Belastung des Grundwassers führen. Deshalb wurden keine zusätzlichen, hinsichtlich PSM gefährdeten GWK ausgewiesen.

A-Karte 9.4.3

3.2.3 Grundwasserentnahmen und künstliche Anreicherungen

3.2.3.1 Mengenmäßiger Zustand

Sachverhalt und angewandte Methodik:

Langanhaltende Grundwasserentnahmen, die sich nicht am nutzbaren Grundwasserdargebot orientieren, können negative Auswirkungen auf den mengenmäßigen Zustand eines Grundwasserkörpers haben und über die Senkung der Grundwasserstände weit reichende Folgen unter anderem für die Landnutzung oder den Niedrigwasserabfluss der hydraulisch angeschlossenen Oberflächengewässer herbeiführen. Ein Risiko besteht auch dann, wenn durch Gewässerausbau die Grundwasserstände dauerhaft zu weit abgesenkt werden. Zur Feststellung der Grundwasserstände im Lockergestein wurden 25- bis 30-jährige Messreihen im Hinblick auf signifikante Trends ausgewertet. Es fanden für die Trendbewertung nur Messreihen Verwendung, die nahezu vollständige Datenreihen, d.h. 95 % der maximal möglichen Messwerte aufweisen. Die Ausweisung WRRL-bedeutsamer Flächen erfolgte auf Basis einer Mindestflächengröße von 25 km² und einer mehrheitlichen Anzahl von Pegeln mit fallendem Trend (2/3-Kriterium).

Im Teileinzugsgebiet 35 können 108 Wasserstandsganglinien mit einem Beobachtungszeitraum von 25 bis 30 Jahren analysiert werden. Dies ist eine gute Grundlage für eine flächenhafte Aussage.

Von den 108 Messstellen sind 33 aus dem Bereich Heidelberg, davon 7 mit einer Reihengänge von 25 Jahren, 6 mit 26 Jahren, 2 mit 27 Jahren, 4 mit 28 Jahren, eine mit 29 Jahren und 13 Messstellen mit 30 Jahren.

75 Messstellen stammen aus dem Bereich Karlsruhe, davon 4 mit einer Reihengänge von 27 Jahren, 17 mit 28 Jahren, 19 mit 29 Jahren und 35 Messstellen mit 30 Jahren.

Für das Festgestein wurde eine überschlägige Mengenbilanz durchgeführt, wobei die Grundwasserneubildung aus Niederschlag und die Entnahmen für die öffentliche und private Wasserversorgung im Bezugsraum der (MONERIS-) Bilanzgebiete dargestellt wurde. Soweit vorhanden wurden zudem der langfristige Trend an Quellschüttungsmessstellen bewertet.

Zur Abschätzung einer etwaigen Übernutzung wurden auch die Modellberechnungen, die aus dem Raum Rhein-Neckar vorliegen, berücksichtigt.

Ergebnis:

Lockergesteinsbereich

a) Oberflächennahe Grundwasservorkommen im Lockergesteinsbereich

Der mengenmäßige Zustand des Grundwassers wird in der Karte 9.7 anhand der Ergebnisse der Auswertung von Grundwasserstands-Ganglinien dargestellt.

A-Karte 9.7

Demnach weist die Mehrzahl (93 %) der betrachteten Grundwasserstandsmessstellen im Beobachtungszeitraum einen ausgeglichenen Trend auf.

Im nördlichen und südlichen Bereich des Teilbearbeitungsgebietes befinden sich zusammenhängende Flächen, die durch eine Ansammlung von Grundwassermessstellen mit steigenden Trends gekennzeichnet sind. Die abgegrenzten zusammenhängenden Trendflächen reichen über das TBG 35 hinaus und umfassen Teilflächen der Teilbearbeitungsgebiete 34 bzw. 36 und 49. Insgesamt weisen 13 Messstellen (11 %) einen leicht oder stark steigenden Trend auf.

Zusammenhängende Bereiche mit Messstellen mit fallendem Trend liegen nicht vor.

In der nördlichen Hälfte des TBG 35 befinden sich drei einzelne Messstellen mit leicht fallendem Trend. Sie liegen im weiteren Einflussbereich der Wasserwerke Schwetzingen Hardt und Wiesloch. In diesem Raum existieren nur wenige langjährige Messstellen, die den gesamten Beobachtungszeitraum (1972-2001) repräsentieren, da die Mehrzahl der Messstellen erst Ende der 1970er bzw. Anfang der 1980er Jahre eingerichtet wurde.

Einen zusätzlichen Hinweis über die langfristige Entwicklung der Grundwasserstände im o.g. Bereich gibt die Betrachtung der 50-jährigen Zeitreihen der Messstellen 109/306-0 (s. Abb. 13.2.3.1.a) und 105/306-2, die zentral in der Schwetzingen Hardt im Bereich zwischen den Wasserwerken Sandhausen, Nussloch, Wiesloch und Schwetzingen Hardt liegen. Sie zeigen einen leicht fallenden Trend, wobei deutlich wird, dass nach der Inbetriebnahme des WW Schwetzingen Hardt im Jahr 1972 auch im Nassjahr 1983 kein Wiederanstieg der Grundwasserstände auf das Niveau der 70er Jahre erfolgt ist.

Um festzustellen, ob der fallende Trend im Bereich der Schwetzingen Hardt weiter besteht, wurden für die o.g. langjährigen Messstellen sowie für die in Karte 9.7 dargestellten 3 Messstellen mit leicht fallendem Trend zusätzlich die Trends der letzten 10 Jahre (1993-2002) ermittelt. Dieser ist für die Messstelle 109/306-0 exemplarisch in der Abb. 3.2.3.1.a dargestellt. Es zeigt sich, dass in den letzten 10 Jahren dort der Trend zu sinkenden Wasserständen zum Stillstand gekommen ist. Der allgemein beobachteten Tendenz in dieser Zeitspanne entsprechend ist auch an diesen Messstellen ein steigender Trend zu verzeichnen.

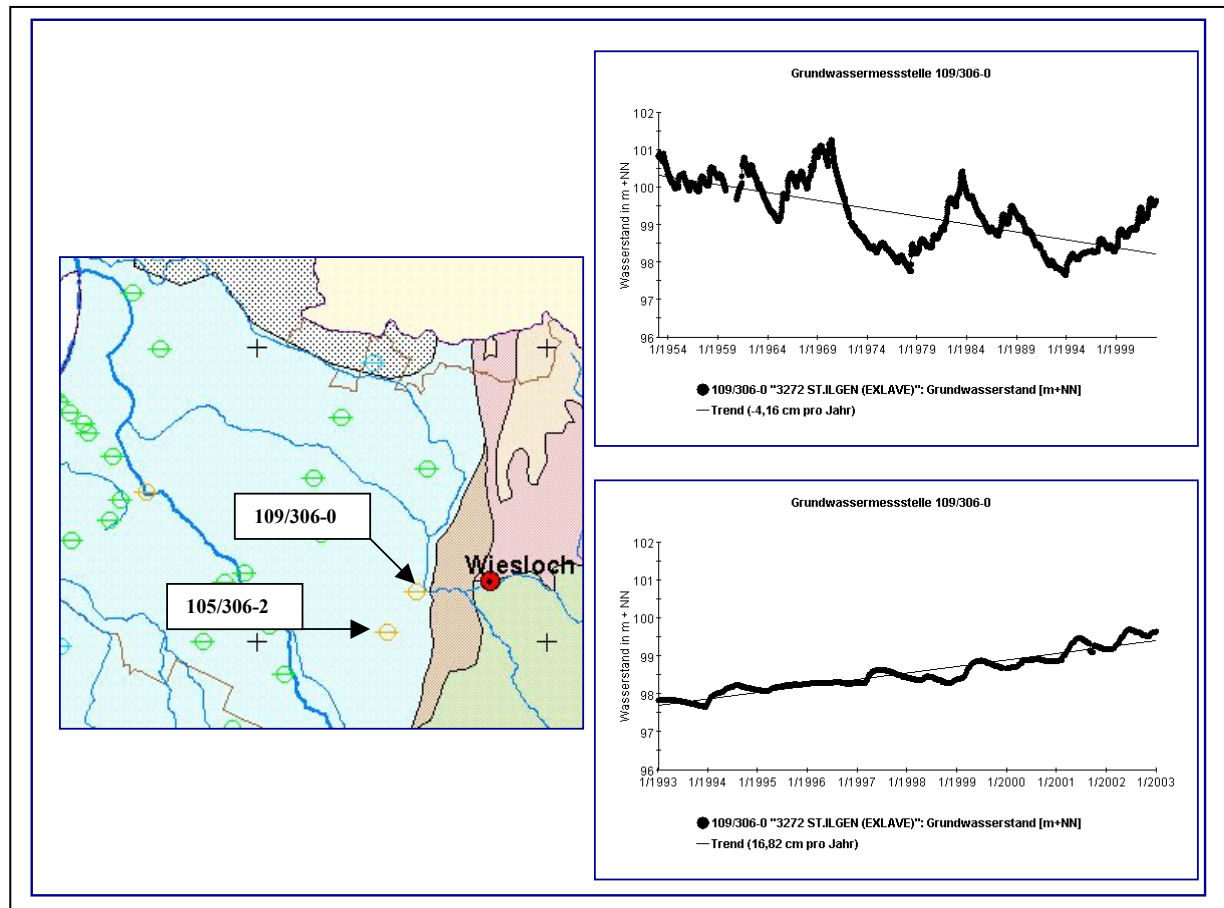


Abb. 3.2.3.1.a: Grundwassermessstelle 109/306-0 mit 50-jährlichem und 10-jährlichem Trend

b) Tiefe Grundwasservorkommen im Lockergesteinsbereich

Das tiefe Grundwasser des Mittleren Grundwasserleiters im nördlichen Oberrheingraben (MGWL) wird über flächenhafte Zusickerung (Leakage) aus hangenden und liegenden Schichten, über Zuflüsse durch hydraulische Fenster und über randliche Zuflüsse von Osten (Odenwald, Kraichgau) gebildet. Der MGWL wird ebenso wie der obere Grundwasserleiter intensiv für die Trink- und Brauchwasserversorgung genutzt. Tiefbrunnen für die öffentliche Wasserversorgung liegen im Landkreis Karlsruhe in Oberhausen-Rheinhausen, Karlsdorf-Neuthard, Langenbrücken (Hohberggruppe) und Ubstadt-Weiher (Kraichbachgruppe), im Rhein-Neckar-Kreis in Schwetzingen, Sandhausen und Nußloch. Private Entnahmebrunnen für die Mineralwasserindustrie sind in Bruchsal und in Wiesental angesiedelt. Private Entnahmebrunnen für andere Produktionszweige befinden sich in Plankstadt, Leimen und Mannheim. Die im Teilbearbeitungsgebiet 35 aus dem tieferen Grundwasserleiter im Lockergesteinsbereich entnommene Wassermenge ist mit ca. 2 Mio. m³/Jahr im Bereich LK Karls-

ruhe und mit insgesamt ca. 14,6 Mio. m³/Jahr im Rhein-Neckar-Kreis und im Stadtkreis Mannheim nicht unbedeutend.

Die hydrogeologischen Verhältnisse im Rhein-Neckar-Raum und insbesondere auch die Grundwasserbilanz im MGWL waren mehrmals Gegenstand umfangreicher Untersuchungen (einschließlich Grundwassermodellierung), die zusammen mit den Bundesländern Hessen und Rheinland-Pfalz durchgeführt wurden (HYDROGEOLOGISCHE KARTIERUNG UND GRUNDWASSERBEWIRTSCHAFTUNG RHEIN-NECKAR-RAUM 1980, 1987, 1999). Anfang der 1980er Jahre wurde das amtliche Messnetz für die Beobachtung des MGWL erweitert.

Seit Mitte der 1960er Jahre ist in Grundwasserstandsganglinien und Grundwassergleichplänen des MGWL eine langfristig großräumige Grundwasserabsenkung mit Zentrum im Raum Ludwigshafen-Mannheim zu erkennen. Diese Absenkung in der Größenordnung von einigen Metern bis maximal etwa 10 m steht im Zusammenhang mit der intensiven Bewirtschaftung des Grundwasservorkommens im MGWL. In der Rheinniederung des Großraums Ludwigshafen-Mannheim haben sich die ursprünglichen Druckverhältnisse seither umgekehrt. Hier infiltriert Grundwasser aus dem Oberen Grundwasserleiter in den MGWL.

In den übrigen Trinkwassergewinnungsgebieten im TBG 35 sind keine derart gravierenden lokalen Absenkungen der Grundwasseroberfläche festzustellen, sondern die Tiefenentnahmen wirken sich großflächig mit geringen Absenkungsbeträgen auf das Obere Grundwasser aus. Im Gewinnungsgebiet Schwetzingen Hardt sind die Differenzbeträge trotz relativ großer Entnahmen aus der Tiefe gering, da die Entnahmen aus mehreren Stockwerken zugleich erfolgen und sich damit die Absenkungen auf die Grundwasseroberfläche im OGWL und die Druckfläche im tieferen Grundwasser gedämpft auswirken. Die Ganglinien der in den Abb. 3.2.3.1b und 3.2.3.1c dargestellten Doppelmessstellen in Oftersheim und Schwetzingen bestätigen, dass eine Auswirkung der Inbetriebnahme der Tiefbrunnen des Wasserwerks Schwetzingen Hardt im Jahr 1989 auf das Verhältnis der Druckspiegel des OGWL und des UGWL nur im unmittelbaren Nahbereich in einer Entfernung von etwa 2 - 3 km von der Entnahme festzustellen ist.

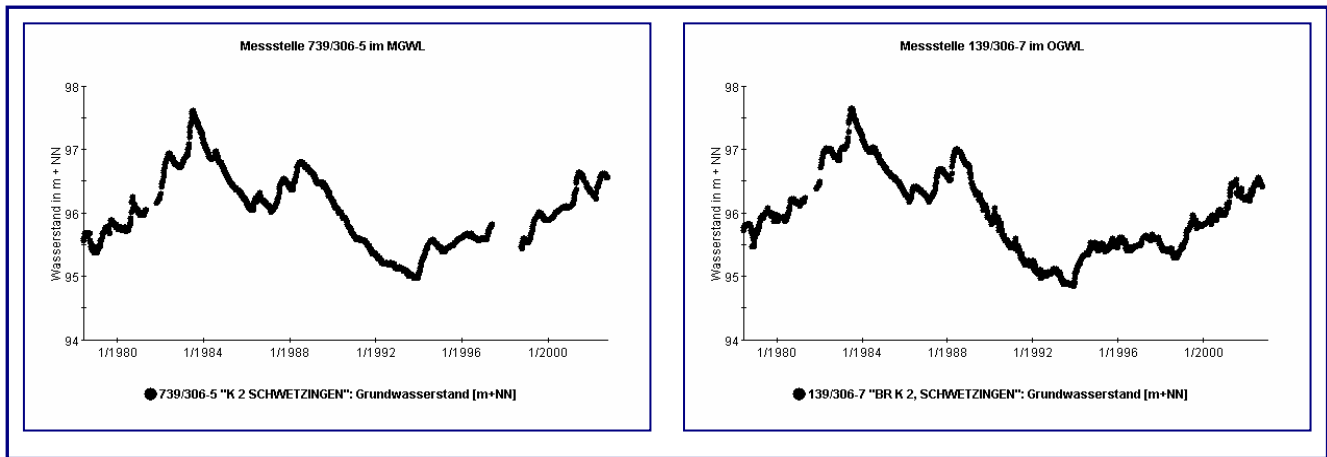


Abb. 3.2.3.1.b: Doppelmessstellen unmittelbar östlich des Wasserwerks Schwetzingen Hardt. Nach Inbetriebnahme der Tiefbrunnen 1989 sinkt der Druckspiegel des MGWL um ca. 1,5 m gegenüber dem OGWL ab.

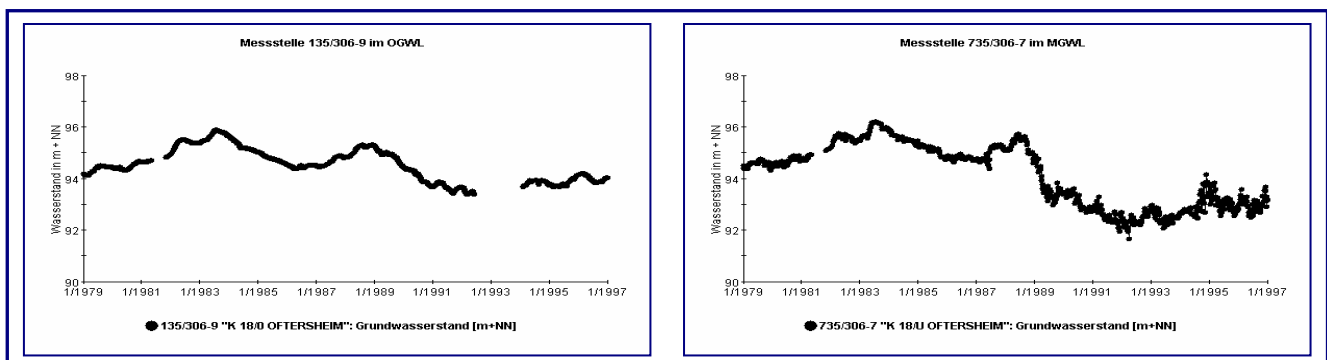


Abb. 3.2.3.1.c: Doppelmessstellen ca. 2 km südöstlich des Wasserwerks Schwetzingen Hardt. Das Verhältnis der Druckspiegel in OGWL und UGWL ändert sich mit Inbetriebnahme der Tiefbrunnen nicht.

Die Grundwasserentnahme im baden-württembergischen Teil des MGWL im gesamten Rhein-Neckar-Raum (Teile der Teilbearbeitungsgebiete 35, 36 und 49) hat sich von rd. 46 Mio. m³/a im Jahr 1970 auf 37 Mio. m³/a im Jahr 1983 verringert und lag 1998 wieder bei rd. 40 Mio. m³/a. Insgesamt ist der Anteil der Förderung für industrielle Zwecke zurückgegangen, der Anteil der öffentlichen Wasserversorgung angestiegen. Aufgrund einer Bedarfsprognose wird die Entnahme aus dem MGWL im Jahr 2010 etwa 35 Mio. m³/a betragen.

Durch den Rückgang der Förderung ist in dem besonders von der Absenkung betroffenen Gebiet Ludwigshafen-Mannheim zwischen 1983 und 1993 ein Anstieg der Grundwasserstände um rd. 1 m zu beobachten. Nach den Ergebnissen der Modellsimulationen auf der Grundlage der o.g. Bedarfsprognose ist für das Absenkungszentrum im Raum Mannheim für 2010 mit einer weiteren Aufspiegelung von rd. 0,2 m zu rechnen. Anzeichen für eine großräumige Überbewirtschaftung gibt es damit nicht mehr. Dies belegt auch eine spezielle Modelluntersuchung zur Nachhaltigkeit der Grundwasserbewirtschaftung in diesem Raum

(BEWERTUNG DER GRUNDWASSERBEWIRTSCHAFTUNG IM HINBLICK AUF IHRE NACHHALTIGKEIT IN MANNHEIM, HEIDELBERG UND IM RHEIN-NECKAR-KREIS, 2003), die zu dem Ergebnis kommt, dass eine ausgeglichene Wasserbilanz und ein ausreichendes Grundwasserdargebot im Rhein-Neckar-Raum aufgrund des Austausches mit Rhein und Neckar immer gewährleistet ist.

Trotz der im TBG 35 vergleichsweise hohen Wasserentnahmemengen aus dem tieferen Grundwasserleiter dürften diese unter dem Gesichtspunkt, dass die dem tieferen Stockwerk entnommene Wassermenge vom oberen Stockwerk her in ausreichender Menge nachsickert, quantitativ dennoch ohne gravierende Bedeutung sein. Eine überschlägige Betrachtung mit 1 l/s pro km² (auf der sicheren Seite liegend), abgeleitet aus der HGK Rhein-Neckar-Raum 1999, ergibt im Oberrheingraben im Mittel eine Zusickerungsmenge in das tiefere Stockwerk von ca. 29 Mio. m³/Jahr.

Unter dem MGWL ist im nördlichen Oberrheingraben noch ein drittes Grundwasserstockwerk in altquartären und pliozänen Sanden und Kiesen entwickelt. Grundwasser aus diesem Stockwerk wird im TBG 35 nicht genutzt. Die Neubildung des Vorkommens dürfte über Leakage aus den hangenden Schichten erfolgen. Anzeichen für eine Überbewirtschaftung des Vorkommens (rückläufige Ergiebigkeiten, langfristig fallende Grundwasserstände) sind bisher nicht bekannt.

Festgesteinsbereich:

a) Oberflächennahe Grundwasservorkommen im Festgestein

Der Festgesteinbereich im TBG 35 umfasst die Gebiete des Kraichgaus. Die folgende Abschätzung bezieht sich nur auf die oberflächennahen Grundwasservorkommen in diesem Bereich.

Grundwasserstandsmessstellen sind in Festgesteinsbereichen selten vorhanden und in der Regel nicht für größere Gebiete repräsentativ. Auch Quellschüttungsmessstellen mit geeigneten Datenreihen liegen nicht in ausreichender Anzahl vor. Darüber hinaus sind Quellen häufig stärker durch das hydrologische Geschehen beeinflusst und geben dann nur begrenzt Hinweise auf anthropogene Veränderungen.

Die erstmalige Beschreibung soll nur eine Grobeinschätzung der mengenmäßigen Verhältnisse liefern. Darum erfolgt zur Beurteilung des mengenmäßigen Zustands für den Festgesteinsbereich eine überschlägige Abschätzung des Verhältnisses zwischen der dem Grundwasserkörper entnommenen Gesamtwassermenge und der Grundwasserneubildung aus Niederschlag ohne Berücksichtigung der restlichen Wasserhaushaltskomponenten. Das ersetzt nicht eine Bewertung der Situation an den einzelnen Standorten im Zuge des Wasserrechtsverfahrens.

Die festzulegende Größe des Schwellenwertes (prozentualer Anteil der Entnahmemenge zur Grundwasserneubildung) für den Übergang zu einem gefährdeten Zustand hängt von der Größe des Bilanzgebietes ab. Infolge der Heterogenität der geohydrologischen Verhältnisse und der Entnahmesituation muss der Schwellenwert umso niedriger gelegt werden, je größer das Bilanzgebiet ist.

Für die in Baden-Württemberg gegebenen Verhältnisse wurden Bilanzgebiete von rd. 300 km² als geeignet angesehen. Dazu wurden die Grundwasserkörper (Hydrogeologische Teilräume) analog dem Vorgehen bei den oberirdischen Gewässern in Teilbearbeitungsgebiete und weiter in sog. MONERIS-Teilgebiete unterteilt. Die MONERIS-Teilgebiete (Karte K 7.3 bzw. K 7.4) werden durch oberirdische Wasserscheiden umgrenzt.

Unter Berücksichtigung der gegebenen geohydrologischen Verhältnisse und der Entnahmesituation wurde für diese Größe der Bilanzgebiete ein Schwellenwert von 20 % als geeignet festgelegt.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass

- die Grobbilanzierung nur die Ausgewogenheit zwischen Entnahme und Grundwasserneubildung aus Niederschlag bewertet
- die Wechselwirkung mit Oberflächengewässern separat untersucht werden muss
- sofern tiefe Grundwasservorkommen genutzt werden, diese separat bewertet werden müssen (siehe ggf. entsprechendes Unterkapitel)
- die Grobbilanzierung nur für Bereiche herangezogen werden sollte, in denen die Auswertung von Grundwasserstands- oder Quellschüttungsganglinien nicht möglich ist.

Das TBG 35 besteht im Festgesteinsbereich aus den MONERIS-Teilgebieten 237610, 237740 und 237910 (Karte 7.3, bzw. K 7.4).

Die Entnahmemengen wurden vom Statistischen Landesamt gemeindebezogen zur Verfügung gestellt (Erhebung 2001). Es wurde die gesamte Entnahme aus dem Grundwasser und Quellwasser, ohne Uferfiltrat und angereichertes Grundwasser erhoben. Nicht enthalten sind Entnahmen für die Landwirtschaft und die industrielle Eigenversorgung. Entsprechend den verfügbaren Daten wurde die Entnahmemenge nicht den Entnahmestellen sondern der gesamten Gemeindefläche zugeordnet. Durch Verschneidung mit den MONERIS-Teilgebieten wurde die maßgebende Entnahmesumme ermittelt (Tab. 3.2.3.1, Spalte 5). Entnahmen aus tiefen Grundwasservorkommen wurden für diese Abschätzung nicht abgezogen (worst case, siehe ggf. Unterabschnitt zu tiefen Vorkommen).

Die Grundwasserneubildung wurde mit dem Verfahren TRAIN (Armbruster, 2002) im 500m x 500m - Raster berechnet und über die Bilanzgebiete aufsummiert. Das TRAIN-Verfahren basiert auf einem Wasserhaushaltsansatz mit Abtrennung der schnellen, lateralen Abflusskomponente (Interflow).

Tabelle 3.2.3.1 enthält in der Spalte 6 das Verhältnis der Entnahmemengen zu der Grundwasserneubildung nach TRAIN in Prozent. Es zeigt sich, dass in keinem Teilgebiet der Schwellenwert von 20 % überschritten wird. Das oberflächennahe Grundwasser im Festgesteinsbereich des WRRL-Teilbearbeitungsgebietes 35 ist darum mengenmäßig nicht gefährdet.

Tabelle 3.2.3.1: Wassermengen-Grobbilanz pro Teilgebiet (Moneris)

WRRL-TBG	Moneris-Nr	Gebietsname	Fläche[km ²]	Entnahme, ges. [Tsd m ³ /a]	% der Neubildung
35	237610	Pfinz bis inkl. Grenzgraben	233.1	4690	9.8
35	237740	Weingartener Bach bis inkl. Grombach und Saalbach bis inkl. Rohrbach (Kraichgau)	257.2	5143	10.9
35	237910	Kraichbach bis inkl. Katzbach und Leimbach-Waldangelbach (Kraichgau)	343.5	3189	5.3

b) Tiefe Grundwasservorkommen im Festgesteinsbereich (Oberer Muschelkalk unter Keuper)

In Gebieten, in denen der Obere Muschelkalk durch Keuper überdeckt wird, aber noch gering mineralisiertes, für die Trinkwassergewinnung nutzbares Grundwasser führt, erfolgt die Grundwasserneubildung durch Zutritt von meist schwebendem Grundwasser aus dem Keuper (bei Überdeckung durch Unter- und Mittelkeuper $G = 2 - 3 \text{ l/(s km}^2\text{)}$, bei zusätzlich mächtiger Überdeckung durch Oberkeuper $G < 1 \text{ l/(s km}^2\text{)}$). Die Neubildung geschieht besonders in den Randzonen der Keuper-Verbreitung, wo das Grundwasser aus dem Keuper austritt und danach zum großen Teil in den Oberen Muschelkalk versinkt.

Die Nutzung des Oberen Muschelkalks unter Keuper beschränkt sich auf die Gebiete, die randlich zum Ausstrich liegen und nur geringmächtig überdeckt sind, da bei mächtigerer Keuperauflage die Verkarstung und damit die Durchlässigkeit im Oberen Muschelkalk abnimmt und höher mineralisiertes Wasser auftritt. Gelegentlich erschließen die Fassungen neben dem Oberen Muschelkalk auch noch andere Grundwasserstockwerke, was eine eindeutige Zuordnung der Entnahmeraten zu Grundwasserleitern problematisch macht.

Die Entnahmen dienen ganz überwiegend der lokalen Wasserversorgung. Anzeichen für eine regionale Überbewirtschaftung sind bisher nicht bekannt, aufgrund der nicht sehr ausgedehnten Einzugsgebiete auch nicht zu erwarten.

An zwei Punkten im Kraichgau – östlich von Bruchsal und bei Bretten – liegen ergänzend Grundwasserstandsmessungen aus dem Betrieb von Wasserwerken vor. Die Ergebnisse sind in Abb. 3.2.3.1.d dargestellt.

Ähnlich wie im Bereich der Rheinebene verläuft die Trendgerade im Bereich der längeren Messreihen weitgehend horizontal. Betrachtet man jedoch nur die letzten 10 Jahre, so zeigt sich auch hier, wie in der Rheinebene, ein steigender Trend.

Eine zusätzliche Möglichkeit der Beurteilung des quantitativen Zustandes des Grundwassers besteht in der Betrachtung von Quellschüttungen.

In dem Untersuchungsgebiet sind langfristige Schüttungsmessungen an zwei Quellen bekannt. Bei einer der Quellen wurden die Messungen vor einigen Jahren abgebrochen. Das Ergebnis der Messungen ist Abb. 3.2.3.1.e zu sehen.

Dieses Verhalten ist vergleichbar der Entwicklung der Grundwasserstände in der Rheinebene sowie im Brunnen von Heidelberg. Beide Ganglinien lassen zwischen 1972 und 1983 einen steigenden Trend erkennen. Die Schüttungen nehmen danach bis zum Jahr 1991 stetig ab und steigen dann wieder an.

Literaturnachweis

Armbruster, V. (2002): Grundwasserneubildung in Baden-Württemberg. Dissertation. Freiburger Schriften zur Hydrologie 17. Institut für Hydrologie, Universität Freiburg

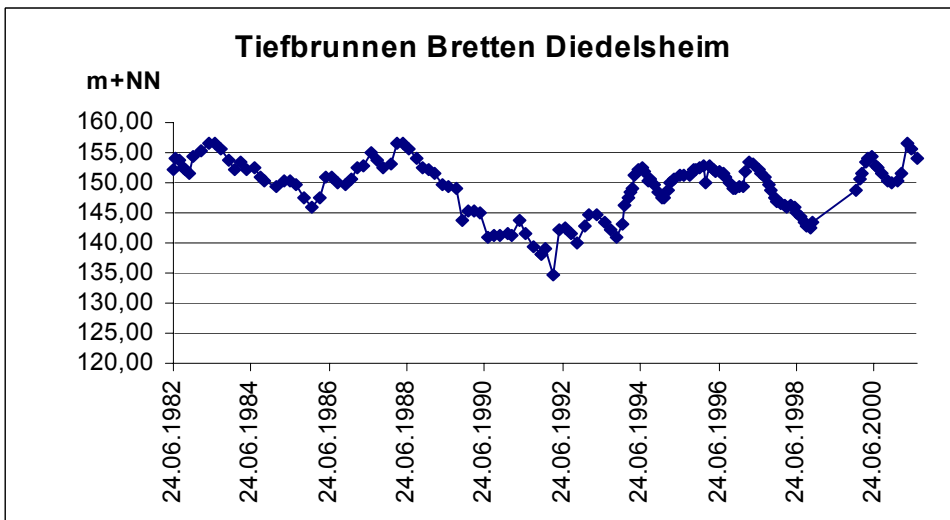
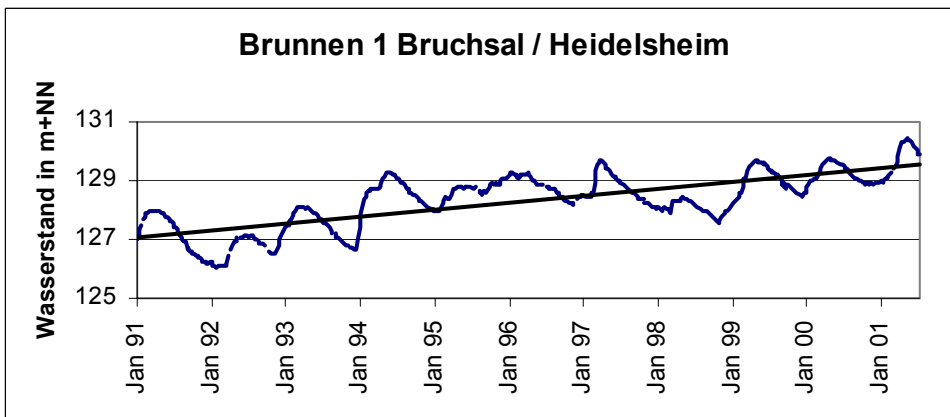
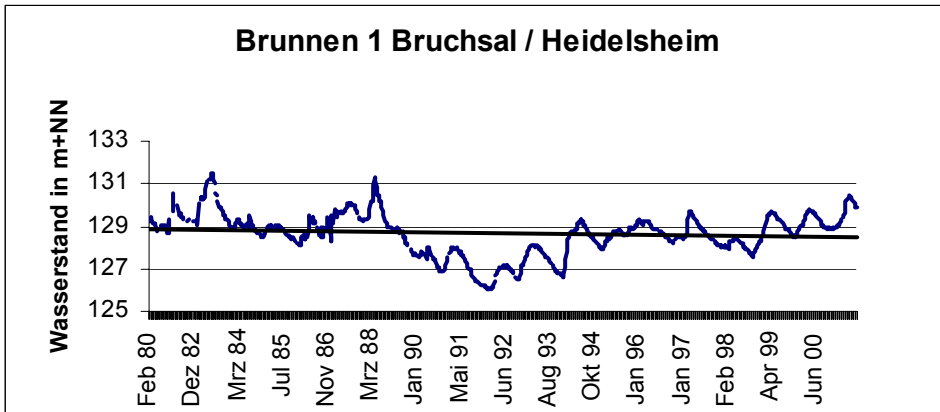


Abb. 3.2.3.1.d Grundwasserstandsmessungen zweier Wasserversorgungsbrunnen

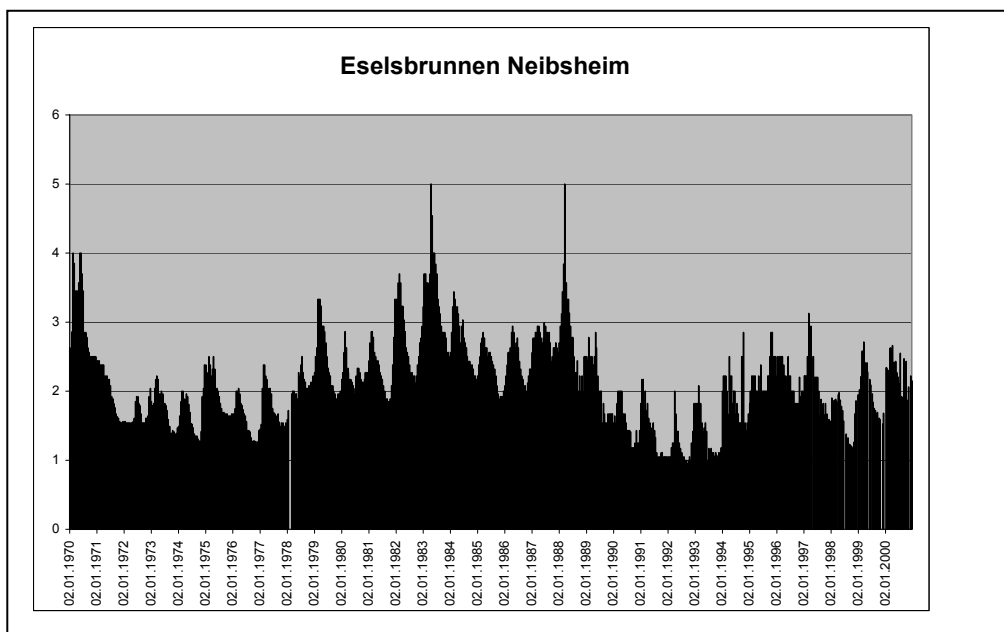
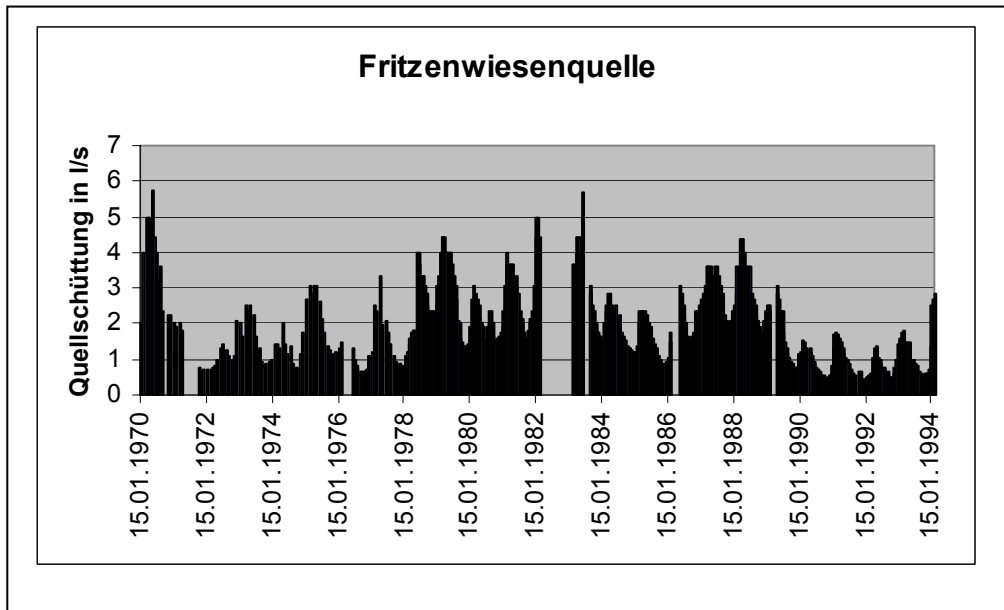


Abb. 3.2.3.1.e Schüttungsmessungen an zwei Quellen

Zusammenfassung:

Im TBG 35 befinden sich im Lockergestein zwar einzelne Messstellen mit fallenden Trends, aber keine größere zusammenhängende Trendfläche, welche ein statistisch abgesichertes Absinken des Grundwasserstandes dokumentieren würde. Trotz insgesamt großer Wasserentnahmen im Großraum Mannheim/Heidelberg, in Höhe von insgesamt 85 Mio. m³ pro Jahr wird die Ergiebigkeit der Grundwasserleiter – unter anderem bedingt durch Infiltration von Oberflächenwasser, v.a. von Rhein und Neckar - nicht überbeansprucht, aber der mittlere Grundwasserleiter (MGWL) wird entspannt (siehe Nachhaltigkeitsstudie für das Rhein-Neckar-Gebiet; RP Karlsruhe, 2003).

Hydrologisch bedingt weisen im TBG 35 einige Messstellen (stark) steigende Trends auf.

Im Festgestein gibt es bei einem Entnahme-Anteil von 5,3 – 10,9 % der Neubildung ebenfalls keine Hinweise auf eine Übernutzung der GW-Vorkommen.

Somit liegen gegenwärtig keine Anhaltspunkte für eine Übernutzung der GW-Vorkommen im TBG 35 vor.

In Baden-Württemberg wird zur Vermeidung einer Übernutzung im Rahmen der durchzuführenden Wasserrechtsverfahren bei jeder Entnahme vorab eine Bilanzbetrachtung durchgeführt.

Künstliche Grundwasseranreicherungen finden nicht statt.

3.2.3.2 Grundwasserabhängige Ökosysteme

Sachverhalt und angewandte Methodik:

Die grundwasserabhängigen Oberflächengewässer- und Landökosysteme wurden in den ersten Schritten wie folgt eingegrenzt:

- Abschnitt 1: Wasserabhängige NATURA-2000- und EG-Vogelschutzgebiete mittels Definition der grundwasserabhängigen Lebensraumtypen bzw. wassergebundenen (Vogel-) Arten und der darauf folgenden Auswahl der grundwasserabhängigen FFH-Gebiete
- Abschnitt 2: Gesamtheit der Gebiete nach § 24a BNatSchG und Waldbiotopkartierung mittels Definition der Biotoptypen nach § 30 BNatSchG/Biotoptypen BW und der darauf folgenden Auswahl grundwasserabhängiger § 24a-Biotope und Waldbiotope.

Die Vorgehensweise und die Ergebnisse mit Datenstand März 2002 / Januar 2003 sind detailliert im Bericht der LfU „Verzeichnis der Schutzgebiete, Teil: Auswahl der wasserabhängigen FFH- und EG-Vogelschutzgebiete zur Umsetzung der EG-WRRL in Baden-Württemberg“ mit Stand Februar 2003 dokumentiert.

Die weiterführende Methodik ist noch nicht abschließend bearbeitet.

Erläuterungen zu Abschnitt 1: Auswahl der wasserabhängigen Gebiete

Der nach WRRL geforderte aquatische Bezug macht eine Auswahl der „wasserabhängigen“ NATURA 2000-Gebiete erforderlich.

Die verwendete Methodik ist in Abb.3.2.3.2a dargestellt. Die Zusammenstellungen der relevanten Lebensraumtypen und wassergebundenen (Vogel-)Arten sind bei der LfU gelistet.

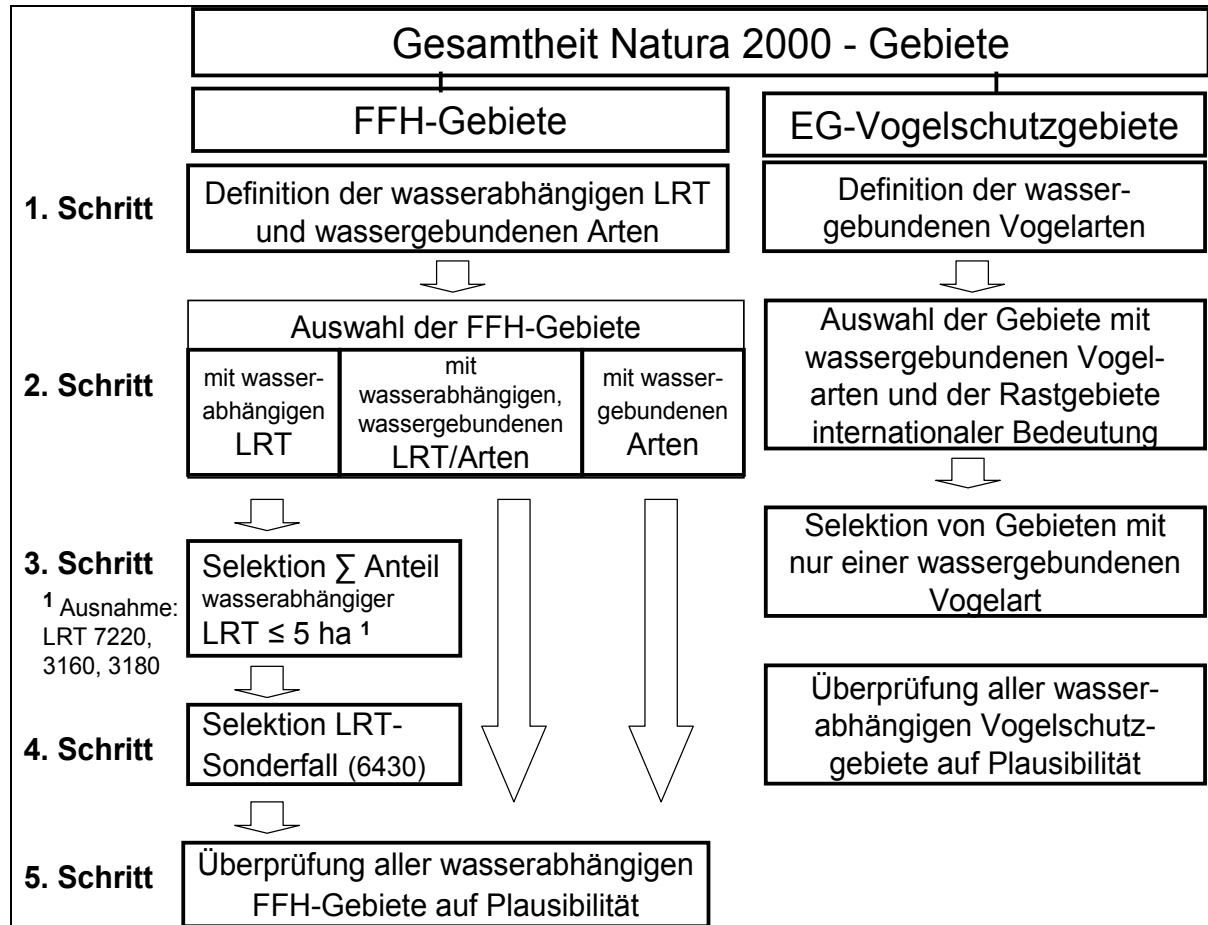


Abb.3.2.3.2a: Abschnitt 1 - Ermittlung der wasserabhängigen FFH- und EG-Vogelschutzgebiete.

In Abstimmung mit dem Naturschutz wurden die vorausgewählten Listen der grundwasserabhängigen FFH- und 24a-Gebiete hinsichtlich einer Schädigung durch Schadstoffe im Grundwasser oder anthropogen bedingte Grundwasserspiegeländerungen plausibilisiert. Dabei wurden nur diejenigen Fälle als signifikant gefährdet erfasst, bei denen die Schädigung der grundwasserabhängigen Landökosysteme nach Inkrafttreten der WRRL am 22.12.2000 durch menschliche Tätigkeit eingetreten ist. Schädigungen, die schon vorher eingesetzt haben, sind nur dann für die Einstufung relevant, wenn sie sich nach dem 22.12.2000 noch deutlich weiter entwickeln. Die zu erwartende Schädigung des Ökosystems muss erhebliche Flächenanteile des Gebiets umfassen.

Von den 363 FFH-Gebieten in Baden-Württemberg (Meldung 2001) wurden nach der Plausibilitätsprüfung 234 Fälle als Gebiete mit wasserabhängigen Lebensraumtypen und / oder wassergebundenen Arten eingestuft. Ähnlich verbleiben nach der Plausibilitätsprüfung 35 der 73 EG-Vogelschutzgebiete mit wassergebundenen Arten.

Erläuterungen zu Abschnitt 2: Auswahl der grundwasserabhängigen Oberflächengewässer- und Landökosysteme

In der nächsten Stufe wurden die grundwasserabhängigen Oberflächengewässer- und Landökosysteme nach dem Schema in Abb.3.2.3.2b ermittelt.

Die grundwasserabhängigen Lebensraumtypen, bzw. grundwasserabhängigen Biotoptypen wurden dem §30 BNatSchG zugeordnet.

Die grundwasserbeeinflussten Böden (vorherrschend, teilweise, Flächen großräumiger Absenkungen) wurden nach der BÜK 200 ermittelt.

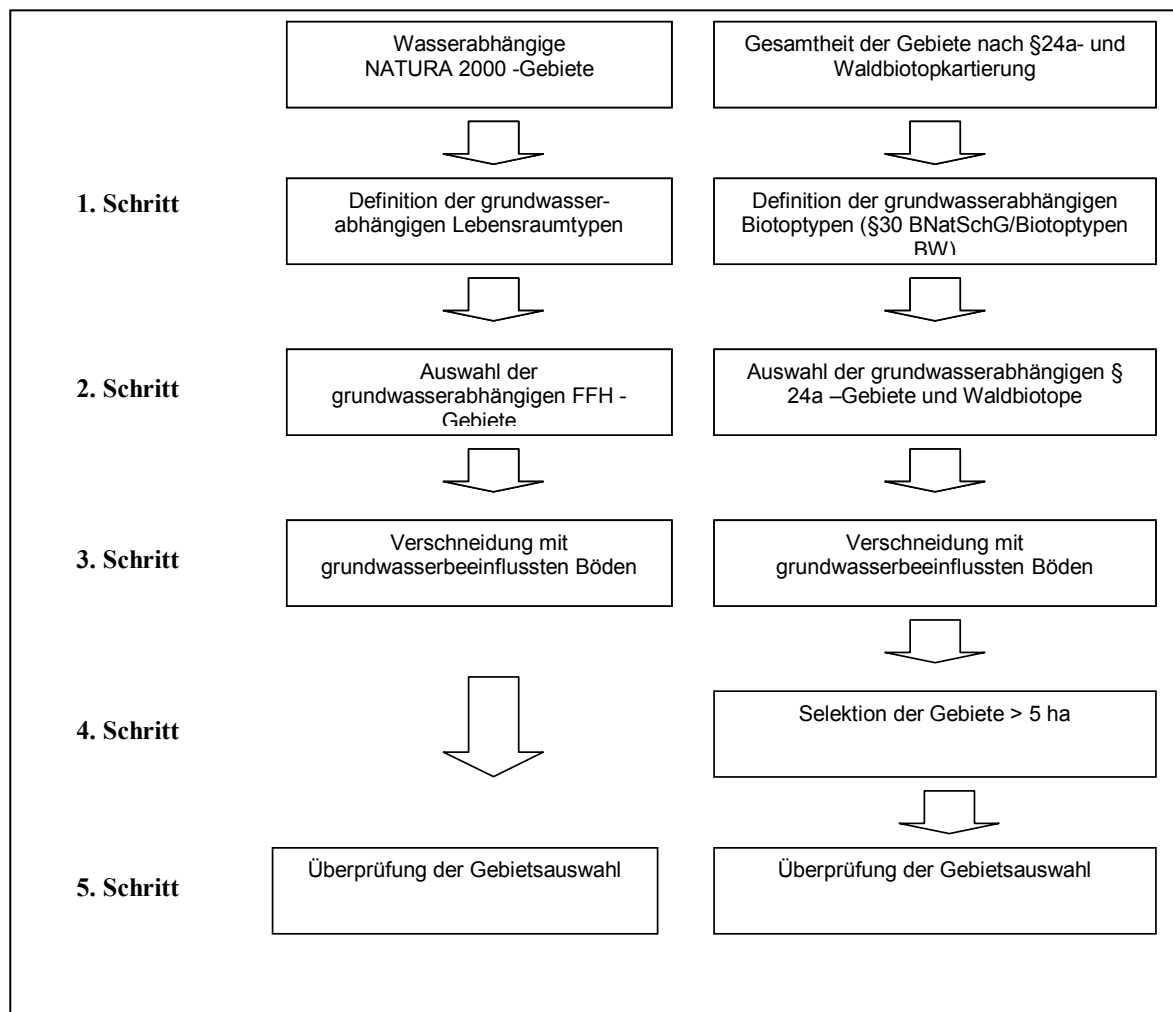


Abb.3.2.3.2b: Abschnitt 2 - Ermittlung der grundwasserabhängigen Oberflächengewässer- und Landökosysteme.

Ergebnis grundwasserabhängige Ökosysteme:

Es sind nach dem derzeitigen Stand im TBG 35 keine FFH-Gebiete und keine §24a-Biotopqualitätskriterien qualitativ oder quantitativ als gefährdet zu bewerten. Es ist zu beachten, dass diese Auswahl vorläufig ist, da sie auf der Meldung aus dem Jahr 2001 beruht und die aktuell laufende Nachmeldung nicht enthalten ist.

3.2.4 Andere Belastungen - Druckumkehr im Rhein-Neckar-Raum

Sachverhalt und angewandte Methodik:

Im Rhein-Neckar-Raum ist das Grundwasser-Vorkommen im oberen Grundwasserleiter (OGWL) aufgrund der intensiven Nutzungen (Siedlung, Gewerbe und Industrie, Landwirtschaft) teilweise durch Schadstoffeinträge erheblich belastet. Daher wird seit rund 20 Jahren verstärkt Wasser aus dem mittleren, noch weitgehend unbelasteten Grundwasserleiter (MGWL) entnommen, wodurch sich die Potentialdifferenz (Differenz der Druckspiegel) zwischen dem OGWL und dem MGWL in Rheinnähe großflächig umgekehrt hat.

Ergebnis:

Während im natürlichen Zustand Grundwasser aus dem MGWL in den OGWL aufgestiegen ist und somit die Gefahr des Absinkens von Belastungen aus dem OGWL in den MGWL als gering einzustufen war, hat sich infolge der Umkehr des Druckverhältnisses das Risiko der Verschleppung von Schadstoffen (Nitrat, PSM, u.a.) aus dem oberen in den mittleren Grundwasserleiter nunmehr erheblich vergrößert, was erste lokale Qualitätsänderungen anzeigen.

3.2.5 Analyse der Belastungsschwerpunkte - Ergebnisse der Erstmaligen Beschreibung

Für den mengenmäßigen Zustand des Grundwassers ergeben sich aufgrund der Trendbewertung der Ganglinien der Messstellen sowie der Bilanzbetrachtung der GW-Entnahmen sowie -Neubildung für das Locker- und Festgestein keine Übernutzungen der Vorräte und somit keine gefährdeten Grundwasserkörper.

Punktförmige Belastungen in Form von Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen finden sich verstärkt in den Bereichen Mannheim, Walldorf, Wiesloch und Bruchsal. Auf Grund der industriell bzw. gewerblich vorgeprägten Struktur ragen zwar diese Gebiete mit

Fallzahlen heraus, jedoch ergeben sich insgesamt keine größeren zusammenhängenden Flächen. Die Fälle werden gegenwärtig nach den Vorgaben des BBodSchG bearbeitet. Das Ziel der WRRL, den guten chemischen Zustand des Grundwassers zu erhalten, bzw. wiederherzustellen, wird damit in aller Regel erreicht. Wegen der zielgerichteten Strategie zur Verminderung weiterer Schadstoffeinträge in das Grundwasser und derzeit europaweit fehlender Beurteilungswerte werden trotz zahlreicher z.T. massiver Punktquellen derzeit im TBG 35 keine gefährdeten Grundwasserkörper ausgewiesen.

Unter den diffusen Belastungen tritt v.a. das Nitrat aus der Düngung von landwirtschaftlich Flächen in Erscheinung. Die Analysen ergeben Belastungsschwerpunkte im Kraichgau sowie im Raum Mannheim-Heidelberg-Bruchsal. Innerhalb dieser größeren Gebiete lassen sich 4 gefährdete Grundwasserkörper differenzieren.

Erhöhte Konzentrationen an Pflanzenschutzmittel werden zwar vereinzelt im Bearbeitungsgebiet punktförmig festgestellt, rechtfertigen jedoch aufgrund der geringen flächenhaften Ausdehnung keine Ausweisung eigenständiger Grundwasserkörper.

Gesamtschau

Die Analyse der Belastungsschwerpunkte im TBG 35 ergab signifikante diffuse Belastungen des Grundwassers mit Nitrat.

A-Karte 9.8

4 Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten und Entwicklungstrends

4.1 Oberflächenwasserkörper

Sachverhalt und angewandte Methodik:

Die Mitgliedstaaten haben die sog. signifikanten Belastungen (s. Kap. 3), denen die Oberflächenwasserkörper unterliegen, zu ermitteln und danach die Auswirkungen dieser Belastungen auf den Zustand der Oberflächenwasserkörper abzuschätzen. Abgeschätzt werden soll, ob das Erreichen des geforderten „guten Zustandes“ gefährdet oder nicht gefährdet ist. Eine einheitliche Vorgehensweise gemeinschaftsweit ist dabei derzeit nicht möglich und wird von der EU auch nicht gefordert, da die für die Zustandsbeurteilung erforderlichen gewässertypenspezifischen und leitbildbezogenen Mess- und Bewertungsmethoden überall erst entwickelt werden müssen. Die entsprechenden Methoden sind bis 2006 für das dann beginnende Monitoring bereitzustellen.

Für die erstmalige Zustandseinschätzung sollen die Mitgliedstaaten deshalb hilfsweise die vorhandenen und gesammelten Informationen über die Belastungen sowie die Daten der Umweltüberwachung verwenden. Damit fehlt es der Beurteilung an Exaktheit und direkter Vergleichbarkeit innerhalb der EU und es kann letztendlich lediglich aufgezeigt werden, ob und mit welcher Wahrscheinlichkeit ein wasserwirtschaftlicher Handlungsbedarf im betrachteten Raum besteht. Die von der LAWA für die Gefährdungsabschätzung für die Bundesrepublik festgelegte Vorgehensweise trägt dieser Unschärfe Rechnung, in dem sie auf Grundlage des derzeitigen Kenntnisstandes für die Beurteilung drei Gefährdungsstufen vorgibt:

- gefährdet → Handlungsbedarf
- möglicherweise gefährdet → Untersuchungsbedarf
- nicht gefährdet → kein Handlungsbedarf

Bei der Bewertung „möglicherweise gefährdet“ reicht der heutige Kenntnisstand fachlich oder auf Grund mangelnder Datenlage für eine abschließende Beurteilung nicht aus. Bei dieser Einstufung ist ein Untersuchungsbedarf gegeben, bzw. wird ein Monitoring erforderlich.

Die beiden anderen Stufen können auf Grund der eindeutigen Kenntnislage mit hoher Wahrscheinlichkeit beurteilt werden.

Anzumerken ist, dass

- aus der Gesamtbewertung weder die Breite noch die Tiefe des Handlungsbedarfes ersichtlich ist, da für die Bewertung - entsprechend den WRRL-Vorgaben - bereits eine Einzelkomponente ausschlaggebend ist. (Worst-case-Bewertung, d.h. schlechteste Einzelbewertung bestimmt die Gesamtbewertung). Die Intensität des erforderlichen Handlungsbedarfes kann deshalb nur aus der Gesamtanalyse aller Bewertungsdaten, also aus einer themenspezifischen Bewertung, erkannt und abgeleitet werden.
- die Gefährdungsabschätzung auf Wasserkörper bezogen ist, d.h. für einen einheitlichen und bedeutenden Abschnitt eines Fließgewässers vorzunehmen ist.

Bei der zusammenfassenden Beurteilung der Zielerreichung der Wasserkörper im internationalen Bearbeitungsgebiet Oberrhein haben sich die beteiligten Länder / Staaten im Laufe der Bestandserfassung entschieden, an Stelle des Begriffs „Gefährdungseinschätzung“ die Formulierung „Einschätzung der Zielerreichung“ zu verwenden.

Diese Auswertung in Form der dreistufigen Ersteinschätzung differenziert demnach zwischen den Kategorien

- **Zielerreichung wahrscheinlich**
- **Zielerreichung unklar**
- **Zielerreichung unwahrscheinlich.**

Der Kategorie „Zielerreichung unklar“ werden diejenigen Gewässer zugeordnet, bei denen die qualitätseinschränkende Kriterien nicht so deutlich ausfallen bzw. die aufgrund mangelnder Daten oder Kenntnisse noch nicht eindeutig beurteilt werden können.

Im vorliegenden TBG-Bericht wurden in den entsprechenden Textpassagen, Tabellen sowie Karten die in der LAWA-Handlungsanleitung aufgeführten Begrifflichkeiten wie „Gefährdungsabschätzung“ oder „gefährdete Wasserkörper“ jedoch aus redaktionstechnischen Gründen beibehalten.

Mit der Fortschreibung der Sachverhalte der Bestandsaufnahme erfolgt eine Anpassung der Nomenklatur.

4.1.1 Gesamtbeurteilung der Auswirkungen anthropogener Auswirkungen (Risikoabschätzung nach Artikel 4 WRRL)

4.1.1.1 Seen

Sachverhalt und angewandte Methodik:

Ziel der Bestandsaufnahme ist eine erste Einschätzung, in wieweit Seen gefährdet sind, den jeweiligen Zielzustand gemäß Artikel 4 der WRRL nicht zu erreichen. Diese ist anhand vorhandener Daten zum ökologischen Zustand, zum chemischen Zustand und unter Berücksichtigung der bekannten Belastungsquellen durchzuführen.

Für den ökologischen Zustand von Seen sind die biologischen Qualitätsmerkmale wie z.B. Phytoplankton, Makrophyten, Makrozoobenthos und Fische von entscheidender Bedeutung. Hierfür gibt es aber zum momentanen Zeitpunkt noch kein bundes- und europaweit abgestimmtes Bewertungssystem. Deshalb kommt für eine vorläufige Erstbewertung des ökologischen Zustandes von Seen hilfsweise der von der LAWA erarbeitete Vorschlag zur Risikoabschätzung zur Anwendung. Wichtige Lebensräume eines Sees sind das Freiwasser und die Ufer- und Flachwasserzone, die sich wechselseitig beeinflussen. In die Bewertung von Seen gehen daher sowohl die Trophie der Freiwasserzone, als auch der Zustand des Ufers ein.

Bewertung nach LAWA und ergänzten landeseigenen Verfahren

Die Trophiebewertung der natürlichen Seen wird nach LAWA: „Gewässerbewertung - stehende Gewässer: Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien (1998)“, vorgenommen. Die Baggerseen werden nach dem LfU-Bewertungssystem für Baggerseen bewertet. Die Bewertung der Baggerseen erfolgt in drei Klassen anhand des Trophiepotenzials (Gesamt-Phosphor im Frühjahr), der biologischen Produktivität (Chlorophyll-a im Sommer) und der Sauerstoffverhältnisse (Sauerstoffdefizit im Sommer) und basiert auf dem o.g., von der LAWA entwickelten Verfahren zur trophischen Bewertung von natürlichen Seen. Aus diesen Kenngrößen wurde für die Bewertung der oberrheinischen Baggerseen ein dreistufiges Bewertungssystem (Ersteinschätzung) abgeleitet, welches außerdem die Mächtigkeit der sauerstoffarmen Wasserschicht berücksichtigt:

Kriterien für die Zustandsbewertung von Baggerseen in Baden-Württemberg sind in Tab. 4.1.1.1.a aufgeführt.

Tab. 4.1.1.1.a: Kriterien für die Zustandsbewertung von Baggerseen in Baden-Württemberg

Eutrophierungspotenzial		Biologische Produktion		Sauerstoffverhältnisse	
Frühjahr / Zirkulationsphase		Sommer / Stagnationsphase		Sommer / Stagnationsphase	
Nährstoffkonzentration gemessen als Gesamtposphor		Algen-Biomasse gemessen als Chlorophyll a		Mächtigkeit der sauerstoffarmen Wasserschicht (< 2 mg / l) über dem Seeboden im Verhältnis zur Gesamttiefe	
0 – 15 µg/l	oligotroph	0 – 4 µg/l	oligotroph	0 – 10 %	oligotroph
15 – 45 µg/l	mesotroph	4 – 12 µg/l	mesotroph	10 – 30 %	mesotroph
> 45 µg/l	eutroph	> 12 µg/l	eutroph	> 30 %	eutroph

Der Referenzzustand eines Sees wird anhand der potenziell natürlichen Trophie festgelegt. Mit Hilfe von hydromorphologischen und topographischen Kenngrößen wird für den jeweiligen See eine potenziell natürliche Phosphorkonzentration und Sichttiefe ermittelt. Die Berechnung erfolgt sowohl auf Grund der Seebeckenmorphometrie, als auch auf Grund des potenziell natürlichen Nährstoffeintrags. Es wird jedem See eine Trophiestufe zugeordnet, die er im Referenzzustand bestenfalls erreicht. Dieser Bewertungsansatz unterscheidet jedoch lediglich zwischen geschichteten und ungeschichteten Seen. Eine weitere Differenzierung entsprechend der derzeitigen Seentypisierung ist nicht gegeben. Aus diesem Grund weicht der Referenzzustand für sehr flache Seen und für Baggerseen z.T. von dem LAWA-Ansatz ab.

Bei Baggerseen wird der Referenzzustand aufgrund der besonderen limnologischen Entwicklung und der Lageabhängigkeit auf mesotroph festgelegt. Bei ungeschichteten Baggerseen und Baggerseen mit (Alt)Rheinbindung wird die Referenztrophie auf eutroph gesetzt. Der aktuelle Trophie-Zustand der natürlichen Seen wird mit Hilfe der Kenngrößen Gesamt-Phosphor, Chlorophyll-a-Gehalt und Sichttiefe berechnet. Zur Beurteilung des aktuellen Trophie-Zustands von Baggerseen wird zusätzlich die o.g. Mächtigkeit der sauerstoffarmen Wasserschicht berücksichtigt. Bei Baggerseen, die sich noch in der Auskiesungsphase befinden, eignet sich die Sichttiefe, aufgrund der z.T. sehr hohen mineralischen Feinanteile im Wasserkörper, nicht zur Zustandsbewertung.

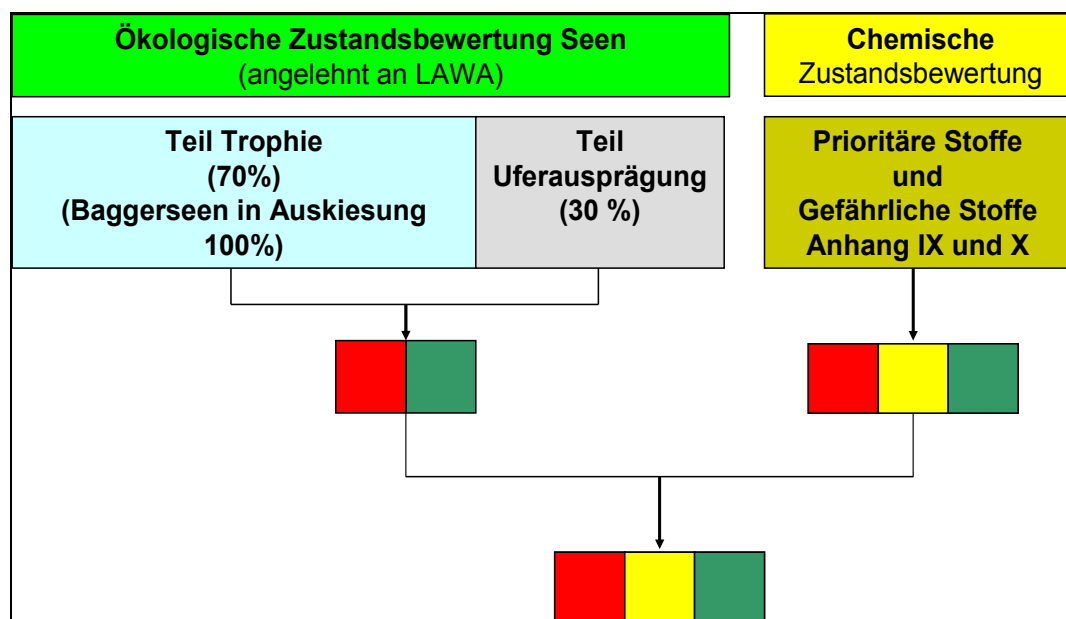
Hinweis: Bei Baggerseen in Auskiesung kann der trophische Ist-Zustand (u.a. wegen aktiver Sauerstoffzufuhr) derzeit besser sein als die erreichbare Referenztrophie nach Auskiesung! Für den Zustand der Uferzone ist nach LAWA der Anteil der gewässertypischen Uferausprägung maßgebend. Dieser wird am Bodensee auf Grund einer Studie zum Zustand der Ufer- und Flachwasserzone abgeleitet, bei den anderen Seen anhand von Literaturangaben,

Luftbildern und Ortskenntnissen. Bei Baggerseen, die sich noch in der Auskiesungsphase befinden, wird die Uferausprägung nicht bewertet, da die endgültige Ufergestaltung erst mit dem Abschluss der Renaturierungspläne nach Abschluss des Kiesabbaus zum Tragen kommt.

Die integrierende ökologische Risikoabschätzung des Wasserkörpers eines Sees nach LAWA erfolgt auf Grund einer Gewichtung zu 70 % nach der Trophie und zu 30 % nach dem Uferzustand. Bei Baggerseen, die sich noch in der Auskiesungsphase befinden, erfolgt die integrale Bewertung ausschließlich nach der Trophie. Das genaue Berechnungsverfahren ist in der Tabelle 4.1.1.1.b enthalten.

Weitere ausschlaggebende Qualitätskomponenten für den chemischen Zustand sind insbesondere die prioritären Stoffe. Hier wird die Erreichung des guten Zustandes als gefährdet angesehen, wenn Qualitätsziele überschritten bzw. entsprechende Kenntnisse immissions- und emissionsseitig vorliegen.

Tab.:4.1.1.1.b: Bewertungsschema „Integrierende Risikoabschätzung Seewasserkörper“



Zur Bewertung der erhaltenen Ergebnisse zur Gefährdungsabschätzung ist zu berücksichtigen, dass die Risikoabschätzung nach LAWA ein pragmatisches Verfahren ist. Dieser Ansatz wurde vor allem aus praktischen Erwägungen gewählt und ist nur geeignet für die Ersteinschätzung und -bewertung, aber nicht ausreichend für eine eingehende limnologische Beurteilung.

Allgemeine Entwicklungstrends:

In den letzten Jahrzehnten sind durch konsequenten Bau und Verbesserung der Abwasserreinigungsanlagen die Nährstoffbelastungen der Seen zurückgegangen. Dies gilt insbesondere für die limnologisch relevanten P-Einträge. Die verbleibenden Nährstoffeinträge stammen heute zu einem zunehmenden Teil aus diffusen Quellen.

Baggerseen am Oberrhein:

Mit der Grundwasserfreilegung und dem Beginn der Kiesentnahme entsteht ein künstlich geschaffenes aquatisches System. Vergleichbar den natürlichen Seen, unterliegen die entstandenen Baggerseen nunmehr zahlreichen physikalischen, chemischen und biologischen Prozessen. Im Gegensatz zu natürlichen Seen werden die Baggerseen durch mehr oder minder starken Zufluss des umgebenden Grundwassers geprägt. Außerdem sind sie oftmals durch ihre besondere Seebeckenform charakterisiert. Diese drückt sich häufig durch kleine Seeflächen im Verhältnis zu großen Seetiefen aus.

Von den insgesamt 7 relevanten Baggerseen im Teilbearbeitungsgebiet 35 befinden sich noch 4 in der Kiesgewinnungsphase. Diese können nur anhand der aktuellen Trophie bewertet werden. Drei Baggerseen sind bereits stillgelegt und werden entsprechend der übrigen Seewasserkörper auch nach der Uferausprägung bewertet. Hinsichtlich der trophischen Situation besteht bei den Baggerseen eine sehr gute Übereinstimmung zwischen dem Ist- und dem Referenzzustand. Etwas kritisch ist die Uferausprägung zu betrachten: gerade bei den z.T. extrem nutzungsgesteuerten Baggerseen (z.B. Erlichsee) ist der dem „Gewässertyp entsprechende Anteil des Ufers“ schwer zu beurteilen. Zukünftig muss die Uferausprägung nutzungs- und lageabhängig (Leitbild) betrachtet werden.

Insgesamt kann der ökologische Zustand / ökologische Potenzial als gut bezeichnet werden.

Ergebnis:

Im TBG 35 existieren 7 künstliche Stehgewässer, die allesamt Baggerseen sind.

Bei den Baggerseen Rußheimer Altrhein, und Insel Korsika bestehen oberirdische Zuflüsse und somit ein höheres Potenzial für Nähr- und Schadstoffeinträge. Diese Seen werden auf Grund der Anbindung an Fließgewässer in Verbindung mit der unzureichenden Datenlage hinsichtlich Stoffeinträge und -bilanzen als „möglicherweise gefährdet“ eingestuft. Zukünftig müssen detaillierte Messprogramme die Datenlage deutlich verbessern.

A-Karte 7.8/2

Tab.4.1.1.1c: Gefährdungsabschätzung und Ursachenanalyse der Seewasserkörper im TBG 35

Bezeichnung Seewasserkörper (LFU-Code Baggersee)	Kategorie	Kiesgewinnung derzeit	Referenz-Trophie	ökologischer Zustand		integrale Bewertung ökologischer Zustand/ ökol. Potenzial	chemischer Zustand	Gesamtzustand	Ursachen für maßgebliche Defizite				Sonstige Ursache	Badege-wässer RL 76/160/ EWG		Bezug zum Fluss-WK
				Trophie	Uferausprägung				Punktquellen (Seenleger/Zuflüsseinleiter) bei Baggerseen	Belastung durch Rheinanbindung bei Baggerseen	diffuse Quellen/ Fehlen von Pufferzonen	Morphologie (Seebeckenform, Ufergestaltung, Flachwasserzonen)		Meromixisgefahr	ja	
		nur bei Baggerseen ("in Auskiesung" bedeutet keine Bewertung der Uferausprägung)	Referenz nach LAWA/ LFU	"ist"-Trophie nach LAWA/ LFU	Anteil dem Gewässertyp entsprechend in %, Baggerseen in Auskiesung ohne Bewertung	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> ■ nicht gefährdet ■ nicht gefährdet ■ nicht gefährdet </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> ■ gefährdet ■ gefährdet ■ gefährdet </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> ■ unzureichende Datenlage ■ möglicherweise gefährdet </div>	Schadstoffe nach WRRL, Anhang IX und X, RL 76/464/EWG		Punktquellen (Seenleger/Zuflüsseinleiter) bei Baggerseen	Belastung durch Rheinanbindung bei Baggerseen	diffuse Quellen/ Fehlen von Pufferzonen	Morphologie (Seebeckenform, Ufergestaltung, Flachwasserzonen)	Meromixisgefahr	Badegewässer 2002 (SM)	Badegewässersdefizite 2002	
1 Gießensee	künstlich	ja	mesotroph	mesotroph	-								gering	ja	nein	35-02-OR5
2 Rußheimer Altrhein	künstlich	nein	eutroph	eutroph	40			(+)	+	(+)			gering	nein		35-02-OR5
3 Baggersee Mittelgrund	künstlich	ja	mesotroph	oligotroph	-								gering	ja	nein	35-02-OR5
4 Ruff Fläche See	künstlich	ja	mesotroph	oligotroph	-					(+)			gering	ja	nein	35-02-OR5
5 Baggersee Rohrköpfe	künstlich	nein	mesotroph	mesotroph	-								gering	nein		35-02-OR5
6 Insel Korsika	künstlich	nein	eutroph	eutroph	50			(+)	+	(+)			gering	nein		35-02-OR5
7 Erlichsee (westl. Teil)* Erlichsee (südl. Teil)* Erlichsee (nördl. Teil)*	künstlich	nein	mesotroph	mesotroph	50					(+)	+		gering	ja	nein	35-04-OR5

* Einzelseen, die hydraulisch als ein See zu betrachten sind

4.1.1.2 Flüsse

Sachverhalt und angewandte Methodik:

Die WRRL verlangt die integrale Bewertung des Gesamtzustandes aus den Qualitäts-Komponenten „Ökologischer Zustand“ und „Chemischer Zustand“ nach dem worst case- Ansatz (schlechtere Einzelbewertung bestimmt die Gesamtbewertung).

Der chemische Zustand wird bewertet an Hand der EU-weiten Umweltziele der in den Anhang IX und X der WRRL genannten gefährlichen Stoffe und Stoffgruppen.

Der „ökologische Zustand“ soll aus der Bewertung der Gewässerflora und -fauna ermittelt werden, unterstützt durch Indikatoren der allgemeinen Wasserqualität. Während für die meisten gefährlichen Stoffe belastbare Daten für die Bundesrepublik vorliegen, fehlen wie oben bereits ausgeführt, für den „Ökologischen Zustand“ die Bewertungsverfahren und Bewertungsvorschriften. Die in der Bundesrepublik bisher praktizierte Bewertung der „Biologischen Gewässergüte“ wird dem neuem Anforderungsprofil nicht gerecht. Sie beschreibt nur einen Teilaspekt des ökologischen Zustandes.

Zur Bewertung des ökologischen Zustandes werden hilfsweise von der LAWA vier ökologische Komponentengruppen (ÖKG) herangezogen:

1. „Gewässergüte“ und „Gewässerstruktur“, ergänzt durch die Aspekte Rückstau und Wasserentnahme (ÖKG I), die zusammen bewertet werden als Maß für die Besiedlung mit Makrozoen und für die Sauerstoffverhältnisse.
2. Allgemeine chemisch-physikalische Qualitätskomponenten (ÖKG II) als Maß für die Wasserbeschaffenheit.
3. Flussgebietsspezifische Schadstoffe (ÖKG III) als Maß für die Belastung mit gefährlichen Stoffen, die nicht als prioritär eingestuft wurden jedoch im Flussgebiet den ökologischen Zustand beeinträchtigen können.
4. Wanderungshindernisse (ÖKG IV) als wichtiger Aspekt für die Fischbesiedlung.

Für die Bewertung der einzelnen Komponentengruppen ist jeweils die schlechteste Bewertung der Einzelkomponenten maßgebend ebenso wie bei der Ermittlung des „ökologischen Zustandes“ aus den Komponentengruppen.

Die Bewertungsgrößen und Bewertungskriterien bei der Gefährdungsabschätzung der Wasserkörper in Baden-Württemberg entsprechen weitgehend den Vorgaben der LAWA. Ergänzend kommen noch einige weitere Kriterien zur Anwendung, die sich im Lande als beson-

ders geeignet für die Zustandsbeschreibung erwiesen haben und für die aus langer Beobachtungszeit entsprechende Bewertungserfahrungen vorliegen.

Für die Bewertung der Wasserkörper sind in der Regel die am Ausgang des Wasserkörpers an den Umweltzielen gemessenen Daten maßgebend. Eine Ausnahme bilden linienhaft vorliegende Daten wie die biologische Gewässergüte, die Gewässerstruktur, die Versauerung in den Oberlaufbereichen von Schwarzwald und Odenwald sowie die Belastung der Sedimente mit Schwermetallen. Hier wird nach dem prozentualen Anteil der Strecken mit Zielwertüberschreitung im Wasserkörper wie folgt bewertet:

- < 30 % nicht gefährdet
- 30-70 % möglicherweise gefährdet
- 70 % gefährdet.

Die angewendeten Bewertungskriterien und ihre Anwendungsregeln sind in der Tab. 4.1.1.2.a „Signifikanzkriterien Fließgewässer“ aufgelistet und beschrieben.

Abb. 4.1.1.2.a verdeutlicht die Bewertung von den Einzelkomponenten über Aggregierungsschritte zur Bewertung des Gesamtzustandes. Die Aggregation der Komponenten erfolgt dabei durchgehend nach dem worst-case-Ansatz.

Die für die Gefährdungsabschätzung erforderlichen Daten stammen ganz überwiegend aus den Programmen zur Fließgewässerüberwachung des Landes (Immissionsdaten) und wurden, wenn nötig, durch Daten der Emissionsüberwachung ergänzt. Dies war insbesondere zur Schließung von Datenlücken erforderlich. Eine Schließung von Lücken erfolgte in wenigen Fällen auch durch Dateninterpolation der Immissionsdaten oder durch Schätzung aus Steuergrößen.

Die Wanderungshindernisse werden derzeit, da die Bewertungsansätze noch entwickelt werden müssen, provisorisch und pauschal durchgehend als „möglicherweise gefährdet“ bewertet.

Tab.4.1.1.2a: Signifikanzkriterien und ihre Anwendungsregeln für die Gefährdungsabschätzung der Flüsse

	Komponentengruppen	Signifikanz	Anwendung		Anmerkung	
			Punktuell	Linienhaft		
ÖKG I	Biologische Gewässergüte	a.) > LAWA II abhängig von Längenanteil b.) > LAWA II-III unabhängig von Längenanteil		x	Gemeinsame Bewertung nach Flächenansatz als Vereinigungsmenge	
	Gewässerstruktur	> Klasse 5 sowie Klasse 5, wenn bestimmte Einzelkomponenten mit 6 oder 7 beurteilt wurden		x		
	zusätzlich mitbewertet:					
	- Mindestabfluss	< 1/3 MNQ		x		
	- Brauchwasserentnahme	> 1/3 MNQ		x		
	- Rückstau	> 1 km		x		
ÖKG II	Wassertemperatur: - bei Fischgewässern: - sonstige Gewässer:	Fischgewässerkriterien Tmax > 28°C			Tmax: bei Kühlwassereinleitungen rechnerisch ermittelt	
	Trophie (Chlorophyll a)	> LAWA II (eutroph)	x		Jahresmittel	
	Nitrat	> 6 mgN/l	x		Jahresmittel	
	Phosphat	> 0,2 mgP/l	x		Jahresmittel	
	Salze: - Chlorid	> 200 mg/l	x		Jahresmittel	
	BSB ₅ : - Salmonid - Cyprinid - Andere Gewässer	> 3 mg/l > 6 mg/l > 6 mg/l	x x x		gemäß RechtsVO Fischgewässer gemäß RechtsVO Fischgewässer wenn nicht als Fischgewässer ausgewiesen	
	Versauerung	> Klasse 2		x	nur in den versauerungs-empfindlichen Gebieten	
	Ammonium_N: - T _w > 10 °C - T _w < 10 °C	> 1 mg/l > 3 mg/l	x x		90 Perzentil 90 Perzentil	
Nitrit_N	> 0,1 mg/l	x		Jahresmittel		
ÖKG III	PBSM: - Daten vorhanden - Gefährdung geschätzt: ▶ Fläche Ackerbau ▶ Grundwasserbelastung	Muster VO > 30% Ackerbaufläche aus Summenbetrachtung	x		Jahresmittel	
	Schwermetalle - nicht prioritär -: - Kupfer - Chrom - Zink	> 160 mg/kg > 640 mg/kg > 800 mg/kg		x x x	Sedimentdaten (Fraktion < 20µm), Bewertung nach der schlechtesten Einstufung	
	ÖKG IV	unpassierbare Wanderungshindernisse	noch offen		x	wird derzeit als möglicherweise gefährdet eingestuft
CKG I	Schwermetalle - prioritär -: - Cadmium - Quecksilber - Nickel - Blei	> 2,4 mg/kg > 1,6 mg/kg > 240 mg/kg > 200 mg/kg		x x x x	Sedimentdaten (Fraktion < 20µm), Bewertung nach der schlechtesten Einstufung	
	CKG II	sonstige Stoffe Anhang IX und X: - PBSM ▶ Isoproturon ▶ Gefährdung geschätzt: • Fläche Ackerbau • aus Grundwasserbelastung	> 0,1 µg/l > 30 % Ackerbaufläche aus Summenbetrachtung	x		Jahresmittel
		- HCB	> 40 µg/kg			Sediment; nur relevant im Oberrhein ("Altlast")
		- PAK	Muster VO	x		Jahresmittel

* Linienansatz: Gewässerstrecke mit Zielwertüberschreitung
 < 30% nicht gefährdet
 30-70 % möglicherweise gefährdet
 > 70% gefährdet

ÖKG: Ökologische-Komponenten-Gruppe
 CKG: Chemische-Komponenten-Gruppe
 WK: Wasserkörper

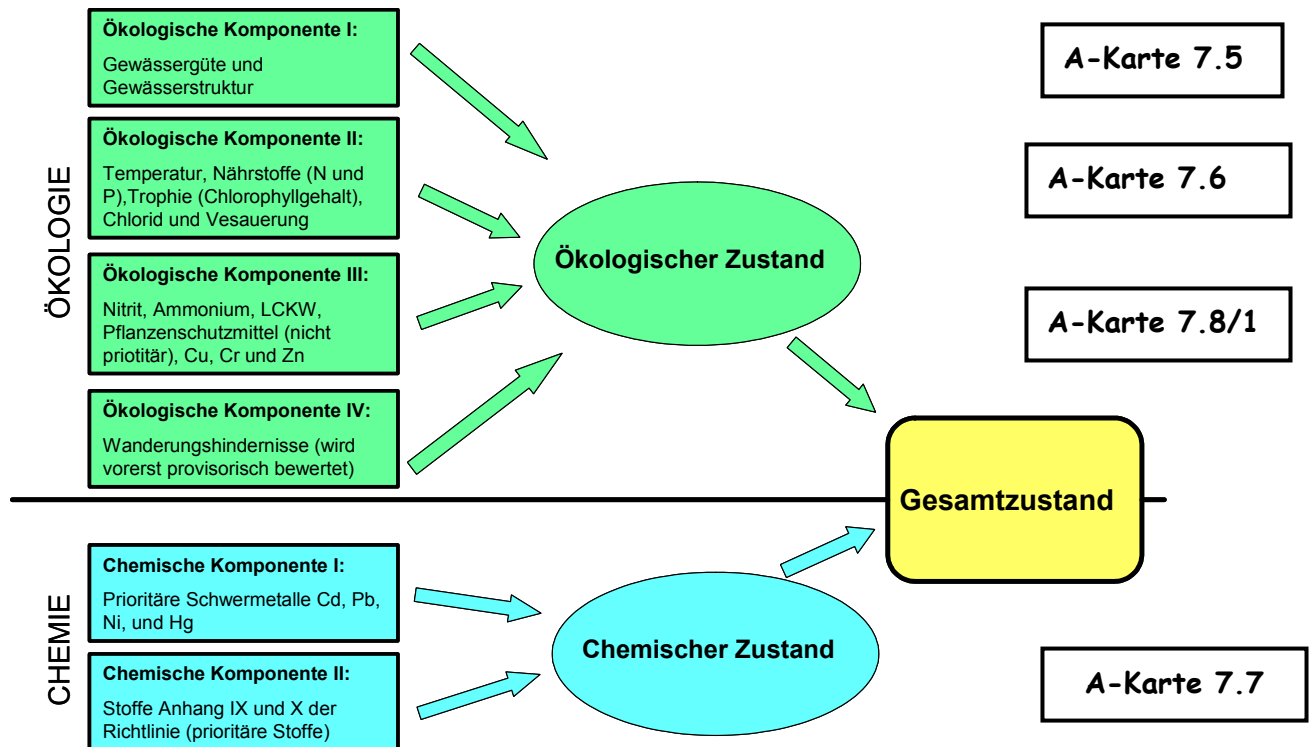


Abb.4.1.1.2a: Prinzipskizze der Zustandsbewertung Flusswasserkörper.

Ergebnis:

In den Tab.4.1.1.2.b und 4.1.1.2.c findet sich eine detaillierte Dokumentation der Ergebnisse mit allen Aggregationsstufen. In Tab. 4.1.1.2.b sind für jeden Wasserkörper (Zeilen) Angaben zur Bewertung der Einzelkomponenten und zur aggregierten Bewertung des ökologischen und chemischen Zustandes sowie zum integralen Gesamtzustand aufgeführt. Die Bewertung wird in den Zellen durch Farbgebung kenntlich gemacht.

In der Karte 7.8 werden für jeden Wasserkörper die Ergebnisse der vier ökologischen Komponentengruppen und der chemische Zustand in bewerteter Form mit Kästchen-Signaturen dargestellt. Diese Art der Darstellung lässt die Problemlagen gut erkennen.

Tab.4.1.1.2b: Gefährdungsabschätzung der Wasserkörper für das TBG 35

Bezeichnung Wasserkörper	WK_Nr.	Gewässerbreite [m]	ÖKG I				ÖKG II						ÖKG III					ÖKG IV	CKG				Integrale Bewertungen				
			Gewässer- struktur (mit Hydro- morphologie)	Gewässer- güte	Trophe	Temperatur- ergänzend Emissionstage prüfen	BSE ₅	Nitrat_N	o- Phosphat_P	Chlord	Verzauerung	Nitrit	Ammonium	Isotret- Lösungs- mittel	Pestizide	Schwermetalle (Cu, Cr, Zn)	CKG I		CKG II	ÖKG I	ÖKG II	ÖKG III	ÖKG IV	Ökologischer Zustand (ÖKG I-IV)	Chemischer Zustand (CKG I-IV)	Gesamtzustand	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Flosskörper Oberham (BW) ab Alts Lauer (7) bis Oberr. Neckar*	3-OR5	70																									
Pfinz bis inkl. Grenzgrab (Kraichgau)	35-01-OR5	89																									
Pfinz-Saalbach-Rheinverdrängungskanal (Oberthenebene)*	35-02-OR5	156																									
Wingarterer Bach bis inkl. Grenzbach und Saalbach bis inkl. Rohrbach	35-03-OR5	86																									
Wagbach-Kraichbach (Oberthenebene)	35-04-OR5	64																									
Kraichbach bis inkl. Katzbach (Kraichgau)	35-05-OR5	78																									
Kraichbach (Oberthenebene)	35-06-OR5	64																									
Leimbach-Waldangebach (Kraichgau)	35-07-OR5	37																									
Leimbach (Oberthenebene)*	35-08-OR5	41																									
	gefährdet		3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	7	0	4	0	7	0	7
	möglichweise gefährdet		5	2	0	0	4	5	1	0	0	0	0	0	0	7	1	9	1	7	2	7	3	9	2	7	2
	nicht gefährdet		0	2	1	9	1	4	8	9	9	2	4	5	2	5	0	5	2	0	2	2	0	0	0	0	0
	Summe bewachte WK		9	9	1	9	5	9	9	9	9	5	5	5	9	6	9	6	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	gefährdet		33	56	0	0	0	0	0	0	0	80	20	0	0	0	0	0	0	0	78	0	44	0	78	0	78
	möglichweise gefährdet		57	22	0	0	80	56	11	0	0	0	0	0	0	78	17	100	17	78	22	78	33	100	22	78	22
	nicht gefährdet		0	22	100	100	20	44	89	100	100	40	80	100	22	83	0	83	22	0	22	22	0	0	22	0	0

Beim WK 35-05-OR5 ist zwar hinsichtlich der Einzelparameter Gewässerstruktur und Gewässergüte keine Gefährdung des WK vorhanden, jedoch wird in der Summe ein Anteil > 70 % des WK durch beide Parameter beeinträchtigt, wodurch in der Gesamteinschätzung eine „Gefährdung“ resultiert.

Tab.4.1.1.2.b: Zusammenfassung der Gefährdungsabschätzung für das Teilbearbeitungsgebiet 35

Bewertungskomponente	Wasserkörper gefährdet (in %)	Wasserkörper möglicherweise gefährdet (in %)	Wasserkörper nicht gefährdet (in %)
ÖKG I - ÖKG IV (LAWA) (worst case-Betrachtung)	78	22	0
ÖKG I (Gewässergüte/Gewässerstruktur)	78	22	0
Gewässergüte allein	56	22	22
Gewässerstruktur allein	33	67	0
ÖKG II (limnologische Kenngrößen)	0	78	22
Temperatur	0	0	100
Chlorid	0	0	100
Nitrat	0	56	44
o-Phosphat	0	11	89
BSB ₅	0	80	20
Versauerung	0	0	100
ÖKG III (flussgebietsspezifische Stoffe)	44	33	22
NO ₂	60	0	40
NH ₄	20	0	80
PSM	0	78	22
Schwermetalle	0	17	83
ÖKG IV (Wanderungshindernisse)	0	100	0
Bewertungskomponente	Wasserkörper gefährdet (in %)	Wasserkörper möglicherweise gefährdet (in %)	Wasserkörper nicht gefährdet (in %)
CKG I - II (Chemischer Zustand) (worst case-Betrachtung)	0	78	22
CKG I: Schwermetalle (Cd, Hg, Ni, Pb)	0	17	83
CKG II: restliche Stoffe Anhang IX und X	0	78	22
Bewertungskomponente	Wasserkörper gefährdet (in %)	Wasserkörper möglicherweise gefährdet (in %)	Wasserkörper nicht gefährdet (in %)
Gesamtbewertung (worst case-Betrachtung)	78	22	0

Von den insgesamt 9 Wasserkörpern im TBG 35 (Stand 5/04) sind hinsichtlich des Gesamtzustandes

- 22 % (n=2) als möglicherweise gefährdet und
- 78 % (n=7) als gefährdet bewertet.

Im Einzelnen ergibt sich für die Wasserkörper im Teilbearbeitungsgebiet 35 folgende Einstufung (Tab.4.1.1.2.c):

Tab.4.1.1.2.c: Gefährdungseinstufung der Wasserkörper im TBG 35

Gefährdungsgrad	WK.-Nr.	WK-Name
Möglicherweise gefährdet	35-01-OR5	Pfinz bis inkl. Grenzgraben (Kraichgau)
	35-07-OR5	Leimbach-Waldangelbach (Kraichgau)
Gefährdet	3-OR5	Flussbettkörper Oberrhein (BW) ab Alte Lauter (F) bis oberh. Neckar
	35-02-OR5	Pfinz-Saalbach-Rheinniederungskanal (Oberrheinebene)
	35-03-OR5	Weingartener Bach bis inkl. Grombach und Saalbach bis inkl. Rohrbach
	35-04-OR5	Wagbach-Kriegbach (Oberrheinebene)
	35-05-OR5	Kraichbach bis inkl. Katzbach (Kraichgau)
	35-06-OR5	Kraichbach (Oberrheinebene)
	35-08-OR5	Leimbach (Oberrheinebene)

Eine Analyse der Daten ergibt:

1) generell für alle Wasserkörper (n = 9):

- der chemische Zustand weist eine deutlich günstigere Bewertung auf als der ökologische Zustand
- nach dem ökologischen Zustand sind 7 der 9 WK als gefährdet eingestuft, ausschlaggebend ist hierfür ÖKG I (Gewässergüte/Gewässerstruktur: 7 WK als gefährdet eingestuft) teilweise in Verbindung mit ÖKG III (flussgebietsspezifische Stoffe: 4 WK als gefährdet eingestuft)

2) für die Wasserkörper (n = 8) ohne Rhein:

- 6 Wasserkörper sind durch ÖKG I als „gefährdet“ eingestuft
- die Gewässergüte ist in 4 der 8 Wasserkörper genauso schlecht bewertet wie die Gewässerstruktur, in 3 WK ist die Gewässergüte sogar schlechter bewertet als die Gewässerstruktur. Diese Konstellation ist für das übrige BG Oberrhein eher untypisch.
- 4 WK sind aufgrund der flussgebietsspezifischen Stoffe (ÖKG III) als gefährdet eingestuft. Ausschlaggebend ist hierfür die Belastung durch Nitrit (3 WK) und durch Ammonium (1 WK)
- 1 Wasserkörper ist hinsichtlich der chemisch-physikalischen Qualitätskomponenten (ÖKG II) als „nicht gefährdet“ bewertet
- alle 8 Wasserkörper sind ausschließlich auf Grund der vorläufigen und pauschalen Bewertung der Wanderungshindernisse (ÖKG IV) als „möglicherweise gefährdet“ eingestuft.

3) für den Wasserkörper Rhein (n = 1):

- der Wasserkörper weist eine Gefährdung durch ÖKG I auf. Ausschlaggebend für die Einstufung ist die Gewässerstruktur.
- mit Ausnahme der Gewässerstruktur und der pauschal bewerteten ÖKG IV (ökologische Durchgängigkeit) ist der Wasserkörper hinsichtlich aller Einzelkomponenten als „nicht gefährdet“ eingestuft

Die Gesamtbewertung spiegelt insgesamt die Defizite sowohl in der Gewässerstruktur als auch hinsichtlich der stofflichen Belastung im TBG 35 wieder.

4.1.2 Künstliche Wasserkörper

Künstliche, d.h. „von Menschenhand geschaffene Oberflächenwasserkörper“, sind bei der Bestandsaufnahme zunächst vorläufig festzulegen. Für sie gilt zukünftig nicht der gute ökologische Zustand sondern das gute ökologische Potenzial als Umweltziel. Wie in Kapitel 2.1.1.2 beschrieben, ist in Baden-Württemberg bei der Abgrenzung der Wasserkörper ihre Bewirtschaftbarkeit maßgebliche Leitlinie. Zukünftig erforderliche Maßnahmen sollen auf Gewässerabschnitte mit Entwicklungsmöglichkeiten gelenkt werden.

Erfasst wurden in Baden-Württemberg auf der Grundlage von historischen Karten und Expertenwissen alle künstlichen Fließgewässerabschnitte, denen oftmals kein Einzugsgebiet zugeordnet werden kann, wie z.B. Kanäle, die zum Zwecke der Wasserkraftnutzung, Hochwasserentlastung, Schifffahrt oder der Be- und Entwässerung geschaffen wurden.

4.1.2.1 Seen

Als künstliche Seen werden Baggerseen und Talsperren mit einer Fläche von mehr als 50 ha eingestuft. Im TBG 35 sind alle 7 Seewasserkörper als künstlich eingestuft (siehe Tab. in 4.1.2.2).

4.1.2.2 Flüsse

Flusswasserkörper werden dann als künstliche Wasserkörper eingestuft, wenn der Charakter der Fließgewässerstrecken innerhalb des Flusswasserkörpers überwiegend künstlich ist. Die in Baden-Württemberg vergleichsweise kurzen künstlichen Gewässerabschnitte führen derzeit nicht zu einer Einstufung als künstliche Flusswasserkörper. Künstliche Gewässerabschnitte – d.h. keine Wasserkörper – existieren im TBG 35 insgesamt 7 mit einer Länge von 50,2 km (s. Anhangstabelle 1.5.1.4a). Eine endgültige Ausweisung künstlicher Wasserkörper ist noch nicht erfolgt.

A-Tab. 1.5.1.4a

4.1.3 Vorläufig erheblich veränderte Wasserkörper

Wie die künstlichen sind auch die „physikalisch“ erheblich veränderten Wasserkörper bei der Bestandsaufnahme zunächst vorläufig festzulegen. Das „geringere“, und derzeit nicht bekannte Umweltziel „gutes ökologisches Potenzial“ gilt auch für sie. Zukünftig erforderliche Maßnahmen sollen auf Gewässerabschnitte mit Entwicklungsmöglichkeiten gelenkt werden, d.h. kurze erheblich veränderte Fließgewässerabschnitte wie z.B. in Ortslagen haben nur untergeordnete Bedeutung.

Bestimmt wurden in Baden-Württemberg alle erheblich veränderten Gewässerabschnitte nach einem zweistufigen Vorgehen. Nachdem zunächst Fließgewässer ohne signifikante Strukturprobleme und Güteprobleme (Bewertung nach LAWA) ausgesondert wurden, fand im 2. Schritt eine Überprüfung der verbliebenen strukturell beeinträchtigten Gewässerstrecken hinsichtlich der Nutzungsintensität statt. Bei der Aggregation auf den Wasserkörper werden alle dort vorhandenen erheblich veränderten Gewässerabschnitte berücksichtigt.

Sollte die spätere Bewirtschaftung zeigen, dass - um den guten Zustand zu erreichen - eine feinere Aufteilung, insbesondere der Flusswasserkörper, erforderlich ist, kann dies nach der dargestellten Vorgehensweise (s. 2.1.1.2, 4.1.1) erfolgen.

4.1.3.1 Seen

Stausseen, die ursprünglich bereits eine Seeaufweitung durch natürlichen Aufstau besaßen können im Einzelfall als erheblich verändert eingestuft werden. Im TBG 35 sind keine Stausseen vorhanden.

A-Tabelle 2.1.1.1

A-Karte 6.1

4.1.3.2 Flüsse

Flusswasserkörper werden dann vorläufig als erheblich verändert eingestuft, wenn mehr als 70 % der darin enthaltenen Gewässerstrecken auf Kilometerbasis entsprechend eingestuft sind (siehe Kap. 2.1.1.2).

Im TBG 35 ist der Flussbettwasserkörper des Rheins (3-OR5 Alte Lauter bis oberhalb Neckar) als erheblich verändert eingestuft. Der Anteil der HMWB-Abschnitte in diesem Wasserkörper beträgt im Bereich des TBG 35 (Fließstrecke: 58 km) 91 %; bezogen auf die gesamte Fließstrecke des Wasserkörpers (76 km) beträgt der Anteil der HMWB-Abschnitte 92 %. Dieser Wasserkörper wurde im internationalen BG Oberrhein in Abstimmung mit dem betroffenen Partnerland Rheinland-Pfalz bewertet.

A-Tabelle 4.1.2.2

4.2 Grundwasser - Weitergehende Beschreibung der gefährdeten Grundwasserkörper

Sachverhalt und angewandte Methodik:

Ziel der weitergehenden Beschreibung gemäß Anhang II Nr. 2.3 ist es, bei den als gefährdet eingestuften Grundwasserkörpern das Ausmaß des Risikos hinsichtlich der Zielerreichung nach Artikel 4 genauer zu beurteilen und die Grundlagen für Monitoring- und Bewirtschaftungsprogramme zu liefern. Dazu werden Grundlagen benötigt, die eine detaillierte Beschreibung der hydraulischen und hydrochemischen Gegebenheiten des Grundwassers sowie der Merkmale der ungesättigten Bodenzone ermöglichen und das Ausmaß der anthropogenen Einwirkungen auf das Grundwasser aufzeigen. Die weitergehende Beschreibung erfolgt problembezogen in zwei Schritten:

- Beschreibung der geologischen und hydrogeologischen Merkmale, der Merkmale der Grundwasserüberdeckung und Angaben zur Grundwasserneubildung
- Beschreibung der landwirtschaftlichen Flächennutzung und ergänzende Angaben zur Immissionsbelastung des Grundwassers, soweit vorhanden.

Redaktioneller Hinweis: Die geologischen bzw. hydrogeologischen Karten 9.9.1.a bis 9.9.1.e wurden für die gGWK 8.2 Kraichgau und 16.2 Rhein-Neckar, die mit Teilflächen sowohl im BG Oberrhein als auch im BG Neckar liegen, jeweils getrennt für die bearbeitungsgebietsbezogenen Teilflächen (Haupt- oder Restfläche) erstellt. Aus Gründen der Vollständigkeit werden im Anhangsband zum TBG 35 jeweils beide Karten dargestellt.

4.2.1 Weitergehende Beschreibung des gefährdeten Grundwasserkörpers 8.2 Kraichgau

4.2.1.1 Abgrenzung

Aus der erstmaligen Beschreibung hat sich ergeben, dass für den Grundwasserkörper ein hohes Risiko besteht, dass der gute Zustand bezüglich des Parameters Nitrat insbesondere durch Stickstoffeinträge aus der Landwirtschaft nicht erreicht wird.

Der Grundwasserkörper ist hinsichtlich der Merkmale, die für die Art der Gefährdung des Grundwasserkörpers und die daraus abzuleitenden Maßnahmen relevant sind, weitergehend zu beschreiben. Dies bedeutet, dass im abgegrenzten Gebiet neben hydrogeologischen und bodenkundlichen Merkmalen auch die Art der Landnutzung und insbesondere der landwirtschaftlichen Flächennutzung (Kulturarten) genauer zu erfassen sind.

Die Zuordnung von Immissionsflächen (Typ 1) und Standorteigenschaften-Flächen (Typ 2) im GWK zeigt Tabelle 4.2.1.1. Dem Typ 2 zugeordnet wurden Gemeinden/Städte mit einem maximal verträglichen N-Bilanz-Überschuss auf Ackerflächen von weniger als 65 kg N/ha. Danach sind 4 der 13 zugehörigen Gemeinden ausschließlich aufgrund der Immissionen und 3 Gemeinden sowohl auf Grund der Immissionen als auch auf Grund der Standorteigenschaften dem GWK zugeordnet. Sechs Gemeinden/Städte sind nur auf Grund der Standorteigenschaften im GWK enthalten.

Tabelle 4.2.1.1: Ursachen-Zuordnung von Gemeinde-Flächen zum gGWK 8.2 (= Ergebnis der Erstmaligen Beschreibung).

Name	GemFI, km ²	max. verträglicher N-Überschuss auf Ackerflächen, für weniger als 50 mg Nitrat/l im Sickerwasser, bezogen auf die Gesamtgemeindefläche (kg N/ha/a)	Typ_2	Typ1	Code
Eppingen, Stadt	88,59	60,3	2	1	3
Gemmingen	19,08	57,6	2		2
Ittlingen	14,11	56,7	2		2
Kirchardt	21,50	58,3	2		2
Kürnbach	12,67	71,6		1	1
Sulzfeld	18,76	56,9	2	1	3
Zaisenhausen	10,11	51,9	2		2
Kraichtal, Stadt	80,56	58,1	2	1	3
Dielheim	22,67	71,9		1	1
Rauenberg, Stadt	11,12	59,6	2		2
Sinsheim, Stadt	127,01	72,1		1	1
Zuzenhausen	11,64	78,5		1	1
Angelbachtal	17,92	60,0	2		2

- Code-Nr.** Gemeinde wurde zugeordnet wegen
- 0 Abrundung der gefährdeten Grundwasserkörper (gGWK)
 - Zugehörigkeit (eines Teils des Gemeindegebietes) zu einer Typ 1- Fläche (Immission)
 - 1
 - 2 Zugehörigkeit der Gemeinde zu Typ 2 (Standorteigenschaften)
 - 3 Zugehörigkeit der Gemeinde sowohl zu Typ 1 als auch zu Typ 2

4.2.1.2 Geologische und hydrogeologische Beschreibung

A-Karten 9.9.1.a/b-8.2

a) Geologische Merkmale

Der gefährdete Grundwasserkörper Nr. 8.2 Kraichgau (gGWK 8.2) gehört zum Hydrogeologischen Großraum Süddeutsches Schichtstufenland und dort überwiegend zum Hydrogeologischen Teilraum Keuperbergland.

Hydrogeologisch sind im gGWK 8.2 die Lösssedimente, Massenverlagerungsbildungen und quartären Bach- und Flussablagerungen sowie die Schichten vom Schilfsandstein bis zum

Mittleren Muschelkalk von Bedeutung. Die in geringer Verbreitung anstehenden Gesteine des höheren Mittelkeupers werden nicht näher behandelt (Karte 9.9.1 a, b).

Lösssedimente (los): Die Keuperhochflächen des gGWK 8.2 werden in weiten Bereichen von Lösssedimenten (Löss- und Lösslehm) bedeckt. Der Löss wurde in den Kaltzeiten aus Südwesten angeweht und lagerte sich hauptsächlich im Windschatten des Oberflächenreliefs ab. Er kann in nordost-exponierten Lagen Mächtigkeiten bis 20 m erreichen, wohingegen er an den windzugewandten, südwest-exponierten Hängen meist geringmächtig ist oder sogar vollständig fehlt. Der Windtransport bewirkte eine relativ einheitliche Korngröße von 0,02 – 0,06 mm. Es handelt sich um Quarz, Feldspat und Kalk.

In der heutigen Landschaft steht meist jedoch nicht Löss sondern Lösslehm an der Erdoberfläche an. Die tonigen Lösslehme sind sekundär durch Zersetzung des Feldspats und Entkalkung des Löss entstanden. Ihre Mächtigkeit beträgt im allgemeinen etwa 1 m.

Massenverlagerungsbildungen (qmv): Zu den Massenverlagerungsbildungen gehören als wichtigste der Hangschutt und die Rutschmassen, Akkumulationen von Gesteinsmassen, die durch schwerkraft-induzierte Kriech-, Gleit- und Sturzvorgänge an Hängen entstanden sind und sich häufig an den Talrändern mit Bach- und Flussablagerungen verzahnen. Hangschutt besteht aus steinigen, mehr oder weniger lehmigen Lockergesteinen, die auch andere Umlagerungssedimente enthalten können (z. B. Fließerde, Schwemmschutt). Mehr als 25 Vol.-% sind meist Grus, Kies, Steine und Blöcke. Die Rutschmassen sind petrographisch sehr uneinheitlich zusammengesetzt.

Bach- und Flussablagerungen (qbf): In den Tälern von Elsenz, Kraichbach und deren Nebenflüsse finden sich quartäre Ablagerungen, die Mächtigkeiten von z. T. > 10 m erreichen. Es handelt sich überwiegend um mergeligen Lehm mit wenig Sand und Kies, entstanden durch Abschwemmung überwiegend von Keupermaterial.

Schilfsandstein-Formation (km2): Der Schilfsandstein tritt in zwei Faziestypen auf, der Flutfazies und der Normalfazies. Die Flutfazies ist im gGWK 8.2 stark sandig, meist massig und dickbankig und besitzt eine Mächtigkeit bis 25 m. Eingeschlossen sind bereichsweise sandige Tonsteinlagen und -linsen. Der Schilfsandstein in Flutfazies kann erosiv in die unterlagernden Estheriensichten des Gipskeupers eingetieft sein.

In Normalfazies besteht der Schilfsandstein aus etwa 9 m sandig-tonigen Sedimenten (Tonsteine, Schluffsteine, Sandsteine, einzelne Dolomitsteinlagen).

Gipskeuper (km1): Der Giskeuper ist insgesamt rd. 120 m mächtig. Im Bereich der Gäuflächen ist der Gipskeuper weitgehend ausgelaugt, unter Mittelkeuper dagegen meist vollständig erhalten.

An der Basis im Unteren Gipskeuper befinden sich die Grundgipsschichten, primär ein bis 19 m mächtiges Gips- und Anhydritlager. Weitere Gipseinschaltungen sind als dünne Lagen und Knollen im gesamten Gipskeuper anzutreffen. Im Mittleren Gipskeuper nehmen sie eine größere Mächtigkeit ein. Wenn die Gipsschichten ausgelaugt sind, sind die Tonsteine teilweise zu s. g. Keupermergeln verwittert und oft verstimmt.

Unterkeuper (ku): Der 22 - 25 m mächtige Unterkeuper (Lettenkeuper) wird aus einer Wechselfolge von Dolomitsteinen, dolomitischen Tonsteinen und Sandsteinen aufgebaut. Lokal sind in den Sandsteinen kleine Flöze aus inkohlten Pflanzenresten (Lettenhohle) verbreitet. Im oberen Bereich tritt im unverwitterten Zustand Sulfatgestein in Knollen und dünnen Lagen auf.

Oberer Muschelkalk (mo): Der Obere Muschelkalk streicht im Gebiet des gGWK 8.2 nur im Nordosten aus, ansonsten ist er von Keuper bedeckt. Er setzt ein mit der 36 – 38 m mächtigen Unteren Hauptmuschelkalk-Formation (mo1), die aus Kalksteinen gebildet wird und in die ca. 6 – 14 m über der Basis Tonmergelsteinlagen eingeschaltet sind (Haßmersheim-Schichten). Der 48 – 50 m mächtige Obere Hauptmuschelkalk (mo2) besteht aus Kalksteinen mit dünnen Tonmergelstein-Fugen. Der Obere Muschelkalk ist geklüftet und bereichsweise verkarstet.

Mittlerer Muschelkalk (mm): Der Mittlere Muschelkalk ist nicht an der Erdoberfläche aufgeschlossen. Er setzt mit der Oberen Dolomit-Formation (mmDo) ein, 9,5 – 10 m Dolomitgestein und dolomitischer Tonstein z. T. mit Hornsteinlagen. Darunter folgt die Salinar-Formation (mmS), die sich aus den 40 – 42 m mächtigen Oberen Sulfatschichten, den bis 45 m mächtigen Steinsalzschiefern und den 1 – 1,5 m mächtigen Unteren Sulfatschichten zusammensetzt. Die Basis bildet die rd. 7 - 8 m mächtige Geislingen-Formation (mmG).

Tektonik: Die großräumigen Lagerungsverhältnisse werden im Bereich des gGWK 8.2 durch die WSW/ENE-streichende Kraichgaumulde bestimmt. Von Norden und Süden fallen die mesozoischen Schichten flach zum Muldentiefsten hin ein. Neben dieser generellen Situation wird die Schichtlagerung stark von kleinräumigeren Mulden- und Sattelstrukturen geprägt.

Weiter modifiziert Bruchtektonik die Schichtlagerung. Bevorzugte Störungsrichtungen sind NW/SE (hercynisch), NE/SW (erzgebirgisch) und NNE/SSW (rheinisch). Es handelt sich vornehmlich um Abschiebungen, die Folge von Dehnungstendenzen in der Erdkruste sind. Die Abschiebungsbeträge können im gGWK 8.2 100 m und mehr erreichen.

Zusätzlich zum generellen Schichteinfallen und zur Bruchtektonik beeinflussen noch Auslaugungsvorgänge im Mittleren Muschelkalk und Gipskeuper die Lagerungsverhältnisse. Die Auslaugung der leichtlöslichen Sulfatgesteine ist bei oberflächennaher Lagerung besonders weit fortgeschritten. Die Auslaugung nimmt andererseits schnell ab, wenn die Grundwasserzirkulation im Muschelkalk infolge Überlagerung durch geringdurchlässigen Unterkeuper bzw. im Gipskeuper durch Schilfsandstein eingeschränkt ist. Mit der Auslaugung ist eine erhebliche Reduktion der Schichtmächtigkeit des Mittleren Muschelkalks bzw. des Gipskeupers verbunden, die häufig lokal ein Einfallen der hangenden Gesteinsschichten zu den Talrändern hin bewirkt.

b) Hydrogeologische Merkmale

Hydrogeologische Gliederung: Die hydrogeologischen Verhältnisse sind im gGWK 8.2 durch den schichtigen Aufbau des Untergrunds und den mehrfachen Wechsel zwischen grundwasserleitenden und grundwassergeringleitenden Gesteinen geprägt. Dadurch sind mehrere Grundwasserstockwerke und oft eine schichtweise differenzierte Grundwasserführung ausgebildet.

Für eine generelle Gliederung lassen sich, in Anlehnung an LGRB (2002), die in Tab. 4.2.1.2 aufgeführten hydrogeologischen Einheiten unterscheiden.

Tab. 4.2.1.2: Hydrogeologische Klassifikation der Gesteine im gGWK 8.2 nach Hohlraumart

Hydrogeologische Einheiten	Hydrogeologische Klassifikation
Deckschichten	Grundwassergeringleiter
Oberkeuper und oberer Mittelkeuper	Kluft-/Porengrundwasserleiter in Wechsel-lagerung mit Grundwassergeringleitern
Gipskeuper und Unterkeuper	
Oberer Muschelkalk (incl. Obere Dolomit-Formation des Mittleren Muschelkalks)	Kluft-, Karstgrundwasserleiter
Mittlerer Muschelkalk (ohne Obere Dolomit-Formation)	Grundwassergeringleiter

Wichtigste oberflächennahe Grundwasserleiter sind der Gips- und Unterkeuper sowie der Obere Muschelkalk. Für die Trinkwassergewinnung ohne Bedeutung sind der Mittlere Muschelkalk als Grundwassergeringleiter sowie aufgrund der kleinräumlichen Verbreitung der höhere Mittelkeuper über der Schilfsandstein-Formation.

Grundwasserflüsse über die Grenzen des gGWK 8.2 sind im Oberen Muschelkalk in größerem Umfang in den Oberrheingraben zu vermuten. Näheres lässt sich anhand der verfügbaren Unterlagen nicht aussagen.

Deckschichten: Deckschichten sind definiert als oberflächennahe hydrogeologische Einheiten oberhalb des ersten zusammenhängenden Grundwasserkörpers, die mit Ausnahme schwebenden Grundwassers kein Grundwasser führen und damit vollständig im Bereich der ungesättigten Zone liegen und die eine Schutzfunktion gegen das Eindringen von Schadstoffen in das Grundwasser ausüben. Im Gebiet des gGWK 8.2 sind dies in erster Linie die Lösssedimente (Löss und Lösslehm), daneben auch die Massenverlagerungsbildungen (Hangschutt, Rutschungsbildungen, Sturzbildungen) und die Bach- und Flussablagerungen.

Oberkeuper und Oberer Mittelkeuper: Die Schilfsandstein-Formation, der unterste Abschnitt dieser hydrogeologischen Einheit, ist aufgrund der kleinen Einzugsgebiete und der wechselnden faziellen Ausbildung nur wenig ergiebig. Die Grundwasserführung ist an geklüftete Sandsteine (Flutfazies) gebunden. Die Grundwasserneubildung erfolgt durch Infiltration von Niederschlag, die Entwässerung über Quellen mit geringer Schüttung ($Q = 0,1 - 0,2 \text{ l/s}$), die in trockenen Jahren z. T. versiegen. Ein Teil des Schilfsandstein-Grundwassers tritt auch in den unterlagernden Gipskeuper über. In Normalfazies ist der Schilfsandstein ein Grundwassergeringleiter.

Gipskeuper und Unterkeuper: Der Gipskeuper ist ein heterogener Festgesteinsgrundwasserleiter. Das Grundwasser bewegt sich hauptsächlich auf geringmächtigen, klüftigen Dolomitsteinbänken (z. B. Bleiglanzbank, Bochinger Bank), bei einsetzender Gipsauslaugung auch in der Auslaugungszone über dem Gipsspiegel. Die zwischen den Dolomitsteinbänken liegenden Tonsteine sind gering wasserdurchlässig. Sie bewirken eine typische Stockwerkgliederung.

Mit fortschreitendem Auslaugungsgrad kann in den Grundgipsschichten Gipskarst auftreten. Das in den untersten 3 – 4 m in den Dolomitsteinlagen fließende Grundwasser steht bei vollständiger Gipsauslaugung hydraulisch in Verbindung mit dem darunter folgenden Grenzdolomit des Unterkeupers.

Grundwasserführende Gesteine des Unterkeupers sind stark geklüftete Dolomit- und Sandsteinbänke. Durch Auslaugung des im oberen Teil der Schichtenfolge auftretenden Sulfatgesteins sind die Dolomite in diesem Bereich stark kavernös. Eine korrosive Erweiterung von Klüften (Verkarstung) tritt besonders in den karbonatischen Bänken im Grenzdolomit auf. Die Tonsteinschichten sind im unverwitterten Zustand meist engständig geklüftet und relativ gut wasserdurchlässig. Nach Verwitterung zu Schluffen und Tonen ist die Durchlässigkeit stark verringert und es kommt verstärkt zu einer schichtigen Wasserführung.

Die Grundwasserleiter des Unterkeupers sind von den Grundwasserleitern des überlagernden Gipskeupers und des unterlagernden Oberen Muschelkalks hydraulisch nur unvollständig getrennt.

Die für den Gips- und Unterkeuper aus Pumpversuchen bestimmten Transmissivitäten betragen landesweit im Mittel $T = 3,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ bei einer Variationsbreite von mehr als 4 Zehnerpotenzen.

Die Grundwasserneubildung erfolgt in den grundwasserleitenden Gesteinen des Gips- und Unterkeupers flächenhaft auf den Hochflächen durch Infiltration von Niederschlag. Dort, wo die Keupergesteine von mächtigeren Lösssedimenten überdeckt sind, findet die Grundwasserneubildung aufgrund der hohen Speicherwirkung von Löss und Lösslehm verzögert statt. Auf Störungen und Klüften kann Grundwasser aus höheren Stockwerken auch in tiefere Grundwasserleiter gelangen. Der Anteil der Grundwasserneubildung, der auf diese Art stockwerksübergreifend in den Oberen Muschelkalk gelangt, wird auf 1 l/skm^2 geschätzt.

Neben der Aussickerung über Leakage in tiefere Stockwerke erfolgt die Entwässerung der grundwasserleitenden Keupergesteine über Quellen in den Tälern, wo die Basis der Grundwasserleiter angeschnitten ist. Die mittlere Quellschüttung der Gipskeuperquellen liegt meist unter 1 l/s , in Einzelfällen werden auch 3 l/s erreicht. Die Unterkeuperquellen schütten in der Regel ebenfalls weniger als 1 l/s . Die Fließgeschwindigkeit des Grundwassers kann besonders in den talnahen aufgelockerten Bereichen groß sein.

Oberer Muschelkalk: Die Gesteine des Oberen Muschelkalks bilden zusammen mit den Oberen Dolomiten des Mittleren Muschelkalks einen Kluft-/Karstgrundwasserleiter mit bedeutender Grundwasserführung. Der Grundwasserleiter ist durch die Haßmersheim-Schichten in zwei Grundwasserstockwerke gegliedert. Im oberen Stockwerk über den Haßmers-

heim-Schichten ergeben sich noch weitere Untergliederungen durch die eingeschalteten geringmächtigen Tonmergelsteine.

Die mittlere Transmissivität beträgt im Oberen Muschelkalk landesweit $T = 6,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ bei einer Variationsweite von 7 Zehnerpotenzen. Der Verkarstungsgrad des Oberen Muschelkalks ist im Ausbissbereich hoch und nimmt mit zunehmender Überdeckung durch Keuper ab. Entsprechend verringert sich auch die Durchlässigkeit des Oberen Muschelkalks.

Im Bereich der z. T. lössbedeckten Ausbissgebiete wird das Grundwasser im Oberen Muschelkalk durch flächenhafte Infiltration, in Dolinen, Erdfällen, Versinkungsstellen und Bachschwinden auch durch punktuellen Eintrag neugebildet. Bei Überlagerung durch Unterkeuper erfolgt in geringerem Umfang eine vertikale Zusickerung. Größere Zutrittsraten finden sich im Ausstrichbereich des Unterkeupers, wo das Unterkeuper-Grundwasser entweder diffus oder nach dem Austritt in Quellen als Oberflächenwasser in den Oberen Muschelkalk absinkt.

In den Talabschnitten von Elsenz und Kraichbach, wo der Obere Muschelkalk durch die Erosion angeschnitten ist, bilden die Fließgewässer die Vorflut für das Muschelkalk-Karstgrundwasser. Es herrschen die Bedingungen des Tiefen Karsts, da die Aquiferbasis in den Tälern nicht freigelegt ist. Entsprechend entwässert der Obere Muschelkalk über Karstwasseraufbrüche in der Talaue, im Elsenztal mit erheblicher Schüttung. Für die westlichen Teile des gGWK 8.2 ist auch ein Grundwasserabstrom direkt in den Oberrheingraben anzunehmen.

Mittlerer Muschelkalk: Die unter der Oberen Dolomit-Formation folgende Salinar-Formation ist sowohl im nicht ausgelaugten als auch im ausgelaugten Zustand überwiegend ein Grundwassergeringleiter, evtl. mit einer geringen Grundwasserführung auf einzelnen Dolomitsteinbänken. Eine gewisse Grundwasserführung ist auch gelegentlich in den harten dolomitischen Kalksteinen der basalen Geislingen-Formation anzutreffen. In verstürzten Bereichen (Trümmergebirge) können höhere Durchlässigkeiten auftreten.

c) Stratifikationsmerkmale des Grundwasserkörpers

A-Karte 9.9.1.c-8.2

Spezielle Untersuchungen zur Stratifikation des Grundwassers liegen für den gGWK 8.2 nicht vor. Da die Einstufung als gGWK aufgrund einer möglichen flächenhaften Gefährdung durch Einträge aus landwirtschaftlicher Tätigkeit erfolgte, ist jeweils nur das oberste Grundwasserstockwerk zu betrachten.

d) Langjährige mittlere Grundwasserneubildung

Das Grundwasserdargebot eines Grundwasserkörpers ist definiert als die Summe aller positiven Bilanzglieder der Wasserbilanz (DIN 4049, Teil 3). Dazu gehört neben Wasserzuflüssen aus Uferfiltration und über Leakage, Randzuflüssen sowie ggf. Beiträgen aus künstlicher Grundwasseranreicherung in erster Linie die Sickerung aus Niederschlag.

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlag wird u. a. von Klima, Landnutzung, Böden, Grundwasser und Hydrogeologie beeinflusst. Sie wird für langjährige mittlere Verhältnisse nach der allgemeinen Wasserhaushaltsgleichung berechnet:

$$G = (N - V) \cdot (Q_{\text{bas}}/Q_{\text{ges}})$$

mit G = Grundwasserneubildung

N = Niederschlag

V = aktuelle Verdunstung

Q_{bas} = Basisabfluss

Q_{ges} = Gesamtabfluss

Die hier verwendete Methodik basiert auf einem detaillierten Modell, dass im Rahmen der Bearbeitung des Wasser- und Bodenatlasses Baden-Württemberg (WaBoA) neu entwickelt wurde (Armbruster 2002). Ein besonderer Schwerpunkt war dabei die Ermittlung der lateralen Abflusskomponente speziell für Festgesteinsgebiete, die als Verlustgröße nicht zur Grundwasserneubildung beiträgt.

Das für die Ermittlung der langjährigen mittleren Niederschläge verwendete Verfahren interpoliert tägliche Stationsniederschläge, wobei die Niederschlagswerte je nach Lage der Station korrigiert werden (RICHTER 1995).

Die aktuelle Verdunstung wurde auf der Basis von Tageswerten der meteorologischen Kenngrößen mit Hilfe eines deterministischen, flächendifferenzierten Modells ermittelt, das physikalisch basierte als auch konzeptionelle Ansätze verwendet (Armbruster 2002). Verwendet werden Daten zu Hangneigung, Exposition (DHM), Landnutzung, Meteorologie (Niederschlag, Lufttemperatur, Sonnenscheindauer, Windgeschwindigkeit, Luftfeuchte), Boden (nFK im effektiven Wurzelraum), Substrat, Gründigkeit und Grundwasser-Flurabstand.

Die Ermittlung der Abflusskomponenten erfolgte nach dem Demuth-Verfahren (Demuth 1989, 1993), dem das Wundt-Kille-Verfahren zugrunde liegt. Ausgewertet wurden Abflussreihen mit mindestens zehnjähriger Beobachtungszeit. Für die Regionalisierung wurden multivariate statistische Verfahren eingesetzt (multiple Regression).

Die Berechnungen erfolgten für die hydrologische Standardperiode 1961 – 1990, die räumliche Auflösung ist durch ein 500 x 500 m Raster festgelegt.

A-Karte 9.9.1.d-8.2

Die langjährige mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag ist in Karte 9.9.1.d dargestellt. Für den gGWK 8.2 ergeben sich folgende Ergebnisse:

- Für die Fläche des gGWK 8.2 von 456 km² beträgt die mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag für die untersuchte Standardperiode 1961 – 1990 192 mm/a.
- Regional variieren die Werte zwischen 35 bis 348 mm/a. Die höhere Grundwasserneubildung erfolgt im Tal der Elsenz, die niedrigeren Werte finden sich randlich im Verbreitungsgebiet des Sandsteinkeupers.
- Für 1971, das extreme Trockenjahr der Standardperiode 1961 – 1990, betrug die mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag 38 mm/a bei einer räumlichen Variation von – 208 bis 111 mm/a.
- Für 1965, dem extremen Feuchtjahr der Standardperiode 1961 – 1990, betrug die mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag 385 mm/a bei einer räumlichen Variation von 69 bis 828 mm/a.

4.2.1.3 Merkmale der Bodenüberdeckung

A-Karte 9.9.1.e-8.2

Bodeneinheiten: Die Angaben zu den Böden im Gebiet des gGWK 8.2 basieren auf der Bodenübersichtskarte von Baden-Württemberg 1 : 200.000 (GLA 1992 - 95). Eine vereinfachte und generalisierte Bodenkarte ist die Karte 9.9.1e.

Überwiegend ist das Gebiet des gGWK 8.2 von Löss bedeckt. Die landwirtschaftlich genutzten Böden sind meist stark erodiert und der hier vorherrschende Bodentyp ist die Pararendzina. Nach Osten nimmt der Erosionsgrad der Böden langsam ab. Hier sind noch stellenweise Parabraunerden aus Löss erhalten. Das umgelagerte Bodenmaterial ist in Senken und Mulden anzutreffen (Bodentyp: Kolluvium). Unter Wald kommen ebenfalls verbreitet Parabraunerden aus Löss vor. An den Talhängen und im Süden des Gebiets sind kleinere Flächen mit tonreicheren Böden (Braunerde-Pelosole, Pelosol-Braunerden) aus Gipskeuper-

Fließerden anzutreffen. Auf den meist bewaldeten Stufenflächen des Schilfsandsteins im Südosten treten verbreitet sandig-steinige Braunerden auf.

Im Wurzelraum der Lössstandorte findet vorherrschend eine vertikale Sickerwasserbewegung statt. In den Keupergebieten mit toniger Unterlagerung ist mit Zwischenabflüssen (Interflow) zu rechnen. Im gesamten Gebiet findet bei Starkregen auf den Ackerflächen in Abhängigkeit von Hangneigung, Bodenbedeckung, Bodenart und Oberflächenverschlammung auch erodierender Oberflächenabfluss statt.

Nähere Informationen zu den Böden im Gebiet des gGWK 8.2 sind der Bodenkarte von Baden-Württemberg 1 : 25 000 Blatt 6818 Kraichtal und 6819 Eppingen zu entnehmen.

Das Ausmaß der Denitrifikation ist vom Bodenluft- und -wasserhaushalt, von der Temperatur und der Nitrat-Konzentration der Bodenlösung abhängig. Zusätzlich ist leicht verfügbarer organischer Kohlenstoff als Energieträger für die mikrobielle Denitrifikation erforderlich. Im Wurzelraum der Lössstandorte mit gut bis ausreichend durchlüfteten und stauwasserfreien Böden ist die Denitrifikation als gering einzustufen. Auf den tonreicheren Böden des Keupers ist mit einer mittleren Denitrifikationskapazität zu rechnen. In Anlehnung an Angaben in FREDE & DABBERT (1998) entspricht dies einer mittleren Denitrifikationsrate für die Ackerflächen im Gesamtgebiet von ca. 10 kg/ha/a N. Es handelt sich hierbei um einen mittleren Schätzwert mit entsprechend großen Unsicherheiten.

Nitratauswaschung: Die wesentlichen Faktoren, die Menge und Geschwindigkeit der Nitratverlagerung steuern, sind die Landnutzung, das Klima, der Boden und der Stickstoffüberschuss.

Der Transport des Nitrats erfolgt mit dem Sickerwasser. Die Sickerwassermenge ist die Differenz aus den vom Deutschen Wetterdienst (DWD) korrigierten Niederschlagswerten und der tatsächlichen Verdunstung. Die Sickerwassermenge ist nicht mit der Grundwasserneubildungsrate identisch. Nur in Gebieten ohne schnelle Abflusskomponenten (Oberflächenabfluss und Zwischenabfluss), wie z. B. in der Oberrheinebene, entsprechen sich beide Werte. Sonst liegt die Grundwasserneubildung z. T. deutlich unter der Sickerwassermenge. Da jedoch auch die schnellen Abflusskomponenten mit dem Boden in Wechselwirkung stehen und gelöste Stoffe transportieren, wird die Sickerwassermenge für die Berechnung der Nitratkonzentrationen als Bezugsgröße gewählt. Zur Ableitung von N-Frachten ins Grundwasser ist dagegen die Grundwasserneubildungsrate heranzuziehen.

Für den N-Überschuss landwirtschaftlicher Flächen wird die Hoftorbilanz landwirtschaftlicher Vergleichsgebiete verwendet (GAMER & ZEDDIES 2001). Es handelt sich um regionale Mittelwerte der Zeitreihe Winterhalbjahr 1995 bis 1999.

In GAMER & ZEDDIES (2001) ist eine Zusammenstellung verschiedener Autoren zum N-Verlust bei Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger aufgeführt. Die in Tab. 4.2.1.3 verwendeten 25 kg/VE/haLF/a N entsprechen mittleren Verhältnissen.

Der N-Eintrag aus Niederschlag in Baden-Württemberg liegt im Mittel bei ca. 20 kg/ha/a N (BACH & FREDE 2003). Er variiert zwischen ca. 7 und 11 kg/ha/a N im Freilandniederschlag und zwischen 20 und 30 kg/ha/a N im Bestandesniederschlag der Waldgebiete (GAMER & ZEDDIES 2001). Für die Berechnungen der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser werden landesweite, mittlere N-Einträge aus Niederschlag für Ackerstandorte von 15 kg/ha/a N verwendet (Tab. 4.2.1.3).

In Baden-Württemberg liegen die Nitratkonzentrationen im Rohwasser der Wasserschutzgebiete mit Wald- und Grünlandanteilen von über 90% meist im Bereich von 1 bis 20 mg/l NO₃⁻. Der Mittelwert von 10 mg/l NO₃⁻ wird in Tab. 4.2.1.3 als mittlere Nitratkonzentration für das Sickerwasser aus Wald- und Grünlandflächen verwendet.

Bei einer vereinfachten, langfristigen Betrachtung kann angenommen werden, dass sich Stickstoffmineralisation und –immobilisierung im Boden gegenseitig ausgleichen. Damit kann nach Gleichung (1) im zu betrachtenden Gebiet eine mittlere, potenzielle Nitratkonzentration im Sickerwasser berechnet werden. Die Siedlungsgebiete werden hierbei nicht berücksichtigt, da vor allem der N-Überschuss, aber auch die Sickerwassermenge aus Siedlungsflächen nicht bekannt und nur schwer abschätzbar sind. Bei den Gebieten mit geringen Siedlungsanteilen unterscheiden sich die berechneten Nitratmittelwerte mit bzw. ohne Berücksichtigung der Siedlungsflächen kaum.

Gleichung (1): Potenzielle Nitratkonzentration im Sickerwasser außerhalb der Siedlungsgebiete (NO₃pot i.S.); Erläuterung der Abkürzungen in Tab. 4.2.1.3.

$$\begin{aligned} \text{NO}_3\text{pot i.S.} &= \frac{[(H-G-(I*K)+J)*443*A/F)+(L*(B+C))]{(A+B+C)} \\ &= 47 \text{ mg/l NO}_3^- \text{ (Daten: Marktfruchtbetriebe)} \\ &= 54 \text{ mg/l NO}_3^- \text{ (Daten: alle Betriebsformen)} \end{aligned}$$

Tab. 4.2.1.3: Faktoren zur Beurteilung der Nitrat auswaschung aus dem Boden für den gefährdeten Grundwasserkörper „Kraichgau“ (8.2); N = Stickstoff, VE = Vieheinheit, LF = landwirtschaftliche Fläche

Bezug	Inhalt	Einheit	Wert	Symbol	Quelle
Gebietswert: Landnutzung aus Satellitendaten von 1993	Flächenanteil Acker & Reben	%	61	A	Landsat-Daten
	Flächenanteil Wald	%	21	B	
	Flächenanteil Grünland	%	11	C	
	Flächenanteil Siedlung	%	6	D	
	Flächenanteil Gewässer	%	0	E	
Gebietswert: Mittelwert, Zeitreihe 1961-1990	jährliche Sickerwassermenge Ackerstandorte	mm	315	F	Wasser- und Bodenatlas Ba.-Wü. (UVM & LFU 2004)
Gebietswert: Mittelwert	Denitrifikationsrate Boden Ackerstandorte	kg/ha/a N	10	G	
Regionale Angaben: Mittelwerte für das landwirtschaftliche Vergleichsgebiet (LVG) „Gäulandschaften“, Zeitreihe 1995-1999	N-Überschuss (Hoftorbilanz: alle Betriebsformen)	kg/haLF/a N	70	H1	GAMER & ZEDDIES (2001)
	N-Überschuss (Hoftorbilanz: Marktfruchtbetriebe)	kg/haLF/a N	52	H2	
	Viehbesatz: alle Betriebsformen	VE/haLF	0,8	I1	
	Viehbesatz: Marktfruchtbetriebe	VE/haLF	0,38	I2	
Überregionale, landesweite Angaben	N-Eintrag aus Niederschlag Ackerstandorte	kg/ha/a N	15	J	
	N-Verlust Wirtschaftsdünger (Lagerung & Ausbringung)	kg/VE/haLF/a N	25	K	
	Nitrat aus Wald & Grünland	mg/l NO ₃ ⁻	10	L	

Für das Gebiet des gGWK 8.2 errechnet sich auf Basis der Daten in Tab. 4.2.1.3 unter Verwendung der Werte der Marktfruchtbetriebe (H2 & I2)) eine mittlere Nitratkonzentration im Sickerwasser von 47 mg/l NO₃⁻ bzw. mit den Werten aller Betriebsformen (H1 & I1) von 54 mg/l NO₃⁻. Die Werte von 47 bzw. 54 mg/l NO₃⁻ im Sickerwasser sind Rechenwerte unter den o. a. Voraussetzungen, Daten und Rechenverfahren. Die Zahlen stellen jedoch keinen Prognosewert für eine Nitratkonzentration im Grundwasser dar. So sind z. B. Denitrifikationsprozesse in der ungesättigten Zone unterhalb des Wurzelraums und im Grundwasserleiter sowie Alter des Grundwassers, Umsatzrate, Uferfiltrat und Randzuströme nicht berücksichtigt. Die Rechenwerte ermöglichen jedoch einen Vergleich zwischen verschiedenen Landesteilen und veranschaulichen, dass im Gebiet des gGWK 8.2 die Standortfaktoren Landnutzung (hoher Ackeranteil), Klima (geringe Sickerwassermenge) und Boden (geringe Denitrifikationskapazität) bereits bei N-Salden der Landwirtschaft (Hoftorbilanz) zwischen 52 und 70 kg/ha/a N zu Nitratkonzentrationen im Sickerwasser > 45 mg/l NO₃⁻ führen können.

4.2.1.4 Belastungen aus diffusen Quellen - Landnutzung

Vorgehensweise/Methodik

Zur detaillierten Betrachtung der landwirtschaftlichen Nutzung im Gebiet wurden Daten des Statistischen Landesamtes (StaLa) und der Landwirtschaftsverwaltung herangezogen. Mit den Daten des sogenannten „Gemeinsamen Antrags“ wurden auf Basis der Gemeinden die Anbauflächen einzelner Kulturen erfasst (InVeKoS-DATEN 2002). Es wurden hierbei i.d.R. über 80% der landwirtschaftlich genutzten Flächen berücksichtigt.

In Abstimmung mit der Landwirtschaftsverwaltung wurden die angebauten Kulturen nach der Gefährdung der Nitrat auswaschung unter Berücksichtigung von SchALVO-Rest-Nmin-Kontrolldaten und von kulturartspezifischen Nitratbilanzüberschüssen in 4 Nitrat auswaschungsgefährdungsklassen eingeteilt.

- Der Klasse „hohe Auswaschungsgefährdung“ wurden insb. die Kulturen Raps, Rebland, Körnerleguminosen, Gemüse, Spargel, Saat- und Zuckermais, Hopfen, Tabak (Burley/ Geudertheimer) und Frühkartoffeln zugeordnet;
- In die Klasse „mittlere Nitrat auswaschungsgefährdung“ wurden Weizen, Wintergerste, Triticale, Körner- und Silomais, Obstanlagen, Kartoffeln, Baumschulen und Hanf einteilt;
- Eine „niedrige Nitrat auswaschungsgefährdung“ weisen stillgelegte Flächen, Hafer, Zuckerrüben, Ackerfutter, Roggen, Dinkel und Menggetreide auf;
- Grünland, Sommergerste und Tabak/Virgin wurde der Klasse „sehr geringe Nitrat auswaschungsgefährdung“ zugeordnet.

Zur Abschätzung des möglichen Stickstoffeintrags über Wirtschaftsdünger wurde der Viehbesatz auf Gemeindeebene (MLR-Daten 2002) herangezogen.

A-Karte 9.9.2-8.2

Ergebnisse

Der GWK 8.2 erstreckt sich über einen großen Teil des Kraichgauer Hügellands (Karte 9.9.2). Die Größe des durch die Gemeindeflächen festgelegten Gebiets umfasst 455,8 km². Die Grenze zwischen den Bearbeitungsgebieten Oberrhein und Neckar teilt den GWK in zwei westlich gelegene Teilflächen mit einer Fläche von 186,5 km² (BG Oberrhein, TBG 35 „Pfinz-Saalbach-Kraichbach“) und einen östlichen Teil mit einer Fläche von 269,2 km² (BG Neckar).

Die im BG Neckar gelegene Teilfläche des GWK 8.2 befindet sich mit 251,3 km² fast vollständig im TBG 49 „Neckar unterhalb Jagst bis Mündung“ (251,3 km²); nur 17,9 km² des GWK 8.2 entfallen auf das TBG 46 „Neckar unterhalb Enz oberhalb Kocher“.

Die Bodennutzung des GWK „Kraichgau“ weist einen unterdurchschnittlichen Waldanteil und einen überdurchschnittlichen Anteil landwirtschaftlich genutzter Flächen auf (Tab. 4.2.1.4.a)

Die landwirtschaftliche Nutzung ist relativ gleichmäßig über den Grundwasserkörper verteilt. Lediglich im südwestlichen und nordöstlichen Randbereich von Sinsheim (Gemarkungen Sinsheim, Weiler, Hilsbach, Rohrbach und Steinsfurt) sowie im südöstlichen Randbereich des Grundwasserkörpers (Eppingen, Sulzfeld, Kürnbach) finden sich größere zusammenhängende Waldflächen (Karte 9.9.2).

Tabelle 4.2.1.4.a: Bodennutzung im gGWK Kraichgau (8.2)

1	Teilbearbeitungsgebiete	BG Oberrhein: Pfinz-Saalbach-Kraichbach (Nr. 35), BG Neckar : Neckar unterhalb Jagst bis Mündung Rhein (Nr. 49); Neckar unterhalb Enz oberhalb Kocher (Nr. 46)	
2	Landkreise	Rhein-Neckar-Kreis, Heilbronn, Karlsruhe	
3	Städte und Gemeinden	Zaisenhausen, Ittlingen, Sulzfeld, Gemmingen, Kraichtal, Kirchart, Rauenberg, Angelbachtal, Eppingen, Kürnbach, Dielheim, Sinsheim, Zuzenhausen	
4	Fläche	455,8 km ²	
5	Bodennutzung (in %)	„Kraichgau“	Baden-Württemberg
	Siedlungen	14,3 %	13,2 %
	Wald	21,9 %	38,0 %
	Sonstiges (Wasser...)	1,4 %	2,0 %
	Landwirtschaftsfläche	62,4 %	46,8 %
	davon: (nur Betriebe > 2 ha)		
	Ackerfläche	49,6 %*	23,6 %*
	Reb-, Obst- flächen	1,4 %*	1,4 %*
	Dauergrünland	5,3 %*	16,0 %*
Quelle: StaLa (Flächen-, Bodennutzungshaupterhebung 2001, Internet)			
* Bezug: Gesamtfläche			

Innerhalb der landwirtschaftlichen Flächennutzung dominiert der Ackerbau (Tabelle 4.2.1.4.a).

Der Ackerbau ist geprägt durch Wintergetreide-Sommergerste-Zuckerrüben/Mais Fruchtfolgen. Außer in Ittlingen, Kirchart und Zuzenhausen ist in allen Gemeinden/Städten des GWK der Weinbau präsent. Kulturen mit einer hohen Nitratauswaschungsgefahr werden auf 6,6 % der landwirtschaftlichen Flächen angebaut. Der Anteil dieser Kulturen im GWK liegt somit insgesamt unter dem Landesdurchschnitt von 8,2 %. (Tabelle 4.2.1.4.b). Der Anteil hoch auswaschungsgefährdeter Kulturen liegt, insbesondere bedingt durch den Weinbau, in der Stadt Rauenberg (22,6 % der LN) sowie den Gemeinden Kürnbach (16,9% der LN) und Sulzfeld (11% der LN) deutlich über dem Durchschnitt des GWK.

Der Anteil der Kulturen mit einer mittleren Nitratauswaschungsgefahr ist im gesamten GWK mit 51,4 % gegenüber 34,7 % im landesweiten Vergleich deutlich erhöht. Bei den Kulturen dominieren hier der Winterweizen (28 % der LF), gefolgt von Körner- und Silomais (14% der LF) und Wintergerste (6% der LF).

Kulturen mit sehr niedriger Auswaschungsgefährdung werden im GWK nur auf 22,8% der LF gegenüber 45,3% im Landesdurchschnitt angebaut. 15% entfallen davon auf mit Sommergerste bebaute Ackerflächen und nur 7% auf Dauergrünland. Den höchsten Anteil an Kulturen mit niedriger Auswaschungsgefährdung weist dabei die Gemeinde Kirchartd mit 30,6%, den niedrigsten Anteil Angelbachtal mit 11,2% auf.

Tabelle 4.2.1.4.b: Einstufung der Kulturen in Nitratauswaschungsgefährdungsklassen
- Vergleich der Flächenanteile des gGWK und Land BW

Nitrat-Auswaschungsgefährdungsklasse	Kulturen	Flächenanteile Kulturen GWK 8.2	Flächenanteile Kulturen Land BW
hoch	Raps, Rebland, Körnerleguminosen, Saat-/ Zuckermais, Gemüse, Spargel, Hopfen, Tabak-B/G, Frühkartoffeln	6,6 %	8,2 %
mittel	Weizen, W.gerste, Mais, Obstflächen, Kartoffeln, Baumschule u.a.	51,4 %	34,7 %
niedrig	Stilllegung, Hafer, Roggen, Dinkel, Zuckerrüben, Ackerfutter u.a.	19,1 %	11,9 %
sehr niedrig	Grünland, Sommergerste, Tabak/Virgin	22,8 %	45,3 %

Die Viehdichte variiert in den Städten und Gemeinden zwischen 0,1 GVE/ha und 0,69 GVE/ha. Sie ist damit deutlich geringer als im Landesdurchschnitt (0,83 GVE/ha) und somit hinsichtlich ihres Einflusses auf den Stickstoffeintrag in das Grundwasser nahezu vernachlässigbar. Die höchsten Viehdichten im Bereich des GWK 8.2 sind in den Gemeinden Gemmingen (0,69 GVE/ha) und Dielheim (0,58 GVE/ha) anzutreffen.

4.2.1.5 Grundwasserbeschaffenheit

Vorgehensweise/Methodik

Es wurden die Ergebnisse des Grundwasserüberwachungsprogramms (Landesmessstellen und Kooperationsmessnetz der Wasserversorger) zur Bewertung herangezogen. Weitere Untersuchungsergebnisse liegen nicht in nennenswertem Umfang verfügbar vor.

Ergebnisse

Karte 9.9.3 zeigt die Ergebnisse der Grundwasserüberwachungspegel im Grundwasserkörper 8.2 für die Herbstbeprobung 2001. Im Bereich des Grundwasserkörpers 8.2 ist nur eine vergleichsweise geringe Anzahl an Beschaffenheitsmessstellen vorhanden, so dass flächenhafte Aussagen nur sehr eingeschränkt möglich sind. Die Nitratbelastung an den Messstellen im Grundwasserkörper stellt sich heterogen dar. Erhöhte Nitratgehalte weisen mehrere Messstellen im nördlichen sowie im zentralen Bereich des Grundwasserkörpers auf, so der Hollerbrunnen in Dielheim (Gemarkung Horrenberg), jeweils ein Brunnen in den Gemeinden Zuzenhausen und Ittlingen, zwei Brunnen in Sinsheim (Gemarkung Hoffenheim), die Hintere Quelle in Sinsheim (Gemarkung Hilsbach) und der Grundlosenbrunnen in Angelbachtal (Gemarkung Eichersheim). Auch im südlichen Bereich des Grundwasserkörpers, in Gemeinden mit hohem Weinbauanteil (Kürnbach, Sulzfeld) treten lokal erhöhte Belastungen auf. Für letztere sind eventuell noch Rebflurbereinigungen in den 70er Jahren, die mit großen Erdbewegungen einhergingen, mit verantwortlich.

An den Messstellen mit erhöhten Nitratkonzentrationen ist im Beobachtungszeitraum seit der ersten Hälfte der 1990er Jahre überwiegend ein gleich bleibendes bis leicht ansteigendes Konzentrationsniveau zu erkennen (Abb. 4.2.1.5.a bis 4.2.1.5.e).

Aufgrund der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) werden alle Wasserschutzgebiete entsprechend der Nitratbelastung im Grundwasser in die drei Nitratklassen (1) - Normalgebiete, (2) - Problemgebiete und (3) - Sanierungsgebiete eingeteilt.

Die ausgewiesenen Trinkwasserschutzgebiete im GWK 8.2 sind nach der SchALVO den Nitratklassen in Tab. 4.2.1.5a zuzuordnen (Stand: 1.1.2004):

Auf den Gemarkungen Angelbachtal und Rauenberg sind keine Trinkwasserschutzgebiete ausgewiesen.

Die Ergebnisse der Rohwasseruntersuchungen auf Nitrat in den Wasserschutzgebieten sind - soweit verfügbar - für die Untersuchungsjahre 2001 und 2004 in Tab. 4.2.1.5.b zusammengestellt.

Tab. 4.2.1.5.a: Einstufung der Wasserschutzgebiete

LFU-Nr.	Name	In der Fläche hauptsächlich be- rührte Gemeinden/Städte
Nitrat-Sanierungsgebiete		
226005	Brunnen Hoffenheim	Sinsheim, OT Hoffenheim
226006	Brunnen Zuzenhausen	Zuzenhausen
215033	Kürnbach Br. 1- 3	Kürnbach
215043	Gänselbrunnenquelle Oberacker	Kraichtal, OT Oberacker
215044	Schlossbrunnenquelle Landshausen	Kraichtal, OT Landshausen
Nitrat-Problemgebiete		
226201	Bettelmanns- u. Hollerbrunnen, Dielheim	Dielheim
226202	Brunnen Dielheim	Dielheim
125 001	Brunnen ZV Oberes Elsenztal	Eppingen, OT Richen u. Ittlingen
125136	Brunnen ZV Oberes Elsenztal	Eppingen - Sulzfeld
215032	Mörsbachbrunnen, Claffenbrunnen	Zaisenhausen, Kraichtal
215042	Kindlesbrunnen, Münzesheim	Kraichtal, OT Münzesheim
125136	Brunnen WV Sulzfeld	Sulzfeld, Eppingen
125001	Eppingen-Richen, Ittlingen	Eppingen, Ittlingen
125002	Eppingen-Rohrbach	Rohrbach
125 007	Gemmingen (Aussiedler)	Gemmingen
125 201	Eppingen-Elsenz	Eppingen
Normalgebiete		
226046	Brühquelle ua., Brunnen Kantenberg	Sinsheim
125004	Kircharadt-Berwangen	Kircharadt

Tab. 4.2.1.5.b: Ergebnisse der Rohwasseruntersuchungen

Wasserschutzgebiet	LfU- Nummer	Mess- stelle	2001		2004	
			Nitrat (mg/l)	Anzahl Messungen	Nitrat (mg/l)	Anzahl Messungen
Eppingen-Richen und Ittlingen	125001	51/407-5	34,7	4		
Eppingen-Rohrbach ²	125002	69/408-8	18,9	3		
Gemmingen (Aussiedler) ³	125007	62/408-0			46,8	3
Sulzfeld	125136	80/408-1			20,0	2
Eppingen und Eppingen-Elsenz	125201	64/408-0			42,5	1
Gemeinde Zaisenhausen	215032	5/358-0			42,0	9
Gemeine Kürnbach	215033	2/359-9	50,5	1	53,5	3
		3/359-3			55,4	3
		4/359-8			47,8	3
Gemeinde Kraichtal, OT Münzesheim	215042	4/358-6			36,8	2
Gemeinde Kraichtal, OT Oberacker	215043	7/358-0	47,0	6	46,7	6
Gemeinde Kraichtal, OT Landshausen	215044	2/358-7			47,3	2
Br. Gew. Bruch, Röhrig Sinsheim Hof- fenheim	226005	2/407-8	52,0	1	49,7	6
		3/407-2	47,9	8	45,3	6
Br. Gew. Wehrloch, Zuzenhausen	226006	18/357-0	50,0	1		
		4/407-7	27,0	1	25,3	3
Br. Gew. Kantenberg, Abtsmauer, Kuhschwanz, Brühlquelle Sinsheim	226046	5/407-1	32,4	7	28,8	6
		8/407-5	39,0	1	31,7	3
		9/407-0	27,0	1	25,0	3
Bettelmanns- und Hollerbrunnen, Diel- heim-Batzfeld	226201	20/357-0	50,0	1	50,0	2
		21/357-0	38,0	1	40,3	3
Brunnen Dielheim	226202	19/357-5	32,0	1	32,0	2

¹ Mittelwert; bei Einzelmessungen: Einzelwert

³ nur teilweise im gGWK 8.2

² aufgehoben

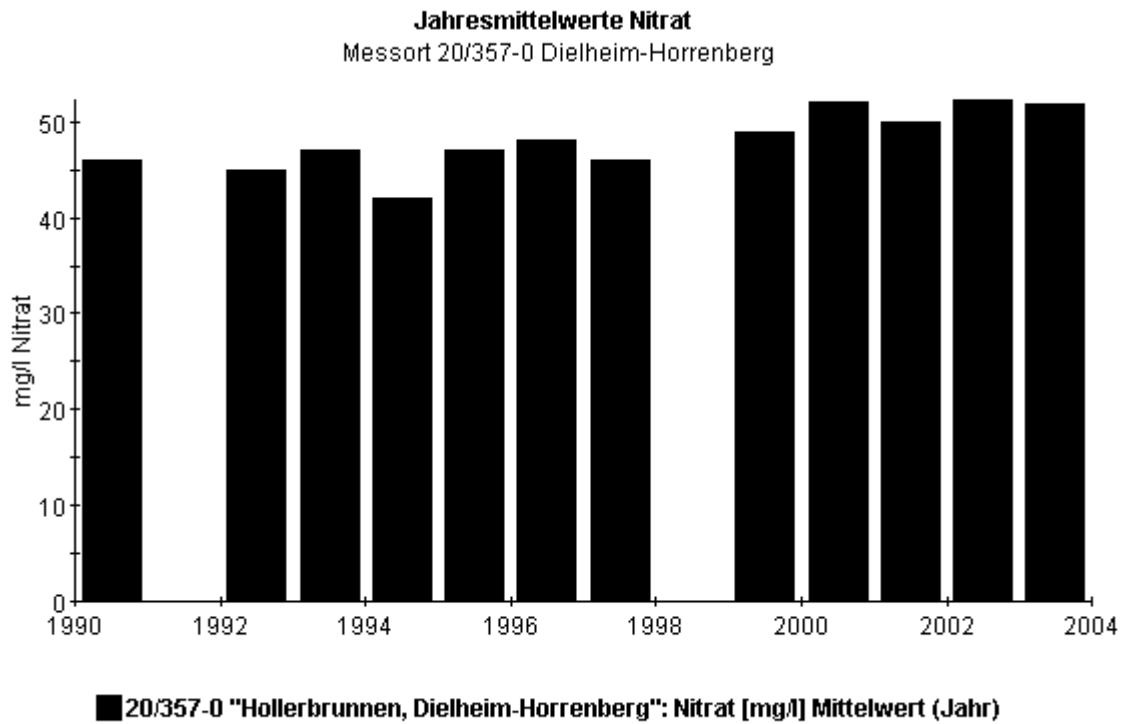


Abb. 4.2.1.5.a

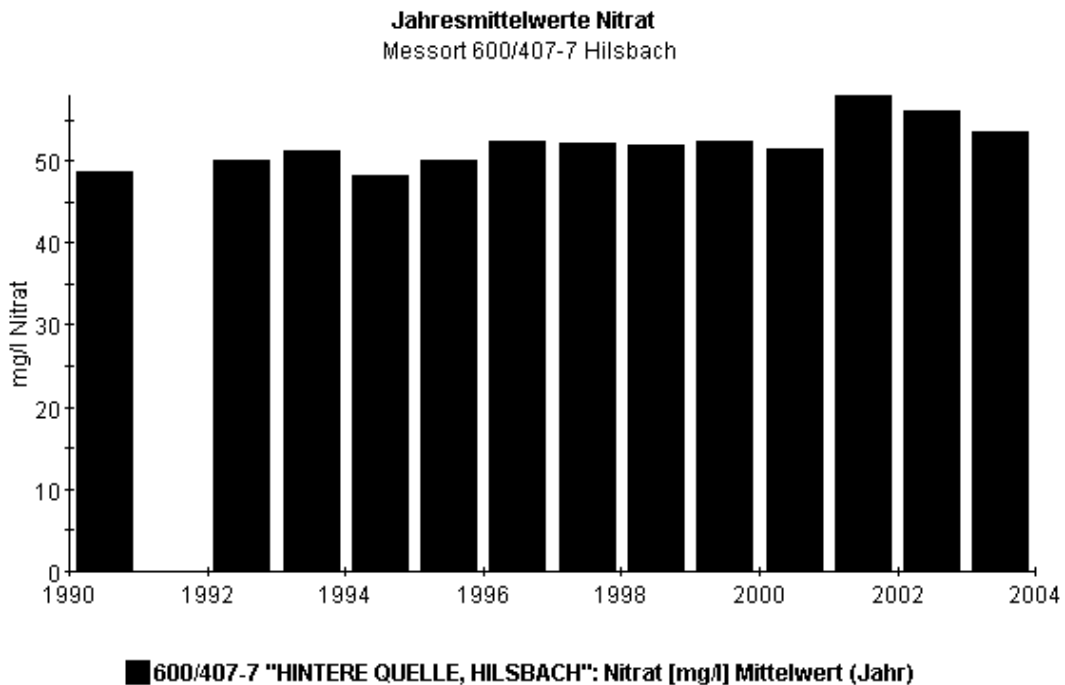


Abb. 4.2.1.5.b

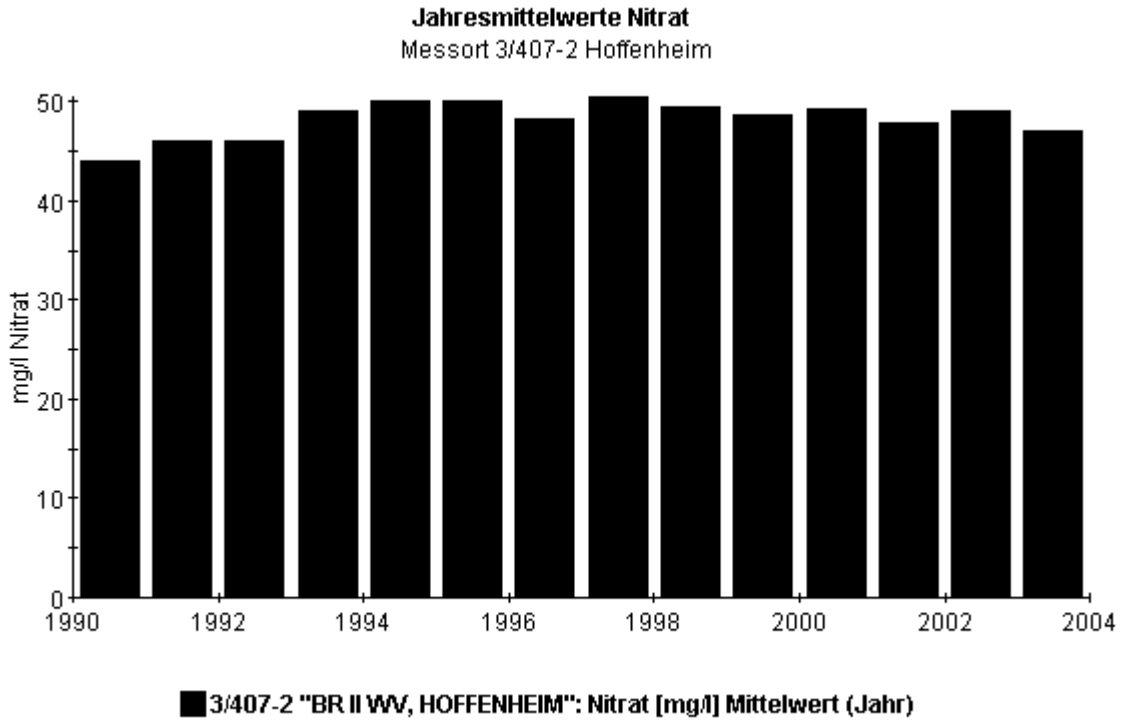


Abb. 4.2.1.5.c

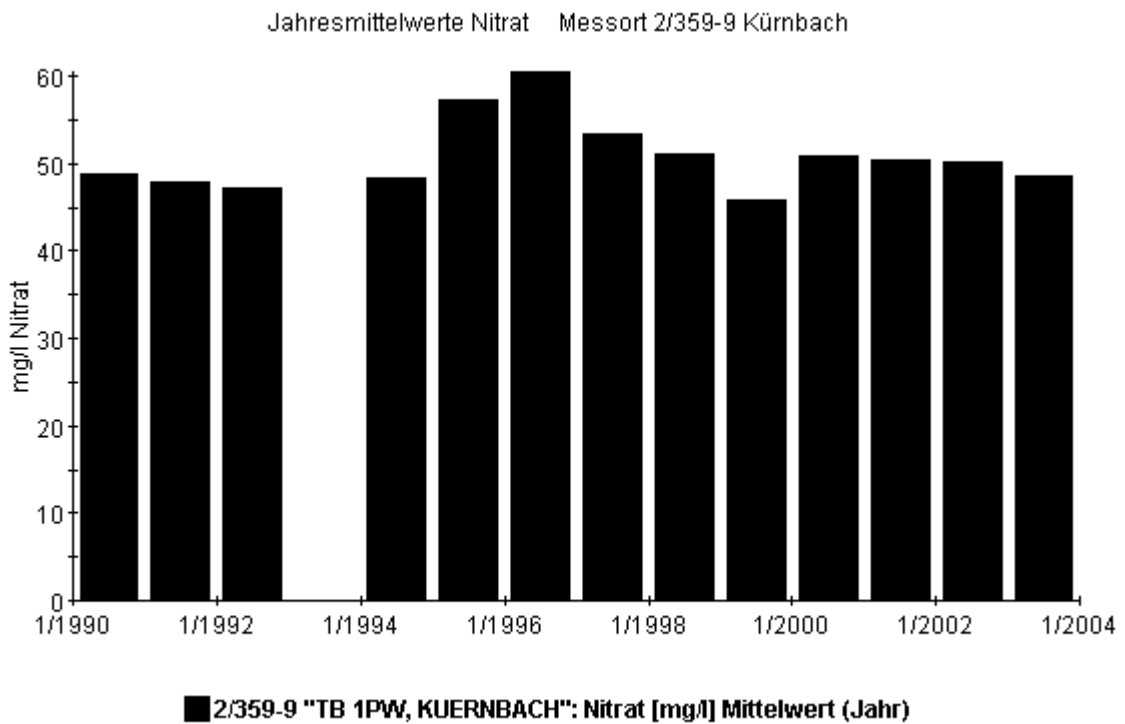


Abb. 4.2.1.5.d

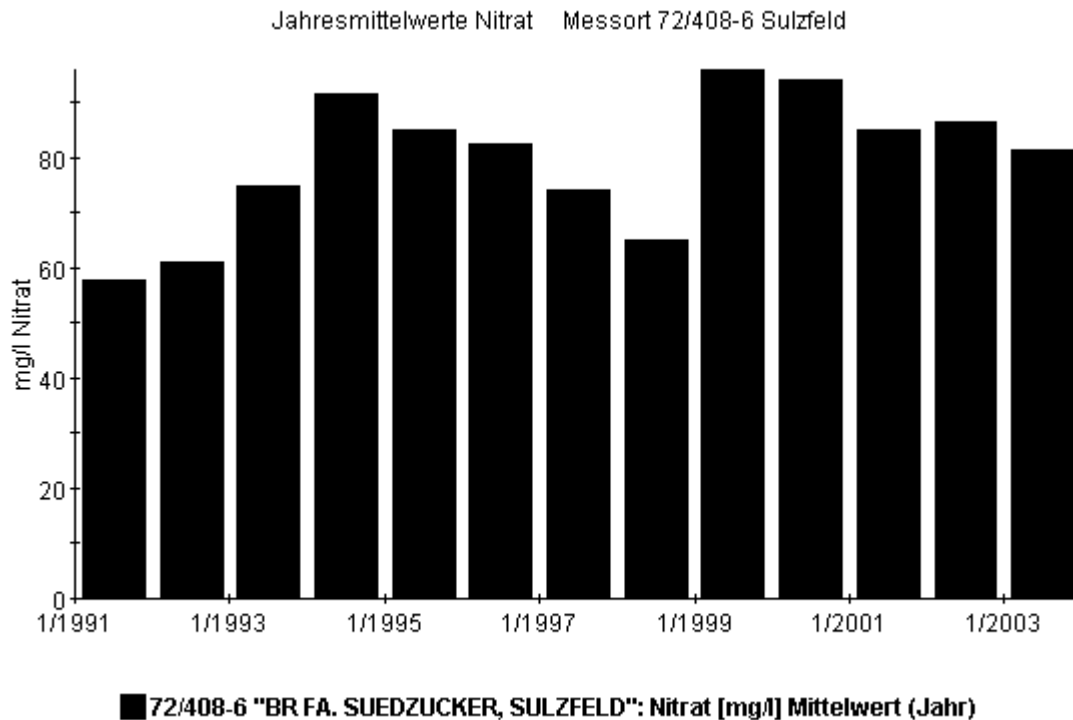


Abb. 4.2.1.5.e

4.2.1.6 Gesamtbewertung

Auf Grund der Ergebnisse der erstmaligen und der weitergehenden Beschreibung wird der GWK „Kraichgau“ hinsichtlich der diffusen Belastung durch Nitrat insgesamt als gefährdeter Grundwasserkörper eingestuft.

Zum Nitratreintrag aus den landwirtschaftlich genutzten Flächen trägt der Ackerbau insgesamt aufgrund seines hohen Flächenanteils sowie in einigen Bereichen auch der Weinbau, evtl. verstärkt durch Rebflurbereinigungen in der Vergangenheit, bei.

Die standörtliche Nitratauswaschungsgefährdung liegt in allen Gemeinden des GWK, bedingt durch den geringen Wald- und Grünlandanteil, auf einem hohen Niveau. Diese schlägt sich im nördlichen Teil des GWK (Dielheim, Sinsheim, Zuzenhausen) sowie im südlichen Bereich (Kürnbach) auch in erhöhten Immissionsmesswerten nieder. Bislang ist im Grundwasserkörper 8.2 nur eine vergleichsweise geringe Anzahl an Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen vorhanden.

Die Erkenntnisse zur Qualität der mittleren und tieferen Grundwasserbereiche sind noch lückenhaft. Hierzu besteht weiterer Klärungsbedarf.

4.2.2 Weitergehende Beschreibung des gefährdeten Grundwasserkörpers 16.2 Rhein-Neckar

4.2.2.1 Abgrenzung

Aus der erstmaligen Beschreibung hat sich ergeben, dass für den Grundwasserkörper ein hohes Risiko besteht, dass der gute Zustand bezüglich des Parameters Nitrat insbesondere durch Stickstoffeinträge aus der Landwirtschaft nicht erreicht wird. Der Grundwasserkörper ist hinsichtlich der Merkmale, die für die Art der Gefährdung des Grundwasserkörpers und die daraus abzuleitenden Maßnahmen relevant sind, weitergehend zu beschreiben. Dies bedeutet, dass im abgegrenzten Gebiet neben hydrogeologischen und bodenkundlichen Merkmalen auch die Art der Landnutzung und insbesondere der landwirtschaftlichen Flächennutzung (Kulturarten) genauer zu erfassen sind.

Tabelle 4.2.2.1: Ursachen-Zuordnung von Gemeinde-Flächen zum gGWK 16.2
(= Ergebnis der Erstmaligen Beschreibung).

Stadt/Gemeinde	Gemeinde Fläche (m ²)	maximal verträglicher N-Überschuss auf Ackerflächen, für weniger als 50 mg Nitrat/l im Sickerwasser, bezogen auf die Gesamt-gemeindefläche (kg N/ha/a)	Typ 2	Typ 1	Code
SKR Heidelberg	108,83	100,0		1	1
SKR Mannheim	144,96	74,1		1	1
Brühl	10,19	48,1	2	1	3
Dossenheim	14,14	88,9		1	1
Eppelheim, Stadt	5,70	53,8	2	1	3
Heddesheim	14,71	52,6	2	1	3
Ilvesheim	5,89	42,2	2	1	3
Ketsch	16,52	63,1	2	1	3
Ladenburg, Stadt	19,00	43,2	2	1	3
Leimen, Stadt	20,64	116,8		1	1
Oftersheim	12,78	74,3		1	1
Plankstadt	8,39	43,8	2	1	3
Sandhausen	14,55	94,3		1	1
Schriesheim, Stadt	31,64	170,1		1	1
Schwetzingen, Stadt	21,62	83,8		1	1
Edingen-Neckarhausen	12,04	46,1	2	1	3
Hirschberg an der Bergstraße	12,35	80,2		1	1

- Code-Nr.** Gemeinde wurde zugeordnet wegen
- 0 Abrundung der gefährdeten Grundwasserkörper (gGWK)
 - 1 Zugehörigkeit (eines Teils des Gemeindegebietes) zu einer Typ 1- Fläche (Immission)
 - 2 Zugehörigkeit der Gemeinde zu Typ 2 (Standorteigenschaften)
 - 3 Zugehörigkeit der Gemeinde sowohl zu Typ 1 als auch zu Typ 2

Die Zuordnung von Immissionsflächen (Typ 1) und Standorteigenschaften-Flächen (Typ 2) im gGWK zeigt Tabelle 4.2.2.1. Dem Typ2 zugeordnet wurden Gemeinden/Städte mit einem maximal verträglichen N-Bilanz-Überschuss auf Ackerflächen von weniger als 65 kg N/ha. Danach sind 9 der 17 Gemeinden/Städte ausschließlich auf Grund der Immissionen und 8 Gemeinden sowohl auf Grund der Immissionen als auch auf Grund der Standorteigenschaften dem gGWK zugeordnet.

Der maximal verträgliche N-Überschuss auf Ackerflächen schwankt, maßgebend beeinflusst durch den stark differierenden Waldflächenanteil in den Gemeinden, zwischen 42 kg N/ha/a in Ilvesheim (Anteil Waldfläche: 0%) und 170 kg N/ha/a in Schriesheim (Anteil Waldfläche: 58,6%) (Tabelle 4.2.2.1)

A-Karte 9.9.1.a/b-16.2

4.2.2.2 Geologische und hydrogeologische Beschreibung

a) Geologische Merkmale

Der gefährdete Grundwasserkörper Nr. 16.2 Rhein - Neckar (gGWK 16.2) gehört im Westen zum Hydrogeologischen Großraum Oberrheingraben und dort zum Hydrogeologischen Teilraum Quartäre/Piozäne Sedimente der Grabenscholle. Östlich sind noch randlich die Hydrogeologischen Großräume Südwestdeutsches Schichtstufen- und Bruchschollenland und Südwestdeutsches Grundgebirge mit den Hydrogeologischen Teilräumen Muschelkalkplatten, Buntsandstein des Odenwalds und Kristallin des Odenwalds tangiert.

Das Gebiet reicht im Westen bis an den Rhein und umfasst im Oberrheingraben den Bereich der Niederterrasse zwischen Wiesloch im Süden und südlich Weinheim im Norden. Im östlich anschließenden Festgestein reicht der gGWK 16.2 etwa bis Neckargemünd. Der nördliche Festgesteinsbereich gehört zum Odenwald, der südliche zum Kraichgau. Im Norden steht das Kristallin des Odenwalds an, nach Süden folgen die Gesteine des Buntsandsteins und des Unteren Muschelkalks (Karte 9.9.1.a bis b).

Hydrogeologisch sind im gGWK 16.2 die Lösssedimente, die Auensedimente, die Massenverlagerungsbildungen und Flussbettsedimente im Neckartal sowie das Jungquartär des Oberrheingrabens (Oberes Kieslager, Oberer Zwischenhorizont) von Bedeutung. Im Festgestein besitzen der Untere Muschelkalk, der Buntsandstein und das Kristallin eine größere Verbreitung.

Lösssedimente (los): Die Festgesteinsgebiete des gGWK16.2 werden im Süden bereichsweise von Lösssedimenten (Löss- und Lösslehm) bedeckt. Der Löss wurde in den Kaltzeiten aus Westen angeweht und lagerte sich hauptsächlich im Windschatten des Oberflächenreliefs ab. Er kann in ostexponierten Lagen große Mächtigkeiten erreichen, wohingegen er an

den windzugewandten, westexponierten Hängen geringmächtig ist oder sogar vollständig fehlt. Der Windtransport bewirkte eine relativ einheitliche Korngröße von 0,02 – 0,06 mm. Es handelt sich um Quarz, Feldspat und Kalk. Die Mächtigkeit der Lösssedimente kann im gGWK 16.2 etwa 10 m erreichen.

In der heutigen Landschaft steht meist jedoch nicht Löss sondern Lösslehm an der Erdoberfläche an. Die tonigen Lösslehme sind sekundär durch Zersetzung des Feldspats und Entkalkung des Löss entstanden. Ihre Mächtigkeit beträgt im allgemeinen etwa 1 m.

Massenverlagerungsbildungen (qmv): Zu den Massenverlagerungsbildungen gehören als wichtigste der Hangschutt und die Rutschmassen, Akkumulationen von Gesteinsmassen, die durch schwerkraft-induzierte Kriech-, Gleit- und Sturzvorgänge an Hängen entstanden sind und häufig an den Talrändern die Flussbettsedimente überlagern. Hangschutt besteht aus steinigen, mehr oder weniger lehmigen Lockergesteinen, die auch andere Umlagerungssedimente enthalten können (z. B. Fließerde, Schwemmschutt, Schwemmlöss). Mehr als 25 Vol.-% sind meist Grus, Kies, Steine und Blöcke. Die Rutschmassen sind petrographisch sehr uneinheitlich zusammengesetzt.

Auensedimente (h): Auensedimente finden sich in den Niederungen von Rhein, Neckar und Leimbach, im Oberrheingraben außerdem im Bereich der Altneckaraue am östlichen Grabenrand. Unter dem Begriff Auensedimente werden Auenlehm, toniger Auenlehm, Auenmergel und Auensand zusammengefasst, je nach petrographischer Zusammensetzung. Gemeinsames Merkmal der Auensedimente ist ihre Entstehung als Hochwasserablagerung. Die ursprüngliche Feinschichtung ist meist durch starke Bioturbation weitgehend aufgelöst.

Flussbettsedimente (qg): Im Neckartal liegen über dem Festgestein jungquartäre Flussbettsedimente, die eine Mächtigkeit bis etwa 10 m aufweisen. Es handelt sich um sandige Kiese, in die größere Gerölle und Blöcke und gelegentlich Sand- und sandige Lehmlagen eingebettet sind. Die Flussbettsedimente bestehen im wesentlichen aus Buntsandstein- und Muschelkalkmaterial, untergeordnet auch aus Kristallin. Die Kiese verzahnen sich im Ausgangsbereich einmündender Seitentäler mit den Schwemmfächer-Sedimenten.

In den Tälern der Nebenflüsse sind die quartären Ablagerungen (Auenlehm und Kies) geringer mächtig als im Neckartal. Die Kieslagen weisen einen höheren Schluff- und Tongehalt auf.

Jungquartär (qJ): Im Bereich des gGWK 16.2 lassen sich die jungquartären Ablagerungen lithologisch in verschiedene Einheiten unterteilen. Relevant für die Betrachtung des obersten Grundwasserleiters sind das Obere Kieslager und der darunter folgende Obere Zwischenhorizont.

Das Obere Kieslager (OKL) besteht aus einer Abfolge von sandigen Kiesen und kiesigen Sanden. Die Kiese sind überwiegend feinkörnig, untergeordnet auch mittel- und grobkörnig. In die Kiesfolge sind Sand- und Schlufflagen und -linsen, z. T. mit organischen Sedimenten, eingeschaltet, vermehrt vor allem im östlichen, stärker abgesunkenen Bereich des Oberrheingrabens. Im Raum Heidelberg bilden sie einen größeren zusammenhängenden Schluff-/Tonhorizont, der das OKL zerteilt. Die Mächtigkeit dieser Schicht ist mit 2 m jedoch deutlich geringer als die des Oberen Zwischenhorizonts.

Die Basis des OKL ist vom Rhein nach Osten zur Vorbergzone hin geneigt. Dementsprechend nimmt die Mächtigkeit des OKL in diese Richtung von ca. 15 – 20 m am Rhein auf maximal 60 m im Raum Heidelberg zu. Dort verzahnen sich die Sedimente des OKL mit dem Neckarschwemmfächer.

Im Holozän wurde das OKL in der Rheinaue in den oberen 10 – 15 m umgelagert.

Der Obere Zwischenhorizont (OZH) stellt den Abschluss einer zunehmend feinkörnigeren Sedimentation dar. Er besteht aus Tonen, Schluffen, z. T. auch aus Fein- und Mittelsanden sowie bereichsweise aus einer Wechsellagerung von Sand, Schluff und Ton. Die starken Mächtigkeitsschwanken des OZH sind auf seine Entstehung als limnische Ablagerung zurückzuführen.

Der Obere Zwischenhorizont besitzt eine Mächtigkeit von 10 – 25 m, maximal bis 40 m. Lückenbereiche (sg. Fenster), in denen der OZH nicht vorhanden ist bzw. kiesig vorliegt, sind erosiv vor Ablagerung des OKL entstanden oder beruhen auf lokalen Faziesunterschieden des OZH. Sie treten z. B. südlich von Mannheim-Rheinau und im Bereich des Bürstädter Walds auf.

Unterer Muschelkalk (mu): Der Untere Muschelkalk besteht aus einer Folge von meist flaserigen mikritischen Kalksteinen (Wellenkalk), vereinzelt porösen, bioklastischen Kalksteinen (Schaumkalkbänke) sowie Mergelstein und Dolomitstein. Im gGWK 16.2 ist der Untere Muschelkalk dort, wo er an der Erdoberfläche ansteht oder nur geringmächtig überdeckt ist,

intensiv verkarstet. Die Mächtigkeit des Unteren Muschelkalks erreicht im gGWK 16.2 rd. 75 m.

Buntsandstein (s), Perm (p): Die Hochflächen im Festgestein beiderseits des Neckars werden aus Buntsandstein aufgebaut. Der Obere Buntsandstein setzt ein mit der rd. 20 m mächtige Rötton-Formation. Sie besteht überwiegend aus Mergelstein, der zum Liegenden zu nehmen kalkärmer wird und in Tonstein übergeht. Eingelagert sind geringmächtige Quarzitbänke. In Form von Nestern findet sich lokal Fasergips.

Mit dem Rötquarzit beginnt die etwa 45 - 60 m mächtige Plattensandstein-Formation, der untere Teil des Oberen Buntsandsteins. Der Rötquarzit ist ein 5 - 10 m mächtiger, fein- bis mittelkörniger, kieselig gebundener, harter Sandstein. Darunter folgen in Wechsellagerung plattige Mergel- und Tonsteine. Der untere Abschnitt der Plattensandstein-Formation besteht aus 30 m mürben plattigen Fein- und Mittelsandsteinen mit tonigem Bindemittel sowie einzelnen quarzitischen Feinsandsteinen und eingeschalteten geringmächtigen Tonsteinlagen. Er enthält fossile Bodenhorizonte (violette Horizonte).

Mittlerer und Unterer Buntsandstein sind eine Folge von überwiegend dickbankigen, z. T. glimmerführenden, meist mittel- bis feinkörnigen Sandsteinen mit einzelnen grobkörnigen bis konglomeratischen Lagen. Das Bindemittel der Sandsteine ist tonig oder kieselig, selten karbonatisch. Mittlerer und Unterer Buntsandstein erreichen im gGWK 16.2 eine Mächtigkeit bis > 400 m.

Der Buntsandstein wird im Raum Heidelberg noch von permischen Sedimenten unterlagert. Dazu gehört der fast überall in diesem Gebiet verbreitete Zechstein, Mergelsteine und Dolomitsteine, die z. T. sekundär umgewandelt sind. Der Zechstein liegt teils auf Granit, teils auf Rotliegendem. Dieses besteht im oberen Teil aus Arkosen, Konglomeraten und Sandsteinen, im mittleren Teil aus Quarzporphyr und im unteren Teil aus geschichteten Porphyrtuffen. Das Perm kann über 100 m mächtig sein.

Kristallin (KR): Im nördlichen Festgesteinsbereich steht das Kristallin des Odenwalds an der Erdoberfläche an. Es handelt sich um Granite, Amphibolgranite, Diorite und metamorphe Schiefer, die von Ganggesteinen begleitet werden. Oberflächennah ist das Kristallin infolge Verwitterung aufgelockert und bereichsweise vergrust.

Tektonik: Der Oberrheingraben ist im gGWK 16.2 in Längsrichtung durch NNW-SSE bis N-S und NW-SE streichende Störungen in einzelne Schollen gegliedert. Der größte Bereich des

gGWK 16.2 gehört zur östlichen Grabenscholle, dem Bereich mit der stärksten Absenkung und entsprechend größten Sedimentmächtigkeiten. Innerhalb der Scholle ist die Schichtenfolge noch nach Osten geneigt, so dass die größten Sedimentmächtigkeiten am östlichen Rand der östlichen Grabenscholle auftreten. Im Übergang zum Odenwaldkristallin ist im Bereich der östlichen Grabenschulter noch eine schmale Randscholle ausgebildet, die allerdings nur abschnittsweise vorhanden ist.

b) Hydrogeologische Merkmale

Hydrogeologische Gliederung: Im Gebiet des gGWL 16.2 bildet das OKL den obersten Grundwasserleiter. Verbindungen zum MKL bestehen im Bereich hydraulischer Fenster. Im Festgestein ist der Buntsandstein ein Kluftgrundwasserleiter mit eingelagerten Grundwassergeringleitern.

Für eine generelle Gliederung lassen sich, in Anlehnung an LGRB (2002), die in Tab. 4.2.2.2 aufgeführten hydrogeologischen Einheiten unterscheiden.

Tab. 4.2.2.2: Hydrogeologische Klassifikation der Gesteine im gGWK 16.2 nach Hohlraumart

Hydrogeologische Einheiten	Hydrogeologische Klassifikation
Deckschichten	Grundwassergeringleiter
Jungquartäre Flusskiese und -sande	Porengrundwasserleiter
Quartäre Sande und Kiese im Oberrheingraben	Porengrundwasserleiter
Unterer Muschelkalk	Kluft- und Karstgrundwasserleiter in Wechselagerung mit Grundwassergeringleitern
Oberer Buntsandstein (ohne Plattensandstein-Formation)	Grundwassergeringleiter
Mittlerer und Unterer Buntsandstein (mit Plattensandstein-Formation des Oberen Buntsandsteins)	Kluftgrundwasserleiter
Perm	überwiegend Grundwassergeringleiter
Kristallin	Grundwassergeringleiter

Grundwasserflüsse über die Grenzen des gGWK 16.2 erfolgen im Oberrheingraben, ein Grundwasserzuström von Südosten und ein Grundwasserabstrom nach Nordwesten. Im

Festgestein ist eine gesicherte Beurteilung anhand der verfügbaren Unterlagen nicht möglich.

Deckschichten: Deckschichten sind definiert als oberflächennahe hydrogeologische Einheiten oberhalb des ersten zusammenhängenden Grundwasserkörpers, die mit Ausnahme schwebenden Grundwassers kein Grundwasser führen und damit vollständig im Bereich der ungesättigten Zone liegen, und die eine Schutzfunktion gegen das Eindringen von Schadstoffen in das Grundwasser ausüben. Im gGWK 16.2 sind dies in erster Linie die Lösssedimente (Löss und Lösslehm), Massenverlagerungsbildungen und Auensedimente.

Jungquartäre Flusskiese und -sande: Im Neckartal bilden die Jungquartären Flusskiese und -sande einen Porengrundwasserleiter. Sie liegen im gGWK 16.2 überwiegend auf den Gesteinen des Odenwald-Kristallins.

Die hydrogeologischen Eigenschaften in den Talkiesen variieren in Abhängigkeit von der wechselhaften Ausbildung der Kiese, wobei auch mit Ton, Schluff und Sand verfüllte Altarmrinnen von Bedeutung sind. Die aus Pumpversuchen ermittelte Transmissivität beträgt für die Neckarkiese im Mittel $T = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$. Bei einer mittleren Grundwassermächtigkeit von 3 m ergibt sich daraus ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$.

Das Grundwasservorkommen in den Neckarkiesen wird einerseits durch Zufluss aus den angrenzenden Festgesteinsbereichen gespeist, an den Talflanken überwiegend durch Oberflächenzufluss. Je nach hydrologischer Situation, Ausbau und Kolmation des Neckars sowie Grundwasserförderung kann auch der Neckar durch Infiltration zur Grundwasserneubildung beitragen. Schließlich erhöht noch die Versickerung von Niederschlagswasser im Bereich der Talaue das Grundwasserdargebot in den Talkiesen.

Das Grundwasser ist in den Talkiesen unter dem Auenlehm bereichsweise gespannt. Der Grundwasserabstrom erfolgt über weite Strecken Neckar-parallel.

Quartäre Sande und Kiese im Oberrheingraben: Die quartären Sande und Kiese im Oberrheingraben bilden den obersten Grundwasserleiter im Gebiet des gGWK 16.2.

Die quartären Kiese und Sande werden im Oberrheingraben durch eingelagerte geringdurchlässige Trennhorizonte hydraulisch in Teilstockwerke gegliedert. Das Obere Kieslager (OKL) bildet den oberen Grundwasserleiter, der unterlagernde Obere Zwischenhorizont die Grundwasserleiterbasis.

Die Durchlässigkeit des oberen Grundwasserleiters schwankt zwischen $k_f = 4 \cdot 10^{-4}$ m/s und $k_f = 3,2 \cdot 10^{-3}$ m/s, die Transmissivität zwischen $T < 1 \cdot 10^{-2}$ m²/s und $T = 2,5 \cdot 10^{-1}$ m²/s (HGK 1987). Die höchsten T-Werte wurden im Bereich des Neckarschwemmfächers im Raum Heidelberg gemessen. Dies ist nicht nur auf die größere Aquifermächtigkeit am östlichen Grabenrand zurückzuführen, sondern auch auf die rd. viermal größeren Durchlässigkeiten in diesem Gebiet. Ehemalige Fließrinnen des Rheins pausen sich dagegen nur noch schwach in der Durchlässigkeitsverteilung durch. Das speicherwirksame Hohlraumvolumen der Kiese schwankt zwischen $n_e = 0,13$ und $0,16$.

Die Durchlässigkeit des Oberen Zwischenhorizonts variiert aufgrund seiner verschiedenartigen lithologischen Ausbildung stark. Für die vertikale Durchlässigkeit werden Werte von $k_{fv} < 1 \cdot 10^{-9}$ m/s bis $k_{fv} = 1 \cdot 10^{-8}$ m/s angegeben (HGK 1987). In den Bereichen, in denen der OZH als geringdurchlässige Trennschicht fehlt, existieren hydraulische Fenster, in denen ein Kontakt zwischen dem OKL und dem unter dem OZH folgenden MKL besteht.

Neben der Grundwasserneubildung aus Niederschlag tragen unterirdische Randzuflüsse aus dem Festgestein und über das Neckartal sowie die Infiltration aus Rhein und Neckar zur Grundwasserneubildung bei. Für den gGWK 16.2 liefert auch noch der Grundwasserzustrom über die südliche Begrenzung im Oberrheingraben einen Beitrag zum Grundwasserdargebot. Schließlich erfolgt noch an der südlichen Grenze des gGWK 16.2 in den rheinnahen Bereichen, in denen das Potential im mittleren MKL das im OKL übersteigt, ein Aufstieg von tiefem Grundwasser durch den OZH.

Das Grundwasser strömt großräumig vom Gebirgsrand nach Westen bis Nordwesten zum Rhein. Dabei wird das Fließgeschehen in hohem Maße durch die Absenkungstrichter der großen Grundwasserentnahmen bestimmt. Die Grundwasserfließgeschwindigkeiten sind aufgrund des geringen Fließgefälles und der vergleichsweise geringen Durchlässigkeiten mit etwa 0,2 m/d gering.

Vorfluter für das Grundwasser im OKL ist der Rhein, unterhalb des Stauwehrs bei Ilvesheim auch der Neckar. Insgesamt ist der Übertritt von Grundwasser in die oberirdischen Gewässer jedoch geringer als die Bildung von Uferfiltrat. Eine weitere negative Bilanzgröße ist die flächenhafte Aussickerung von Grundwasser durch den OZH in das nächsttiefere Grundwasserstockwerk, die aufgrund der Potenzialunterschiede im westlichen Teil des gGWK 16.2 möglich ist. Von besonderer Bedeutung für die Wasserbilanz sind im gGWK 16.2 außerdem

die Grundwasserentnahmen, vor allem im Wasserwerk „Rheinau“ der Stadt Mannheim und „Rauschen“ der Stadt Heidelberg.

Das Grundwasser hat im Oberen Grundwasserleiter im Bereich der Niederterrasse eine freie Oberfläche, in der Rheinaue liegen dagegen überwiegend gespannte Verhältnisse vor. Die Flurabstände betragen im Bereich der Rheinaue 1 - 3 m, jenseits des Hochgestades im Osten bis zu 10 m.

Unterer Muschelkalk: Der Untere Muschelkalk bildet im gGWK 16.2 einen schichtig gegliederten, stellenweise stark verkarsteten Kluftgrundwasserleiter mit überwiegend geringer, bei Verkarstung mittlerer bis großer Grundwasserführung, die bevorzugt in den Schaumkalkbänken auftritt.

Die Grundwasserleiterbasis bilden die Tonsteine der Rötton-Formation, die Grundwasserdeckfläche die Mergelsteine und das Salinar des Mittleren Muschelkalks.

Der Untere Muschelkalk ist wie der Obere Muschelkalk durch eine deutliche Inhomogenität und Anisotropie der hydrogeologischen Eigenschaften gekennzeichnet. Der geometrische Mittelwert der Transmissivität wurde für den Unteren Muschelkalk landesweit zu $T = 5,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ bestimmt. Eine Häufung der Werte ist zwischen $T = 1 \cdot 10^{-3}$ und $1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ bei einer Schwankungsbreite von mehr als 6 Zehnerpotenzen zu erkennen. Der Stichprobenumfang der Untersuchung beträgt $n = 36$.

Da der Untere Muschelkalk im gGWK 16.2 nicht von jüngeren Festgesteinen überlagert wird, erfolgt die Grundwasserneubildung im Verbreitungsgebiet durch flächenhafte Infiltration aus Niederschlag. In den Randbereichen, wo die Aquiferbasis ausstreicht, tritt das Grundwasser des Unteren Muschelkalks über Quellen zu Tage.

Oberer Buntsandstein: Die Rötton-Formation des Oberen Buntsandsteins bildet einen Grundwassergeringleiter, der die Grundwasservorkommen im Unteren Muschelkalk und Buntsandstein hydraulisch trennt. Im Plattensandstein ist der Rötquarzit ein weitgehend eigenständiger Kluftgrundwasserleiter, für den Ton- und Mergelsteinlagen die Grundwasserleiterbasis bilden. Die Sandsteine im unteren Teil des Plattensandsteins sind demgegenüber dem Kluftgrundwasserleiter des Mittleren und Unteren Buntsandsteins zuzurechnen.

Die Grundwasserneubildung erfolgt im Ausstrichbereich durch flächenhafte Infiltration aus Niederschlag. Das Wasser sammelt sich im Rötquarzit und bildet dort ein schwebendes Grundwasserstockwerk. Die Entwässerung dieses Vorkommens erfolgt im Bereich der Taleinschnitte über Schichtquellen.

Mittlerer und Unterer Buntsandstein: Mittlerer und Unterer Buntsandstein bilden zusammen mit den Gesteinen des unteren Abschnitts der Plattensandstein-Formation einen bereichsweise ergiebigen Kluftgrundwasserleiter. Vom Rötquarzit trennt ihn eine mächtigere, geringdurchlässige Ton-Mergelstein-Serie. Grundwasserleiterbasis sind die Gesteine des Zechsteins und Rotliegenden.

Die Grundwasserbewegung erfolgt im Mittleren und Unteren Buntsandstein ganz überwiegend auf Trennfugen (Klüfte, Schichtfugen, Störungen). Erhöhte Kluftöffnung und damit eine verstärkte Wasserwegsamkeit tritt generell in der oberflächennahen Auflockerungszone bis in eine Tiefe von rd. 10 bis 40 m auf. In Hangbereichen und unter Tälern können die Kluftweiten der harten Gesteine zusätzlich zur oberflächennahen Entspannung durch pleistozäne Frostsprengung vergrößert sein. Zonen erhöhter Klüftigkeit und Kluftaufweitung entstehen weiterhin an den Talflanken durch Talzuschub und Hangzerreißen sowie entlang tektonischer Störungen und in deren Umfeld. Weiter im Süden nimmt die Durchlässigkeit im Buntsandstein mit zunehmender Tiefenlage und Überdeckungsmächtigkeit ab.

Zur Beschreibung des Grundwasserumsatzes im Mittleren und Unteren Buntsandstein ist als Modellvorstellung in guter Näherung die Doppelporosität geeignet, wobei einerseits Poren und Kleinklüfte, andererseits Großklüfte und tektonische Störungszonen gemeinsam betrachtet werden.

Mittlerer und Unterer Buntsandstein sind durch Inhomogenität und Anisotropie der hydrogeologischen Eigenschaften gekennzeichnet. Das Repräsentative Elementarvolumen (REV) liegt in einer Größenordnung eines Körpers von einigen 10 bis über 100 m Kantenlänge.

Der geometrische Mittelwert der Transmissivität beträgt für den Mittleren und Unteren Buntsandstein nach einer landesweiten Untersuchung $T = 4,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ mit einer Schwankungsbreite von über 5 Zehnerpotenzen. Der Stichprobenumfang der Untersuchung beträgt $n = 77$. Als höher ergiebig haben sich besonders tektonisch stark beanspruchte Gebiete erwiesen.

Die Grundwasserfließgeschwindigkeiten ergeben sich im Mittleren und Unteren Buntsandstein aus den Ergebnissen von Markierungsversuchen. Bei Tracereingabe in offene Klüfte

wurden für die Einzugsgebiete großer Quellen Abstandsgeschwindigkeiten bis 70 m/h gemessen bei Wiederaustritt der eingegebenen Tracermenge von etwa 50 %.

Im Ausstrichbereich wird das Grundwasser über flächenhafte Infiltration aus Niederschlag, bei Überlagerung durch Oberen Buntsandstein in geringem Umfang durch vertikale Zusicke- rung neugebildet.

Der Grundwasserumsatz erfolgt in den Kleinklüften und Poren vergleichsweise langsam, und das Grundwasser weist entsprechend hohe Verweilzeiten auf. Die auf Großklüften und tek- tonischen Störungszonen schnell fließende Grundwasserkomponente besitzt demgegenüber nur vergleichsweise kurze Verweilzeiten.

Im Neckartal streicht die Aquiferbasis über dem Niveau des Talbodens aus. Mittlerer und Unterer Buntsandstein entwässert entsprechend über Schichtquellen an den Talhängen. Weiter im Süden strömt das Grundwasser vermutlich mit dem Schichteinfallen nach Süden, bevor es nach Westen umbiegt und dem Oberrheingraben unterirdisch zuströmt.

Perm, Kristallin: Perm und Kristallin sind überwiegend Grundwassergeringleiter. Eine ge- wisse Grundwasserwegsamkeit ist bereichsweise in den Rotliegend-Arkosen und Sandstei- nen ausgebildet. Im Kristallin ist die Grundwasserführung weitgehend auf die Auflockerungs- zone beschränkt.

c) Stratifikationsmerkmale des Grundwasserkörpers

A-Karten 9.9.1.c-16.2

Spezielle Untersuchungen zur Stratifikation des Grundwassers liegen für den gGWK 16.2 nicht vor. Da die Einstufung als gGWK aufgrund einer möglichen flächenhaften Gefährdung durch Einträge aus landwirtschaftlicher Tätigkeit erfolgte, ist jeweils nur das oberste Grund- wasserstockwerk zu betrachten.

d) Langjährige mittlere Grundwasserneubildung

Das Grundwasserdargebot eines Grundwasserkörpers ist definiert als die Summe aller posi- tiven Bilanzglieder der Wasserbilanz (DIN 4049, Teil 3). Dazu gehört neben Wasserzuflüs- sen aus Uferfiltration und über Leakage, Randzuflüssen sowie ggf. Beiträgen aus künstlicher Grundwasseranreicherung in erster Linie die Sickerung aus Niederschlag.

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlag wird u. a. von Klima, Landnutzung, Böden, Grundwasser und Hydrogeologie beeinflusst. Sie wird für langjährige mittlere Verhältnisse nach der allgemeinen Wasserhaushaltsgleichung (2) berechnet.

Gleichung (2): Allgemeine Wasserhaushaltsgleichung

$$G = (N - V) \cdot (Q_{\text{bas}}/Q_{\text{ges}})$$

mit G = Grundwasserneubildung

N = Niederschlag

V = aktuelle Verdunstung

Q_{bas} = Basisabfluss

Q_{ges} = Gesamtabfluss

Die hier verwendete Methodik basiert auf einem detaillierten Modell, das im Rahmen der Bearbeitung des Wasser- und Bodenatlasses Baden-Württemberg (WaBoA) neu entwickelt wurde (Armbruster 2002). Ein besonderer Schwerpunkt war dabei die Ermittlung der lateralen Abflusskomponente speziell für Festgesteinsgebiete, die als Verlustgröße nicht zur Grundwasserneubildung beiträgt.

Das für die Ermittlung der langjährigen mittleren Niederschläge verwendete Verfahren interpoliert tägliche Stationsniederschläge, wobei die Niederschlagswerte je nach Lage der Station korrigiert werden (RICHTER 1995).

Die aktuelle Verdunstung wurde auf der Basis von Tageswerten der meteorologischen Kenngrößen mit Hilfe eines deterministischen, flächendifferenzierten Modells ermittelt, das physikalisch basierte als auch konzeptionelle Ansätze verwendet (Armbruster 2002). Verwendet werden Daten zu Hangneigung, Exposition (DHM), Landnutzung, Meteorologie (Niederschlag, Lufttemperatur, Sonnenscheindauer, Windgeschwindigkeit, Luftfeuchte), Boden (nFK im effektiven Wurzelraum), Substrat, Gründigkeit und Grundwasser-Flurabstand.

Die Ermittlung der Abflusskomponenten erfolgte nach dem Demuth-Verfahren (Demuth 1989, 1993), dem das Wundt-Kille-Verfahren zugrunde liegt. Ausgewertet wurden Abflussreihen mit mindestens zehnjähriger Beobachtungszeit. Für die Regionalisierung wurden multivariate statistische Verfahren eingesetzt (multiple Regression).

Die Berechnungen erfolgten für die hydrologische Standardperiode 1961 – 1990, die räumliche Auflösung ist durch ein 500 x 500 m Raster festgelegt.

A-Karte 9.9.1.d-16.2

Die langjährige mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag ist in Karte 9.9.1.d dargestellt. Für den gGWK 16.2 ergeben sich folgende Ergebnisse:

- Für die Fläche des gGWK 16.2 von 474 km² beträgt die mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag für die untersuchte Standardperiode 1961 – 1990 155 mm/a.
- Regional variieren die Werte zwischen - 47 bis 450 mm/a. Die höhere Grundwasserneubildung erfolgt im Bereich des Odenwalds, die niedrigeren Werte finden sich im Oberrheingraben und dort besonders in der Rheinniederung.
- Für 1971, das extreme Trockenjahr der Standardperiode 1961 – 1990, betrug die mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag 40 mm/a bei einer räumlichen Variation von - 272 bis 261 mm/a.
- Für 1965, dem extremen Feuchtjahr der Standardperiode 1961 – 1990, betrug die mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag 333 mm/a bei einer räumlichen Variation von 51 bis 875 mm/a.

4.2.2.3 Merkmale der Bodenüberdeckung

A-Karte 9.9.1e-16.2

Bodeneinheiten: Die Angaben zu den Böden im Gebiet des gGWK 16.2 basieren auf der Bodenübersichtskarte von Baden-Württemberg 1 : 200.000 (GLA 1992 - 95). Eine vereinfachte und generalisierte Bodenkarte ist die Karte 9.9.1e.

An den Hängen im Odenwald sind einerseits steinig-sandige Böden aus Buntsandsteinschutt (podsolige Braunerden , Podsol-Braunerden) und grusig sandig-lehmigem Böden aus Granitzersatz (Braunerden, podsolige Braunerden) anzutreffen. Im Südosten treten noch Ausläufer der Kraichgaus mit Pararendzinen und Parabraunerden aus Löss auf. Im Zentrum des gGWK 16.2 liegt der Neckarschwemmfächer. An Böden dominieren hier insgesamt Parabraunerden aus Hochflutlehm und Schwemmlöss, die im Bereich der Auenterrassen des Neckars in eine humosere Variante übergehen. Im Süden und Nordwesten des Gebiets kommen Flug-, Dünen- und Terrassensande vor. An typischen Böden haben sich Bänderbraunerden und Bänderparabraunerden entwickelt, die unter Wald podsoliert sind. Die Auenböden von Rhein, Neckar und Leimbach weisen insgesamt einen geringeren Grundwassereinfluss auf (kalkhaltige Braune Auenböden, kalkhaltige Auengley-Braune Auenböden). Der Grundwassereinfluss nimmt in den Randrinnen des Rheins stark zu (kalkhaltige Auengleye, Anmoorgleye, Moorgleye). Allerdings wurde im Raum Mannheim durch Grundwas-

serabsenkungen stark in den Wasserhaushalt der Böden eingegriffen. Die aktuellen Grundwasserflurabstände liegen deutlich unterhalb der (reliktischen) Grundwassermerkmale in den Böden.

Im Wurzelraum der Flugsand-, Terrassensand-, Hochflutlehm- und Lössstandorte findet ausschließlich eine vertikale Sickerwasserbewegung statt. Bei hohen Grundwasserständen kann Direktabfluss auf Sättigungsflächen bei vorhandener Vorflut entstehen, während bei tiefen Grundwasserständen nur vertikale Sickerwasserbewegung erfolgt. An den Odenwaldhängen ist im Hangschuttbereich mit Zwischenabflüssen (Interflow) zu rechnen. Für die Auenböden und Moore ist der Grundwassereinfluss die wichtigste Bodenwasserhaushaltsgröße.

Nähere Informationen zu den Böden im Gebiet des gGWK 16.2 sind der Bodenkarte von Baden-Württemberg 1 : 25.000 Blatt 6417 Mannheim-Nordost, 6517 Mannheim-Südost und 6617 Schwetzingen zu entnehmen.

Das Ausmaß der mikrobiellen Denitrifikation ist vom Bodenluft- und -wasserhaushalt, von der Temperatur und der Nitrat-Konzentration der Bodenlösung abhängig. Zusätzlich ist leicht verfügbarer organischer Kohlenstoff als Energieträger für die mikrobielle Denitrifikation erforderlich. Im Wurzelraum der Flugsand-, Terrassensand-, Hochflutlehm-, Löss-, Granit- und Buntandsteinstandorte mit sehr gut bis ausreichend durchlüfteten und stauwasserfreien Böden ist die Denitrifikation als sehr gering bis gering einzustufen. In den Auenböden ist in Abhängigkeit vom Grundwassereinfluss mit mittleren bis hohen Denitrifikationskapazitäten zu rechnen. In Anlehnung an Angaben in FREDE & DABBERT (1998) entspricht dies einer mittleren Denitrifikationsrate für die Ackerflächen im Gesamtgebiet von ca. 10 kg/ha/a N. Es handelt sich hierbei um einen mittleren Schätzwert mit entsprechend großen Unsicherheiten.

Nitratauswaschung: Die wesentlichen Faktoren, die Menge und Geschwindigkeit der Nitratverlagerung steuern, sind die Landnutzung, das Klima, der Boden und der Stickstoffüberschuss.

Der Transport des Nitrats erfolgt mit dem Sickerwasser. Die Sickerwassermenge ist die Differenz aus den vom Deutschen Wetterdienst (DWD) korrigierten Niederschlagswerten und der tatsächlichen Verdunstung. Die Sickerwassermenge ist nicht mit der Grundwasserneubildungsrate identisch. Nur in Gebieten ohne schnelle Abflusskomponenten (Oberflächenabfluss und Zwischenabfluss), wie z. B. in der Oberrheinebene, entsprechen sich beide Werte. Sonst liegt die Grundwasserneubildung z. T. deutlich unter der Sickerwassermenge. Da jedoch auch die schnellen Abflusskomponenten mit dem Boden in Wechselwirkung stehen und gelöste

Stoffe transportieren, wird die Sickerwassermenge für die Berechnung der Nitratkonzentrationen als Bezugsgröße gewählt. Zur Ableitung von N-Frachten ins Grundwasser ist dagegen die Grundwasserneubildungsrate heranzuziehen.

Für den N-Überschuss landwirtschaftlicher Flächen wird die Hoftorbilanz landwirtschaftlicher Vergleichsgebiete verwendet (GAMER & ZEDDIES 2001). Es handelt sich um regionale Mittelwerte der Zeitreihe Winterhalbjahr 1995 bis 1999.

In GAMER & ZEDDIES (2001) ist eine Zusammenstellung verschiedener Autoren zum N-Verlust bei Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger aufgeführt. Die in Tab. 4.2.2.3 verwendeten 25 kg/VE/haLF/a N entsprechen mittleren Verhältnissen.

Der N-Eintrag aus Niederschlag in Baden-Württemberg liegt im Mittel bei ca. 20 kg/ha/a N (BACH & FREDE 2003). Er variiert zwischen ca. 7 und 11 kg/ha/a N im Freilandniederschlag und zwischen 20 und 30 kg/ha/a N im Bestandesniederschlag der Waldgebiete (GAMER & ZEDDIES 2001). Für die Berechnungen der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser werden landesweite, mittlere N-Einträge aus Niederschlag für Ackerstandorte von 15 kg/ha/a N verwendet (Tab. 4.2.2.3).

In Baden-Württemberg liegen die Nitratkonzentrationen im Rohwasser der Wasserschutzgebiete mit Wald- und Grünlandanteilen von über 90% meist im Bereich von 1 bis 20 mg/l NO_3^- . Der Mittelwert von 10 mg/l NO_3^- wird in Tab. 4.2.2.3 als mittlere Nitratkonzentration für das Sickerwasser aus Wald- und Grünlandflächen verwendet.

Bei einer vereinfachten, langfristigen Betrachtung kann angenommen werden, dass sich Stickstoffmineralisation und –immobilisierung im Boden gegenseitig ausgleichen. Damit kann nach Gleichung (1) im zu betrachtenden Gebiet eine mittlere, potenzielle Nitratkonzentration im Sickerwasser berechnet werden. Die Siedlungsgebiete werden hierbei nicht berücksichtigt, da vor allem der N-Überschuss, aber auch die Sickerwassermenge aus Siedlungsflächen nicht bekannt und nur schwer abschätzbar sind. Bei den Gebieten mit geringen Siedlungsanteilen unterscheiden sich die berechneten Nitratmittelwerte mit bzw. ohne Berücksichtigung der Siedlungsflächen kaum.

Tab. 4.2.2.3: Faktoren zur Beurteilung der Nitrat auswaschung aus dem Boden für den gefährdeten Grundwasserkörper „Rhein-Neckar“ (16.2); N = Stickstoff, VE = Vieheinheit, LF = landwirtschaftliche Fläche

Bezug	Inhalt	Einheit	Wert	Symbol	Quelle
Gebietswert: Landnutzung aus Satellitendaten von 1993	Flächenanteil Acker & Reben	%	34	A	Landsat-Daten
	Flächenanteil Wald	%	27	B	
	Flächenanteil Grünland	%	8	C	
	Flächenanteil Siedlung	%	28	D	
	Flächenanteil Gewässer	%	0	E	
Gebietswert: Mittelwert, Zeitreihe 1961-1990	jährliche Sickerwassermenge Ackerstandorte	mm	258	F	Wasser- und Bodenatlas Ba.-Wü. (UVM & LFU 2004)
Gebietswert: Mittelwert	Denitrifikationsrate Boden Ackerstandorte	kg/ha/a N	10	G	
Regionale Angaben: Mittelwerte für die landwirtschaftlichen Vergleichsgebiete (LVG) Rheinebene und Unterland/Bergstraße, Zeitreihe 1995-1999	N-Überschuss (Hoftorbilanz flächengewichtet für alle Betriebsformen)	kg/haLF/a N	55 bzw. 86	H1	GAMER & ZEDDIES (2001)
	N-Überschuss (Hoftorbilanz: Marktfruchtbetriebe)	kg/haLF/a N	45 bzw. 71	H2	
	Viehbesatz: alle Betriebsformen	VE/haLF	0,86 bzw. 0,61	I1	
	Viehbesatz: Marktfruchtbetriebe	VE/haLF	0,47 bzw. 0,32	I2	
Überregionale, landesweite Angaben	N-Eintrag aus Niederschlag Ackerstandorte	kg/ha/a N	15	J	
	N-Verlust Wirtschaftsdünger (Lagerung & Ausbringung)	kg/VE/haLF/a	25	K	
	Nitrat aus Wald & Grünland	mg/l NO ₃ ⁻	10	L	

Gleichung (1): Potenzielle Nitratkonzentration im Sickerwasser außerhalb der Siedlungsgebiete (NO₃pot i.S.); Erläuterung der Abkürzungen in Tab. 4.2.2.3.

$$\begin{aligned}
 \text{NO}_3\text{pot i.S.} &= \frac{[(H-G-(I*K)+J)*443*A/F]+(L*(B+C))}{(A+B+C)} \\
 &= 37 \text{ bzw. } 63 \text{ mg/l NO}_3^- \text{ (Daten: Marktfruchtbetriebe)} \\
 &= 38 \text{ bzw. } 69 \text{ mg/l NO}_3^- \text{ (Daten: alle Betriebsformen)}
 \end{aligned}$$

Für das Gebiet des gGWK 16.2 errechnet sich auf Basis der Daten in Tab. 4.2.2.3 unter Verwendung der Werte der Marktfruchtbetriebe (H2 & I2) eine mittlere Nitratkonzentration im Sickerwasser von 37 und 63 mg/l NO₃⁻ bzw. mit den Werten aller Betriebsformen (H1 & I1) von 38 und 69 mg/l NO₃⁻. Die Unterschiede ergeben sich, da das Gebiet 16.2 im Bereich von

zwei landwirtschaftlichen Vergleichsgebieten liegt, die sich in den Daten der Hoftorbilanzen unterscheiden. Die N-Überschüsse für das landwirtschaftliche Vergleichsgebiet Rheinebene liegen mit Werten von 71 (für Marktfruchtbetriebe) und 86 kg/ha/a N (für alle Betriebsformen) über den N-Überschüsse des landwirtschaftlichen Vergleichsgebiets Unterland/Bergstraße. Da die unterschiedlichen Landnutzungen im Gebiet 16.2 sehr ungleich verteilt sind - die Waldflächen konzentrieren sich im Odenwald und Hardtwald - setzen sich die mittleren, rechnerischen Nitratkonzentrationen des Gesamtgebiets aus stark unterschiedlichen Teilkomponenten mit niedrigeren Werten in den überwiegend waldbaulich und mit höheren Werten in den überwiegend ackerbaulich genutzten Teilgebieten zusammen. Insgesamt sind die angegebenen Nitratwerte Rechenwerte unter den o. a. Voraussetzungen, Daten und Rechenverfahren. Die Zahlen stellen jedoch keine Prognosewerte für eine Nitratkonzentration im Grundwasser dar. So sind z. B. Denitrifikationsprozesse in der ungesättigten Zone unterhalb des Wurzelraums und im Grundwasserleiter sowie Alter des Grundwassers, Umsatzrate, Uferfiltrat und Randzuflüsse nicht berücksichtigt. Die Rechenwerte ermöglichen jedoch einen Vergleich zwischen verschiedenen Landesteilen und veranschaulichen, dass im Gebiet des gGWK 16.2 die Standortfaktoren Landnutzung (mittlerer Ackeranteil), Klima (geringe Sickerwassermenge) und Boden (geringe Denitrifikationskapazität) bereits bei N-Salden der Landwirtschaft (Hoftorbilanz) von 45 und 55 kg/ha/a N zu Nitratkonzentrationen im Sickerwasser von ca. 40 mg/l allerdings mit deutlichen Unterschieden in einzelnen Teilzugsgebieten führen können. Bei N-Salden der Landwirtschaft (Hoftorbilanz) von 71 bis 86 kg/ha/a N steigen die Nitratkonzentrationen im Sickerwasser auf über 60 mg/l NO_3^- an.

4.2.2.4 Belastungen aus diffusen Quellen - Landnutzung

Vorgehensweise/Methodik

Zur detaillierten Betrachtung der landwirtschaftlichen Nutzung im Gebiet wurden Daten des Statistischen Landesamtes (StaLa) und der Landwirtschaftsverwaltung herangezogen. Mit den Daten des sogenannten „Gemeinsamen Antrags“ wurden auf Basis der Gemeinden die Anbauflächen einzelner Kulturen erfasst (InVeKoS-DATEN 2002). Im GWK 16.2 Rhein-Neckar wurden hierdurch ca. 76 % der Landwirtschaftsfläche berücksichtigt.

In Abstimmung mit der Landwirtschaftsverwaltung wurden die angebauten Kulturen nach der Gefährdung der Nitratauswaschung unter Berücksichtigung von SchALVO-Rest-Nmin-Kontrolldaten und von kulturartspezifischen Nitratbilanzüberschüssen in 4 Nitratauswaschungsgefährdungsklassen eingeteilt:

- Der Klasse „hohe Auswaschungsgefährdung“ wurden insb. die Kulturen Raps, Rebland, Körnerleguminosen, Gemüse, Spargel, Saat- und Zuckermais, Hopfen, Tabak (Burley/

- Geudertheimer) und Frühkartoffeln zugeordnet;
- In die Klasse „mittlere Nitratauswaschungsgefährdung“ wurden Weizen, Wintergerste, Triticale, Körner- und Silomais, Obstanlagen, Kartoffeln, Baumschulen und Hanf eingeteilt;
 - Eine „niedrige Nitratauswaschungsgefährdung“ weisen stillgelegte Flächen, Hafer, Zuckerrüben, Ackerfutter, Roggen, Dinkel und Menggetreide auf;
 - Grünland, Sommergerste und Tabak/Virgin wurde der Klasse „sehr geringe Nitratauswaschungsgefährdung“ zugeordnet.

Der mögliche Stickstoffeintrag durch Wirtschaftsdünger wurde durch eine Auswertung der Dichte des Viehbesatzes (MLR 2002) berücksichtigt.

A-Karte 9.9.2-16.2

Ergebnisse

Der GWK 16.2 umfasst große Teile des Rhein-Neckar-Raums. Er erstreckt sich über die Rheinebene nach Osten bis in die westlichen Randbereiche des Vorderen Odenwalds sowie des Heidelberger Stadtwalds und nach Süden bis in die nördlichen Randbereiche des Hardtwalds (Karte 9.9.2). Die Grenze der Teilbearbeitungsgebiete 35 (Pfinz-Saalbach-Kraichbach) und 36 (Oberrhein unterhalb Neckarmündung) sowie die Grenze zum Bearbeitungsgebiet Neckar trennt das Gebiet in einen südlichen (TBG 35), einen nördlichen (TBG 36) und einen zentralen Teil (Bearbeitungsgebiet Neckar).

Die Größe des durch die Gemeindeflächen festgelegten Gebiets umfasst 473,8 km². Das Gebiet weist, bedingt durch die Ballungsräume Heidelberg und Mannheim, einen überdurchschnittlich hohen Anteil an Siedlungs- und Verkehrsflächen (34,5 %) auf. Sowohl der Wald als auch die Landwirtschaft nehmen dagegen deutlich weniger Fläche als im Landesdurchschnitt ein. Dauergrünland findet sich nur auf 2,6% der Fläche des GWK (Tabelle 4.2.2.4.a).

Tabelle 4.2.2.4.a: Bodennutzung im gGWK Rhein-Neckar (16.2)

1	Teilbearbeitungsgebiete	BG Oberrhein: Pfinz-Saalbach-Kraichbach (Nr. 35), Oberrhein unterhalb Neckarmündung (Nr. 36), BG Neckar: Neckar unterhalb Jagst bis Mündung Rhein (TBG 49)	
2	Land- und Stadtkreise	Rhein-Neckar-Kreis, Mannheim, Heidelberg	
3	Gemeinden	Ilvesheim, Ladenburg, Plankstadt, Edingen-Neckarhausen, Brühl, Heddesheim, Eppelheim, Ketsch, Mannheim, Oftersheim, Hirschberg a.d. Bergstraße, Schwetzingen, Dossenheim, Sandhausen, Heidelberg, Leimen, Schriesheim	
4	Fläche	473,8 km ²	
5	Bodennutzung (in %)	Rhein-Neckar	Baden-Württemberg
	Siedlungen	34,5 %	13,2 %
	Wald	26,3 %	38,0 %
	Sonstiges (Wasser...)	4,5 %	2,0 %
	Landwirtschaftsfläche	34,7 %	46,8 %
	davon:(nur Betriebe > 2 ha)		
	Ackerfläche	24,0 % *	23,6 % *
	Reb-, Obst- flächen	1,0 % *	1,4 % *
	Dauergrünland	2,6 % *	16,0 % *
Quelle: StaLa (Flächen-, Bodennutzungshaupterhebung 2001, Internet)			
* Bezug: Gesamtfläche			

Die landwirtschaftliche Nutzung konzentriert sich auf die Bereiche der Rheinebene zwischen diesen Ballungsräumen und im Norden Mannheims sowie auf die angrenzende Vorbergzone und die Bereiche entlang der Bergstraße.

Die Ackerflächen im GWK werden relativ intensiv für den Sonderkulturanbau, insbesondere Tabak-Burley/Geudertheimer (5% der LF), Gemüse einschließlich Spargel und Erdbeeren (4% der LF) genutzt. In den Gemeinden entlang der Bergstraße wird zudem auf 1% der LF Weinbau betrieben. Auf insgesamt 10,6% der landwirtschaftlich genutzten Fläche werden demnach Kulturen mit einer hohen Nitratauswaschungsgefährdung angebaut (Tabelle 4.2.2.4.b).

Auf weiteren 36,6 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche werden Kulturen mit einer mittleren Nitratauswaschungsgefahr angebaut. Es handelt sich hierbei schwerpunktmäßig um Winterweizen (18% der LF) , Körner- und Silomais (12% der LF) sowie Wintergerste (3% der LF). Aber auch Baum- und Beerenobst, Baumschulen und Kartoffeln nehmen einen nicht unerheblichen Anteil der landw. Nutzfläche ein.

Der Anteil an mittel- und hoch auswaschungsgefährdeten Kulturen auf den landwirtschaftlich genutzten Fläche im GWK 16.2 liegt mit 47,2% etwas über dem Landesdurchschnitt von 42,9 % (Tabelle 4.2.2.4.b).

Tabelle 4.2.2.4.b: Einstufung der Kulturen in Nitratauswaschungsgefährdungsklassen
- Vergleich der Flächenanteile des gGWK und Land BW

Nitrat-Auswaschungs-gefährdungsklasse	Kulturen	Flächenanteile Kulturen GWK 16.2	Flächenanteile Kulturen Land BW
hoch	Raps, Rebland, Körnerleguminosen, Saat-u. Zuckermais, Gemüse, Spargel, Hopfen, Tabak-B/G, Frühkartoffeln	10,6 %	8,2 %
mittel	Weizen, W.gerste, Mais, Obstflächen, Kartoffeln, Baumschule u.a.	36,6 %	34,7 %
niedrig	Stilllegung, Hafer, Roggen, Dinkel, Zuckerrüben, Ackerfutter u.a.	20,1%	11,9 %
sehr niedrig	Grünland, Sommergerste, Tabak/Virgin	32,7 %	45,3 %

Die Schwerpunkte des Anbaus von Kulturen mit hoher Nitratauswaschungsgefahr liegen entlang der Bergstraße in den Gemeinden Hirschberg (35,9 % der LF), Dossenheim (20,3 % der LF) und Schriesheim (16,7 % der LF) sowie südöstlich von Mannheim in Oftersheim (22 % der LF), Plankstadt (21,5 % der LF) und Sandhausen (19,6 % der LF).

In Oftersheim, Plankstadt und Sandhausen dominiert der Tabakanbau, in Hirschberg und Schriesheim herrschen Wein- und Tabakanbau vor. In Dossenheim liegt der Schwerpunkt auf dem Anbau von Erdbeeren und Gemüse. Ein regionaler Schwerpunkt des Spargelanbaus liegt in Schwetzingen und in Mannheim.

Die Viehdichte ist in der Mehrzahl der Gemeinden mit Werten zwischen 0,02 GVE/ha bis 0,39 GVE/ha deutlich geringer als im Landesdurchschnitt (0,83 GVE/ha) und somit hinsichtlich eines Stickstoffeintrags in das Grundwasser nahezu vernachlässigbar. Etwas höhere Viehdichten sind in den Gemeinden Eppelheim (0,51 GVE/ha), Schriesheim (0,57 GVE/ha), dem Stadtgebiet Heidelberg (0,51 GVE/ha) und in Leimen (0,78 GVE/ha) anzutreffen.

4.2.2.5 Grundwasserbeschaffenheit

Vorgehensweise/Methodik

Es wurden die Ergebnisse des Grundwasserüberwachungsprogramms (Landesmessstellen und Kooperationsmessnetz der Wasserversorger) zur Bewertung herangezogen. Weitere Untersuchungsergebnisse liegen nicht in nennenswertem Umfang verfügbar vor.

A-Karte 9.9.3-16.2

Ergebnisse

Karte 9.9.3 zeigt die Ergebnisse der Grundwasserüberwachungspegel im Grundwasserkörper 16.2 für die Herbstbeprobung 2001. Die Grundwasserbelastung durch Nitrat ist im Grundwasserkörper heterogen verteilt und spiegelt im Wesentlichen die landwirtschaftliche Nutzungsstruktur wieder. Ein Belastungsschwerpunkt zieht sich in Nord/Süd-Richtung entlang dem Gebirgsrand von Hirschberg an der Bergstraße über den östlichen Bereich von Ladenburg sowie die westlichen Bereiche von Schriesheim und Dossenheim bis nach Heidelberg-Handschuhsheim. Insbesondere auf der Gemarkung Leutershausen und in Dossenheim treten z.T. sehr hohe Nitratbelastungen mit Konzentrationen über 150 mg/l auf; in Heidelberg-Handschuhsheim werden Nitratgehalte über 100 mg/l erreicht. Auch im südlichen Bereich von Heidelberg (Kirchheim, Rohrbach) und im Raum Leimen treten lokal erhöhte Belastungen auf. Das Belastungsniveau ist hier etwas niedriger. Weitere Belastungsschwerpunkte befinden sich im Bereich von Eppelheim und Schwetzingen.

Erhöhte Nitratkonzentrationen im Bereich von 50 bis ca. 70 mg/l finden sich auch in Teilbereichen von Ketsch sowie im südöstlichen Bereich von Mannheim und in Ilvesheim.

In den Gebieten mit sehr hoher Nitratbelastung ist im Beobachtungszeitraum seit der ersten Hälfte der 1990er Jahre anhand der Ergebnisse der Herbstbeprobungen jedoch teilweise ein leicht bis deutlich rückläufiger Trend zu beobachten (Abb. 4.2.2.5a bis 4.2.2.5.e).

Aufgrund der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) werden alle Wasserschutzgebiete entsprechend der Nitratbelastung im Grundwasser in die drei Nitratklassen (1) - Normalgebiete, (2) - Problemgebiete und (3) - Sanierungsgebiete eingeteilt. Die ausgewiesenen Wasserschutzgebiete im GWK 16. 2 sind nach der SchALVO folgenden Nitratklassen zuzuordnen (Stand: 1.1.2004):

Tab. 4.2.2.5.a: Einstufung der Wasserschutzgebiete

LFU-Nr.	Name	in der Fläche hauptsächlich tangierte Gemeinden/Städte
Nitrat-Sanierungsgebiete		
226029	Wasserwerk Eppelheim	Eppelheim, Plankstadt
222031 C	WW MA-Rheinau/MVV, südlicher Teilbereich	Mannheim, Heidelberg, Edingen-Neckarh., Eppelheim, Plankstadt, Schwetzingen
226042	WW ZV „Eichelberg“	Schriesheim
226044	WW Wassergewinnungsverband „Lobdengau“	Ladenburg, Schriesheim
226045	Gruppenwasserversorgung „Obere Bergstr.“	Hirschberg-Leutershausen, Schriesheim, Ladenburg
222038	WW Ilvesheim/MVV, seit 20.2.2004 aufgehoben	Mannheim, Ilvesheim
Nitrat-Problemgebiete		
222031 B	WW MA-Rheinau, mittlerer Teilbereich	Mannheim, Schwetzingen
221030	WW Rauschen/HVV Heidelberg, Wasserwerke des Wasserversorgungsverbandes „Neckargruppe“),	Heidelberg, Edingen-Neckarh., Plankstadt, Eppelheim
226050	WW Plankstadt	Plankstadt, Eppelheim
Nitrat-Normalgebiete		
222031 A	WSG MA-Rheinau, Brunnengruppe Seckenheim	Mannheim, Edingen-Neckarhausen
221032	Wasserwerk Entensee, HVV Heidelberg	Heidelberg
221109	Mühltalquellen	Heidelberg
221033	Quellen Ziegelhausen	Heidelberg
221048	WSG Aue-/Zechner Quelle u. WW Schlierbach	Heidelberg

Beim Tiefbrunnen Ladenburg (WSG LfU-Nr. 226 044) und beim Tiefbrunnen Entensee (WSG LfU-Nr. 222 032) wird das Wasser aus dem Mittleren Grundwasserleiter gefördert. Der nördliche Teil des WSG MA-Rheinau (WSG LfU-Nr. 222 031 A) wird vom Infiltrat des Neckars beeinflusst. Bei den anderen genannten Problem- und Sanierungsgebieten wird das Grundwasser aus dem Oberen Grundwasserleiter gefördert und es herrschen im Untergrund keine reduzierenden Verhältnisse.

Der in Karte 9.9.3 dargestellte Immissionszustand beschreibt die Situation im oberen Grundwasserleiter (OGWL). Seit rund 20 Jahren wird im Rhein-Neckar-Raum aufgrund der z.T. erheblichen Belastungen des OGWL verstärkt Wasser aus dem mittleren Grundwasserleiter (MGWL) entnommen, wodurch sich die Potentialdifferenz (Differenz der Druckspiegel) zwischen dem OGWL und dem MGWL in Rheinnähe großflächig umgekehrt hat. Während im natürlichen Zustand Grundwasser aus dem MGWL in den OGWL aufgestiegen ist und somit die Gefahr des Absinkens von Belastungen aus dem OGWL in den MGWL gering einzustufen war, hat sich infolge der Druckumkehr das Risiko der Verschleppung von Schadstoffen aus dem OGWL in den MGWL erheblich erhöht.

Zur Situation im mittleren und unteren Grundwasserleiter liegen in der Grundwasserdatenbank des Landes nur vereinzelt (überwiegend für Tiefbrunnen der Wasserversorgung) längere Messreihen bzw. Messwerte für das Jahr 2003 vor. Wie die Auswertungen im Rahmen der Hydrogeologischen Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung im Rhein-Neckar-Raum, Fortschreibung 1983 – 1998“ ergaben, ist die Grundwasserqualität im mittleren Grundwasserleiter (MGWL) abgesehen von lokal auftretenden Einschränkungen gut und über große Bereiche anthropogen unbeeinflusst. Hinweise auf anthropogen bedingte Einflüsse im MGWL sind kleinräumig im Bereich von hydrogeologischen Fenstern im Oberen Zwischenhorizont bzw. bei Fehlen des Oberen Zwischenhorizonts wie z.B. in Neckarnähe im Bereich des Tiefbrunnens Ladenburg erkennbar. Im unteren Grundwasserleiter sind bislang keine gravierenden anthropogenen Einflüsse nachweisbar.

Die Ergebnisse des Jahres 2003 aus dem neu etablierten Beschaffenheitsmessnetz an tiefen Grundwassermessstellen bestätigt die o.g. Sachverhalte.

Die Ergebnisse der Rohwasseruntersuchungen auf Nitrat in den Wasserschutzgebieten sind - soweit verfügbar - für die Untersuchungsjahre 2001 und 2004 in Tab. 4.2.2.5.b zusammengestellt.

4.2.2.6 Gesamtbewertung

Auf Grund der Ergebnisse der erstmaligen und der weitergehenden Beschreibung wird der GWK „Rhein-Neckar“ hinsichtlich der diffusen Belastung durch Nitrat insgesamt als gefährdeter Grundwasserkörper eingestuft. Alle Gemeinden im GWK weisen erhöhte Immissionskonzentrationen auf. Zu dem Eintrag aus den landwirtschaftlich genutzten Flächen tragen maßgeblich der Sonderkulturanbau (u.a. Tabak, Gemüse, Weinbau, Baum- und Beerenobst, Gemüse, Spargel) aber auch der Getreide- und Maisanbau bei.

Die zentral im gGWK 16.2 gelegenen Gemeinden (Heddesheim, Ladenburg, Ilvesheim, Eddingen-Neckarhausen, Plankstadt, Eppelheim) sowie der südwestliche Bereich des GWK (Brühl, Ketsch) ist zudem aufgrund der örtlichen Standorteigenschaften als gefährdet eingestuft.

Die starke Belastung des Grundwassers wurde bislang überwiegend in den oberflächennahen Grundwasserbereichen nachgewiesen. Die Erkenntnisse zur Qualität der mittleren und tieferen Grundwasserbereiche sind noch lückenhaft. Hierzu besteht weiterer Klärungsbedarf.

Tab. 4.2.2.5.b: Ergebnisse der Rohwasseranalysen

Wasserschutzgebiet	LfU-Nummer	Messtelle	2001		2004	
			Nitrat (mg/l)	Anzahl Messungen	Nitrat (mg/l)	Anzahl Messungen
WW Schwetzingen Hardt, ZVWV Kurpfalz ³	226026	1234/306-4			0,5	1
		1235/306-0			0,5	1
TBR. I + II Nußloch ³	226023	70/356-2 ⁴	29,0	2	23,2	5
		71/356-0 ⁴	27,0	1	25,3	5
Wiesloch, OT Schatthausen u. Baiertal ³	226103	87/356-2 ⁵	34,0	1	28,5	2
Rauschen/Edingen, WVV Neckargruppe	221030	1642/305-5	23,0	1	27,3	3
		1643/305-1	22,0	1	24,0	3
		1644/305-7	31,0	1	31,0	3
		1645/305-2	32,0	1	31,7	3
		1648/3059	28,0	10	25,9	2
		1649/305-4	27,3	7	25,9	2
		1650/305-1	27,6	10		
		1652/305-2	25,6	8	22,6	2
		1653/305-8	24,5	12	22,4	2
		1654/305-3	26,1	12	24,3	2
		1655/305-9	26,2	10	25,4	2
		1657/305-0	25,8	12	25,2	2
		1658/305-5	26,2	12	25,7	2
		1659/305-0	25,8	8	26,1	2
		1660/305-8	25,6	8	26,3	2
2019/305-0	24,8	10	23,1	2		
WW Eppelheim	226029	76/306-9			59,0	7
		1238/306-6			72,4	4
WW Plankstadt	226050	1239/306-1			44,6	4
		1240/306-9			39,5	4
Mühlthalquellen, Stadtw. HD	221109	906/355-0	17,4	1	17,7	1
		907/355-4	15,4	2	15,5	1
		908/355-9	8,1	5	4,6	2
WW Entensee, Stadtwerke HD	221032	1647/305-3	4,9	51	5,5	3
Quellen Ziegelhausen, Stadtw. HD	221033	909/355-3	18,6	3	20,9	1
		910/355-8			14,3	1
		912/355-2			15,6	1
Brunnen Gem Schriesheim, ZVGWV Eichelberggruppe	226042	1079/305-0			76,8	3
		1080/305-7			75,5	3
		1081/305-2			79,8	3
GWV Obere Bergstraße, Gem. Ladenburg	226045	1635/305-6			88,1	6
		1636/305-1			86,8	6
		1637/305-7	86,8	6	88,2	8
WW Ladenburg, WGV Lobdengau	226044	1638/305-2	44,2	6	46,4	7
		1639/305-8			45,9	5
		1640/305-5			54,5	5
		1701/305-2	32,0	1	26,2	8
WSG Aue-/Zechner Quelle + WW Schlierbach	221048	917/355-0	11,3	3	15,8	1
		918/355-9			7,9	1
		919/355-9	2,2	3	3,8	1

¹ Mittelwert; bei Einzelmessungen: Einzelwert

² aufgehoben

³ nur teilweise im gGWK 16.2

⁴ Messstellen liegt in der Gemeinde Nußloch außerhalb des gGWK 16.2

⁵ Messstelle liegt in der Gemeinde Wiesloch außerhalb des gGWK 16.2

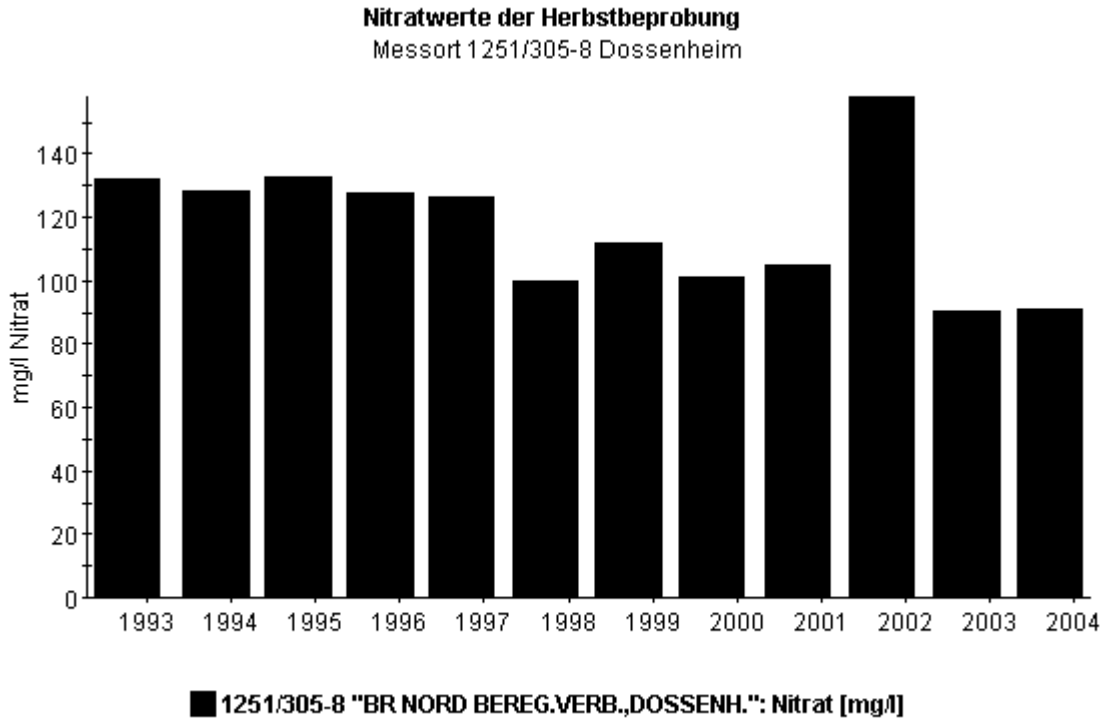


Abb. 4.2.2.5.a

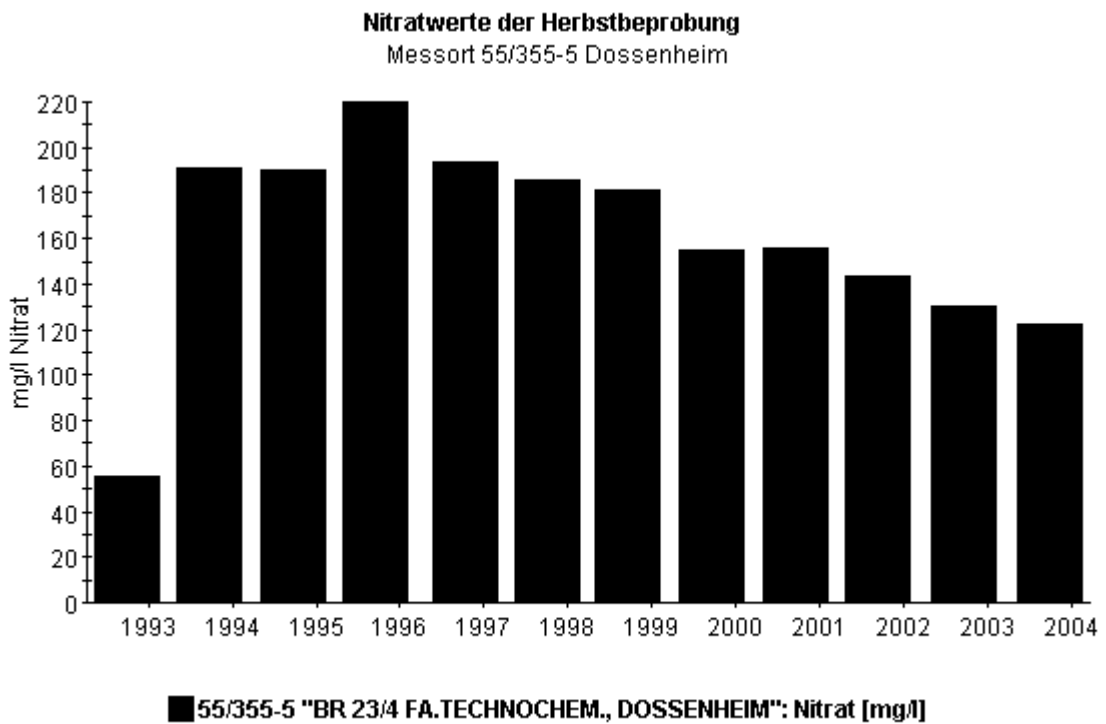


Abb. 4.2.2.5.b

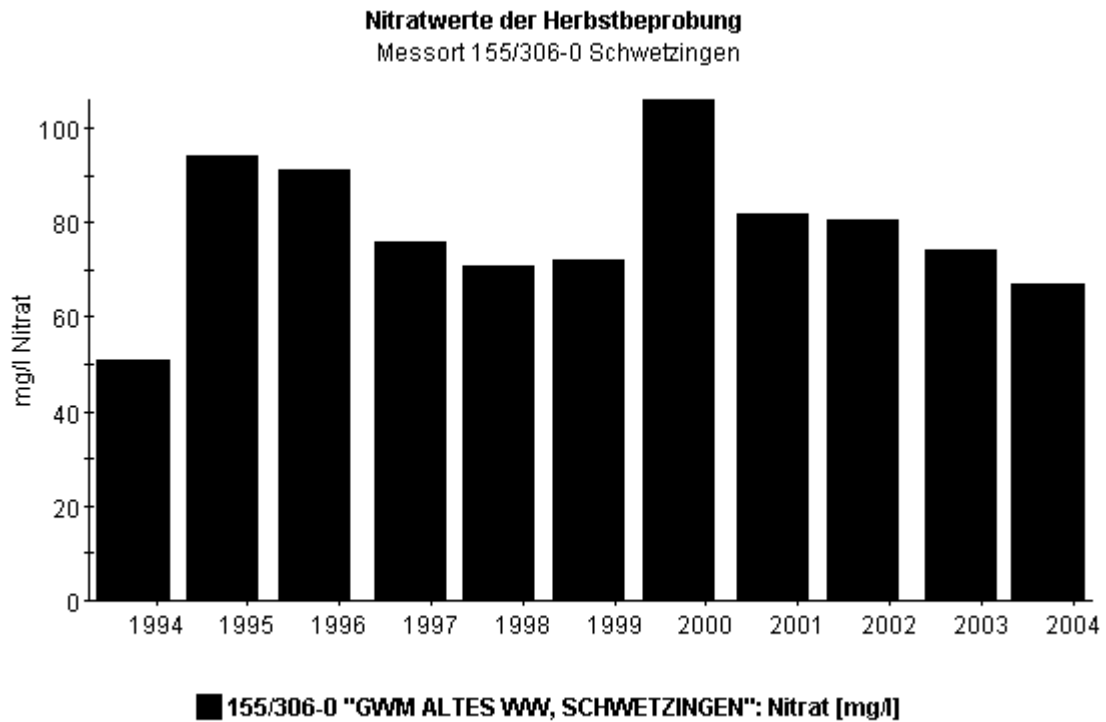


Abb. 4.2.2.5.c

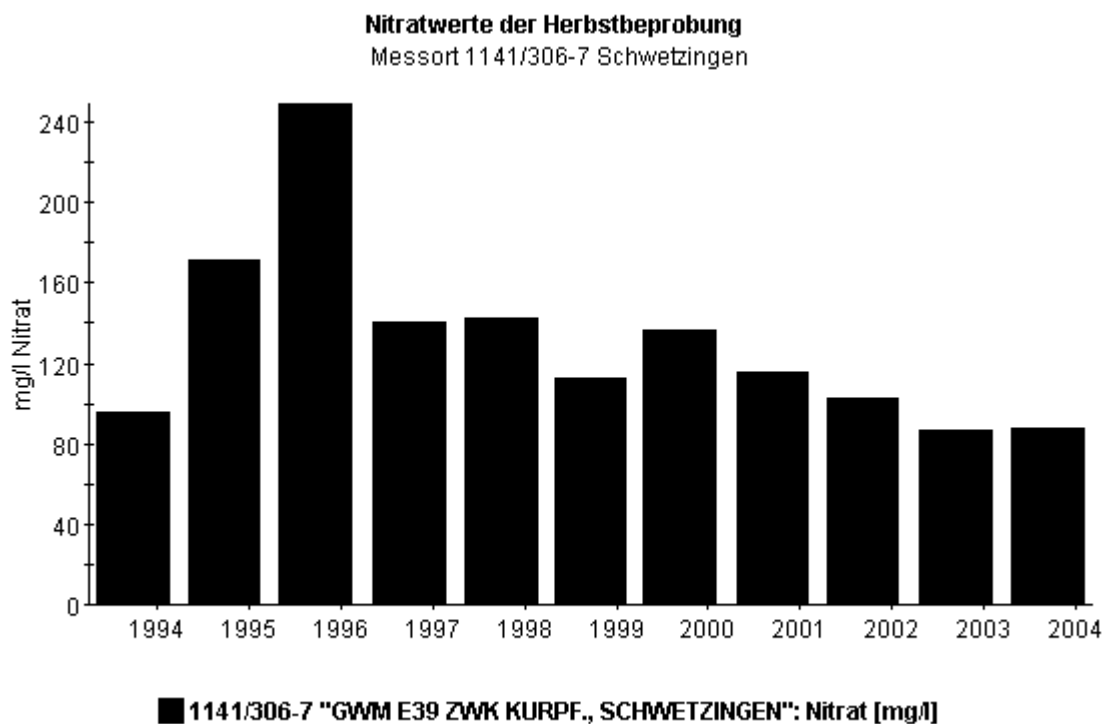


Abb. 4.2.2.5.d

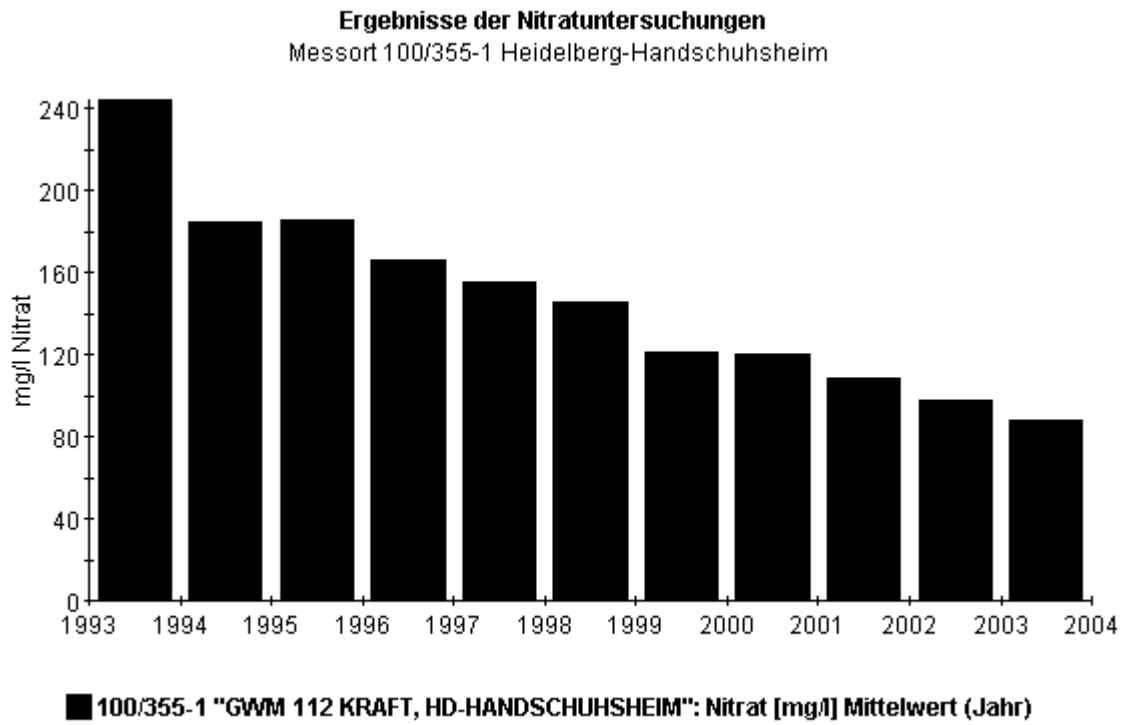


Abb. 4.2.2.5.e

4.2.3 Weitergehende Beschreibung des gefährdeten Grundwasserkörpers 16.3 Hockenheim – Walldorf – Wiesloch

4.2.3.1 Abgrenzung

Aus der erstmaligen Beschreibung hat sich ergeben, dass für den Grundwasserkörper ein hohes Risiko besteht, dass der gute Zustand bezüglich des Parameters Nitrat insbesondere durch Stickstoffeinträge aus der Landwirtschaft nicht erreicht wird. Der Grundwasserkörper ist hinsichtlich der Merkmale, die für die Art der Gefährdung des Grundwasserkörpers und die daraus abzuleitenden Maßnahmen relevant sind, weitergehend zu beschreiben. Dies bedeutet, dass im abgegrenzten Gebiet neben hydrogeologischen und bodenkundlichen Merkmalen auch die Art der Landnutzung und insbesondere der landwirtschaftlichen Flächennutzung (Kulturarten) genauer zu betrachten sind.

Tabelle 4.2.3.1: Ursachen-Zuordnung von Gemeinde-Flächen zum gGWK 16.3 (= Ergebnis der Erstmaligen Beschreibung)

Stadt/Gemeinde	Gemeinde Fläche (km ²)	maximal verträglicher N-Überschuss auf Ackerflächen, für weniger als 50 mg Nitrat/l im Sickerwasser, bezogen auf die Gesamtgemeindefläche (kg N/ha/a)	Typ 2	Typ 1	Code
Kronau	10,91	96,1		1	1
Bad Schönborn	24,09	75,4		1	1
Waghäusel, Stadt	42,84	98,9		1	1
Oberhausen-Rheinhausen	18,95	53,6	2		2
Altlußheim	15,96	49,5	2	1	3
Hockenheim, Stadt	34,84	43,5	2	1	3
Neulußheim	3,39	58,9	2	1	3
Reilingen	16,35	67,2		1	1
Walldorf, Stadt	19,91	84,0		1	1
Sankt Leon-Rot	25,56	60,8	2	1	3

- Code-Nr.** Gemeinde wurde zugeordnet wegen
- 0 Abrundung der gefährdeten Grundwasserkörper (gGWK)
 - 1 Zugehörigkeit (eines Teils des Gemeindegebietes) zu einer Typ 1- Fläche (Immission)
 - 2 Zugehörigkeit der Gemeinde zu Typ 2 (Standorteigenschaften)
 - 3 Zugehörigkeit der Gemeinde sowohl zu Typ 1 als auch zu Typ 2

Die Zuordnung von Immissionsflächen (Typ 1) und Standorteigenschaften-Flächen (Typ 2) im gGWK zeigt Tabelle 4.2.3.1. Dem Typ 2 zugeordnet wurden Gemeinden/Städte mit einem maximal verträglichen N-Bilanz-Überschuss auf Ackerflächen von weniger als 65 kg N/ha.

Danach sind 5 der 10 zugehörigen Gemeinden/Städte ausschließlich auf Grund der Immissionen und vier Gemeinden sowohl auf Grund der Immissionen als auch auf Grund der Standorteigenschaften dem gGWK zugeordnet. Eine Gemeinde (Oberhausen-Rheinhausen) ist ausschließlich auf Grund der Standorteigenschaften im gGWK enthalten.

4.2.3.2 Geologische und hydrogeologische Beschreibung

a) Geologische Merkmale

A-Karte 9.9.1.a/b-16.3

Der gefährdete Grundwasserkörper Nr. 16.3 Hockenheim – Walldorf – Wiesloch (gGWK 16.3) gehört im Westen zum Hydrogeologischen Großraum Oberrheingraben und dort zum Hydrogeologischen Teilraum Quartäre/Piozäne Sedimente der Grabenscholle. Östlich ist noch der Hydrogeologische Großraum Südwestdeutsches Schichtstufen- und Bruchschollenland mit dem Hydrogeologischen Teilraum Keuperbergland tangiert.

Das Gebiet reicht im Westen bis an den Rhein und umfasst im Oberrheingraben den Bereich der Niederterrasse zwischen Philippsburg-Bruchsal im Süden und Hockenheim-Walldorf im Norden. Von der östlich anschließenden Vorbergzone liegt lediglich ein kleiner Teil östlich von Bad Schönborn im gGWK 16.3. Er gehört zum mittleren Teil des Kraichgau und besteht überwiegend aus Gesteinen des Unteren und Mittleren Juras. Unter- und Gipskeuper kommen nur sehr lokal vor. Die Gesteine der Vorbergzone sind gebietsweise von Löss überdeckt (Karte 9.9.1 a, b).

Hydrogeologisch sind im gGWK 16.3 die Lösssedimente, die Auensedimente sowie das Jungquartär des Oberrheingrabens von Bedeutung. Unterer Jura sowie Unter- und Gipskeuper sind nur sehr kleinräumig verbreitet und deshalb hydrogeologisch nicht relevant. Sie werden im folgenden nicht weiter behandelt.

Lösssedimente (los): Die Festgesteine der Vorbergzone sind überwiegend, die Kiese im Oberrheingraben bereichsweise (Langenbrückener Senke) lössbedeckt. Der originär äolisch abgelagerte Löss besteht vorwiegend aus (Grob-)Schluff, ist meist stark kalkhaltig, porös, ungeschichtet und besitzt einen Sandgehalt von < 20 Masse-%. Durch die Verwitterung des Löss während des Pleistozäns entstand bereichsweise Lösslehm, ein gelbbraunes bis braunes Gestein, z. T. mit Kalkkonkretionen (Lösskindl). Dabei wurde das Ausgangssediment häufig durch kryogene Umlagerungsvorgänge (Kryoturbation, Solifluktion) überprägt und ist dadurch z. T. mit aufgearbeitetem Liegendmaterial vermengt, vor allem an der Basis. Primäre Lösslehme sind eher selten und vor allem auf die

unmittelbaren Randbereiche der Lössbecken beschränkt. Die Lössmächtigkeiten im Gebiet des gGWK 16.3 sind nicht bekannt.

Auensedimente (h): In der Rheinaue und den Auen der Rhein Nebenflüsse sind die quartären Flusskiese und -sande in großen Bereichen von Auensedimenten bedeckt. Unter diesem Begriff werden Auenlehm, toniger Auenlehm, Auenmergel und Auensand zusammengefasst, je nach petrographischer Zusammensetzung. Gemeinsames Merkmal aller Auensedimente ist ihre Entstehung als Hochwasserablagerung. Die Mächtigkeit liegt in der Regel unter 1 m. Hochflutablagerungen, die in Altrheinschlingen die jüngsten quartären Sedimente überlagern, können bis zu 5 m mächtig werden.

Jungquartär (qJ): Im Bereich des gGWK 16.3 werden die jungquartären Ablagerungen lithologisch in verschiedene Einheiten unterteilt (Tab. 4.2.3.2.a). Relevant für die Betrachtung des obersten Grundwasserleiters sind das Obere Kieslager und der Obere Zwischenhorizont sowie in den Bereichen, wo der Obere Zwischenhorizont fehlt, zusätzlich das Mittlere Kieslager.

Tab. 4.2.3.2.a Geologische Gliederung des Jungquartärs im mittleren Oberrheingraben (HGK 1988, GLA 1997).

Jungquartär	Oberes Kieslager (OKL)
	Oberer Zwischenhorizont (OZH)
	Mittleres Kieslager (MKL)
	Unterer Zwischenhorizont (UZH)

Bezüglich lithologischer Ausbildung und Mächtigkeit unterscheiden sich die quartären Sedimente auf der Grabenscholle und auf der Rand- und Zwischenscholle (vgl. Abschn. Tektonik).

Das Obere Kieslager (OKL) besteht aus einer kiesigen Abfolge, in die nur selten Sandlagen eingeschaltet sind. Vor allem im östlichen Bereich des Oberrheingrabens treten im OKL Schluff- und Tonlinsen auf. Die Basis des OKL ist vom Rhein nach Osten zur Vorbergzone hin geneigt. Dementsprechend nimmt die Mächtigkeit des OKL in diese Richtung von ca. 15 – 20 m am Rhein auf 40 – 50 m im Osten zu.

Der Obere Zwischenhorizont (OZH) besteht aus Tonen, Schluffen und bereichsweise aus Feinsanden. Die Grenze zum OKL ist meist durch einen scharfen Wechsel von gröberem Ablagerungen zu Ton, Schluff und Feinsand charakterisiert. Der Obere Zwischenhorizont erreicht seine größte Mächtigkeit von 10 - 15 m im Osten der Grabenfüllung. Nach Westen zu nimmt seine Mächtigkeit auf 5 - 10 m ab. Stellenweise fehlt er ganz. Dies ist westlich der Randscholle zwischen Rot und Waldorf, östlich und nordöstlich von Reilingen und in einem rheinparallelen Streifen von Lußheim und westlich von Hockenheim bis südwestlich von Ketsch der Fall.

Das Mittlere Kieslager (MKL) besteht hauptsächlich aus alpinen Kiesen mit Sandeinlagerungen. Es ist auf der Grabenscholle zwischen 5 und 10 m mächtig, auf der Randscholle fehlt es. An der Basis ist der schluffig tonige Untere Zwischenhorizont (UZH) verbreitet. Dort, wo der OZH fehlt, bildet es mit dem OKL einen gemeinsamen Kieskörper.

Tektonik: Im gGWK 16.3 lassen sich im Oberrheingraben mehrere tektonische Teilschollen unterscheiden, die durch markante N/S- und NNE/SSW-streichende Verwerfungen begrenzt sind. Die tektonische Situation zeichnet sich auch in der Mächtigkeit und Ausbildung der quartären Sedimente ab. Von West nach Ost folgen die zentrale Grabenscholle, die östliche Grabenscholle, die Zwischenscholle, die Randscholle und die Vorbergzone. Die bezüglich der lithologischen Ausbildung der quartären Sedimente besonders wichtige Grenze zwischen der östlichen Grabenscholle und der Zwischenscholle/Randscholle verläuft im gGWK 16.3 westlich von Kronau über Rot in nördliche und weiter östlich an Walldorf vorbei in nordöstliche Richtung.

Eine weitere markante tektonische Struktur im gGWK 16.3 ist die Südwest – Nordost streichende Jurasenke von Langenbrücken, in der die Schichtenfolge des Unteren Juras und des basalen Teils des Mittleren Juras aufgeschlossen ist.

b) Hydrogeologische Merkmale

Hydrogeologische Gliederung: Die quartären Sande und Kiese im Oberrheingraben bilden im Gebiet des gGWK 16.3 den bedeutendsten Grundwasserleiter.

Für eine generelle Gliederung lassen sich, in Anlehnung an LGRB (2002), die in Tab. 4.2.3.2.b aufgeführten hydrogeologischen Einheiten unterscheiden.

Tab. 4.2.3.2.b: Hydrogeologische Klassifikation der Gesteine im gGWK 16.3 nach Hohlraumart

Hydrogeologische Einheiten	Hydrogeologische Klassifikation
Deckschichten	Grundwasseringeleiter
Quartäre Sande und Kiese im Oberrheingraben	Porengrundwasserleiter

Grundwasserflüsse über die Grenzen des gGWK 16.3 sind im Oberrheingraben: ein Grundwasserzuström von Südosten und ein Grundwasserabstrom nach Nordwesten. Auch über die westliche Grenze des gGWK 16.3 ist ein Grundwasserzuström anzunehmen.

Deckschichten: Deckschichten sind definiert als oberflächennahe hydrogeologische Einheiten oberhalb des ersten zusammenhängenden Grundwasserkörpers, die mit Ausnahme schwebenden Grundwassers kein Grundwasser führen und damit vollständig im Bereich der ungesättigten Zone liegen, und die eine Schutzfunktion gegen das Eindringen von Schadstoffen in das Grundwasser ausüben. Im gGWK 16.3 sind dies in erster Linie die Lösssedimente (Löss und Lösslehm) und Auensedimente.

Quartäre Sande und Kiese im Oberrheingraben: Quartäre Kiese und Sande bilden im Oberrheingraben den bedeutendsten Grundwasserleiter im Gebiet des gGWK 16.3.

Die quartären Sande und Kiese werden durch eingelagerte geringdurchlässige Trennhorizonte (Oberer Zwischenhorizont, Unterer Zwischenhorizont) hydraulisch bereichsweise in Teilstockwerke gegliedert (Oberes Kieslager, Mittleres Kieslager und Altquartär).

Der Obere Grundwasserleiter wird im gGWK 16.4 dort, wo der OZH verbreitet ist, von den Kiesen des OKL gebildet. Die Basis des Oberen Grundwasserleiters ist in diesem Fall der Obere Zwischenhorizont.

Die Durchlässigkeit des OKL ist mit $k_f = 5 \cdot 10^{-3}$ m/s am Vorbergzonenrand deutlich höher als in Rheinnähe ($1 \cdot 10^{-3}$ m/s, GLA 1996). Ehemalige Fließrinnen des Rheins pausen sich nur noch schwach in der Durchlässigkeitsverteilung durch. Das speicherwirksame Hohlraumvolumen schwankt zwischen $n_e = 0,01$ und $0,3$. Die meisten Werte liegen zwischen $n_e = 0,1$ und $0,16$.

Über die Durchlässigkeit des Oberen Zwischenhorizonts liegen im Gebiet des gGWK 16.3 keine Erkenntnisse aus Pumpversuchen vor. Die Durchlässigkeit dieser Trennschicht variiert aufgrund ihrer verschiedenartigen lithologischen Ausbildung stark (vgl. Karte 2 aus HGK, 1999)

In Bereichen, in denen der OZH als geringdurchlässige Trennschicht fehlt, bilden OKL und MKL zusammen den oberen Grundwasserleiter. Dies ist im gGWK 16.3 westlich der Randscholle zwischen Rot und Walldorf, östlich und nordöstlich von Reilingen und in einem rheinparallelen Streifen von Lußheim und westlich von Hockenheim bis südwestlich von Ketsch der Fall. Im MKL bewegen sich die Durchlässigkeiten zwischen $k_f = 3 \cdot 10^{-4}$ m/s und $1,6 \cdot 10^{-3}$ m/s. Sie sind damit um den Faktor 2 – 3 kleiner als im OKL.

Das Grundwasser hat im Oberen Grundwasserleiter in der Regel eine freie Oberfläche. Die generelle Grundwasserfließrichtung verläuft von der Vorbergzone in nordwestliche Richtung. Am Vorbergzonenrand fließt das Grundwasser randparallel und biegt etwas weiter westlich in die nordwestliche Richtung um.

Für die Grundwasserflurabstände ist die Geländemorphologie maßgebend, da die Grundwasser Oberfläche relativ gleichmäßig mit geringem Gefälle zum Rhein hin abfällt. Im Bereich der Rheinaue betragen die Flurabstände 1 – 3 m, im Bereich des Hochgestades im Osten bis zu 10 m.

Neben der Grundwasserneubildung aus Niederschlag tragen unterirdische Randzuflüsse aus dem Festgestein und die Infiltration aus oberirdischen Gewässern zur Grundwasserneubildung im oberen Grundwasserleiter des Oberrheingrabens bei.

Die großräumigen Grundwasserfließverhältnisse im Festgestein der Vorbergzone sind unbekannt.

c) Stratifikationsmerkmale des Grundwasserkörpers

A-Karte 9.9.1.c-16.3

Spezielle Untersuchungen zur Stratifikation des Grundwassers liegen für den gGWK 16.3 nicht vor. Da die Einstufung als gGWK aufgrund einer möglichen flächenhaften Gefährdung durch Einträge aus landwirtschaftlicher Tätigkeit erfolgte, ist jeweils nur das oberste Grundwasserstockwerk zu betrachten.

d) Langjährige mittlere Grundwasserneubildung

Das Grundwasserdargebot eines Grundwasserkörpers ist definiert als die Summe aller positiven Bilanzglieder der Wasserbilanz (DIN 4049, Teil 3). Dazu gehört neben Wasserzuflüssen aus Uferfiltration und über Leakage, Randzuflüssen sowie ggf. Beiträgen aus künstlicher Grundwasseranreicherung in erster Linie die Sickerung aus Niederschlag.

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlag wird u. a. von Klima, Landnutzung, Böden, Grundwasser und Hydrogeologie beeinflusst. Sie wird für langjährige mittlere Verhältnisse nach der allgemeinen Wasserhaushaltsgleichung (2) berechnet.

Gleichung (2): Allgemeine Wasserhaushaltsgleichung

$$G = (N - V) \cdot (Q_{\text{bas}}/Q_{\text{ges}})$$

mit G = Grundwasserneubildung

N = Niederschlag

V = aktuelle Verdunstung

Q_{bas} = Basisabfluss

Q_{ges} = Gesamtabfluss

Die hier verwendete Methodik basiert auf einem detaillierten Modell, das im Rahmen der Bearbeitung des Wasser- und Bodenatlasses Baden-Württemberg (WaBoA) neu entwickelt wurde (Armbruster 2002). Ein besonderer Schwerpunkt war dabei die Ermittlung der lateralen Abflusskomponente speziell für Festgesteinsgebiete, die als Verlustgröße nicht zur Grundwasserneubildung beiträgt.

Das für die Ermittlung der langjährigen mittleren Niederschläge verwendete Verfahren interpoliert tägliche Stationsniederschläge, wobei die Niederschlagswerte je nach Lage der Station korrigiert werden (RICHTER 1995).

Die aktuelle Verdunstung wurde auf der Basis von Tageswerten der meteorologischen Kenngrößen mit Hilfe eines deterministischen, flächendifferenzierten Modells ermittelt, das physikalisch basierte als auch konzeptionelle Ansätze verwendet (Armbruster 2002). Verwendet werden Daten zu Hangneigung, Exposition (DHM), Landnutzung, Meteorologie (Niederschlag, Lufttemperatur, Sonnenscheindauer, Windgeschwindigkeit, Luftfeuchte), Boden (nFK im effektiven Wurzelraum), Substrat, Gründigkeit und Grundwasser-Flurabstand.

Die Ermittlung der Abflusskomponenten erfolgte nach dem Demuth-Verfahren (Demuth 1989, 1993), dem das Wundt-Kille-Verfahren zugrunde liegt. Ausgewertet wurden Abflussreihen mit mindestens zehnjähriger Beobachtungszeit. Für die Regionalisierung wurden multivariate statistische Verfahren eingesetzt (multiple Regression).

Die Berechnungen erfolgten für die hydrologische Standardperiode 1961 – 1990, die räumliche Auflösung ist durch ein 500 x 500 m Raster festgelegt.

A-Karte 9.9.1.d-16.3

Die langjährige mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag ist in Karte 9.9.1.d dargestellt. Für den gGWK 16.3 ergeben sich folgende Ergebnisse:

- Für die Fläche des gGWK 16.3 von 213 km² beträgt die mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag für die untersuchte Standardperiode 1961 – 1990 159 mm/a.
- Regional variieren die Werte zwischen 26 bis 305 mm/a. Niedrige Werte der Grundwasserneubildungen finden sich im Oberrheingraben und dort besonders im Bereich der Rheinaue.
- Für 1971, das extreme Trockenjahr der Standardperiode 1961 – 1990, betrug die mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag 1 mm/a bei einer räumlichen Variation von – 333 bis 115 mm/a.
- Für 1965, dem extremen Feuchtjahr der Standardperiode 1961 – 1990, betrug die mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag 349 mm/a bei einer räumlichen Variation von 70 bis 566 mm/a.

4.2.3.3 Merkmale der Bodenüberdeckung

A-Karte 9.9.1.e-16.3

Bodeneinheiten: Die Angaben zu den Böden im Gebiet des gGWK 16.3 basieren auf der Bodenübersichtskarte von Baden-Württemberg 1 : 200.000 (GLA 1992 - 95). Eine vereinfachte und generalisierte Bodenkarte ist die Karte 9.9.1e.

Große Teile des Gebiets 16.3 sind von Flug-, Dünen- und Terrassensand bedeckt. Als typische Böden haben sich Bänderbraunerden und Bänderparabraunerden entwickelt, die unter Wald podsoliert sind. Stellenweise kommen auf der Niederterrasse auch Parabraunerden aus Hochflutlehm vor. Im Osten reicht noch ein kleines Stück der Langenbrückener Senke ins Gebiet 16.3 herein. Auf den mit Lösslehm, stellenweise auch mit Sandlöss und mit Flug-sand bedeckten Flächen haben sich tiefgründige Parabraunerden entwickelt. In den Auen der Rheinzufüsse dominieren Auengleye und Brauner Auenboden-Auengleye aus mächt-

gen Auenlehmen. Die Grundwassermerkmale in den Böden sind meist reliktsch. Aktuelle Grundwasserstände während der Vegetationsperiode liegen verbreitet im Bereich von 1 bis 3 m unter Flur. Die Auenböden in der Rheinaue weisen in Flussnähe i. d. R. einen geringeren (kalkhaltiger Brauner Auenboden und kalkhaltiger Auengley-Brauner Auenboden) und in Flussferne einen stärkeren Grundwassereinfluss (kalkhaltiger Auengley und Anmoorgley) auf. In einzelnen Randsenken kommen Niedermoore vor.

Im Wurzelraum der Flugsand-, Terrassensand- und Hochflutlehmstandorte findet ausschließlich eine vertikale Sickerwasserbewegung statt. Für die Auenböden und Moore ist der Grundwassereinfluss die wichtigste Bodenwasserhaushaltsgröße. Bei hohen Grundwasserständen kann Direktabfluss auf Sättigungsflächen bei vorhandener Vorflut entstehen, während bei tiefen Grundwasserständen nur vertikale Sickerwasserbewegung erfolgt.

Nähere Informationen zu den Böden sind für den Nordteil des Gebiets des gGWK 16.3 der Bodenkarte von Baden-Württemberg 1 : 25.000 Blatt 6617 Schwetzingen zu entnehmen.

Das Ausmaß der mikrobiellen Denitrifikation ist vom Bodenluft- und -wasserhaushalt, von der Temperatur und der Nitrat-Konzentration der Bodenlösung abhängig. Zusätzlich ist leicht verfügbarer organischer Kohlenstoff als Energieträger für die mikrobielle Denitrifikation erforderlich. Im Wurzelraum der Flugsand-, Terrassensand- und Hochflutlehmstandorte mit sehr gut bis ausreichend durchlüfteten Böden ist die Denitrifikation als sehr gering bis gering einzustufen. In den Auenböden ist in Abhängigkeit vom Grundwassereinfluss mit mittleren bis hohen Denitrifikationskapazitäten zu rechnen. In Anlehnung an Angaben in FREDE & DABBERT (1998) entspricht dies einer mittleren Denitrifikationsrate für die Ackerflächen im Gesamtgebiet von ca. 10 kg/ha/a N. Es handelt sich hierbei um einen mittleren Schätzwert mit entsprechend großen Unsicherheiten.

Nitratauswaschung: Die wesentlichen Faktoren, die Menge und Geschwindigkeit der Nitratverlagerung steuern, sind die Landnutzung, das Klima, der Boden und der Stickstoffüberschuss.

Der Transport des Nitrats erfolgt mit dem Sickerwasser. Die Sickerwassermenge ist die Differenz aus den vom Deutschen Wetterdienst (DWD) korrigierten Niederschlagswerten und der tatsächlichen Verdunstung. Die Sickerwassermenge ist nicht mit der Grundwasserneubildungsrate identisch. Nur in Gebieten ohne schnelle Abflusskomponenten (Oberflächenabfluss und Zwischenabfluss), wie z. B. in der Oberrheinebene, entsprechen sich beide Werte. Sonst liegt die Grundwasserneubildung z. T. deutlich unter der Sickerwassermenge. Da jedoch

auch die schnellen Abflusskomponenten mit dem Boden in Wechselwirkung stehen und gelöste Stoffe transportieren, wird die Sickerwassermenge für die Berechnung der Nitratkonzentrationen als Bezugsgröße gewählt. Zur Ableitung von N-Frachten ins Grundwasser ist dagegen die Grundwasserneubildungsrate heranzuziehen.

Für den N-Überschuss landwirtschaftlicher Flächen wird die Hoftorbilanz landwirtschaftlicher Vergleichsgebiete verwendet (GAMER & ZEDDIES 2001). Es handelt sich um regionale Mittelwerte der Zeitreihe Winterhalbjahr 1995 bis 1999.

In GAMER & ZEDDIES (2001) ist eine Zusammenstellung verschiedener Autoren zum N-Verlust bei Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger aufgeführt. Die in Tab. 4.2.3.3 verwendeten 25 kg/VE/haLF/a N entsprechen mittleren Verhältnissen.

Der N-Eintrag aus Niederschlag in Baden-Württemberg liegt im Mittel bei ca. 20 kg/ha/a N (BACH & FREDE 2003). Er variiert zwischen ca. 7 und 11 kg/ha/a N im Freilandniederschlag und zwischen 20 und 30 kg/ha/a N im Bestandesniederschlag der Waldgebiete (GAMER & ZEDDIES 2001). Für die Berechnungen der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser werden landesweite, mittlere N-Einträge aus Niederschlag für Ackerstandorte von 15 kg/ha/a N verwendet (Tab. 4.2.3.3).

In Baden-Württemberg liegen die Nitratkonzentrationen im Rohwasser der Wasserschutzgebiete mit Wald- und Grünlandanteilen von über 90% meist im Bereich von 1 bis 20 mg/l NO_3^- . Der Mittelwert von 10 mg/l NO_3^- wird in Tab. 4.2.3.3. als mittlere Nitratkonzentration für das Sickerwasser aus Wald- und Grünlandflächen verwendet.

Bei einer vereinfachten, langfristigen Betrachtung kann angenommen werden, dass sich Stickstoffmineralisation und -immobilisierung im Boden gegenseitig ausgleichen. Damit kann nach Gleichung (1) im zu betrachtenden Gebiet eine mittlere, potenzielle Nitratkonzentration im Sickerwasser berechnet werden. Die Siedlungsgebiete werden hierbei nicht berücksichtigt, da vor allem der N-Überschuss, aber auch die Sickerwassermenge aus Siedlungsflächen nicht bekannt und nur schwer abschätzbar sind. Bei den Gebieten mit geringen Siedlungsanteilen unterscheiden sich die berechneten Nitratmittelwerte mit bzw. ohne Berücksichtigung der Siedlungsflächen kaum.

Tab. 4.2.3.3.: Faktoren zur Beurteilung der Nitratauswaschung aus dem Boden für den gefährdeten Grundwasserkörper „Hockenheim-Walldorf-Wiesloch“ (16.3); N = Stickstoff, VE = Vieheinheit, LF = landwirtschaftliche Fläche

Bezug	Inhalt	Einheit	Wert	Symbol	Quelle
Gebietswert: Landnutzung aus Satellitendaten von 1993	Flächenanteil Acker & Reben	%	41	A	Landsat-Daten
	Flächenanteil Wald	%	32	B	
	Flächenanteil Grünland	%	7	C	
	Flächenanteil Siedlung	%	17	D	
	Flächenanteil Gewässer	%	3	E	
Gebietswert: Mittelwert, Zeitreihe 1961-1990	jährliche Sickerwassermenge Ackerstandorte	mm	236	F	Wasser- und Bodenatlas Ba.-Wü. (UVM & LFU 2004)
Gebietswert: Mittelwert	Denitrifikationsrate Boden Ackerstandorte	kg/ha/a N	10	G	Wasser- und Bodenatlas Ba.-Wü. (UVM & LFU 2004)
Regionale Angaben: Mittelwerte für das landwirtschaftliche Vergleichsgebiet (LVG) Rheinebene, Zeitreihe 1995-1999	N-Überschuss (Hoftorbilanz flächen gewichtet für alle Betriebsformen)	kg/haLF/a N	86	H1	GAMER & ZEDDIES (2001)
	N-Überschuss (Hoftorbilanz: Marktfruchtbetriebe)	kg/haLF/a N	71	H2	
	Viehbesatz: alle Betriebsformen	VE/haLF	0,61	I1	
	Viehbesatz: Marktfruchtbetriebe	VE/haLF	0,32	I2	
Überregionale, landesweite Angaben	N-Eintrag aus Niederschlag Ackerstandorte	kg/ha/a N	15	J	
	N-Verlust Wirtschaftsdünger (Lagerung & Ausbringung)	kg/VE/haLF/a	25	K	
	Nitrat aus Wald & Grünland	mg/l NO ₃ ⁻	10	L	

Gleichung (1): Potenzielle Nitratkonzentration im Sickerwasser außerhalb der Siedlungsgebiete (NO₃pot i.S.); Erläuterung der Abkürzungen in Tab. 4.2.3.3..

$$\begin{aligned}
 \text{NO}_3\text{pot i.S.} &= \frac{[(H-G-(I*K)+J)*443*A/F]+(L*(B+C))}{(A+B+C)} \\
 &= 70 \text{ mg/l NO}_3^- \text{ (Daten: Marktfruchtbetriebe)} \\
 &= 78 \text{ mg/l NO}_3^- \text{ (Daten: alle Betriebsformen)}
 \end{aligned}$$

Für das Gebiet des gGWK 16.3 errechnet sich auf Basis der Daten in Tab. 4.2.3.3. unter Verwendung der Werte der Marktfruchtbetriebe (H2 & I2) eine mittlere Nitratkonzentration im Sickerwasser von 70 mg/l NO₃⁻ bzw. mit den Werten aller Betriebsformen (H1 & I1) von 78 mg/l NO₃⁻. Da die unterschiedlichen Landnutzungen im Gebiet 16.3 sehr ungleich verteilt sind - die Waldflächen liegen vorherrschend im Süden und Norden (Hardtwald) - setzt sich

die mittlere, rechnerische Nitratkonzentration des Gesamtgebiets aus stark unterschiedlichen Teilkomponenten mit niedrigeren Werten in den überwiegend waldbaulich und mit höheren Werten in den überwiegend ackerbaulich genutzten Teilgebieten zusammen. Die Werte von 70 bzw. 78 mg/l NO_3^- im Sickerwasser sind Rechenwerte unter den o. a. Voraussetzungen, Daten und Rechenverfahren. Die Zahlen stellen jedoch keine Prognosewerte für eine Nitratkonzentration im Grundwasser dar. So sind z. B. Denitrifikationsprozesse in der ungesättigten Zone unterhalb des Wurzelraums und im Grundwasserleiter sowie Alter des Grundwassers, Umsatzrate, Uferfiltrat und Randzuströme nicht berücksichtigt. Die Rechenwerte ermöglichen jedoch einen Vergleich zwischen verschiedenen Landesteilen und veranschaulichen, dass im Gebiet des gGWK 16.3 die Standortfaktoren Landnutzung (mittlerer Ackeranteil), Klima (geringe Sickerwassermenge) und Boden (geringe Denitrifikationskapazität) bei N-Salden der Landwirtschaft (Hoftorbilanz) von 71 bis 86 kg/ha/a N zu Nitratkonzentrationen im Sickerwasser von durchschnittlich $> 70 \text{ mg/l NO}_3^-$, allerdings mit deutlichen Unterschieden in einzelnen Teileinzugsgebieten, führen können.

4.2.3.4 Belastungen aus diffusen Quellen - Landnutzung

Vorgehensweise/Methodik

Zur detaillierten Betrachtung der landwirtschaftlichen Nutzung im Gebiet wurden Daten des Statistischen Landesamtes (StaLa) und der Landwirtschaftsverwaltung herangezogen. Mit den Daten des sogenannten „Gemeinsamen Antrags“ wurden auf Basis der Gemeinden die Anbauflächen einzelner Kulturen erfasst (InVeKoS-DATEN 2002). Im GWK 16.3 Hockenheim-Walldorf-Wiesloch“ wurden hierdurch ca. 70 % der Landwirtschaftsfläche berücksichtigt.

In Abstimmung mit der Landwirtschaftsverwaltung wurden die angebauten Kulturen nach der Gefährdung der Nitratenauswaschung unter Berücksichtigung von SchALVO-Rest-Nmin-Kontrolldaten und von kulturartspezifischen Nitratbilanzüberschüssen in 4 Nitratenauswaschungsgefährdungsklassen eingeteilt:

- Der Klasse „hohe Auswaschungsgefährdung“ wurden insb. die Kulturen Raps, Rebland, Körnerleguminosen, Gemüse, Spargel, Saat- und Zuckermais, Hopfen, Tabak (Burley/Geudertheimer) und Frühkartoffeln zugeordnet;
- In die Klasse „mittlere Nitratenauswaschungsgefährdung“ wurden Weizen, Wintergerste, Triticale, Körner- und Silomais, Obstanlagen, Kartoffeln, Baumschulen und Hanf eingeteilt;
- Eine „niedrige Nitratenauswaschungsgefährdung“ weisen stillgelegte Flächen, Hafer, Zuckerrüben, Ackerfutter, Roggen, Dinkel und Menggetreide auf;

- Grünland, Sommergerste und Tabak/Virgin wurde der Klasse „sehr geringe Nitratauswaschungsgefährdung“ zugeordnet.

Zur Abschätzung des möglichen Stickstoffeintrags über Wirtschaftsdünger wurde der Viehbesatz auf Gemeindeebene (MLR-Daten 2002) herangezogen.

A-Karte 9.9.2-16.3

Ergebnisse

Der GWK 16.3 erstreckt sich über Teile der Rheinebene bis zum Kraichgau (s. Karte 9.9.2). Die Größe des durch die Gemeindeflächen festgelegten Gebiets umfasst 212,8 km². Die statistischen Daten zur Bodennutzung verdeutlichen, dass der GWK 16.3 einen überdurchschnittlich hohen Anteil an Siedlungsflächen (21,9 %) aufweist. Die Anteile an landwirtschaftlichen Nutzflächen sowie an Waldflächen liegen etwas unter dem Landesdurchschnitt. Größere zusammenhängende Waldflächen befinden sich v.a. im nördlichen Randbereich (Hardtwald) des gGWK sowie im zentralen südlichen Bereich des GWK (Untere Lußhardt und Waghäusler Wald). Die restlichen Bereiche sind durch landwirtschaftliche Nutzflächen und Siedlungen geprägt (Tabelle 4.2.3.4.a).

Tabelle 4.2.3.4.a: Bodennutzung im gGWK Hockenheim-Walldorf-Wiesloch (16.3)

1	Teilbearbeitungsgebiet	Nr.16.3	
2	Landkreis	Karlsruhe, Rhein-Neckar-Kreis	
3	Gemeinden	Hockenheim, Altlußheim, Oberhausen-R., Neulußheim, St.Leon-Rot, Reilingen, Bad Schönborn, Walldorf, Kronau, Waghäusel	
4	Fläche	212,8 km ²	
5	Bodennutzung (in %)	Nr.16.3	Baden-Württemberg
	Siedlungen	21,9%	13,2%
	Wald	32,2 %	38,0 %
	Sonstiges (Wasser...)	4,2 %	2,0 %
	Landwirtschaftsfläche	41,7 %	46,8 %
	davon: (nur Betriebe > 2 ha)		
	Ackerfläche	23,8 % *	23,6 % *
	Reb-, Obstflächen	0,2 % *	1,4 % *
	Dauergrünland	3,8 % *	16,0 % *
Quelle: StaLa (Flächen-, Bodennutzungshaupterhebung 2001, Internet)			
* Bezug: Gesamtfläche			

Die landwirtschaftlichen Flächen werden in leicht überdurchschnittlichem Umfang ackerbaulich genutzt. Der Anbauanteil der als hoch auswaschungsgefährdet eingestuft Kulturen liegt insgesamt bei 9,3% der landwirtschaftlichen Fläche und damit leicht über dem Landesdurchschnitt von 8,2 % (Tabelle 4.2.3.4.b).

Tabelle 4.2.3.4.b: Einstufung der Kulturen in Nitratauswaschungsgefährdungsklassen
- Vergleich der Flächenanteile des gGWK und Land BW

Nitrat-Auswaschungs-gefährdungsklasse	Kulturen	Flächenanteile Kulturen gGWK 16.3	Flächenanteile Kulturen Land BW
hoch	Raps, Rebland, Körnerleguminosen, Saat-u. Zuckermais, Gemüse, Spargel, Hopfen, Tabak-B/G, Frühkartoffeln	9,3 %	8,2 %
mittel	Weizen, W.gerste, Mais, Obstflächen, Kartoffeln, Baumschule u.a.	42,2 %	34,7 %
niedrig	Stilllegung, Hafer, Roggen, Dinkel, Zuckerrüben, Ackerfutter u.a.	29,7%	11,9 %
sehr niedrig	Grünland, Sommergerste, Tabak/Virgin	18,8 %	45,3 %

Die Schwerpunkte des Anbaus von Kulturen mit hoher Auswaschungsgefährdung bezogen auf den Anteil an der landwirtschaftlichen Fläche, liegen in Neulußheim (30,7 % der LF), Waghäusel (27,1 % der LF) und Walldorf (14,7 % der LF). In Neulußheim dominiert Feldgemüse. In Waghäusel, Walldorf, Reilingen und St. Leon-Rot steht bei den hoch auswaschungsgefährdeten Kulturen Spargel im Vordergrund.

Die mittlere Nitratauswaschungsgefährdungsklasse, die mit einem Anteil von 42,2 % an der landwirtschaftlichen Fläche deutlich stärker als im Landesdurchschnitt (34,7 %) besetzt ist, wird im GWK dominiert von Körner- und Silomais (20 %), Weizen (14 %) und Wintergerste (7 %). 29,7 % der landwirtschaftlichen Fläche im GWK ist in die Klasse mit niedriger Auswaschungsgefährdung eingestuft. Hier trägt entscheidend der Roggenanbau auf den leichten Böden im GWK mit einem Anteil von 11 % an der Fläche bei. Weitere 11 % der landwirtschaftlichen Fläche in dieser Klasse sind stillgelegt, 4 % werden mit Zuckerrüben bebaut.

Die Klasse mit sehr niedriger Nitratauswaschungsgefährdung ist mit 18,8 % nur mit einem halb so hohen Anteil als im Landesdurchschnitt (45,3 %) vertreten. Den höchsten Anteil an Kulturen mit sehr geringer Auswaschungsgefährdung im GWK weisen die Gemeinden Bad Schönborn (28,6 %), Oberhausen-Rheinhausen (28,4 %) und Reilingen (26,6 %) auf.

Die Viehdichte ist mit Werten zwischen 0,10 bis 0,51 GVE/ha hinsichtlich eines Stickstoffeintrags in das Grundwasser vernachlässigbar.

4.2.3.5 Grundwasserbeschaffenheit

Vorgehensweise/Methodik

Es wurden die Ergebnisse des Grundwasserüberwachungsprogramms (Landesmessstellen und Kooperationsmessnetz der Wasserversorger) zur Bewertung herangezogen. Weitere Untersuchungsergebnisse liegen nicht in nennenswertem Umfang verfügbar vor.

A-Karte 9.9.3-16.3

Ergebnisse

Karte 9.9.3 zeigt die Nitratgehalte an den Grundwasserüberwachungspegeln im Grundwasserkörper 16.3 für die Herbstbeprobung 2001 eingeteilt nach Klassen unter 40 mg/l, 40-50 mg/l und über 50 mg/l. Die Nitratbelastung an den Messstellen im Grundwasserkörper stellt sich heterogen dar und spiegelt ansatzweise die lokale landwirtschaftliche Nutzungsstruktur wieder. Geringe bis mäßige Nitratbelastungen weisen überwiegend die in den Waldgebieten gelegenen Messstellen auf. Ein Schwerpunkt der Nitratbelastung liegt im Dreieck der Gemeinden Reilingen, Walldorf und St. Leon-Rot mit Nitratkonzentrationen bis zu 130 mg/l. Diese Gemeinden stellen ein örtliches Zentrum des Spargelanbaus dar. Erhöhte Nitratgehalte mit z.T. deutlich über 50 mg/l weisen auch die Messstellen im Nordwesten von Hockenheim sowie im westlichen Teil von Waghäusel und von Bad Schönborn auf.

An den Messstellen mit erhöhten Nitratkonzentrationen ist im Beobachtungszeitraum seit der ersten Hälfte der 1990er Jahre kein einheitlicher Konzentrationsverlauf zu erkennen. Während die sehr hoch belasteten Messstellen im Raum Reilingen/St. Leon-Rot (Abb. 4.2.3.5.a bis 4.2.3.5.d) und Waghäusel/Wiesental (Abb. 4.2.3.5.g) in den letzten 4 bis 8 Jahren eine rückläufige Tendenz zeigen, ist an den etwas geringer belasteten Messorten in Walldorf und St. Leon-Rot in den letzten Jahren eher ein Konzentrationsanstieg zu erkennen (Abb. 4.2.3.5.e und 4.2.3.5.f). Weitgehend gleich bleibend belastet, aber nur leicht über dem Grenzwert, bleibt die Messstelle 752/307-7 (siehe Abbildung 4.2.3.5.h) in Bad Schönborn/Langenbrücken.

Der in Karte 9.9.3 dargestellte Immissionszustand beschreibt die Situation im oberen Grundwasserleiter. Zur Situation im mittleren und unteren Grundwasserleiter liegen in der Grundwasserdatenbank des Landes nur vereinzelt (überwiegend für Tiefbrunnen der Wasserversorgung) längere Messreihen bzw. Messwerte für das Jahr 2003 vor. Im nördlichen Teil des GWK 16.3 existiert für den Mittleren Grundwasserleiter im Bereich von Hockenheim-Talhaus eine Messstelle mit einer durchgehenden Messreihe seit 1989 und im Gebiet von Walldorf eine weitere Messstelle die 2003 beprobt wurde. An beiden Messstellen liegen

sämtliche Nitratmesswerte unter der analytischen Bestimmungsgrenze von 0,5 mg/l. Ein Hinweis auf anthropogene Einflüsse ist in diesen Bereichen somit nicht gegeben.

Aufgrund der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) werden alle Wasserschutzgebiete entsprechend der Nitratbelastung im Grundwasser in die drei Nitratklassen (1) - Normalgebiete, (2) - Problemgebiete und (3) - Sanierungsgebiete eingeteilt.

Auf allen Gemarkungen des GWK 16.3 im Rhein-Neckar-Kreis befinden sich Trinkwasserschutzgebiete. In diesen Wasserschutzgebieten herrschen reduzierende Bedingungen. Keines der Gebiete musste daher als Problem- oder Sanierungsgebiet gemäß der SchALVO eingestuft werden. Zu beachten ist dabei jedoch, dass der Prozess der Denitrifikation langfristig betrachtet endlich ist und danach die Nitratwerte deutlich ansteigen können.

Im Schwerpunktsbereich der Nitratbelastung liegt das Wasserwerk der Stadt Wiesloch (WSG LfU-Nr. 226 021). Das Grundwasser wird aus dem Mittleren Grundwasserleiter gefördert. Da für die Einstufung nach SchALVO die Rohwasserqualität heranzuziehen ist, bleibt die Nitratkonzentration im Oberen Grundwasserleiter dafür unberücksichtigt.

Das WSG Oberhausen – Rheinhausen (LFU Nr. 215 040) im Landkreis Karlsruhe ist als Normalgebiet eingestuft. Die Grundwassergewinnung erfolgt aus dem Mittleren Kieslager in Tiefen von 48 m bis 72 m und 137 m bis 167 m unter GOK. Dieser Grundwasserleiter zeigt stark reduzierende Bedingungen; Eisen und Mangan sind gelöst.

Das WSG des Zweckverbandes „WV Lußhardt“ (LFU Nr. 215 149) im Landkreis Karlsruhe auf Gemarkung Waghäusel ist als Normalgebiet eingestuft. Das in den Brunnen erschlossene Grundwasser stammt aus dem Oberen Kieslager und weist Nitratgehalte von rd. 1 mg/l auf. Das Einzugsgebiet umfasst große Waldflächen. Der Zweckverband versorgt die Stadt Waghäusel und die Gemeinde Hambrücken mit Trinkwasser.

Das WSG des „ZV WV Hohberggruppe“ (LFU Nr.: 215 001) auf Gemarkung Kronau (Landkreis Karlsruhe) ist als Nitratsanierungsgebiet eingestuft. Der „ZV WV - Hohberggruppe“ versorgt die Gemeinden Kronau, Bad Schönborn, Östringen und teilweise Angelbachtal (Rhein-Neckar-Kreis). Die Flachbrunnen 1 – 3 erschließen Grundwasser aus dem Oberen Kieslager mit Nitratgehalten von 35 mg/l, 89 mg/l und 101 mg/l (Zunahme nach Osten). Der Brunnen 4 erschließt das Mittlere Kieslager; das geförderte Grundwasser weist Nitratkonzentrationen von rd. 18 mg/l auf. Hier werden geologische Fenster vermutet, durch die das Wasser des Oberen Kieslagers in das Mittlere Kieslager gelangt.

Derzeit laufen seitens des Zweckverbandes umfangreiche hydrogeologische Untersuchungen zur Erschließung von nitratarmem Grundwasser im Mittleren Kieslager. Gleichzeitig wird das WSG überprüft.

Die Ergebnisse der Rohwasseruntersuchungen auf Nitrat in den Wasserschutzgebieten sind - soweit verfügbar - für die Untersuchungsjahre 2001 und 2004 in Tab. 4.2.3.5. zusammengestellt.

Tab. 4.2.3.5. Ergebnisse der Rohwasseruntersuchungen

Wasserschutzgebiet	LfU-Nummer	Messtelle	2001		2004	
			Nitrat (mg/l)	Anzahl Messungen	Nitrat (mg/l)	Anzahl Messungen
WW Schwetzingen Hardt, ZVWV Kurpfalz ²	226026	1234/306-4			0,5	1
		1235/306-0			0,5	1
TBR. I + II Nußloch ²	226023	70/356-5	29,0	2	23,2	5
		71/356-0	27,0	1	25,3	5
ZVWV Südkreis Mannheim, Neulußheim	226020	973/307-4			1,3	1
		976/307-4			0,6	1
		2070/307-4			1,5	1
WGV Hardwald/Letzenberggruppe St. Leon	226019	351/307-2			1,1	1
WSG Hohberggruppe	215001	32/307-8	40,2	6	36,5	6
WSG Lußhardtgruppe ²	215149	55/307-2	0,2	1	0,2	2
		54/307-8			1,2	2
Philippsburg, WSG Pfriemfeld/Mühlfeld ²	215208	5/257-5 ³	10,7	1	7,0	1

¹ Mittelwert; bei Einzelmessungen: Einzelwert

² nur teilweise im gGWK 16.3

³ Messstelle liegt in der Gemeinde Philippsburg außerhalb des GWK 16.3

4.2.3.6 Gesamtbewertung

Auf Grund der Ergebnisse der erstmaligen und der weitergehenden Beschreibung wird der GWK 16.3 hinsichtlich der diffusen Belastung durch Nitrat insgesamt als gefährdeter Grundwasserkörper eingestuft. Die erhöhten Immissionskonzentrationen, bedingt durch den Eintrag aus dem hohen Anteil an Spargelanbauflächen, sind hierfür insbesondere im östlichen (Walldorf, Kronau), im südlichen (Waghäusel, Kronau, Bad Schönborn) und z.T. im zentralen Bereich des Grundwasserkörpers (Reilingen) verantwortlich. Im Bereich der Gemeinden St. Leon-Rot sowie in der westlichen Hälfte des gGWK (Altlußheim, Hockenheim, Neulußheim) liegt zudem eine erhöhte standörtliche Nitratauswaschungsgefährdung vor. In Oberhausen-Rheinhausen sind allein die Standorteigenschaften für die Zuordnung zum gGWK 16.3 aus-

schlaggebend. Der Anteil der Kulturen mit hoher NitratAuswaschungsgefährdung beträgt dort nur 0,54 %, was sich in der geringen Immissionsbelastung widerspiegelt.

Erhöhte und hohe Belastungen wurden bislang fast ausschließlich in den oberflächennahen Grundwasserbereichen nachgewiesen. Erhöhte Nitratgehalte sind im Mittleren Kieslager im Bereich der Wasserversorgung Hohberggruppe anzutreffen. Hier wird ein hydrogeologisches Fenster vermutet, durch das Wasser aus dem Oberen Grundwasserleiter dem Mittleren Kieslager zuströmt.

Die Erkenntnisse zur Qualität der mittleren und tieferen Grundwasserbereiche sind noch lückenhaft. Hierzu besteht weiterer Klärungsbedarf.

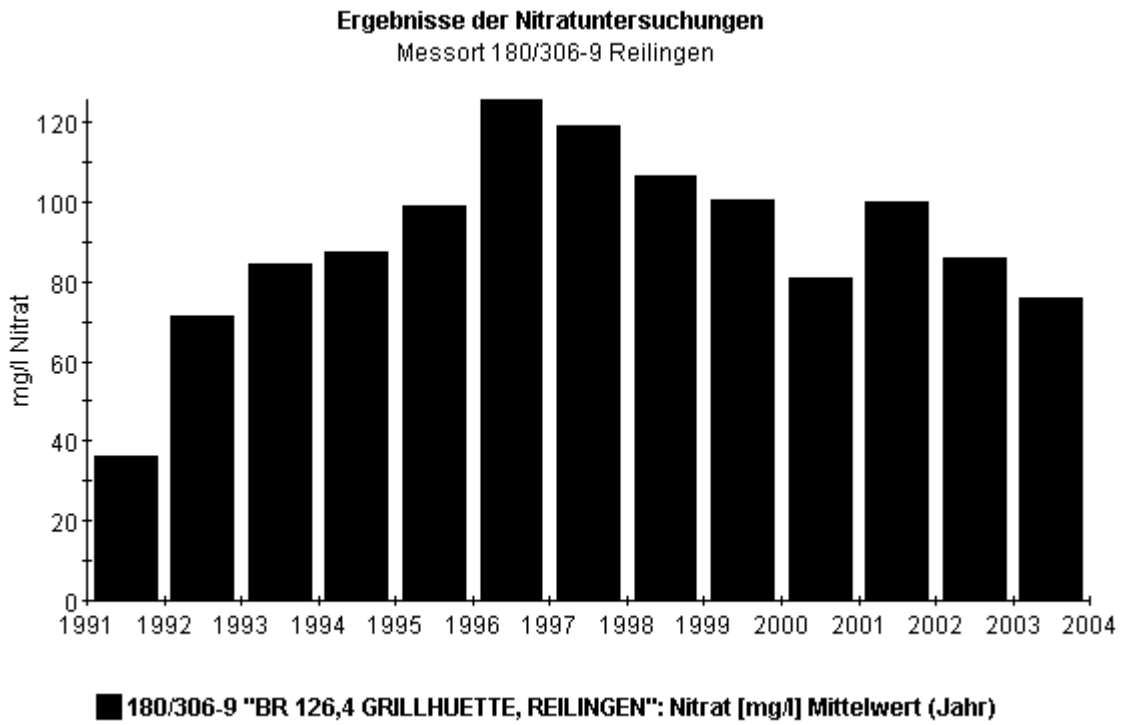


Abb. 4.2.3.5.a

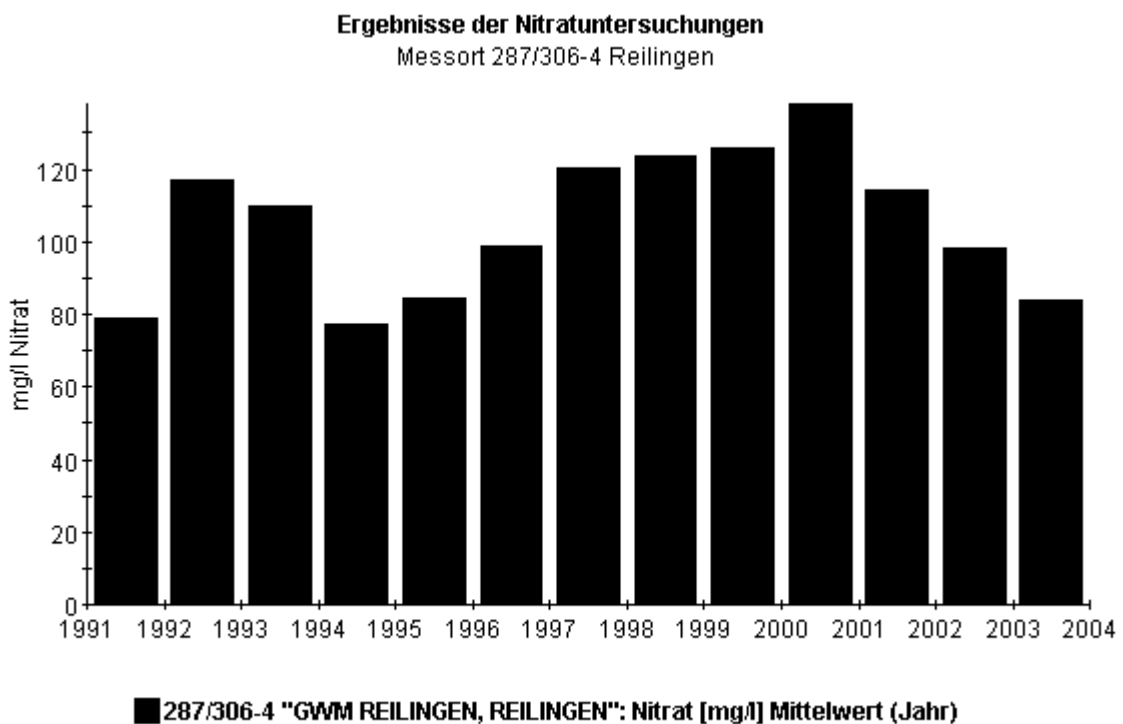


Abb. 4.2.3.5.b

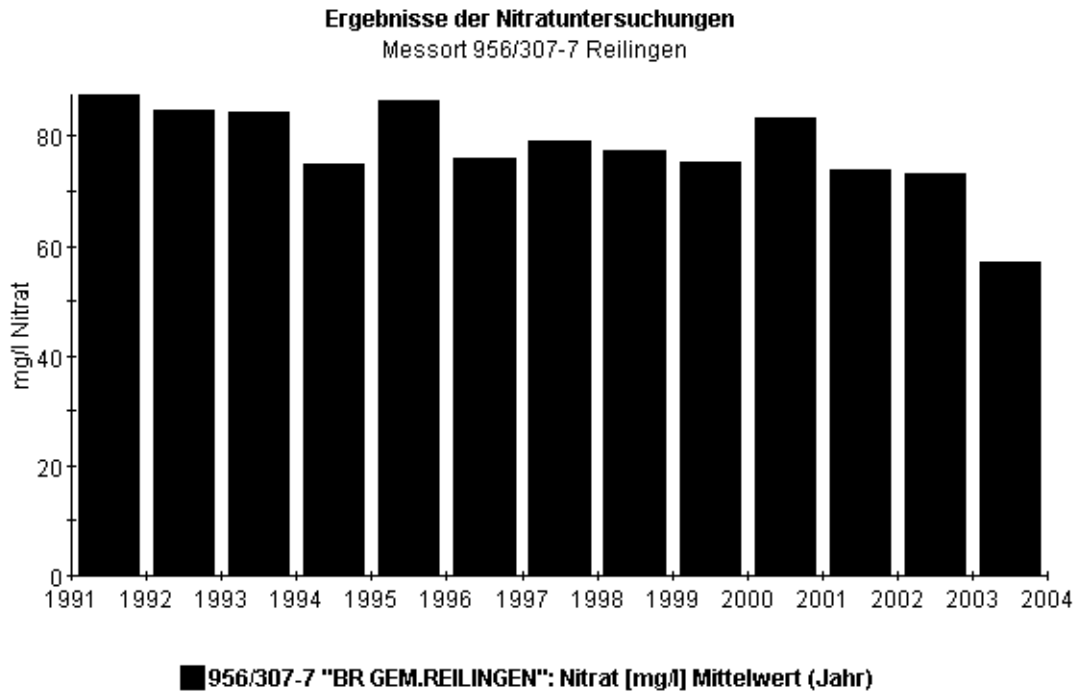


Abb. 4.2.3.5.c

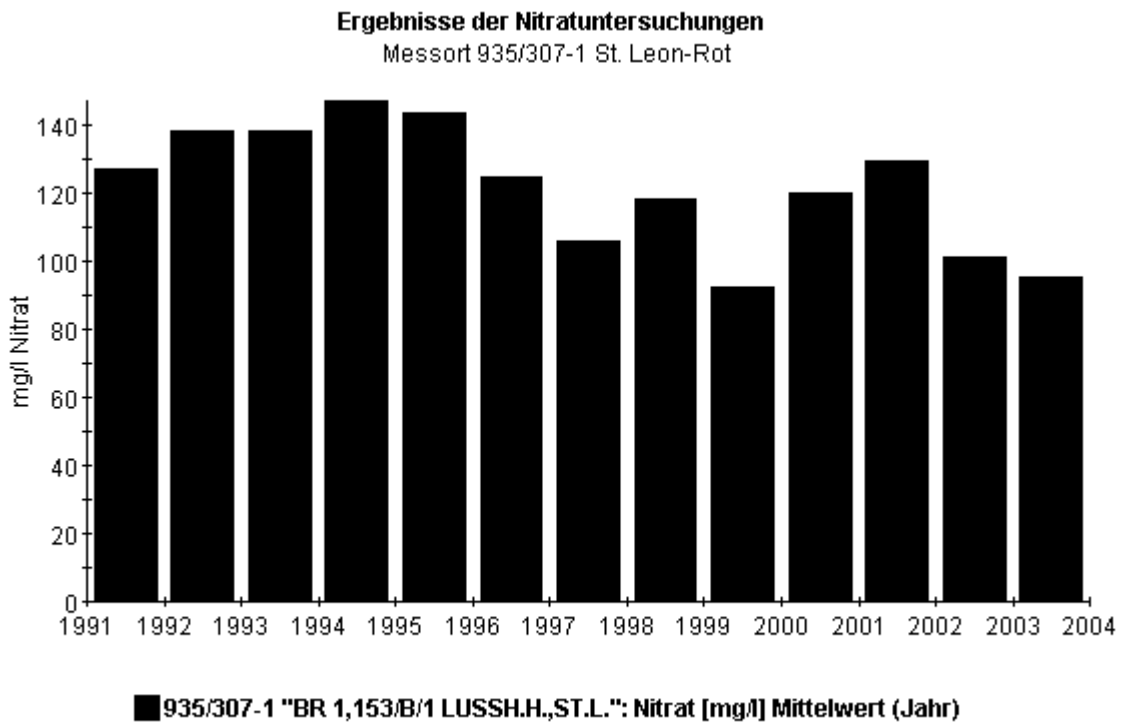


Abb. 4.2.3.5.d

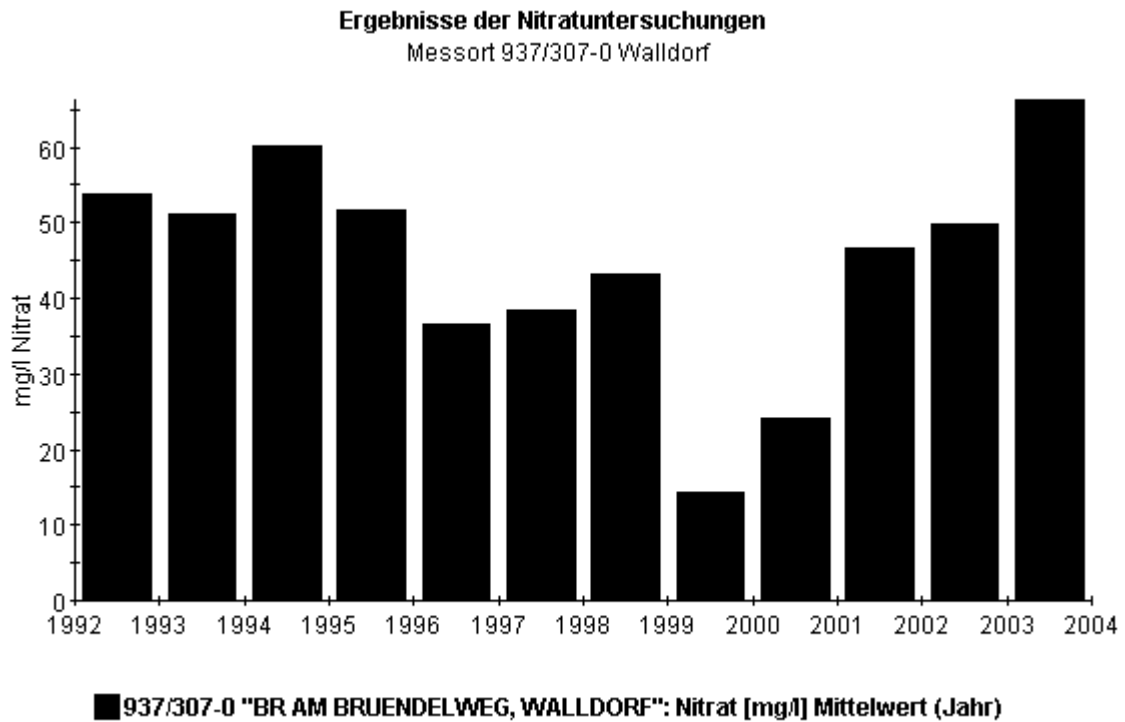


Abb. 4.2.3.5.e

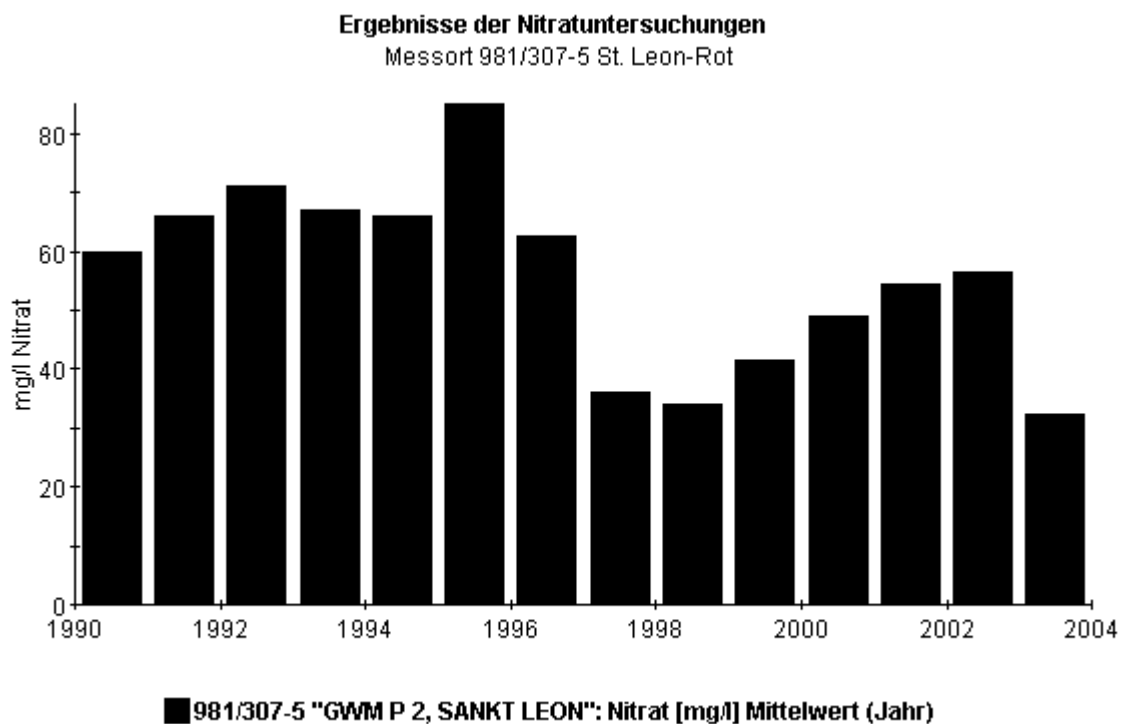


Abb. 4.2.3.5.f

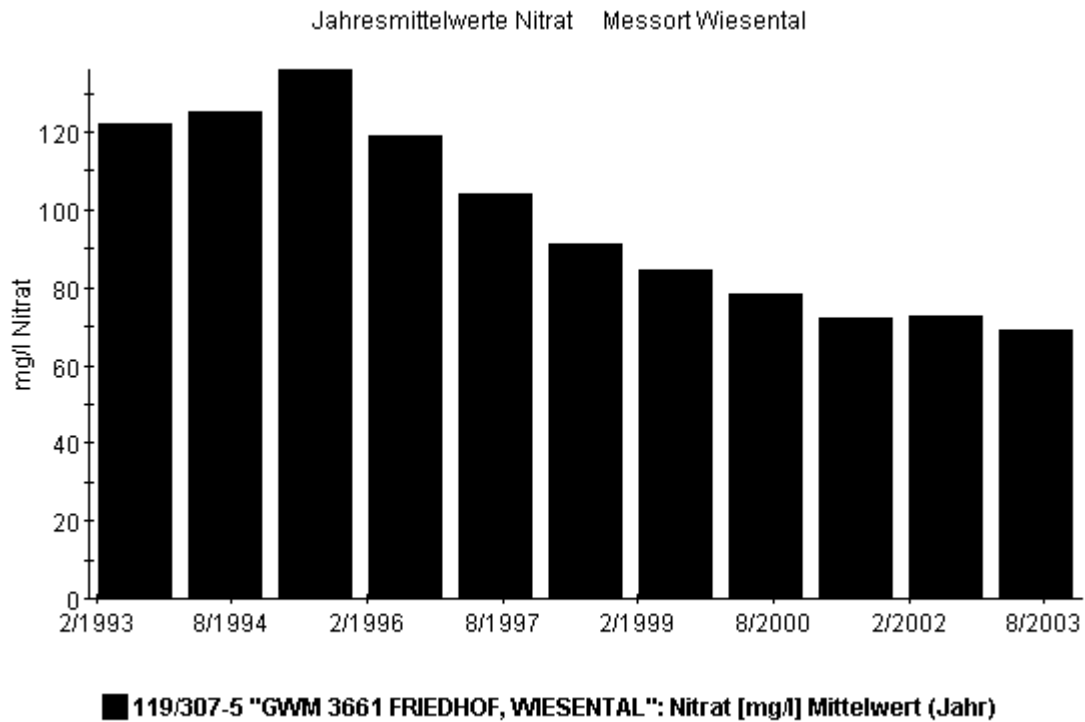


Abb. 4.2.3.5.g

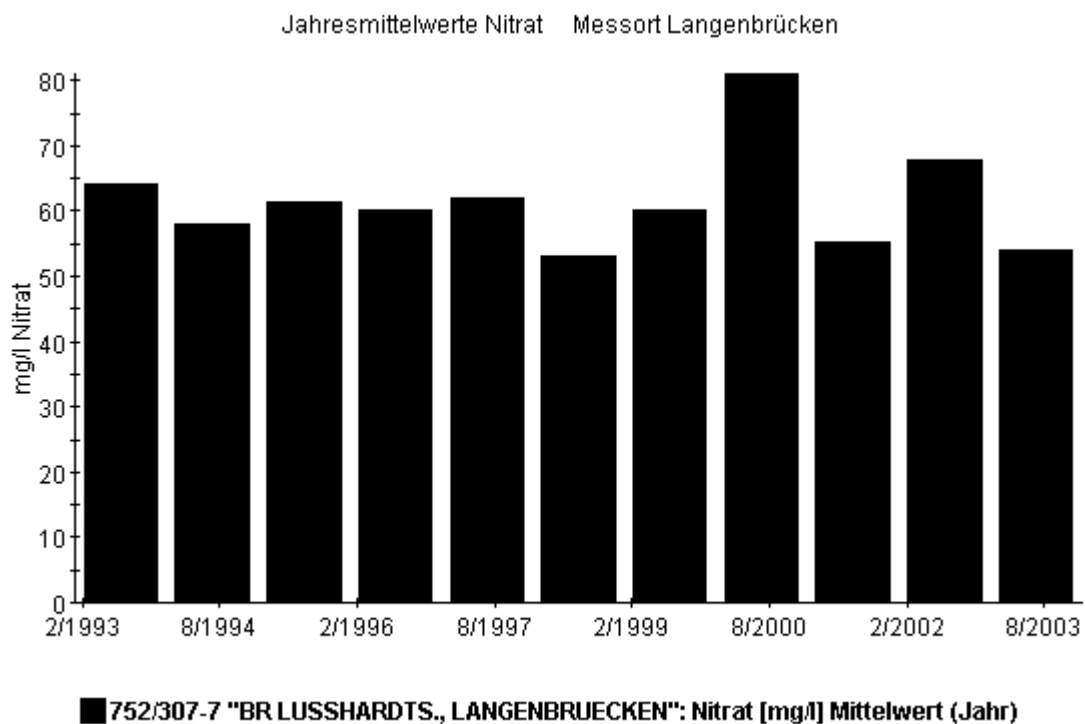


Abb. 4.2.3.5.h

4.2.4 Weitergehende Beschreibung des gefährdeten Grundwasserkörpers 16.4 Bruchsal

4.2.4.1 Abgrenzung

Aus der erstmaligen Beschreibung hat sich ergeben, dass für den Grundwasserkörper ein hohes Risiko besteht, dass der gute Zustand bezüglich des Parameters Nitrat insbesondere durch Stickstoffeinträge aus der Landwirtschaft nicht erreicht wird. Der Grundwasserkörper ist hinsichtlich der Merkmale, die für die Art der Gefährdung des Grundwasserkörpers und die daraus abzuleitenden Maßnahmen relevant sind, weitergehend zu beschreiben. Dies bedeutet, dass im abgegrenzten Gebiet neben weiteren Angaben zu hydrogeologischen und bodenkundlichen Merkmalen auch die Art der Landnutzung und insbesondere der landwirtschaftlichen Flächennutzung (Kulturarten) genauer zu erfassen ist.

Tabelle 4.2.4.1: Ursachen-Zuordnung von Gemeinde-Flächen zum gGWK 16.4

(= Ergebnis der Erstmaligen Beschreibung)

Stadt/Gemeinde	Gemeinde Fläche (km ²)	maximal verträglicher N-Überschuss auf Ackerflächen, für weniger als 50 mg Nitrat/l im Sickerwasser, bezogen auf die Gesamtgemeindefläche (kg N/ha/a)	Typ 2	Typ1	Code
Bruchsal, Stadt	93,01	87		1	1
Gondelsheim	14,86	63	2		2
Philippsburg, Stadt	50,56	58	2		2
Walzbachtal	36,72	79		1	1
Weingarten (Baden)	29,40	94		1	1
Graben-Neudorf	28,80	104			0
Karlsdorf-Neuthard	14,01	99		1	1
Linkenheim-Hochstetten	23,60	61	2		2
Stutensee, Stadt	45,67	96		1	1
Dettenheim	30,89	43	2		2

- Code-Nr.** Gemeinde wurde zugeordnet wegen
- 0 Abrundung der gefährdeten Grundwasserkörper (gGWK) Zugehörigkeit (eines Teils des Gemeindegebietes) zu einer Typ 1- Fläche (Immission)
 - 1 sion)
 - 2 Zugehörigkeit der Gemeinde zu Typ 2 (Standorteigenschaften)
 - 3 Zugehörigkeit der Gemeinde sowohl zu Typ 1 als auch zu Typ 2

Die Zuordnung von Immissionsflächen (Typ 1) und Standorteigenschaften-Flächen (Typ 2) im gGWK zeigt Tabelle 4.2.4.1. Dem Typ 2 zugeordnet wurden Gemeinden/Städte mit einem maximal verträglichen N-Überschuss auf Ackerflächen von weniger als 65 kg N/ha. Ausschließlich auf Grund der Immissionen sind fünf der 10 zugehörigen Gemeinden zugeordnet.

Weitere vier Gemeinden sind ausschließlich aufgrund der Standorteigenschaften dem gGWK zugeordnet. Eine Gemeinde (Graben-Neudorf) ist lediglich zur Abrundung des gGWK aufgeführt. Der maximal verträgliche N-Überschuss auf Ackerflächen schwankt, maßgebend beeinflusst durch den stark differierenden Waldanteil zwischen 43 kg N/ha/a in Dettenheim (Waldfläche 17,8 %) und 104 kg N/ha/a in Graben-Neudorf (Waldfläche 39,8 %).

4.2.4.2 Geologische und hydrogeologische Beschreibung

A-Karte 9.9.1.a/b-16.4

a) Geologische Merkmale

Der gefährdete Grundwasserkörper Nr. 16.4 Bruchsal (gGWK 16.4) gehört im Westen zum Hydrogeologischen Großraum Oberrheingraben und dort zum Hydrogeologischen Teilraum Quartäre/Piozäne Sedimente der Grabenscholle. Östlich schließt daran der Hydrogeologische Großraum Südwestdeutsches Schichtstufen- und Bruchschollenland mit den Hydrogeologischen Teilräumen Muschelkalkplatten und im äußersten Nordosten Keuperbergland an.

Das Gebiet umfasst den Oberrheingraben zwischen Karlsruhe-Leopoldshafen im Süden und Philippsburg-Bruchsal im Norden. Die östlich anschließende Vorbergzone als südlicher Teil des Kraichgaus besteht im gGWK 16.4 überwiegend aus Gesteinen des Muschelkalks. Inselartig liegen darüber Unterkeuper und Gipskeuper. In den Muschelkalk sind kleinere Täler eingeschnitten, in denen Flussbettsedimente zur Ablagerung kamen (Saalbachtal bei Bruchsal, Tal bei Untergrombach und Walzbachtal bei Weingarten/Wössingen; Karte 9.9.1 a, b).

Hydrogeologisch sind im gGWK 16.4 die Lösssedimente, die Massenverlagerungsbildungen und die Auensedimente, die Flussbettsedimente, das Jungquartär im Oberrheingraben (Oberes Kieslager, Oberer Zwischenhorizont, Mittleres Kieslager) sowie Muschelkalk, Unterkeuper und Gipskeuper von Bedeutung.

Lösssedimente (los): Die Festgesteine der Vorbergzone sind meist lössbedeckt. Der originär äolisch abgelagerte Löss besteht vorwiegend aus (Grob-)Schluff, ist meist stark kalkhaltig, porös, ungeschichtet und besitzt einen Sandgehalt von < 20 Masse-%. Durch die Verwitterung des Löss während des Pleistozäns entstand bereichsweise Lösslehm, ein gelbbraunes bis braunes Gestein, z. T. mit Kalkkonkretionen (Lösskindl). Dabei wurde das Ausgangssediment häufig durch kryogene Umlagerungsvorgänge (Kryoturbation, Solifluktion) überprägt und ist dadurch z. T. mit aufgearbeitetem Liegendmaterial vermengt,

vor allem an der Basis. Primäre Lösslehme sind eher selten und vor allem auf die unmittelbaren Randbereiche der Lössbecken beschränkt. Die Lößüberdeckung ist im nördlichen und zentralen Teil der Vorbergzone am mächtigsten und nimmt nach Südosten zum Rand der Kraichgaumulde hin ab.

Massenverlagerungsbildungen (qmv): Zu den Massenverlagerungsbildungen gehören als wichtigste der Hangschutt und die Rutschmassen. Es handelt sich um Akkumulationen von Gesteinsmassen, die durch Schwerkraft-induzierte Kriech-, Gleit- und Sturzvorgänge an Hängen entstanden sind und sich häufig an den Talrändern mit den Flussbettsedimenten verzahnen. Hangschutt besteht aus steinigen, mehr oder weniger lehmigen Lockergesteinen, die auch andere Umlagerungssedimente enthalten können (z. B. Fließerde, Schwemmschutt). Mehr als 25 Vol.-% sind meist Grus, Kies, Steine und Blöcke. Die Rutschmassen sind petrographisch sehr uneinheitlich zusammengesetzt.

Auensedimente (h): Die quartären Flussbettsedimente sind in den Flusstälern meist von Auensedimenten bedeckt. Im Oberrheingraben sind Auensedimente in der Rheinniederung sowie in der Kinzig-Murg-Rinne am östlichen Grabenrand verbreitet. Unter diesem Begriff werden Auenlehm, toniger Auenlehm, Auenmergel und Auensand zusammengefasst, je nach petrographischer Zusammensetzung. Gemeinsames Merkmal der Auensedimente ist ihre Entstehung als Hochwasserablagerung. Die Mächtigkeit liegt in der Regel unter einem Meter. Hochflutablagerungen, die in Altrheinschlingen die jüngsten quartären Sedimente überlagern, können jedoch bis zu 5 Meter mächtig werden.

Flussbettsedimente (qg): Im gGWK 16.4 sind in mehreren kleinen Tälern in der Vorbergzone holozäne Kies- und Sandvorkommen als Talablagerungen verbreitet. Die Talablagerungen bestehen überwiegend aus grobem Kies mit kiesigem Sand und wechselndem Schluff- sowie Stein- bis Blockgehalt. Das schlecht sortierte Material stammt ausschließlich aus dem Schwarzwald. Im Ausgangsbereich der Seitentäler verzahnen sich die Flussbettsedimente mit den Sedimenten der Schwemmfächer. Die Mächtigkeit der jungquartären Flussbettsedimente beträgt wenige Meter.

Jungquartär (qg): Im Bereich des gefährdeten Grundwasserkörpers 16.4 werden die quartären Ablagerungen im Oberrheingraben lithologisch in verschiedene Einheiten unterteilt (Tab. 4.2.4.2.a).

Tab. 4.2.4.2.a Geologische Gliederung des Quartärs im mittleren Oberrheingraben (HGK 1988, GLA 1997).

Jungquartär	Oberes Kieslager (OKL)
	Oberer Zwischenhorizont (OZH)
	Mittleres Kieslager (MKL)
	Unterer Zwischenhorizont (UZH)

Lithologie und Mächtigkeit der quartären Sedimente unterscheiden sich auf der Graben- und Zwischenscholle (vgl. Abschn. Tektonik). Auf der Grabenscholle sind die Ablagerungen deutlich mächtiger als auf der Randscholle.

Das Obere Kieslager (OKL) besteht aus einer kiesige Abfolge, in die nur selten Sandlagen eingeschaltet sind. Im unteren Teil der Abfolge treten Schluff, organische Sedimente und Hölzer auf. Auf der Randscholle bilden meist tertiäre Sedimente die Basis des Oberen Kieslagers. Auf der westlich anschließenden, tiefer abgesunkenen Grabenscholle wird das OKL vom Oberen Zwischenhorizont und den Kiesen des Mittleren Kieslagers unterlagert. Die Mächtigkeit beträgt im Bereich der Niederterrasse 15 – 25 m, in der Rheinniederung 10 - 15 m.

Der Obere Zwischenhorizont (OZH) ist auf der Grabenscholle westlich einer Linie vom Kernforschungszentrum Karlsruhe nach Graben-Neudorf flächenhaft, östlich davon nur lückenhaft vorhanden. Auf der Randscholle fehlt der OZH vollständig. Er besteht aus Tonen, Schluffen und Feinsanden. Im Norden ist er flächenhaft tonig bis schluffig ausgebildet. Nach Süden und Osten kommen die Ton- und Schlufflinsen hingegen nur noch vereinzelt und in geringerer Mächtigkeit vor. Hier ist der OZH zunehmend feinsandig bis schluffig/feinsandig entwickelt. Im Nordwestteil des gGWK 16.4 ist er über 20 Meter mächtig. Nach Süden nimmt die Mächtigkeit auf wenige Meter ab.

Das Mittlere Kieslager (MKL) besteht hauptsächlich aus alpinen Kiesen mit Sandeinlagerungen. Es ist auf der Grabenscholle zwischen 5 und 10 m mächtig, auf der Randscholle fehlt es. An der Basis ist der schluffig tonige Untere Zwischenhorizont verbreitet. Dort, wo der OZH fehlt, bildet es mit dem OKL einen gemeinsamen Kieskörper.

Gipskeuper und Unterkeuper: Gips- und Unterkeuper treten in der Vorbergzone südlich des Saalbachs bei Bruchsal als inselartige Vorkommen auf. Nördlich des Saalbachs ist er in der Vorbergzone weit verbreitet.

Der Gipskeuper setzt sich aus Ton- und Mergelsteinen zusammen. Der ursprünglich vorhandene Gips ist wegen der fehlenden Überlagerung oberflächennah vollständig ausgelaugt. Gipshaltige Grundwässer, z. B. in der Umgebung von Heildelshelm westlich Bruchsal, zeigen jedoch, dass in der Tiefe noch Gips vorhanden ist. Im gGWK 16.4 ist nur der basale Teil der Abfolge in einer Mächtigkeit von mehreren Zehner Metern vorhanden.

Der Unterkeuper besteht aus einer Wechselfolge von Kalk-, Dolomit-, Sand-, Mergel- und Tonsteinen. Er ist im gGWK 16.4 zwischen 25 und 30 m mächtig.

Oberer Muschelkalk: Der Obere Muschelkalk ist im Bereich der Vorbergzone verbreitet, allerdings weitgehend unter Lössüberdeckung. Er besteht im basalen Teil aus bioturbaten Kalksteinen mit oolithischen Bänken (Zwergfauna-Schichten). Darüber folgt eine Wechselfolge von Tonmergelsteinen und Trochitenkalkbänken (Haßmersheim-Schichten). Den höheren Teil des Unteren Hauptmuschelkalks und den größten Teil des Oberen Hauptmuschelkalks bilden bankige, z. T. oolithische Kalksteine in Wechsellagerung mit geringmächtigen Tonmergelsteinlagen. Der Obere Muschelkalk ist ca. 80 Meter mächtig.

Die Gesteine des Oberen Muschelkalks sind im Gebiet des gGWK 16.4 verkarstet, insbesondere dort, wo der Obere Muschelkalk nahe der Erdoberfläche ansteht. Mit zunehmend mächtigerer Keuperüberdeckung nimmt die Verkarstung und damit auch die Grundwasserführung im Oberen Muschelkalk deutlich ab.

Mittlerer Muschelkalk (mm): Der Mittlere Muschelkalk setzt sich aus Dolomitsteinen, dolomitischen Kalksteinen, Mergelsteinen, Tonsteinen, Sulfatgestein und Steinsalz zusammen.

Den obersten Teil der Schichtenfolge bildet die Obere Dolomit-Formation (mmDo), gelbgraue dolomitische Kalksteine, dolomitische Mergelsteine und schiefrige Tonsteine mit eingelagerten Hornsteinen. Die Mächtigkeit dieser Abfolge beträgt im gGWK 16.4 ca. 10 m. Darunter folgen die Gesteine der Salinar-Formation (mmS), die aus Sulfatgestein (Anhydrit, Gips) mit Dolomitstein-, Ton- und Tonmergelsteinlagen bestehen. Das Steinsalz und die Sulfatgesteine sind im Gebiet des gGWK 16.4 vollständig ausgelaugt. Die Subrosion setzt bevorzugt an der Grenzfläche zum grundwasserführenden Oberen Muschelkalk an und geht

von wasserwegsamem Kluft- und Störungszonen aus. Nach der Auflösung der leichtlöslichen Salze bleibt ein tonig brecciöses Residualgestein mit unterschiedlichen Restgehalten von Gips in Lagen und Schlieren zurück. Als Folge der Auslaugung können sich Hohlräume bilden und es kann zum Verstoß der überlagernden Schichten und zu Tagbrüchen (Erdfälle) kommen (Trümmergebirge).

Die Gesamtmächtigkeit des Mittleren Muschelkalks beträgt im gGWK 16.4 im ausgelaugten Zustand ca. 30 Meter.

Unterer Muschelkalk: Der Untere Muschelkalk (Wellendolomit, Wellenkalk und Orbicularschichten) steht im gGWK 16.4 am Rand der Vorbergzonen zum Rheintal an der Erdoberfläche an. Er besteht im unteren Teil aus einer Folge sandig dolomitischer Mergel- und Dolomitsteine (Wellendolomit). Darüber folgen Kalkmergel- und Mergelsteine mit Dolomitsteinlagen und unebenmäßig gebankten Kalksteinen (Wellenkalk, ca. 15 m mächtig). Den obersten Abschnitt der Abfolge bilden dunkle Mergelsteine mit bituminösen, harten Kalksteinlagen. Die andernorts typischen Schaumkalkbänke (oolithische Kalksteine) fehlen. Der Untere Muschelkalk wird maximal 30 m mächtig. Er ist meist tiefgründig verwittert, mit Verwitterungslehm bedeckt oder von Lößlehm überlagert.

Die Verkarstung des Unteren Muschelkalks ist, verglichen mit der des Oberen Muschelkalks, weniger ausgeprägt und auf die Kalksteine in der Schichtenfolge beschränkt. Sie ist weitgehend auf die Gebiete beschränkt, in denen der Untere Muschelkalk an der Erdoberfläche ansteht oder nur geringmächtig und lückenhaft überdeckt ist.

Tektonik: Wegen der flächenhaften Lössbedeckung im Kraichgau sind die tektonischen Verhältnisse nur lückenhaft bekannt. Im gGWK 16.4 lassen sich mehrere tektonische Teilschollen unterscheiden, die durch markante, NNE – SSW (rheinisch) streichende Verwerfungen, Abschiebungen mit z. T. erheblichen Versatzbeträgen, begrenzt sind. Die tektonische Situation zeichnet sich auch in der Mächtigkeit und Ausbildung der quartären Sedimente ab (s. o.). Von West nach Ost folgen die zentrale Grabenscholle, die östliche Grabenscholle, die Randscholle, die Vorbergzone und der Schwarzwald. Die bezüglich der lithologischen Ausbildung der quartären Sedimente besonders wichtige Grenze zwischen der Randscholle und der östlichen Grabenscholle verläuft im gGWK 16.4 westlich von Forst über Karlsdorf und Spöck, Karlsruhe/Waldstadt in südwestliche Richtung.

b) Hydrogeologische Merkmale

Hydrogeologische Gliederung: Die hydrogeologischen Verhältnisse sind im gGWK 16.4 durch die Zweiteilung in einen mächtigen, bereichsweise gegliederten Porengrundwasserleiter im Oberrheingraben und dem östlich der Grabenrandstörung anschließenden Festgesteinsbereich charakterisiert. Dieser ist durch einen schichtigen Aufbau des Untergrunds und den mehrfachen Wechsel zwischen grundwasserleitenden und grundwassergeringleitenden Gesteinen geprägt. Dadurch sind dort mehrere Grundwasserstockwerke und oft eine schichtweise differenzierte Grundwasserführung ausgebildet.

Für eine generelle Gliederung lassen sich, in Anlehnung an LGRB (2002), die in Tab. 4.2.4.2.b angeführten hydrogeologischen Einheiten unterscheiden.

Tab. 4.2.4.2.b: Hydrogeologische Klassifikation der Gesteine im gGWK 16.4 nach Hohlraumart

Hydrogeologische Einheiten	Hydrogeologische Klassifikation
Deckschichten	Grundwassergeringleiter
Quartäre Sande und Kiese im Oberrheingraben	Porengrundwasserleiter
Jungquartäre Flusskiese und Sande	Porengrundwasserleiter
Gipskeuper und Unterkeuper	Wechselfolge von Grundwassergeringleitern und Kluftgrundwasserleitern
Oberer Muschelkalk	Kluft-, Karstgrundwasserleiter
Mittlerer Muschelkalk	Grundwassergeringleiter
Unterer Muschelkalk	Kluft- und Karstgrundwasserleiter in Wechsellagerung mit Grundwassergeringleitern

Die quartären Sande und Kiese im Oberrheingraben bilden im Gebiet des gGWK 16.4 den wichtigsten Grundwasserleiter. In der Vorbergzone spielt der Muschelkalk als Grundwasserleiter eine gewisse Rolle.

Grundwasserflüsse über die Grenzen des gGWK 16.4 erfolgen im Oberrheingraben, ein Grundwasserzufluss von Südosten, ein Abstrom nach Nordosten. Im Festgestein ist eine quantitative Beurteilung anhand der verfügbaren Unterlagen nicht möglich.

Deckschichten: Deckschichten sind definiert als oberflächennahe hydrogeologische Einheiten oberhalb des ersten zusammenhängenden Grundwasserkörpers, die mit Ausnahme schwebenden Grundwassers kein Grundwasser führen und damit vollständig im Bereich der ungesättigten Zone liegen, und die eine Schutzfunktion gegen das Eindringen von Schadstoffen in das Grundwasser ausüben. Im gGWK 16.4 sind dies in erster Linie die Lösssedimente (Löss und Lösslehm), Umlagerungsbildungen und Auensedimente.

Jungquartäre Flusskiese und -sande: In den Tälern des Saalbachs, Walzbachs und Untergrombachs bilden die Flussbettsedimente einen wenige Meter mächtigen Porengrundwasserleiter. Sie liegen direkt auf den mesozoischen Gesteinen der Vorbergzone auf.

Die hydrogeologischen Eigenschaften der Flusskiese und -sande variieren in Abhängigkeit von den örtlich unterschiedlichen Schluffgehalten der Kiese. Hohe Schluffanteile in Verbindung mit der schlechten Sortierung, der hydraulisch ungünstigen Kornform sowie der dichten Lagerung bedingen einen geringen nutzbaren Porenraum und mindern Durchlässigkeit und Speichervolumen. Die aus Pumpversuchen ermittelte Transmissivität beträgt für die Jungquartären Flusskiese und -sande landesweit im Mittel $T = 2,88 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$. Bei einer Grundwassermächtigkeit von etwa 2 m ergibt sich daraus ein mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1,35 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$.

Das Grundwasservorkommen in den Talkiesen wird einerseits durch Zufluss aus den angrenzenden Festgesteinsbereichen gespeist, an den Talflanken durch Oberflächenzufluss. Je nach hydrologischer Situation können auch die Oberflächengewässer durch Infiltration zur Grundwasserneubildung in den Talkiesen beitragen. Schließlich erhöht noch die Versickerung von Niederschlagswasser im Bereich der Talaue das Grundwasserdargebot.

Quartäre Sande und Kiese im Oberrheingraben: Die quartären Kiese und Sande im Oberrheingraben bilden den bedeutendsten Grundwasserleiter im Gebiet des gGWK 16.4.

Die quartären Ablagerungen im Oberrheingraben werden durch eingelagerte geringdurchlässige Trennhorizonte (Oberer Zwischenhorizont, Unterer Zwischenhorizont) hydraulisch bereichsweise in Teilstockwerke gegliedert (Oberes Kieslager OKL, Mittleres Kieslager MKL und Altquartär).

Der Obere Grundwasserleiter wird im gGWK 16.4 dort, wo der OZH verbreitet ist, von den Kiesen des OKL gebildet. Die Durchlässigkeit des OKL beträgt für den gesamten Bereich der Niederterrasse $k_f = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$. Etwas höhere Durchlässigkeiten treten im Osten vor der

Randscholle auf und sind auf gröbere und sandärmere Ablagerungen eines früheren Rheinlaufs zurückzuführen. Die Transmissivitäten variieren zwischen $T = 1 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$ und $1 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$. Ein Pumpversuch, der bei Forst im nördlichen Randbereich des gGWK 16.4 durchgeführt wurde, ergab für die oberen 25 m des OKL eine mittlere Anisotropie von $k_{f \text{ horizontal}} / k_{f \text{ vertikal}} = 4,1$. Dieses Verhältnis kann auf andere Bereiche des OKL übertragen werden. Das speicherwirksame Hohlraumvolumen schwankt zwischen 0,01 und 0,3. Die meisten Werte liegen zwischen 0,1 und 0,16.

Der OZH bildet bereichsweise die Basis des OKL. Die Durchlässigkeit dieser Trennschicht variiert aufgrund ihrer verschiedenartigen lithologischen Ausbildung stark. Wesentlich für die Austauschmengen zwischen dem Oberen und Mittleren Grundwasserleiter ist die vertikale Durchlässigkeit k_{fv} . Sie liegt für den OZH zwischen $k_{fv} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ und $k_{fv} = 1 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$.

In Bereichen, in denen der OZH als geringdurchlässige Trennschicht fehlt, bilden OKL und MKL einen zusammenhängenden „Jungquartären“ Porengrundwasserleiter. Dies ist im gGWK 16.4 unmittelbar westlich der Randschollenverwerfung in zwei größeren Bereichen bei Spöck/Neuthard und zwischen Blankenloch und dem Kernforschungszentrum Karlsruhe der Fall. Im MKL bewegen sich die Durchlässigkeiten zwischen $k_f = 3 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ und $k_f = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$. Sie sind damit um den Faktor 2 bis 3 kleiner als im OKL.

Der Grundwasserflurabstand nimmt in den quartären Kiesen und Sanden des Oberrheingrabens von 1 - 3 m in einem grabenrandparallelen Streifen, der etwa der Verbreitung der Randscholle entspricht, nach Westen bis zur Niederterrassenkante auf 5 - 8 m zu. In der westlich daran anschließenden, morphologisch tiefer liegenden Rheinniederung beträgt der Flurabstand des Grundwassers meist nur zwischen 1 - 3 m.

Die generelle Grundwasserfließrichtung verläuft in den quartären Kiesen und Sanden des Oberrheingrabens von der Vorbergzone in nordwestliche Richtung. Mit Annäherung an den Rhein biegt sie in nördliche Richtung um. Der Randzustrom aus der Vorbergzone wird auf 5 l/(s km) geschätzt.

Unterkeuper und Gipskeuper: Der Unterkeuper ist ein geklüfteter, z. T. zellig poröser und schichtig gegliederter Kluffgrundwasserleiter. Der im gGWK 16.4 verwitterte und oberflächennah ausgelaugte Gipskeuper ist ein schichtig gegliederter Grundwasserleiter, der bevorzugt in der Bleiglanzschichten Grundwasser führt. Die Schüttung von Quellen, die aus dem Unterkeuper und dem Gipskeuper austreten, ist gering.

Oberer Muschelkalk: Der Obere Muschelkalk bildet zusammen mit der Oberen Dolomit-Formation des Mittleren Muschelkalks einen Kluft- / Karstgrundwasserleiter. Dieser ist durch eine ausgeprägte Inhomogenität und Anisotropie der hydrogeologischen Eigenschaften gekennzeichnet. Das Repräsentative Elementarvolumen (REV) liegt in der Größenordnung eines Körpers von einigen 100 bis über 1000 m Kantenlänge (nach Markierungsversuchen).

Der geometrische Mittelwert der Transmissivität beträgt für den Oberen Muschelkalk landesweit $T = 6,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ bei einer Schwankungsbreite von über 6 Zehnerpotenzen. Der Stichprobenumfang der Untersuchung beträgt $n = 74$.

Die Grundwasserfließgeschwindigkeiten ergeben sich aus den Ergebnissen von Markierungsversuchen. Über Tracereingaben in Erdfälle, Karstspalten, offene Klüfte oder Bachschwinden wurden Abstandsgeschwindigkeiten bis $> 200 \text{ m/h}$ gemessen bei Wiederaustritt der eingegebenen Tracermenge von $> 50 \%$. Für 51 Markierungsversuche im Oberen Muschelkalk betrug die mediane Abstandsgeschwindigkeit landesweit $68,5 \text{ m/h}$.

Im Bereich der meist lössbedeckten Vorbergzone wird das Grundwasser im Oberen Muschelkalk durch flächenhafte Infiltration, in Dolinen, Erdfällen, Versinkungsstellen und Bachschwinden auch durch punktuellen Eintrag neugebildet. Bei Überlagerung durch Unterkeuper erfolgt in geringerem Umfang auch eine vertikale Zusickerung. Größere Zutrittsraten finden sich im Ausstrichbereich des Unterkeupers, wo das Unterkeuper-Grundwasser entweder diffus oder nach dem Austritt in Quellen als Oberflächenwasser in den Oberen Muschelkalk absinkt.

Das Grundwasser bewegt sich im Oberen Muschelkalk in verschiedenen Speicher- und Fließsystemen. In den Kleinklüften und Poren wird das Grundwasser hauptsächlich durch flächenhafte Infiltration von Niederschlag neugebildet. Es fließt vergleichsweise langsam im Untergrund und weist entsprechend hohe Verweilzeiten auf. Die auf Großklüften, im Bereich tektonischer Störungszonen und in Karsthohlräumen schnell fließende Grundwasserkomponente wird vorwiegend durch Versinkung von Oberflächenwasser in Erdfällen und Schwinden neugebildet. Die Verweilzeit dieses Grundwassers im Untergrund ist vergleichsweise kurz. Die beiden Hohlraumssysteme sind regional in unterschiedlichen quantitativen und strukturellen Verhältnissen kombiniert. Ausmaß und Richtung des Grundwasseraustauschs zwischen den verschiedenen Fließsystemen wird von den hydrologischen Verhältnissen gesteuert.

Die Entwässerung des Oberen Muschelkalks erfolgt z. T. über Quellen. So schüttet eine Quelle bei Heidelberg östlich von Bruchsal bis zu 100 l/s (GLA 1987). Ein Teil des Karstgrundwassers dürfte jedoch auch über die Randstörungen in den Porengrundwasserleiter im Oberrheingraben abströmen.

Mittlerer Muschelkalk: Die unter der Obere Dolomit-Formation folgende Salinar-Formation ist sowohl im nicht ausgelaugten als auch im ausgelaugten Zustand überwiegend ein Grundwassergeringleiter, evtl. mit einer geringen Grundwasserführung auf einzelnen Dolomitsteinbänken. Eine gewisse Grundwasserführung ist auch gelegentlich in den harten dolomitischen Kalksteinen der basalen Geislingen-Formation anzutreffen.

Unterer Muschelkalk: Der Untere Muschelkalk bildet im gGWK 16.4 einen schichtig gegliederten Kluftgrundwasserleiter mit überwiegend geringer Verkarstung und Grundwasserführung. Die Grundwasserleiterbasis bilden die Tonsteine der Rötton-Formation des Oberen Buntsandstein.

Der Untere Muschelkalk ist wie der Obere Muschelkalk durch eine deutliche Inhomogenität und Anisotropie der hydrogeologischen Eigenschaften gekennzeichnet. Der geometrische Mittelwert der Transmissivität wurde für den Unteren Muschelkalk landesweit zu $T = 5,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ bestimmt. Eine Häufung der Werte ist zwischen $T = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ und $T = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ bei einer Schwankungsbreite von mehr als 6 Zehnerpotenzen zu erkennen. Der Stichprobenumfang der Untersuchung beträgt $n = 36$.

Die Verkarstung geht von der Geländeoberfläche und von Wasserwegsamkeiten im Gebirge, insbesondere von den gutdurchlässigen Trennfugen (Großklüfte, Störungen) aus. Erhöhte Wasserwegsamkeiten findet man im Unteren Muschelkalk bevorzugt auf oder im Umfeld von tektonischen Störungszonen, parallel zu den Talflanken infolge Talzusub und Hangzerreibung.

c) Stratifikationsmerkmale des Grundwasserkörpers

A-Karte 9.9.1.c-16.4

Spezielle Untersuchungen zur Stratifikation des Grundwassers liegen für den gGWK 16.4 nicht vor. Da die Einstufung als gGWK aufgrund einer möglichen flächenhaften Gefährdung durch Einträge aus landwirtschaftlicher Tätigkeit erfolgte, ist jeweils nur das oberste Grundwasserstockwerk zu betrachten.

d) Langjährige mittlere Grundwasserneubildung

Das Grundwasserdargebot eines Grundwasserkörpers ist definiert als die Summe aller positiven Bilanzglieder der Wasserbilanz (DIN 4049, Teil 3). Dazu gehört neben Wasserzuflüssen aus Uferfiltration und über Leakage, Randzuflüssen sowie ggf. Beiträgen aus künstlicher Grundwasseranreicherung in erster Linie die Sickerung aus Niederschlag.

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlag wird u. a. von Klima, Landnutzung, Böden, Grundwasser und Hydrogeologie beeinflusst. Sie wird für langjährige mittlere Verhältnisse nach der allgemeinen Wasserhaushaltsgleichung (2) berechnet.

Gleichung (2): Allgemeine Wasserhaushaltsgleichung

$$G = (N - V) \cdot (Q_{\text{bas}}/Q_{\text{ges}})$$

mit G = Grundwasserneubildung

N = Niederschlag

V = aktuelle Verdunstung

Q_{bas} = Basisabfluss

Q_{ges} = Gesamtabfluss

Die hier verwendete Methodik basiert auf einem detaillierten Modell, das im Rahmen der Bearbeitung des Wasser- und Bodenatlasses Baden-Württemberg (WaBoA) neu entwickelt wurde (Armbruster 2002). Ein besonderer Schwerpunkt war dabei die Ermittlung der lateralen Abflusskomponente speziell für Festgesteinsgebiete, die als Verlustgröße nicht zur Grundwasserneubildung beiträgt.

Das für die Ermittlung der langjährigen mittleren Niederschläge verwendete Verfahren interpoliert tägliche Stationsniederschläge, wobei die Niederschlagswerte je nach Lage der Station korrigiert werden (RICHTER 1995).

Die aktuelle Verdunstung wurde auf der Basis von Tageswerten der meteorologischen Kenngrößen mit Hilfe eines deterministischen, flächendifferenzierten Modells ermittelt, das physikalisch basierte als auch konzeptionelle Ansätze verwendet (Armbruster 2002). Verwendet werden Daten zu Hangneigung, Exposition (DHM), Landnutzung, Meteorologie (Niederschlag, Lufttemperatur, Sonnenscheindauer, Windgeschwindigkeit, Luftfeuchte), Boden (nFK im effektiven Wurzelraum), Substrat, Gründigkeit und Grundwasser-Flurabstand.

Die Ermittlung der Abflusskomponenten erfolgte nach dem Demuth-Verfahren (Demuth 1989, 1993), dem das Wundt-Kille-Verfahren zugrunde liegt. Ausgewertet wurden Abflussreihen mit mindestens zehnjähriger Beobachtungszeit. Für die Regionalisierung wurden multivariate statistische Verfahren eingesetzt (multiple Regression).

Die Berechnungen erfolgten für die hydrologische Standardperiode 1961 – 1990, die räumliche Auflösung ist durch ein 500 x 500 m Raster festgelegt.

A-Karte 9.9.1.d-16.4

Die langjährige mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag ist in Karte 9.9.1.d dargestellt. Für den ergeben sich folgende Ergebnisse:

- Für die Fläche des gGWK 16.4 von 368 km² beträgt die mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag für die untersuchte Standardperiode 1961 – 1990 184 mm/a.
- Regional variieren die Werte zwischen 23 bis 356 mm/a. Die höheren Grundwasserneubildung erfolgt im Bereich der Hochterrasse, niedrigere Werte finden sich im Oberrheingraben in der Rheinaue und im Kraichgau.
- Für 1971, das extreme Trockenjahr der Standardperiode 1961 – 1990, betrug die mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag 7 mm/a bei einer räumlichen Variation von – 313 bis 143 mm/a.
- Für 1965, dem extremen Feuchtjahr der Standardperiode 1961 – 1990, betrug die mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag 399 mm/a bei einer räumlichen Variation von 142 bis 651 mm/a.

4.2.4.3 Merkmale der Bodenüberdeckung

A-Karte 9.9.1.e-16.4

Bodeneinheiten: Die Angaben zu den Böden im Gebiet des gGWK16.4 basieren auf der Bodenübersichtskarte von Baden-Württemberg 1 : 200.000 (GLA 1992 - 95). Eine vereinfachte und generalisierte Bodenkarte ist die Karte 9.9.1e.

Große Teile des gGWK 16.4 sind von Flug- und Terrassensand bedeckt. An typischen Böden haben sich Bänderbraunerden und Bänderparabraunerden entwickelt, die unter Wald podsoliert sind. Stellenweise kommen auf der Niederterrasse auch Braunerden aus Terrassenkies vor. In den Auen der Rheinzuflüsse dominieren Auengleye und Brauner Auenboden-Auengleye aus mächtigen, z. T. tongründigen Auenlehmen. Die Auenböden in der Rheinaue weisen in Flussnähe i. d. R. einen geringeren (kalkhaltiger Brauner Auenboden und kalkhal-

tiger Auengley-Brauner Auenboden) und in Flussferne einen stärkeren Grundwassereinfluss (kalkhaltiger Auengley und Anmoorgley) auf. In einzelnen Randsenken kommen verbreitet Niedermoore vor. Der Kraichgau, der östliche Teil des gGWK 16.4, ist fast vollständig von mächtigem Löss bedeckt. Die sich daraus entwickelten Böden (Parabraunerden) sind nur noch unter Wald anzutreffen. Unter landwirtschaftlicher Nutzung sind die Böden stark erodiert (Bodentyp: Pararendzina) und das umgelagerte Bodenmaterial ist in Senken und Mulden anzutreffen (Bodentyp: Kolluvium).

Im Wurzelraum der Flugsand-, Terrassensand- und Lössstandorte findet ausschließlich eine vertikale Sickerwasserbewegung statt. Für die Auenböden und Moore ist der Grundwassereinfluss die wichtigste Bodenwasserhaushaltsgröße. Bei hohen Grundwasserständen kann Direktabfluss auf Sättigungsflächen bei vorhandener Vorflut entstehen, während bei tiefen Grundwasserständen nur vertikale Sickerwasserbewegung erfolgt. Im Kraichgau findet bei Starkregen auf den Ackerflächen in Abhängigkeit von Hangneigung, Bodenbedeckung, Bodenart und Oberflächenverschlammung auch erodierender Oberflächenabfluss statt.

Das Ausmaß der mikrobiellen Denitrifikation ist vom Bodenluft- und -wasserhaushalt, von der Temperatur und der Nitrat-Konzentration der Bodenlösung abhängig. Zusätzlich ist leicht verfügbarer organischer Kohlenstoff als Energieträger für die mikrobielle Denitrifikation erforderlich. Im Wurzelraum der Flugsand-, Terrassensand-, Terrassenkies- und Lössstandorte mit sehr gut bis gut durchlüfteten Böden ist die Denitrifikation als sehr gering bis gering einzustufen. In den Auenböden ist in Abhängigkeit vom Grundwassereinfluss mit mittleren bis hohen Denitrifikationskapazitäten zu rechnen. In Anlehnung an Angaben in FREDE & DABBERT (1998) entspricht dies einer mittleren Denitrifikationsrate für die Ackerflächen im Gesamtgebiet von ca. 10 kg/ha/a N. Es handelt sich hierbei um einen mittleren Schätzwert mit entsprechend großen Unsicherheiten.

Nitratauswaschung: Die wesentlichen Faktoren, die Menge und Geschwindigkeit der Nitratverlagerung steuern, sind die Landnutzung, das Klima, der Boden und der Stickstoffüberschuss.

Der Transport des Nitrats erfolgt mit dem Sickerwasser. Die Sickerwassermenge ist die Differenz aus den vom Deutschen Wetterdienst (DWD) korrigierten Niederschlagswerten und der tatsächlichen Verdunstung. Die Sickerwassermenge ist nicht mit der Grundwasserneubildungsrate identisch. Nur in Gebieten ohne schnelle Abflusskomponenten (Oberflächenabfluss und Zwischenabfluss), wie z. B. in der Oberrheinebene, entsprechen sich beide Werte. Sonst liegt die Grundwasserneubildung z. T. deutlich unter der Sickerwassermenge. Da jedoch

auch die schnellen Abflusskomponenten mit dem Boden in Wechselwirkung stehen und gelöste Stoffe transportieren, wird die Sickerwassermenge für die Berechnung der Nitratkonzentrationen als Bezugsgröße gewählt. Zur Ableitung von N-Frachten ins Grundwasser ist dagegen die Grundwasserneubildungsrate heranzuziehen.

Für den N-Überschuss landwirtschaftlicher Flächen wird die Hoftorbilanz landwirtschaftlicher Vergleichsgebiete verwendet (GAMER & ZEDDIES 2001). Es handelt sich um regionale Mittelwerte der Zeitreihe Winterhalbjahr 1995 bis 1999.

In GAMER & ZEDDIES (2001) ist eine Zusammenstellung verschiedener Autoren zum N-Verlust bei Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger aufgeführt. Die in Tab. 4.2.4.3. verwendeten 25 kg/VE/haLF/a N entsprechen mittleren Verhältnissen.

Der N-Eintrag aus Niederschlag in Baden-Württemberg liegt im Mittel bei ca. 20 kg/ha/a N (BACH & FREDE 2003). Er variiert zwischen ca. 7 und 11 kg/ha/a N im Freilandniederschlag und zwischen 20 und 30 kg/ha/a N im Bestandesniederschlag der Waldgebiete (GAMER & ZEDDIES 2001). Für die Berechnungen der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser werden landesweite, mittlere N-Einträge aus Niederschlag für Ackerstandorte von 15 kg/ha/a N verwendet (Tab. 4.2.4.3).

In Baden-Württemberg liegen die Nitratkonzentrationen im Rohwasser der Wasserschutzgebiete mit Wald- und Grünlandanteilen von über 90% meist im Bereich von 1 bis 20 mg/l NO_3^- . Der Mittelwert von 10 mg/l NO_3^- wird in Tab. 4.2.4.3 als mittlere Nitratkonzentration für das Sickerwasser aus Wald- und Grünlandflächen verwendet.

Tab. 4.2.4.3: Faktoren zur Beurteilung der Nitratauswaschung aus dem Boden für den gefährdeten Grundwasserkörper „Bruchsal“ (16.4); N = Stickstoff, VE = Vieheinheit, LF = landwirtschaftliche Fläche

Bezug	Inhalt	Einheit	Wert	Symbol	Quelle
Gebietswert: Landnutzung aus Satellitendaten von 1993	Flächenanteil Acker & Reben	%	43	A	Landsat-Daten
	Flächenanteil Wald	%	32	B	
	Flächenanteil Grünland	%	12	C	
	Flächenanteil Siedlung	%	11	D	
	Flächenanteil Gewässer	%	2	E	
Gebietswert: Mittelwert, Zeitreihe 1961-1990	jährliche Sickerwassermenge Ackerstandorte	mm	289	F	Wasser- und Bodenatlas Ba.-Wü. (UVM & LFU 2004)
Gebietswert: Mittelwert	Denitrifikationsrate Boden Ackerstandorte	kg/ha/a N	10	G	
Regionale Angaben: Mittelwerte für die landwirtschaftlichen Vergleichsgebiete (LVG) Rheinebene und Gäulandschaften, Zeitreihe 1995-1999	N-Überschuss (Hof- torbilanz flächengewichtet für alle Betriebsformen)	kg/haLF/a N	70 bzw. 86	H1	GAMER & ZEDDIES (2001)
	N-Überschuss (Hof- torbilanz: Marktfruchtbetriebe)	kg/haLF/a N	52 bzw. 71	H2	
	Viehbesatz: alle Betriebsformen	VE/haLF	0,61 bzw. 0,80	I1	
	Viehbesatz: Marktfruchtbetriebe	VE/haLF	0,32 bzw. 0,38	I2	
Überregionale, landesweite Angaben	N-Eintrag aus Niederschlag Ackerstandorte	kg/ha/a N	15	J	
	N-Verlust Wirtschaftsdünger (Lagerung & Ausbringung)	kg/VE/haLF/a	25	K	
	Nitrat aus Wald & Grünland	mg/l NO ₃ ⁻	10	L	

Bei einer vereinfachten, langfristigen Betrachtung kann angenommen werden, dass sich Stickstoffmineralisation und –immobilisierung im Boden gegenseitig ausgleichen. Damit kann nach Gleichung (1) im zu betrachtenden Gebiet eine mittlere, potenzielle Nitratkonzentration im Sickerwasser berechnet werden. Die Siedlungsgebiete werden hierbei nicht berücksichtigt, da vor allem der N-Überschuss, aber auch die Sickerwassermenge aus Siedlungsflächen nicht bekannt und nur schwer abschätzbar sind. Bei den Gebieten mit geringen Siedlungsanteilen unterscheiden sich die berechneten Nitratmittelwerte mit bzw. ohne Berücksichtigung der Siedlungsflächen kaum.

Gleichung (1): Potenzielle Nitratkonzentration im Sickerwasser außerhalb der Siedlungsgebiete ($\text{NO}_3\text{pot i.S.}$); Erläuterung der Abkürzungen in Tab. 4.2.4.3..

$$\begin{aligned}\text{NO}_3\text{pot i.S.} &= \frac{[(H-G-(I*K)+J)*443*A/F]+(L*(B+C))}{(A+B+C)} \\ &= 41 \text{ bis } 57 \text{ mg/l NO}_3^- \text{ (Daten „Marktfuchtbetriebe“)} \\ &= 47 \text{ bis } 62 \text{ mg/l NO}_3^- \text{ (Daten „alle Betriebsformen“)}\end{aligned}$$

Für das Gebiet des gGWK 16.4 errechnet sich auf Basis der Daten in Tab. 4.2.4.3. unter Verwendung der Werte der Marktfuchtbetriebe (H2 & I2) eine mittlere Nitratkonzentration im Sickerwasser zwischen 41 und 57 mg/l NO_3^- bzw. mit den Werten aller Betriebsformen (H1 & I1) zwischen 47 und 62 mg/l NO_3^- . Da die unterschiedlichen Landnutzungen im Gebiet des gGWK 16.4 ungleich verteilt sind, setzt sich die mittlere, rechnerische Nitratkonzentration des Gesamtgebiets aus stark unterschiedlichen Teilkomponenten mit niedrigeren Werten in den überwiegend waldbaulich und mit höheren Werten in den überwiegend ackerbaulich genutzten Teilgebieten zusammen. Diese Werte sind Rechenwerte unter den o. a. Voraussetzungen, Daten und Rechenverfahren. Diese Zahlen stellen jedoch keinen Prognosewert für eine Nitratkonzentration im Grundwasser dar. So sind z. B. Denitrifikationsprozesse in der ungesättigten Zone unterhalb des Wurzelraums und im Grundwasserleiter sowie Alter des Grundwassers, Umsatzrate, Uferfiltrat und Randzuströme nicht berücksichtigt. Die Rechenwerte ermöglichen jedoch einen Vergleich zwischen verschiedenen Landesteilen und veranschaulichen, dass im Gebiet des gGWK 16.4 die Standortfaktoren Landnutzung (mittlerer Ackeranteil), Klima (geringe Sickerwassermenge) und Boden (geringe Denitrifikationskapazität) bereits bei N-Salden der Landwirtschaft (Hoftorbilanz) von 52 kg/ha/a N zu Nitratkonzentrationen im Sickerwasser $> 40 \text{ mg/l NO}_3^-$, allerdings mit deutlichen Unterschieden in einzelnen Teileinzugsgebieten, führen können.

4.2.4.4 Belastung aus diffusen Quellen - Landnutzung

2.1. Vorgehensweise/Methodik

Zur detaillierten Betrachtung der Landnutzung im Gebiet werden Daten des Statistischen Landesamtes (StaLa) und der Landwirtschaftsverwaltung herangezogen. Mit den Daten des sogenannten „Gemeinsamen Antrags“ werden auf Basis der Gemeinden die Anbauflächen einzelner Kulturen erfasst (InVeKoS-DATEN 2003). Es werden hierbei im gGWK 16.4 über 74% der landwirtschaftlichen Flächen berücksichtigt. In Abstimmung mit der Landwirtschaftsverwaltung wurden die angebauten Kulturen nach der Gefährdung der Nitratauswaschung unter Berücksichtigung von SchALVO-Rest-Nmin-Kontrolldaten und von kulturart-

spezifischen Nitratbilanzüberschüssen in 4 Nitratauswaschungsgefährdungsklassen eingeteilt:

- Der Klasse „hohe Auswaschungsgefährdung“ wurden insb. die Kulturen Raps, Rebland, Körnerleguminosen, Gemüse, Spargel, Saat- und Zuckermais, Hopfen, Tabak (Burley/Geudertheimer) und Frühkartoffeln zugeordnet;
- In die Klasse „mittlere Nitratauswaschungsgefährdung“ wurden Weizen, Wintergerste, Triticale, Körner- und Silomais, Obstanlagen, Kartoffeln, Baumschulen und Hanf eingeteilt;
- Eine „niedrige Nitratauswaschungsgefährdung“ weisen stillgelegte Flächen, Hafer, Zuckerrüben, Ackerfutter, Roggen, Dinkel und Menggetreide auf;
- Grünland, Sommergerste und Tabak/Virgin wurde der Klasse „sehr geringe Nitratauswaschungsgefährdung“ zugeordnet.

Zur Abschätzung des möglichen Stickstoffeintrags über Wirtschaftsdünger wurde der Viehbesatz (StaLA-Daten) herangezogen.

Ergebnisse

A-Karte 9.9.2-16.4

Der gGWK 16.4 erstreckt sich von der flachen Rheinniederung im Westen, über die höher gelegene, ebenfalls ebene Rheinterrasse (Hardt) bis zum wellig-hügeligen Kraichgau im Osten. Die Größe des durch die Gemeindeflächen festgelegten Gebiets umfasst 367,5 km².

Das Gebiet weist einen etwas erhöhten Anteil an Siedlungsflächen und einen um ca. 6 % verminderten Anteil an Waldflächen als im Landesdurchschnitt auf. Die Landwirtschaftsflächen entsprechen mit 48,1 % dem Landesdurchschnitt (46,8 %). Dauergrünland findet sich allerdings nur auf 4,1 % der Fläche des gGWK (Tabelle 4.2.4.4.a).

Auf den schluffig-lehmig bis tonigen Schwemmlandböden der Rheinniederung dominiert Körnermais, gefolgt von Winterweizen und Sommergerste die ackerbauliche Nutzung. Auf den leichten Böden der Hardt wird vor allem Roggen angebaut. Aufgrund der Eignung der Böden und des Klimas findet sich hier traditionell auch ein Schwerpunkt des Spargelanbaus in der Region. Im Kraichgau herrschen Winterweizen-Sommergerste-Zuckerrüben/Mais in der ackerbaulichen Fruchtfolge vor. In den Hanglagen wird hier in Bruchsal, Weingarten und Walzbachtal Weinbau betrieben.

Tabelle 4.2.4.4.a: Bodennutzung im gGWK Bruchsal (16.4)

1	Teilbearbeitungsgebiet	Nr.16.4	
2	Landkreis	Karlsruhe	
3	Gemeinden	Dettenheim, Philippsburg, Linkenheim-H., Gondelsheim, Walzbachtal, Bruchsal, Weingarten, Stutensee, Karlsdorf-N., Graben-Neudorf	
4	Fläche	367,5 km ²	
5	Bodennutzung (in %)	Nr.16.4	Baden-Württemberg
	Siedlungen	16,1 %	13,2 %
	Wald	31,8 %	38,0 %
	Sonstiges (Wasser...)	4,0 %	2,0 %
	Landwirtschaftsfläche	48,1 %	46,8 %
	davon: (nur Betriebe > 2 ha)		
	Ackerfläche	31,1 %*	23,6 %*
	Reb-, Obst- flächen	0,6 %*	1,4 %*
	Dauergrünland	4,1 %*	16,0 %*
Quelle: StaLa (Flächen-, Bodennutzungshaupterhebung 2001, Internet) * Bezug: Gesamtfläche			

Tabelle 4.2.4.4.b: Einstufung der Kulturen in Nitrat Auswaschungsgefährdungsklassen
- Vergleich der Flächenanteile des gGWK 16.4 und Land BW

Nitrat-Auswaschungs-gefährdungsklasse	Kulturen	Flächenanteile Kulturen gGWK 16.4	Flächenanteile Kulturen Land BW
hoch	Raps, Rebland, Körnerleguminosen, Saat- u. Zuckermais, Gemüse, Spargel, Hopfen, Tabak-B/G, Frühkartoffeln	6,1 %	8,2 %
mittel	Weizen, W.gerste, Mais Obstflächen, Kartoffeln, Baumschulen u.a.	46,7 %	34,7 %
niedrig	Stilllegung, Hafer, Roggen, Dinkel, Zuckerrüben, Ackerfutter u.a.	23,1 %	11,9%
sehr niedrig	Grünland, Sommergerste, Tabak/Virgin	24,1 %	45,3 %

Im Vergleich zum Landesdurchschnitt (8,2 %) werden im gGWK insgesamt auf 6,1 % der landwirtschaftlich genutzten Flächen Kulturen mit einer hohen Nitrat Auswaschungsgefährdung angebaut, neben Raps auf 2 % der landw. Fläche die Dauerkulturen Spargel und Reben auf jeweils ca. 1 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche und in noch geringerem Umfang Feldgemüse, Erdbeeren und Kartoffeln In Graben-Neudorf ist der Anteil an hoch auswaschungsge-

fährdeten Kulturen im Vergleich zum gGWK-Durchschnitt mit 13,3 % am höchsten, bedingt durch den starken Spargelanbau auf ca. 72 ha Fläche.

Kulturen mit mittlerer Nitratauswaschungsgefährdung werden dagegen auf 46,7 % der Fläche, also deutlich mehr als im Landesdurchschnitt angebaut. Hier dominiert Weizen (21 %) gefolgt von Mais (20%) und Wintergerste (3 %).

Der Anteil an niedrig und sehr niedrig auswaschungsgefährdeten Kulturen im gGWK liegt mit 47,2 % deutlich unter dem Landesdurchschnitt von 57,2 %, bedingt vor allem durch den niedrigen Anteil an Wiesen und Weiden (8 %).

Die Viehdichte ist mit Werten zwischen 0,16 bis 0,47 GVE/ha hinsichtlich eines Stickstoffeintrags in das Grundwasser vernachlässigbar.

4.2.4.5 Grundwasserbeschaffenheit

Vorgehensweise/Methodik

Es wurden die Ergebnisse des Grundwasserüberwachungsprogramms (Landesmessstellen und Kooperationsmessnetz der Wasserversorger) zur Bewertung herangezogen. Weitere Untersuchungsergebnisse liegen nicht in nennenswertem Umfang verfügbar vor.

Ergebnisse

A-Karte 9.9.3.-16.4

Karte 9.9.3 zeigt die Nitratgehalte an den Grundwasserüberwachungspegeln im Grundwasserkörper 16.4 für die Herbstbeprobung 2001 eingeteilt nach Klassen unter 40 mg/l, 40-50 mg/l und über 50 mg/l. Die Nitratbelastung an den Messstellen im Grundwasserkörper stellt sich heterogen dar. Geringe bis mäßige Nitratbelastungen weisen überwiegend die in der Rheinniederung und in Einzugsgebieten von Wald gelegenen Messstellen auf. Ein Schwerpunkt der Nitratbelastung liegt im Kraichgau sowie südlich der Gemeinde Karlsdorf-Neuthard. Es treten hier Nitratkonzentrationen bis zu 100 mg/l auf. Erhöhte Nitratgehalte mit z.T. deutlich über 50 mg/l weisen auch Messstelle im Süden von Graben-Neudorf sowie östlich von Heidelberg auf.

An den Messstellen mit erhöhten Nitratkonzentrationen ist im Beobachtungszeitraum seit der ersten Hälfte der 1990er Jahre kein einheitlicher Konzentrationsverlauf zu erkennen. Während die sehr hoch belasteten Messstellen im Raum Karlsdorf-Neuthard und Graben-Neudorf (Abb. 4.2.4.5.a bis 4.2.4.5.d) in den letzten 4 bis 5 Jahren eine rückläufige Tendenz zeigen, ist an den etwas geringer belasteten Messorten in Obergrombach und Helmsheim in den letzten Jahren eher ein stagnierendes Konzentrationsniveau (Abb. 4.2.4.5.f) bzw. ein Konzentrationsanstieg zu erkennen (Abb. 4.2.4.5.e).

Der in Karte 9.9.3 dargestellte Immissionszustand beschreibt die Situation im oberen Grundwasserleiter. Zur Situation im mittleren und unteren Grundwasserleiter liegen in der Grundwasserdatenbank des Landes nur vereinzelt (überwiegend für Tiefbrunnen der Wasserversorgung) längere Messreihen bzw. Messwerte für das Jahr 2003 vor.

Aufgrund der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) werden alle Wasserschutzgebiete entsprechend der Nitratbelastung im Grundwasser in die drei Nitratklassen (1) - Normalgebiete (2) - Problemgebiete und (3) - Sanierungsgebiete eingeteilt.

Die Wasserschutzgebiete der im gGWK 16.4 gelegenen Gewinnungsanlagen wurden auf Grund der Nitratgehalte der Rohwässer teilweise als Problem- oder Sanierungsgebiet eingestuft.

Sanierungsgebiete sind mit Stand 1. Jan. 2004 die Wasserschutzgebiete (WSG):

WSG Stadt Bruchsal, Gemeinde Karlsdorf-Neuthard	LfU-Nr 215029
WSG Weingarten-Walzbachtal-Jöhlingen	LfU-Nr 215152

Problemgebiete sind mit Stand 1. Jan. 2004 die WSG:

WSG Graben WW Graben	LfU-Nr 215004
WSG Bruchsal, OT Heidelshiem	LfU-Nr 215007
WSG Bruchsal, OT Heidelshiem	LfU-Nr 215007
WSG Untere Wegquelle Bruchsal-Untergrombach	LfU-Nr 215201

Mit Ausnahme des WSG Stadt Bruchsal, Gemeinde Karlsdorf-Neuthard, wird nur aus dem oberen GW-Leiter Wasser entnommen. Im genannten WSG wird zusätzlich aus dem tieferen GW-Stockwerk gefördert.

4.2.4.6 Gesamtbewertung

Auf Grund der Ergebnisse der erstmaligen und der weitergehenden Beschreibung wird der gGWK 16.4 hinsichtlich der diffusen Belastung durch Nitrat insgesamt als gefährdeter Grundwasserkörper eingestuft. Erhöhte Immissionskonzentrationen finden sich vor allem im Kraichgau, einem Gebiet mit intensiver ackerbaulicher Flächennutzung sowie Weinbau und in der Hardt im Bereich der zum Spargel- und Sonderkulturanbau genutzten Flächen. Im westlichen Teil des gGWK (Philippsburg, Linkenheim-Hochstetten, Dettenheim) sowie im

Bereich Gondelsheim liegt eine Gefährdung des Grundwassers durch Nitrat nur über die Standorteigenschaften vor und ist für die Zuordnung zum gGWK 16.4 ausschlaggebend.

Die starke Nitratbelastung wurde bislang nur in den oberflächennahen Grundwasserbereichen bis in ca. 20 m Tiefe nachgewiesen. Die Erkenntnisse zur Qualität der mittleren und tieferen Grundwasserbereiche sind noch lückenhaft. Hierzu besteht weiterer Klärungsbedarf.

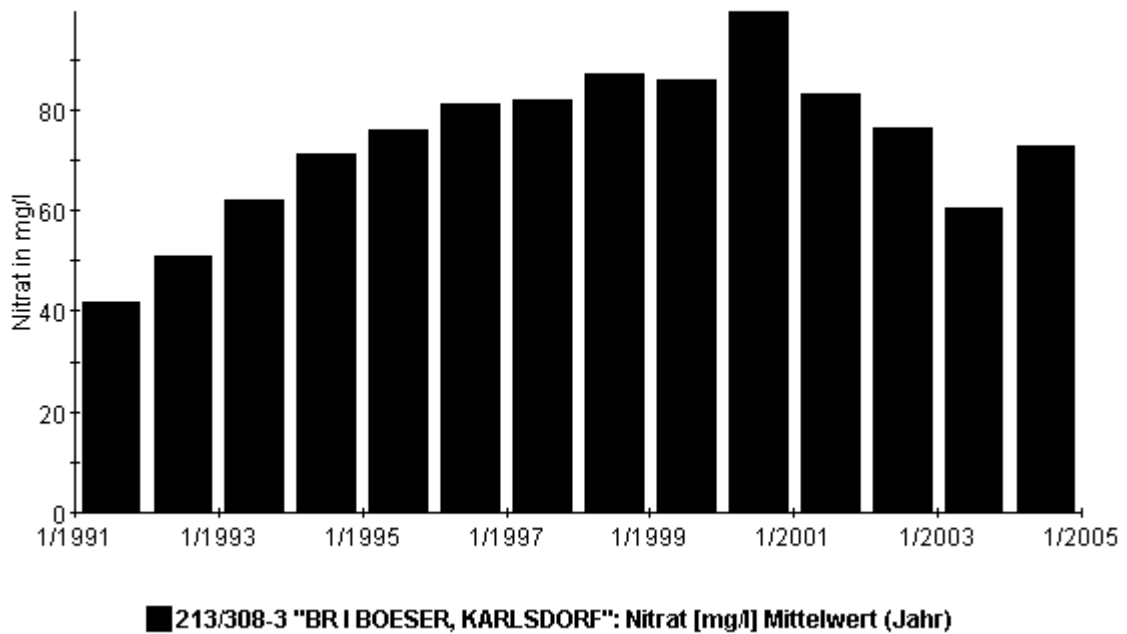


Abb. 4.2.4.5.a

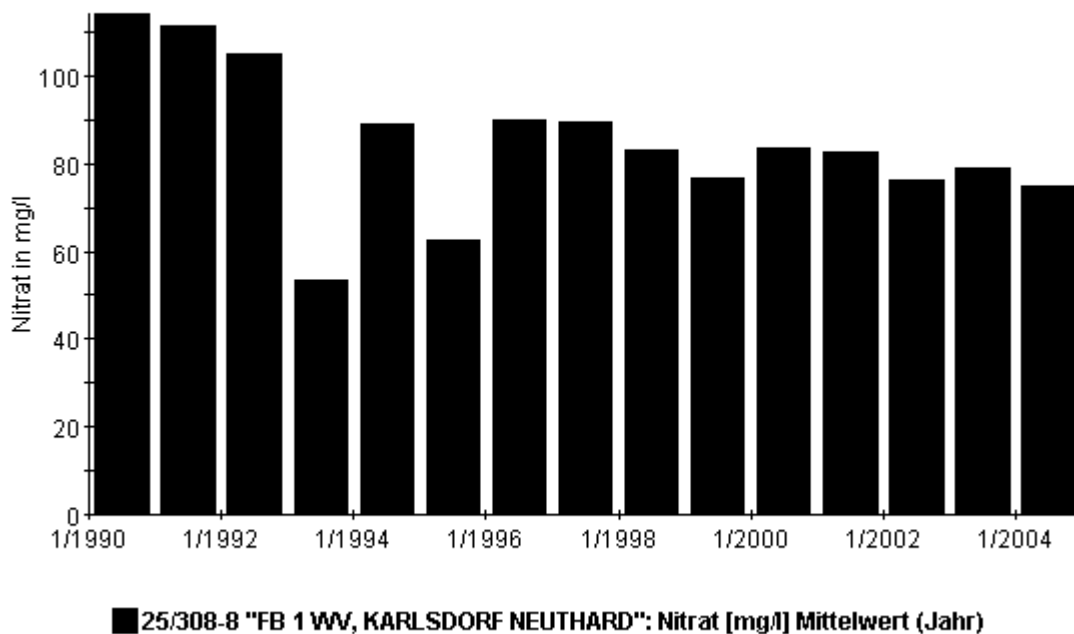


Abb. 4.2.4.5.b

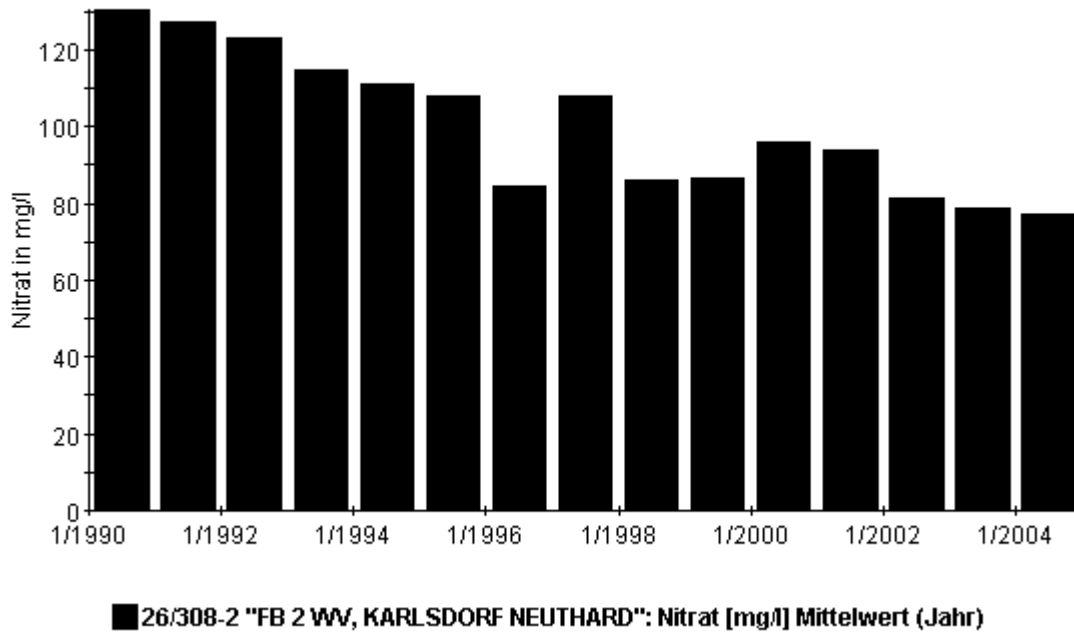


Abb. 4.2.4.5.c

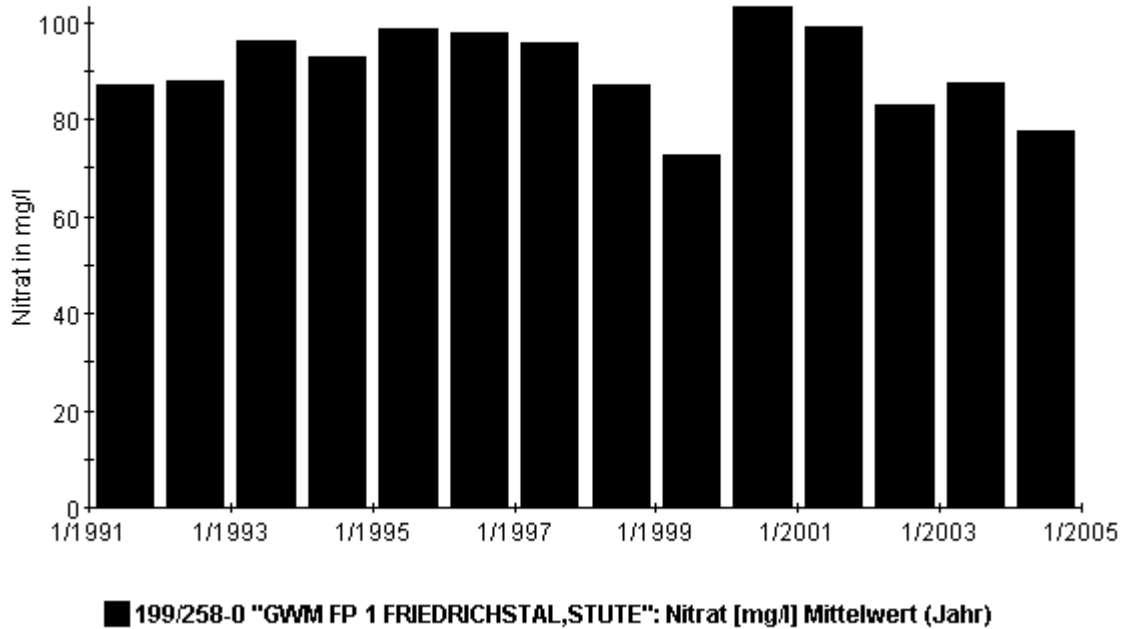


Abb. 4.2.4.5.d

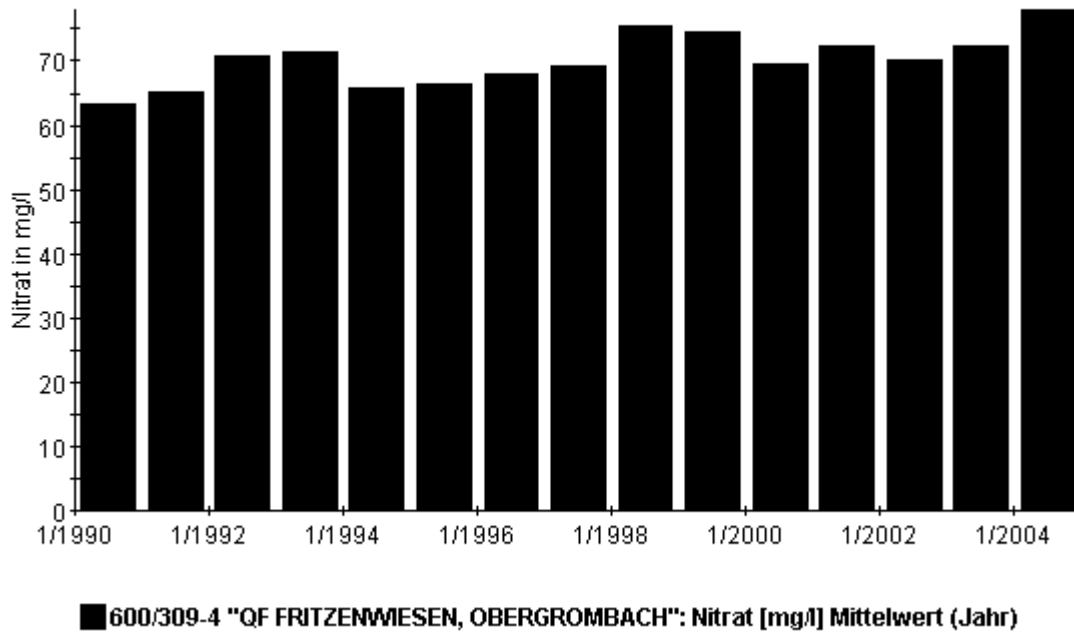


Abb. 4.2.4.5.e

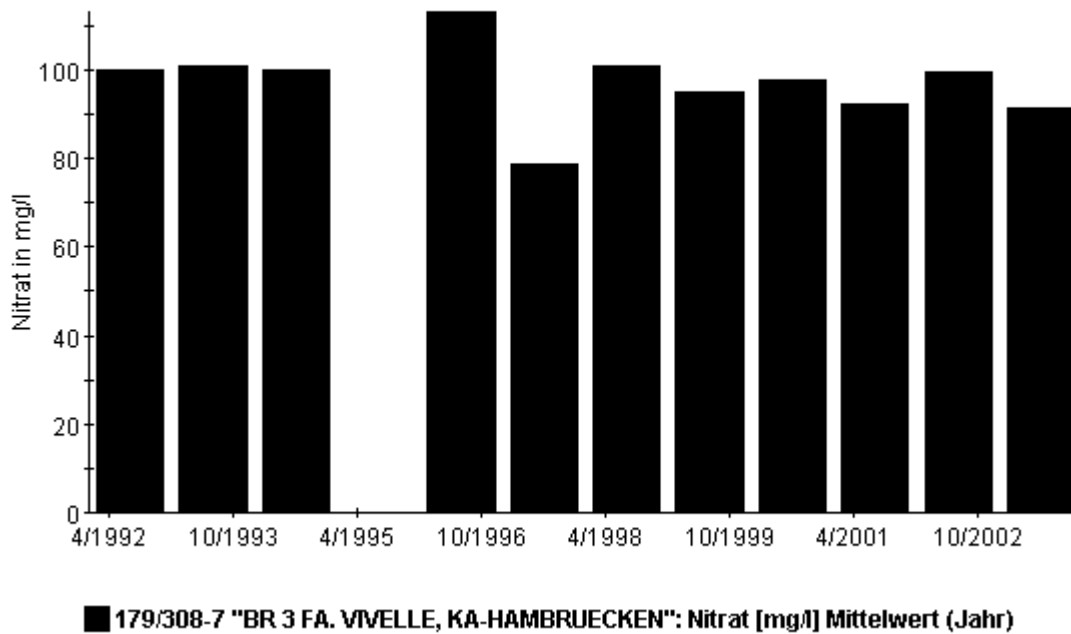


Abb. 4.2.4.5.f

4.2.5 Gesamtbetrachtung der gefährdeten Grundwasserkörper im TBG 35

Die Abgrenzung der gGWK erfolgte auf der Grundlage von Immissionsdaten sowie auf Grund der Gefährdung in Folge der spezifischen Standorteigenschaften. Im TBG 35 wurden vier gefährdete Grundwasserkörper ausgewiesen, die vollständig oder teilweise im Teilbearbeitungsgebiet liegen. Nachfolgend werden die wichtigsten Ergebnisse zusammenfassend dargestellt:

Für die Ermittlung der mit den Grundwasserkörpern in Verbindung stehenden und durch die qualitative oder quantitative Beschaffenheit des Grundwassers **gefährdeten (Land) Ökosysteme** wurden die möglichen Schädigungen durch Schadstoffe im Grundwasser, z.B. Nährstoffeinträge in oligotrophe Systemen und Grundwasserspiegeländerungen durch Grundwasserentnahmen oder gezielte Entwässerungen durch Gräben und Dränagen bei FFH- und § 24-a-Biotopen oder Waldbiotopen überprüft. Im TBG 35 wurden keine in quantitativer oder qualitativer Hinsicht gefährdeten Landökosysteme festgestellt.

Belastungen aus punktförmigen Quellen: Gegenwärtig sind im Bearbeitungsgebiet ca. 133 Fälle von ALA/SBV vorhanden, für die erhebliche finanzielle und technische Mittel zur Schadenserkundung, -kontrolle und -beseitigung eingesetzt werden. Wegen dieser zielgerichteten Strategie zur Verminderung weiterer Schadstoffeinträge in das Grundwasser und derzeit europaweit fehlender Beurteilungswerte werden trotz zahlreicher, z.T. massiver Punktquellen im TBG 35 derzeit noch keine aufgrund von punktuellen Einträgen gefährdeten Grundwasserkörper ausgewiesen. Eine Sanierung nach den Vorgaben des Bundesbodenschutzgesetzes (BBodSchG) hat zum Ziel, dauerhaft weitere Schadstoffeinträge über den Werten der Geringfügigkeitsschwellen, die vorwiegend human- und ökotoxikologisch begründet sind, in das Grundwasser zu unterbinden. Soweit dies aus Gründen der Verhältnismäßigkeit nicht erreichbar ist, werden die Einträge jedenfalls erheblich vermindert. Damit wird in aller Regel das Ziel der WRRL erreicht, den guten chemischen Zustand des Grundwassers zu erhalten bzw. wiederherzustellen. Durch ein geeignetes Monitoring wird der Sanierungserfolg überwacht und die Wirksamkeit der Maßnahmen dokumentiert.

Belastungen aus diffusen Quellen: Unter den diffusen Quellen dominiert die landwirtschaftliche Flächennutzung. Belastungen aus dem Siedlungsbereich (Kanalisationen, Industrie und Gewerbe), Verkehrswegen und atmosphärischer Deposition sind nur lokal von Bedeutung. Infolge der intensiven Landbewirtschaftung im klimatisch bevorzugten Oberrheingraben sowie im Kraichgau mussten aufgrund einer möglichen Belastung durch Nitrat die gefährdeten GWK **8.2 Kraichgau, 16.2 Rhein-Neckar, 16.3 Hockenheim-Walldorf-**

Wiesloch und **16.4 Bruchsal** ausgewiesen werden. Die gGWK 16.3 und 16.4 liegen vollständig, die gGWK 8.2 und 16.2 nur teilweise im TBG 35. Im Rahmen der weitergehenden Beschreibung wurden Hydrogeologie und Landnutzung detaillierter erfasst, um das Ausmaß der Gefährdung präzisieren zu können. Auf dieser Grundlage werden Monitoring-Programme zur Vorbereitung ggf. aufzustellender Maßnahmenpläne konzipiert.

Pflanzenschutzmittel werden im TBG 35 ebenfalls vereinzelt nachgewiesen. Als Eintragsquelle kommt bei den PSM aber nicht nur der Landwirtschaft, sondern auch der Freihaltung der Verkehrswege die entscheidende Rolle zu. Es ergeben sich keine regionalen Verdichtungen der PSM-Nachweise, die die Ausweisung gefährdeter GWK rechtfertigen würden. Im TBG 35 treten insgesamt keine größeren zusammenhängenden Flächen auf, die eine regionale Belastung des Grundwassers bezüglich PSM darstellen würden. Deshalb wurden keine, hinsichtlich PSM gefährdeten GWK ausgewiesen.

Druckumkehr im Rhein-Neckar-Raum: Im Rhein-Neckar-Raum wird sehr viel Grundwasser für die öffentliche und private Wasserversorgung entnommen. Die Ergiebigkeit der Grundwasserleiter wird zwar nicht überbeansprucht, aber der mittlere Grundwasserleiter wird entspannt. Dadurch wird das Risiko der Verschleppung von Schadstoffen (NO_3 , PSM u.a.) aus dem oberen in den mittleren Grundwasserleiter erheblich vergrößert, was erste lokale Qualitätsveränderungen anzeigen. Im Sinne des Verschlechterungsverbots ist dieser Trend umzukehren.

Mengenmäßiger Zustand: Der mengenmäßige Zustand konnte im Lockergesteinsbereich durch Analyse der Zeitreihen von Grundwasserstandsmessungen bewertet werden. Es ergaben sich einzelne Messstellen mit einem fallenden Trend aber keine größeren zusammenhängenden Gebiete, die als gefährdete Grundwasserkörper festgelegt werden mussten. Im Festgesteinsbereich erfolgte die Gefährdungsabschätzung durch eine überschlägige Mengenbilanz. Bei einem Entnahmeanteil für die Wasserversorgung von 5,3 bis 10,9 % der Grundwasserneubildung aus Niederschlag kann auch für diese Gebiete eine mengenmäßige Gefährdung ausgeschlossen werden.

Zusammenfassung: Es wurden vier gefährdete Grundwasserkörper ausgewiesen, die vollständig oder teilweise im TBG 35 liegen. Sie umfassen zusammen eine Fläche von 930 km², das sind 58 % des insgesamt 1.607 km² großen Teilbearbeitungsgebietes 35. Die Fläche der gefährdeten GWK liegt damit deutlich über dem landesweiten Durchschnittswert von 18 %.

5 Verzeichnis der Schutzgebiete

5.1 Wasserschutzgebiete

In Baden-Württemberg werden Wasserschutzgebiete (§ 19 WHG, § 24 WG) berücksichtigt, die nach rechtlichem Status festgesetzt oder vorläufig angeordnet wurden.

Die Größe eines Wasserschutzgebietes bemisst sich nach hydrogeologischen, hydrochemischen sowie hygienischen Randbedingungen und Kenndaten des betreffenden Einzugsgebietes der Wassergewinnungsanlage (Quelle: GLA 1991, Hydrogeologische Kriterien für die Abgrenzung von WSG in B-W).

Im Teilbearbeitungsgebiet 35 sind 66 Wasserschutzgebiete ausgewiesen (keine Quellschutzgebiete), die ganz oder teilweise im TBG 35 liegen. Diese umfassen im TBG 35 eine Gesamtfläche von rund 543 km² mit einer durchschnittlichen Flächengröße von 823 ha. Der Flächenanteil der Wasserschutzgebiete beträgt etwa 34 % des Teilbearbeitungsgebietes 35.

Die Wasserschutzgebiete sind in Tabelle 5.1 aufgelistet und in der Karte K 13.1 dargestellt.

A-Karte 13.1

A-Tabelle 5.1

5.2 Schutz der Nutzungen (Bade- und Fischgewässer)

Im Teilbearbeitungsgebiet 35 sind 26 Badestellen (Stand 2002) nach RL76/160/EWG ausgewiesen, die v.a. aus den Folgenutzungen der Kiesentnahmen entstanden sind und dem Typus Baggerseen zuzuordnen sind. Bis auf einen See liegen die Badegewässer daher in der Oberrheinniederung. Sie sind dort relativ gleichförmig verteilt.

Bei den Fischgewässern (RL 78/659/EWG) werden Gewässer für Forellenartige (Salmoniden) und für Karpfenartige (Cypriniden) unterschieden. Es sind im TBG 35 keine Salmonidengewässer ausgewiesen. Der Rhein ist auf seiner gesamten Strecke im TBG 35 als Cyprinidengewässer deklariert.

Einen Überblick zu den Bade- und Fischgewässern im TBG 35 gibt die Karte K13.2. Tab.5.2 enthält eine Auflistung der Badegewässer (Datenstand 2002, jährliche Aktualisierung).

A-Tabelle 5.2a-b

A-Karte 13.2

5.3 Schutz von Arten und Lebensräumen

Berücksichtigt werden hier die wasserabhängigen NATURA-2000-Standorte, das sind die FFH-Gebiete nach RL 92/43/EWG und die EG-Vogelschutzgebiete nach RL 79/409/EWG.

Der nach WRRRL geforderte aquatische Bezug macht eine Auswahl der „wasserabhängigen“ NATURA 2000-Gebiete und der in Kap.3.2.3.2 Abschnitt 1 beschriebenen Methodik erforderlich.

Die Methodik und die Ergebnisse mit Datenstand März 2002/Januar 2003 sind im Bericht der PG LfU „Verzeichnis der Schutzgebiete, Teil: Auswahl der wasserabhängigen FFH- und EG-Vogelschutzgebiete zur Umsetzung der WRRL in Baden-Württemberg“ mit Stand Februar 2003 dokumentiert.

Im TBG 35 gibt es 17 wasserabhängige FFH-Gebiete, die vollständig oder mit Teilflächen im TBG liegen. Mit einem Flächenanteil von 150 km² entspricht dies ca. 9 % der gesamten Fläche des Teilbearbeitungsgebietes. Unter den für den Vogelschutz relevanten Flächen sind im TBG vier Gebiete gemeldet. Diese umfassen eine Fläche von 67 km² (rund 4 % der Fläche des TBG). In der Gesamtschau sind damit rund 14 % des TBG als wasserabhängige FFH- und Vogelschutzgebiete eingestuft mit einem Schwerpunkt entlang des Rheins und seiner Auen (Datenstand Februar 2003).

Die wasserabhängigen FFH- und Vogelschutzgebiete sind in Karte K13.3 dargestellt, die Auflistung erfolgt in Tab.5.3a-b.

A-Tabelle 5.3a-b

A-Karte 13.3

5.4 Empfindliche Gebiete

Die Kommunalabwasserrichtlinie (RL 91/271/EWG) erforderte die Identifikation „empfindlicher“ Gebiete, in denen weitergehende Behandlungen kommunaler Abwässer erforderlich sind. Dies führte zur Einordnung der gesamten Rheineinzugsgebietes und damit auch des gesamten Teilbearbeitungsgebietes 35 Pfinz - Saalbach - Kraichbach als empfindliches Gebiet.

5.5 Gefährdete Gebiete

Gefährdete Gebiete werden nach der Nitratrichtlinie 91/676/EWG definiert. In diesen Gebieten muss der Schutz der Gewässer vor Nitratbelastung aus landwirtschaftlichen Quellen verstärkt werden.

In Deutschland sind keine gefährdeten Gebiete nach Art 3 Abs. 2 der Nitratrichtlinie (RL 91/676/EWG) ausgewiesen. Vielmehr führt ganz Deutschland - und damit auch Baden-Württemberg - die in Art. 5 der Nitratrichtlinie genannten Aktionsprogramme nach Art. 3, Abs. 5 der Nitratrichtlinie durch. Die geforderten Aktionsprogramme sind in Deutschland in der Düngeverordnung vom 26.01.1996 umgesetzt.

Eine Zusammenfassung der Kap. 5.1 bis 5.5 zeigt Tab.5.5:

Tab.5.5: Übersicht der Schutzgebiete im TBG 35 Pfinz - Saalbach - Kraichbach .

Kap.	Art Schutzgebiet	Anzahl	Fläche (Km ²)	Länge (Km)	Anteil Fläche / km (%)	EU-Recht	Bundesrecht	Landesrecht
5.1	Wasserschutzgebiete	66	543		34		X	X
	Heilquellenschutzgebiete	0	0	-	0			X
	Gesamt	66	543		34			
5.2	Ausgewiesene Badestellen	26	-	-	-	X		X
	Cyprinidengewässer Salmonidengewässer	1		60	9	X		X
	Gesamt	1		60	9	X		X
5.3	Wasserabhängige FFH-Gebiete	17	150			X	X	X
	Vogelschutzgebiete	4	67	-	14	X	X	X
	Gesamt	21	217					
5.4	Empfindliche Gebiete	1	7.567		100	X	X	X
5.5	Gefährdete Gebiete	1*	7.567*		100*	X	X	X

* Aktionsprogramme nach Art. 3 Abs. 5 der RL 91/676/EWG

5.6 Gebiete mit einem Risiko der Beeinflussung von Nutzungen stromabwärts

Sachverhalt und angewandte Methodik:

Bisher offen, wird zurückgestellt.

Ergebnis:

Bisher offen, wird zurückgestellt.

6 Hinweise zur Datenermittlung, Öffentlichkeitsarbeit und Wirtschaftlichen Analyse

In dem Bericht zu der Bestandsaufnahme im Bearbeitungsgebiet Oberrhein Teil Baden-Württemberg werden die Themen

- „Ermittlung der für den Bewirtschaftungsplan zu erhebenden Daten“,
- „Öffentlichkeitsarbeit zur WRRL in Baden-Württemberg“ und

- **„Wirtschaftliche Analyse der Wassernutzungen im Bearbeitungsgebiet Oberrhein“** in Kapitel 6, 7 und 8 behandelt. Die Inhalte können im BG-Bericht nachgelesen werden. Eine Ausarbeitung dieser Kapitel auf TBG-Ebene ist daher nicht erforderlich.

Weitere Informationen zur Umsetzung der WRRL sind im Internet auf der Web-Seite des Ministeriums für Umwelt und Verkehr (www.wrrl.baden-wuerttemberg.de) dargestellt. Dort finden sich auch die visualisierten Ergebnisse und der Methodenband.