

# Weitergehende Beschreibung des gefährdeten Grundwasserkörpers

## 16.7 Freiburger Bucht

### Inhalt

1. Abgrenzung .....	2
2. Geologische und hydrogeologische Merkmale des gGWK 16.7 Freiburger Bucht .....	3
3. Merkmale der Bodenüberdeckung.....	15
4. Belastung aus diffusen Quellen - Landnutzung .....	19
5. Grundwasserbeschaffenheit .....	22
6. Gesamtbewertung .....	23

### Allgemein:

Ziel der weitergehenden Beschreibung gemäß Anhang II Nr. 2.3 der WRRL ist es, 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 grundwasserhydraulischen und hydrochemischen Gegebenheiten des Grundwassers sowie der Merkmale der ungesättigten Bodenzone ermöglichen und das Ausmaß der anthropogenen Einwirkungen auf das Grundwasser aufzuzeigen. 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.

## 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.

Eine weitergehende Beschreibung ist nur für solche Merkmale vorzunehmen, die im Hinblick auf diese Art der Gefährdung des Grundwasserkörpers und die daraus abzuleitenden Maßnahmen relevant sind. Dies bedeutet, dass im abgegrenzten Gebiet neben weiteren Angaben zu hydrogeologischen und bodenkundlichen Merkmalen vertiefende Angaben zur Landnutzung gemacht werden müssen.

Die Zuordnung von Immissionsflächen (Typ 1) und Standorteigenschaften-Flächen (Typ 2) im gGWK zeigt Tabelle 4.2.2.1. Danach sind ausschließlich auf Grund der Immissionen 4 der 11 zugehörigen Gemeinden und fünf Gemeinden sowohl auf Grund der Immissionen als auch der Standorteigenschaften ursächlich bei Ausweisung des gGWK aufgeführt. Zwei Gemeinden sind ausschließlich wegen der Standorteigenschaften im gGWK enthalten.

Tabelle 4.2.2.1: Ursachen-Zuordnung von Gemeinde-Flächen zum gGWK 16.7 (=Ergebnis der Erstmaligen Beschreibung).

Name	GemFI, km <sup>2</sup>	mittlerer rechnerischer N- Überschuss Acker für 50 mg Nitrat/l Sickerwasser Gesamtgebiet (kg N/ha/a)	typ_2S	typ1	Code
SKR Freiburg im Breisgau	153,06	124,6		1	1
Bötzingen	12,99	51,6	2	1	3
Eichstetten am Kaiserstuhl	12,31	51,7	2		2
Gottenheim	8,74	63,2	2	1	3
Gundelfingen	14,28	296,8		1	1
Merdingen	14,39	52,3	2		2
Schallstadt	19,56	53,7	2	1	3
Bahlingen am Kaiserstuhl	12,66	54,1	2	1	3
Denzlingen	16,95	104,1		1	1
Riegel am Kaiserstuhl	18,34	48,3	2	1	3
Vörstetten	7,89	94,2		1	1

**Code-Nr.** Gemeinde wurde zugeordnet wegen

- 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

## 2. Geologische und hydrogeologische Merkmale des gefährdeten Grundwasserkörpers 16.7 Freiburger Bucht

### a) Geologische Merkmale

A-Karte 9.9.1a/b-16.7

Der gefährdete Grundwasserkörper Nr. 16.7 Freiburger Bucht (gGWK 16.7) gehört überwiegend zum Hydrogeologischen Großraum Oberrheingraben und dort zu den Hydrogeologischen Teilräumen Quartäre/Pliozäne Sedimente der Grabenscholle, Tektonische Schollen des Gabenrands und Kaiserstuhl. Im Osten liegt ein kleinerer Bereich des gGWK 16.7 im Hydrogeologischen Großraum Südwestdeutsches Grundgebirge mit dem Hydrogeologischen Teilraum Kristallin des Schwarzwalds.

Morphologisch kann das Gebiet des gGWK 16.7 in folgenden Einheiten untergliedert werden:

- Auen des Glotter- und Dreisamtals
- Dreisam- und Glotter-Mündungsschwemmfächer.
- Die Mengener Brücke besteht aus mächtigen Feinsedimentablagerungen (Löß?). Sie bildet eine Erhebung im Süden der Freiburger Bucht.
- Der sedimentäre Sockel des Ostkaiserstuhls
- Tuniberg, Nimberg, Lehener Berg und Hunnenbuck sind Reste von Vorbergschollen, die über die Schotterebene der Freiburger Bucht herausragen.

Hydrogeologisch sind im gGWK 16.7 die Lösssedimente, die Auensedimente, die Flussbettsedimente, die quartäre Schichtenfolge im Oberrheingraben (Neuenburg-Formation, Ostrheinschotter, Breisgau-Formation), die Beckensedimente der Mengener Brücke, die tertiären Sedimente des Oberrheingrabens, der Mittel- und Unterjura, die Trias sowie das Kristallin von Bedeutung. Wegen ihrer kleinräumigen Verbreitung sind die Vorkommen triassischer und jurassischer Gesteine sowie die Kaiserstuhl-Magmatite im gGWK 16.7 nur von untergeordneter Bedeutung und werden nicht näher behandelt.

**Lösssedimente (Ios):** Die quartären Sande und Kiese werden zwischen Reute/Schupfholz und dem Schwarzwaldrand, die tertiären Sedimente am Ostrand des Kaiserstuhls und die mesozoischen Gesteine im Tuniberg und am Südrand des Nimbergs bereichsweise von Lösssedimenten überlagert.

Der Löss wurde in den Kaltzeiten aus Westen angeweht und lagerte sich hauptsächlich im Windschatten des Oberflächenreliefs ab. Er kann in ostexponierten Lagen Mächtigkeiten bis > 10 m 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.

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.

Die Lösssedimente erreichen am Ostrand des Kaiserstuhls Mächtigkeiten bis 30 m.

**Auensedimente (h):** Die Flussbettsedimente in den Tälern und die Niederterrassenschotter im Oberrheingraben werden verbreitet 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 durchschnittlich zwischen 0,4 und 2 m.

**Flussbettsedimente (qg):** Im gGWK 16.7 sind in den Schwarzwaldtälern der Glotter und im Dreisamtal holozäne Kies- und Sandvorkommen als Talablagerungen verbreitet. Diese bestehen überwiegend aus groben Kiesen mit kiesigem Sand und wechselnden Schluff-, Stein- und Blockgehalten. Das schlecht sortierte Material stammt ausschließlich aus dem Schwarzwald.

Im Ausgangsbereich der Seitentäler verzahnen sich die Flussbettsedimente mit den Sedimenten der Niederterrasse im Oberrheingraben. Von der Austrittsstelle der Schwarzwaldtäler bauen sich flache kegelförmige Schotterkörper halbkreisförmig in die Freiburger Bucht vor (Villinger, 1999). Die Schwemmkegel reichen bis an den Tuniberg und an den Nimberg und werden vom Kaiserstuhl durch die alpinen Kiese der Ostrheinrinne getrennt.

Die Mächtigkeit der Flussbettsedimente beträgt wenige Meter.

**Neuenburg-Formation (qN):** In der Freiburger Bucht verzahnen sich die Sande und Kiese der Neuenburg-Formation mit den Schüttungen der Schwarzwaldflüsse Dreisam, Elz und Glotter. Sie bilden im Bereich der Schwemmfächer den obersten Grundwasserleiter. Unterlagert werden sie von den Schichten der Breisgau-Formation.

Die Schotter der Neuenburg-Formation bestehen aus rötlichgrauen bis rötlichen Kiesen mit wechselnden Sand- und geringen Schluffanteilen. Stellenweise sind Steine und Blöcke eingelagert. Die Gerölle stammen nahezu ausschließlich aus dem Schwarzwald. Die Größe der Steine nimmt vom Ausgang der Schwarzwaldtäler in westliche und nordwestliche Richtung ab. Innerhalb der Kiesabfolge sind stellenweise linsenartig sandige Bereiche ausgebildet, die lateral nur über kurze Entfernungen parallelisiert werden können. Hydraulisch wirksame Trennschichten fehlen innerhalb der Neuenburg-Formation.

An der Basis der Neuenburg-Formation folgt in der Freiburger Bucht im Übergangsbereich zur Breisgau-Formation eine Zone, die im Vergleich zu den darüber liegenden Sedimenten durch einen erhöhten Schluffgehalt und randlich verwitterte bzw. schwach zersetzte Kristallingerölle charakterisiert ist. Zum Liegenden hin nimmt der Zersetzungsgrad zu. Häufig geht damit ein Wechsel von rötliche in schwach bräunliche Farbtöne einher. Die Sedimente sind zuweilen leicht verbacken. Aufgrund der lithologischen Ausbildung wurde der Übergangsbereich noch der Neuenburg-Formation zugeordnet.

Südlich des Tunibergs und der Mengener Brücke sowie nördlich der Riegeler Pforte überwiegen die Gerölle alpiner Herkunft in der Zusammensetzung der Neuenburg-Formation.

Die Neuenburg-Formation hat im Gebiet des gGWK 16.7 eine relativ einheitliche Mächtigkeit zwischen 15 und 20 m. Ihre größte Mächtigkeit von 40 m erreicht sie bei Freiburg Mooswald.

**Ostrheinschotter (qOR):** Im Oberwürm verlief ein Seitenarm des Rheins zwischen Tuniberg und Kaiserstuhl und weiter am Ostrand des Kaiserstuhls entlang durch die Riegeler Pforte nach Norden. In dieser so genannten Ostrheinrinne wurden vom Rhein die Ostrheinschotter abgelagert. Sie bestehen aus meist gut sortierten, grauen sandigen Kiesen nahezu ausschließlich alpiner Herkunft mit Steinen bis 20 cm Durchmesser. Schwarzwaldgerölle treten nur selten auf. Innerhalb der Ablagerung lassen sich mehrere übereinanderliegende Schüttungskörper unterscheiden, die jedoch nicht zwischen einzelnen Bohrungen korreliert werden können. Zum Kaiserstuhl hin verzahnen sich die Ablagerungen randlich mit Schwemmlöss. An der Ostgrenze der Ostrheinrinne verzahnen sich die Sedimente der Ostrheinschotter in einem bis zu 1000 m breiten Bereich mit den Ablagerungen der Neuenburg-Formation. Hydraulisch wirksame Trennschichten innerhalb der Ostrheinschotter fehlen.

Die Ostrheinschotter sind im gGWK16.7 mit ca. 25 m nördlich von Merdingen und mit ca. 20 m nördlich von Bahlingen am mächtigsten. Ansonsten liegt ihre Mächtigkeit im zentralen Rinnenbereich bei ca. 15 m.

**Breisgau-Formation (qBS):** Unter der Neuenburg-Formation folgt im gGWK 16.7 die Breisgau-Formation. Zwischen der Neuenburg-Formation und der Breisgau-Formation ist kein hydraulisch wirksamer Trennhorizont ausgebildet. Die beiden Formationen unterscheiden sich jedoch in ihrer faziellen Ausbildung und damit in ihren hydraulischen Eigenschaften.

Die Breisgau-Formation besteht aus unterschiedlich dicht gelagerten, sandig-schluffigen Kiesen, in die stellenweise geringmächtige Schlufflinsen eingelagert sind. Die Gerölle sind im oberen Abschnitt der Abfolge meist nur mäßig verwittert. Im tieferen Abschnitt sind sie überwiegend stark bis sehr stark zersetzt und dicht gelagert. Sie zerfallen dann zu Mittel- bis Grobsand mit wechselndem Schluffanteil. Allgemein nehmen der Zersetzungsgrad und die Lagerungsdichte mit der Tiefe zu. Stellenweise treten innerhalb des tieferen Abschnitts bis zu 2 m mächtige Sedimentlagen mit einem erhöhten Anteil frischer Komponenten auf. Insgesamt ist in der Freiburger Bucht die Lagerungsdichte der Breisgau-Formation wesentlich höher und der Zersetzungsgrad der Sedimente wesentlich stärker ausgebildet als in den südlich und nördlich anschließenden Gebieten im südlichen Oberrheingraben. Dies ist im wesentlichen darauf zurückzuführen, dass in der Breisgau-Formation der Freiburger Bucht verwitterungsresistente alpine Gerölle fehlen. Nur südlich des Tunibergs und der Mengener Brücke überwiegen die Gerölle alpiner Herkunft an der Zusammensetzung der Breisgau-Formation.

Die Breisgau-Formation erreicht im Gebiet des gGWK 16.7 ihre größten Mächtigkeiten in zwei rinnenartigen Strukturen, die westlich des Marchhügels und an den Talausgängen der Elz und Glotter beginnen und in südliche Richtung verlaufen. Südlich des Marchhügels vereinigen sich diese beiden Rinnen. Die Struktur setzt sich nach Süden unter die Mengener Brücke hindurch fort. Die Breisgau-Formation erreicht ihre maximale Mächtigkeit von ca. 130 m bei Schallstadt.

Im oberen Abschnitt der Breisgau-Formation ist bereichsweise der Riegeler Horizont ausgebildet. Seine Verbreitung ist auf den nördlichen Teil des gGWK 16.7 und auf das Gebiet der Mengener Brücke beschränkt. Der Riegeler Horizont besteht meist aus schwach feinsandigem schluffigem Ton bzw. tonigem Schluff. Vereinzelt treten geringe Kiesbeimengungen auf. In seiner typischen Ausbildung hat er aufgrund eines deutlichen Gehalts an organischen Bestandteilen eine dunkelgraue bis schwarze Farbe (mit Torf und organischen Mudden im Bereich Riegel bis nördlich Teningen), ansonsten ist er bräunlich bis gelblich. In Bereichen größerer Mächtigkeit wirkt der Riegeler Horizont als hydraulischer Trennhorizont. Ansonsten fehlen hydraulisch wirksame Trennhorizonte innerhalb der Breisgau-Formation.

**Beckensediment (qpb):** Die Mengener Brücke bildet morphologisch und hydraulisch die südliche Begrenzung der Freiburger Bucht. Die Feinsedimente der Mengener Brücke werden den quartären Beckensedimenten zugeordnet. Die Mengener Brücke tritt im Gelände als flacher Höhenrücken in Erscheinung. Unter der Mengener Brücke zieht eine tiefe Quartärrinne in NE - SW Richtung hindurch, in der mehr als 130 m mächtige pleistozäne feinklastische Lockersedimente abgelagert wurden. Die Feinsedimentabfolge im Lee des Tunibergs ist vermutlich überwiegend äolischen und untergeordnet lakustrinen Ursprungs. Darin sind nur wenige, geringmächtige kiesige Lagen eingeschaltet.

**Tertiäre Sedimente des Oberrheingrabens (tOR):** Tertiäre Sedimente treten im gGWK 16.7 im Norden des Tunibergs nördlich der Dimberg-Störung, am Westrand des Schönbergs sowie im Osten im Bereich des sedimentären Sockels des Kaiserstuhls auf. Die Lagerungsverhältnisse im Osten des Kaiserstuhls sind sehr unregelmäßig. Vermutlich werden die Sedimente von zahlreichen Störungen durchzogen, deren Lage und Richtung wegen der großflächigen, mächtigen Lössüberdeckung nicht zu erkennen ist.

Zu den tertiären Sedimenten des Oberrheingrabens gehören folgende geologischen Einheiten:

- mittel-eozäne Bohnerz-Formation (tBO; bis 6 m Bolustone mit Brauneisenkonkretionen)
- Lymnänenmergel-Formation (tLM; ca. 110 m Mergelsteine, Kalkmergelsteine, Kalksandsteine und Tonsteine)
- oligozäne Pechelbronn-Formation (tPE; bis 190 m vorwiegend Mergelsteine, gelegentlich Kalksteine und Kalksandsteine mit Gips)
- graue Schichtenfolge (tGS; Mergelstein mit untergeordnet Kalksandstein)
- Foraminiferenmergel/Melettaschichten (MS; bis ca. 110m mächtig)
- Cyrenenmergel (CY)
- Bunte Niederrödener Schichten (BN, Ton- und Mergelsteine mit Sandsteineinlagerungen)
- Tertiärkonglomerate (am Schönberg)

**Mittel- und Unterjura (jm, ju):** Unterjurassische Gesteine sind im Bereich des gGWK 16.7 nicht vorhanden. Mitteljurassische Sedimente treten am Tuniberg südlich der Dimbergstörung, am Nordende des Schönbergs sowie am Ostrand des Michelsbergs südlich von Riegel auf. Es handelt sich dabei um die Ludwigienschichten (al2), die Sowerby-, Sauzei-, Humphriesi- und Blagdenischichten (bj) sowie um den Hauptrogenstein (bj3). Die Sedimente sind großflächig von mächtigem Löss überdeckt.

Die Ludwigienschichten sind als oft dünnbankige, flaserige Sandkalksteine ausgebildet, die mit glimmerhaltigen Sandmergeln und dünnen Tonlagen wechseln. Darüber folgen dickbankige

Kalksand- bis Sandkalksteine sowie Ton- und Mergelsteine. Die Gesamtmächtigkeit der ober-Alenium-Abfolge beträgt ungefähr 15 m. Die Sowerbyischichten (Gesamtmächtigkeit 25 m) sind im unteren Teil als feingeschichtete Tonmergelsteine mit Phosphoritknollen ausgebildet. Darüber folgen Mergel (Wedelsandstein) und Kalksteinbänke mit Tonmergelsteinlagen. Die Sauzeischichten, Hymphriesiolith und Blagdenischichten (bräunliche Spatkalkbänke, Sandmergel- und Mergelkalksteinbänke, blaugraue Ton- und Sandmergelsteine) werden ca. 15 m mächtig.

Der Hauptrogenstein besteht aus hellgrauem, schräggeschichtetem bis massigem Kalkoolith. Er wird 35 bis maximal 50 m mächtig.

**Trias (tr):** Entlang der Schwarzwaldrandverwerfung treten zwischen Gundelfingen und Herdern sowie am Nordrand des Schönbergs schuppenartig steilstehende, nach Westen einfallende jurassische und triassische Sedimente (Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper) auf. Die Kalksteine des Muschelkalks sind bereichsweise stark verkarstet.

**Kristallin (KR):** Östlich der Schwarzwaldrandverwerfung steht beiderseits des Dreisamtals das Kristallin des Schwarzwalds an der Erdoberfläche an. Nördlich der Dreisam handelt es sich um Paragneise mit kleineren linsen- und z. T. gangartigen Vorkommen von Amphibolit. Südlich der Dreisam überwiegen neben Paragneis metatektische Anatexite mit Einschaltungen von Ganggranit und Orthogneis. Oberflächennah ist das Kristallin infolge Verwitterung aufgelockert und bereichsweise vergrust.

**Tektonik:** Das Gebiet des gGWK 16.7 ist durch die intensive, mit dem Absinken des Oberrheingrabens einhergehende Bruchtektonik in eine Vielzahl kleiner Schollen zerbrochen. Im Westen sind die Störungen überwiegend Nordnordwest – Südsüdost orientiert, im Osten überwiegt die randstörungsparallele Nordnordost – Südsüdwest-Richtung. Von West nach Ost lässt sich das als Grabenrandzone zusammengefasste Gebiet in folgende tektonische Einheiten untergliedern:

- Grabenrandscholle mit Kaiserstuhl, Nimberg und Tuniberg
- Randliche Vorbergzone (bereichsweise von Schwemmfächersedimenten der Dreisam und Glotter überdeckt) mit den Schollen von Zähringen-Herdern, dem Mauracher Berg, dem Lorettoberg und der Schönbergscholle

Östlich schließt die aus kristallinem Grundgebirge aufgebaute Schwarzwaldscholle an.

Die Hauptverwerfung trennt das Grundgebirge des Schwarzwalds im Osten von der aus Mesozoikum und Tertiär aufgebauten, meist überschotterten randlichen Vorbergzone im Westen. Unmittelbar westlich der Hauptverwerfung sind die Schichten stark gestört und meist



hochgeschleppt. Westlich von Herdern-Zähringen liegt der etwas tiefer eingesenkte schmale Zähringer Graben. Im westlichen Teil der randlichen Vorbergzone ist der langgestreckte Tuniberg-Ostgraben stark abgesenkt. Der Tuniberg ist durch die Nordwest-Südost verlaufende Dimbergstörung zweigeteilt. Der nördliche Teil besteht aus tertiären, der südliche aus mittel- und unterjurassischen Sedimenten. Die Kaiserstuhlverwerfung trennt den eigentlichen Kaiserstuhlvulkan vom östlich daran angrenzenden tertiären Sockel.

Die tektonischen Hochschollen, die als Festgesteinsinseln aus den kiesigen Schwemmfächersedimenten der Schwarzwaldtäler und -flüsse herausragen, führen zu einer starken räumlichen Untergliederung der Kieskörper der Freiburger Bucht. Die Störungen im kiesbedeckten Festgesteinsuntergrund haben dagegen nur geringe Auswirkungen auf die Mächtigkeit der überlagernden Kiesabfolge.

#### b) Hydrogeologische Merkmale

**Hydrogeologische Gliederung:** Die quartären Sande und Kiese im Oberrheingraben bilden im Gebiet des gGWK 16.7 den bedeutendsten Grundwasserleiter. Demgegenüber ist die Grundwasserführung in den tertiären bis mesozoischen Festgesteinen nur von untergeordneter Bedeutung. Die Grundwasserführung in den miozänen Magmatiten des Kaiserstuhls ist vernachlässigbar gering.

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 16.8 nach Hohlraumart

Hydrogeologische Einheiten	Hydrogeologische Klassifikation
Deckschichten	Grundwassergeringleiter
Jungquartäre Flusskiese und Sande	Porengrundwasserleiter
Quartäre Kiese und Sande im Oberrheingraben	Porengrundwasserleiter
Tertiär	Überwiegend Grundwassergeringleiter
Mittel- und Unterjura	Überwiegend Grundwassergeringleiter (Hauptogenstein: Kluft/Karstgrundwasserleiter)
Trias	Grundwasserleiter (Kluftgrundwasserleiter) und Grundwassergeringleiter
Kristallin	Grundwassergeringleiter

Grundwasserflüsse über die Grenzen des gGWK 16.8 erfolgen von Südwesten zwischen dem Tuniberg und dem Kaiserstuhl aus dem gefährdeten Grundwasserkörpern 16.8 Markgräfler Land und 16.6 Kaiserstuhl-Breisgau. Weitere Zuflüsse erhält der gGWK über den Flussbettsedimente der Dreisam östlich von Freiburg sowie aus dem Glottertal. Innerhalb der Freiburger Bucht tritt zwischen dem Nordrand des Nimbergs und östlich von Riegel Grundwasser in den gefährdeten Grundwasserkörper über. Ein Grundwasserabstrom erfolgt im Oberrheingraben nach Norden.

**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 16.7 sind dies in erster Linie die Lösssedimente (Löss und Lösslehm) und die Auensedimente.

Grundwasservorkommen in den Lösssedimenten sind am Ostrand des Kaiserstuhls lokal für die Trinkwasserversorgung von Bedeutung. Aufgrund des vergleichsweise großen Porenvolumens kann der Löss große Mengen von Niederschlagswasser speichern. Wegen der geringen Durchlässigkeit durchsickert das Niederschlagswasser die bis zu mehrere Zehner Meter mächtige Lössüberdeckung nur langsam. Sind innerhalb des Lössprofils aufgrund interglazialer Bodenbildungsprozesse verlehnte Horizonte ausgebildet, so staut sich das Sickerwasser darauf und tritt an der Erdoberfläche aus. Quellen, die ein solches Grundwasservorkommen entwässern, zeigen meist eine verzögerte Reaktion auf Niederschlagsereignisse und ein gedämpftes Schüttungsverhalten.

**Jungquartäre Flussschotter und -sande:** Im Glottertal bilden die Flussbettsedimente einen wenige Meter mächtigen Porengrundwasserleiter. Aquiferbasis ist das Kristalline Grundgebirge.

Die hydrogeologischen Eigenschaften der Talkiese 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 ermittelten hydrogeologischen Parameter betragen für die Talkiese im Mittel  $T = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  und  $Q/s = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ . Bei einer mittleren Grundwassermächtigkeit von 2 - 3 m ergibt sich daraus ein Durchlässigkeitsbeiwert von rd.  $k_f = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ .

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

**Quartäre Sande und Kiese im Oberrheingraben:** Die quartären Kiese und Sande im Oberrheingraben bilden im gGWK 16.7 den obersten Grundwasserleiter. Er lässt sich horizontal und vertikal in Bereiche mit unterschiedlicher fazieller Ausbildung und hydraulischen Eigenschaften gliedern. Diese sind die Neuenburg-Formation, die Ostrheinschotter und die Breisgau-Formation. Zwischen den verschiedenen Bereichen bestehen hydraulische Verbindungen, ein Stockwerksbau existiert nicht.

Die Durchlässigkeit der Neuenburg-Formation liegt im Mittel zwischen  $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$  m/s bis  $k_f = 2 \cdot 10^{-3}$  m/s. Mit der Tiefe nehmen die Durchlässigkeiten ab. In der Freiburger Bucht besteht die Neuenburg-Formation in den Mündungsschwemmkegeln der Dreisam und der Glotter ausschließlich aus Schwarzwaldmaterial. Als Folge der zunehmenden Schluffgehalte in den Kiesen mit zunehmender Länge des Transportwegs findet man die größten Durchlässigkeiten im Stadtgebiet von Freiburg in der Nähe der Dreisam.

Im Unterschied zur Neuenburg-Formation ist die Sortierung und Rundung der Ostrheinschotter wegen des längeren Transportwegs höher als die der Kiese der Neuenburg-Formation. Die durchschnittliche Durchlässigkeit der Ostrheinschotter liegt bei ca.  $k_f = 5 \cdot 10^{-3}$  bis  $k_f = 1 \cdot 10^{-2}$  m/s.

Die z. T. stark zersetzten Schotter der Breisgau-Formation, die die Neuenburg-Formation unterlagern, besitzen nur eine geringe Durchlässigkeit in der Größenordnung von  $k_f = 10^{-4}$  m/s bis  $k_f = 10^{-5}$  m/s. Bereiche mit lokal erhöhten Durchlässigkeiten treten im tieferen Bereich der Breisgau – Formation auf. Sie sind gebunden an das Vorkommen nur wenig zersetzter und verschluffter Kiese.

Der gebietsweise im oberen Abschnitt der Breisgau-Formation ausgebildete feinklastische Riegeler Horizont bewirkt bei größerer Mächtigkeit und tonig-schluffiger Ausbildung lokal eine hydraulische Trennung. Dies ist insbesondere im Bereich von Riegel und südlich davon der Fall.

Die Basis der Breisgau-Formation wird im Bereich der Riegeler Pforte und südlich davon zwischen dem Kaiserstuhl und dem nördlichen Tuniberg sowie östlich des Tuniberges von feinklastischen quartären Sedimenten gebildet (Iffezheimer Schichten, Schwemmlöss oder Boluslehm). Der

Festgesteinsuntergrund besteht im Westen des gGWK 16.7 zwischen Kaiserstuhl und Tuniberg sowie östlich von Kaiserstuhl und Tuniberg aus tertiären Tomergel- und Mergelsteinen, weiter im Osten aus jurassischen und triassischen Kalk-, Sand- oder Tonsteinen.

Die Grundwasserneubildung erfolgt in den Kiesen und Sanden im Oberrheingraben durch Infiltration von Niederschlag sowie durch Infiltration der Rhein-Nebenflüsse. Randlich strömt Grundwasser über die Flussbetsedimente von Dreisam und Glotter zu. Die Angaben über die Zustromrate am Übergang des Dreisamtals in die Freiburger Bucht schwanken stark: nach HGK (1979) betrug der Abstrom im Zeitraum 1968-1974 80 l/s, nach FRIEG (1987) dagegen im Trockenjahr 1971 über 300 l/s.

Das Grundwasser strömt im gGWK 16.6 großräumig nach Norden bis Nordwesten ab. Im Osten wirkt sich der Randzufluss, im Westen der Verlauf der Ostrheinrinne auf die Grundwasserfließrichtung aus. Vorfluter ist zwischen der östlichen Grenze des gGWK 16,7 und Waldsee/Littenweiler die Dreisam, dort, wo sie den gGWK 16.7 durchfließen, auch Elz und Glotter. Im Westen und im Bereich des Mündungsschwemmkegels hingegen infiltriert die Dreisam in das Grundwasser (Villinger 1999).

Dort, wo sich der Querschnitt des Grundwasserleiters beträchtlich verengt, entspringen die Möslequellen (Mindestschüttung 17 l/s, Funk 1967). Weiterhin erfolgt in der Freiburger Bucht ein flächenhafter Übertritt von Grundwasser aus den quartären Kiesen in den darunter liegenden Festgesteinsaquifer.

Der Flurabstand des Grundwassers nimmt von 15 – 20 m am Ausgang des Dreisamtals auf unter einem Meter im Westen und Nordwesten ab.

**Tertiär:** Die Grundwasserführung in den tertiären Sedimenten ist gering bis sehr gering. Stellenweise ist in durchlässigeren Lagen, die in die Grundwassergeringleiter eingeschaltet sind, eine geringe Grundwasserführung vorhanden.

Das Tertiärkonglomerat am Nordwesthang der Schönbergs ist ein teilweise verkarsteter Kluftgrundwasserleiter, allerdings mit geinger Grundwasserführung.

**Mittel- und Unterjura:** Die Grundwasserführung ist in den Gesteinen des Mittel- und Unterjuras gering. Die Durchlässigkeiten liegen zwischen  $k_f = 1 \cdot 10^{-7}$  und  $k_f = 1 \cdot 10^{-8}$  m/s.

**Trias:** Die in den tektonisch stark gestörten Bereichen nahe der Schwarzwaldrandverwerfung auftretenden Kalksteine, Sandsteine und Mergelsteine sind je nach Petrographie Grundwasserleiter oder Grundwassergeringleiter. Die Ergiebigkeit einzelner Vorkommen ist aufgrund der kleinräumlichen Strukturen gering.

Wasserwirtschaftlich von Bedeutung sind im Bereich des gGWK 16.7 Oberer Mittlerer Muschelkalk, die zwischen Reute und Denzlingen den Festgesteinsuntergrund bildet. Er wird zwar vom überlagernden Porengrundwasserleiter durch gering durchlässige, feinklastische Lockersedimente getrennt, erfährt jedoch in erheblichem Umfang einen Zustrom von oberflächennahem Grundwasser. Die Brunnen Mauracher Berg und von Teningen/Emmendingen entnehmen Grundwasser aus diesem Grundwasserleiter.

**Kristallin:** Das Kristallin ist überwiegend ein Grundwassergeringleiter. Eine gewisse Grundwasserführung ist auf die oberflächennahe Auflockerungszone und den Bereich von Kluff- und Störungszonen beschränkt.

**c) Stratifikationsmerkmale des Grundwasserkörpers und langjährige mittlere Grundwasserneubildung**

**A-Karte 9.9.1c-16.7**

Spezielle Untersuchungen zur Stratifikation des Grundwassers liegen für den gGWK 16.7 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. Stratifikationsmerkmale sind für die weitere Bearbeitung nicht erforderlich.

**d) Langjährige mittlere Grundwasserneubildung**

**A-Karte 9.9.1d-16.7**

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

$Q_{\text{bas}}$  = Basisabfluss

$Q_{\text{ges}}$  = 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.

Die langjährige mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag ist in A-Karte 9.9.1.d-16.7 im Anhang dargestellt. Für den gGWK 16.7 ergeben sich folgende Ergebnisse:

- Für die Fläche des gGWK 16.7 von 291 km<sup>2</sup> beträgt die mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag für die untersuchte Standardperiode 1961 – 1990 225 mm/a.
- Regional variieren die Werte zwischen 44 bis 567 mm/a. Die höheren Grundwasserneubildungen erfolgen im Schwarzwald, niedrigere Werte finden sich im Oberrheingraben und in der Freiburger Bucht.
- Für 1971, das extreme Trockenjahr der Standardperiode 1961 – 1990, betrug die mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag 66 mm/a bei einer räumlichen Variation von – 109 bis 298 mm/a.
- Für 1965, dem extremen Feuchtjahr der Standardperiode 1961 – 1990, betrug die mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag 388 mm/a bei einer räumlichen Variation von 87 bis 922 mm/a.

**A-Karte 9.9.1.d-16.7**

### **3. Merkmale der Bodenüberdeckung**

**Bodeneinheiten:** Die Angaben zu den Böden im Gebiet des gGWK16.7 basieren auf der Bodenübersichtskarte von Baden-Württemberg 1 : 200.000 (GLA 1992 - 95). Geometrie und Beschreibung der Bodeneinheiten sind in der beigefügten digitalen Dokumentation enthalten. Eine zusätzlich vereinfachte und generalisierte Bodenkarte ist die A-Karte 9.9.1e-16.7.

**A-Karte 9.9.1.e-16.7**

Die Landschaft im Westen und Süden des Gebiets 16.7 (Kaiserstuhl, Tuniberg, Mengener Brücke) ist von mächtigem Löss bedeckt. Auf den ackerbaulich genutzten Flächen sind vorherrschend Pararendzinen und nur vereinzelt Parabraunerden anzutreffen. Die Böden in dem mit Groß- und Kleinterrassen geformten Rebland sind anthropogen stark überprägt (Auftragsböden, Rigosole, Pararendzinen). Der Zentralbereich des Gebiets 16.7 zwischen Kaiserstuhl und Tuniberg im Westen und Schwarzwald im Osten wird von pleistozänen Schottern und holozänen Auensedimenten eingenommen. Die grundwasserfreien Schotterböden bei Freiburg (Braunerden) geraten nach Westen zunehmend unter Grundwassereinfluss (Gley-Braunerden, Gleye). Die Auenböden (Auengleye bis Auengley-Brauner Auenboden) bestehen in Süd- und Nordwestteil aus lehmigen, z. T. tongründigen Substraten sowie im Nordosten und im Zentrum aus geringmächtigen kiesigen, sandig-lehmigen Auensedimenten über Sand und Kies. Im Westen des Gebiets 16.7 liegen noch Teile der Niedermoore des Wasenweiler Rieds. An den meist bewaldeten

Schwarzwaldhängen (östlich von Freiburg) im Verbreitungsgebiet der Kristallingesteine dominieren Braunerden aus sandig-lehmigen Schuttdecken.

Im Wurzelraum der Löss-, Schotter- und Kristallinstandorte findet eine vertikale Sickerwasserbewegung statt. An den Schwarzwaldhängen ist im Hangschuttbereich mit Zwischenabflüssen (Interflow) zu rechnen. 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. Bei Starkregen findet auf den Acker- und Rebflächen der Lössstandorte in Abhängigkeit von Hangneigung, Bodenbedeckung, Bodenart und Oberflächenverschlämmung auch Oberflächenabfluss statt.

Nähere Informationen zu den Böden für den Nordteil des gGWK 16.7 sind der Bodenkarte von Baden-Württemberg 1 : 25.000 Blatt 7812 Kenzingen und 7912 Freiburg im Breisgau-Nordwest 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 Löss- und Kristallinstandorte mit gut bis ausreichend durchlüfteten und stauwasserfreien Böden ist die Denitrifikation als 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  $\text{NO}_3^-$ . Der Mittelwert von 10 mg/l  $\text{NO}_3^-$  wird in Tab. 4.2.2.3 als mittlere Nitratkonzentration für das Sickerwasser aus Wald- und Grünlandflächen verwendet.

Tab. 4.2.2.3: Faktoren zur Beurteilung der Nitratauswaschung aus dem Boden für den gefährdeten Grundwasserkörper „Freiburger Bucht“ (16.7); 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	%	31	B	
	Flächenanteil Grünland	%	13	C	
	Flächenanteil Siedlung	%	15	D	
	Flächenanteil Gewässer	%	0	E	
Gebietswert: Mittelwert, Zeitreihe 1961- 1990	jährliche Sickerwasser-menge Ackerstandorte	mm	304	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 landwirt- schaftliche Vergleichsgebiet (LVG) Rheinebene, Zeitreihe 1995- 1999	N-Überschuss (Hoftorbilanz flächengewichtet 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 <sub>3</sub> <sup>-</sup>	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. 4.2.2.3.

$$\begin{aligned}\text{NO}_3\text{pot i.S.} &= \frac{(((\text{H}-\text{G}-(\text{I}^*\text{K})+\text{J})*443*\text{A}/\text{F})+(\text{L}*(\text{B}+\text{C})))}{(\text{A}+\text{B}+\text{C})} \\ &= 53 \text{ mg/l NO}_3^- \text{ (Daten: Marktfruchtbetriebe)} \\ &= 58 \text{ mg/l NO}_3^- \text{ (Daten: alle Betriebsformen)}\end{aligned}$$

Für das Gebiet „Freiburger Bucht“ (16.7) 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 53 mg/l  $\text{NO}_3^-$  bzw. mit den Werten aller Betriebsformen (H1 & I1) von 58 mg/l  $\text{NO}_3^-$ . Da die unterschiedlichen Landnutzungen im Gebiet des gGWK 16.7 ungleich verteilt sind, die Waldflächen liegen u. a. im Osten (Schwarzwald) und westlich von Freiburg (Mooswald), 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 53 bzw. 58 mg/l  $\text{NO}_3^-$  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 gGWK16.7 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  $> 50 \text{ mg/l NO}_3^-$ , allerdings mit deutlichen Unterschieden in einzelnen Teileinzugsgebieten, führen können.

#### **4. Belastung aus diffusen Quellen - Landnutzung**

##### Vorgehensweise/Methodik

Zur detaillierten Betrachtung der landwirtschaftlichen Nutzung im Gebiet werden Daten des Statistischen Landesamtes (StaLa) und der Landwirtschaftsverwaltung herangezogen. Mit den Daten des sogenannten „Gemeinsamen Antrags“ werden auf Basis der Gemeinden Anbauflächen einzelner Kulturen erfasst, für die Ausgleichszahlungen geleistet werden. (InVeCoS-DATEN 2002/2003) Es werden 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- Kontrolldaten

und der kulturartspezifischen Nitratbilanzüberschüsse in 4 Kulturenklassen eingeteilt. Im Allgemeinen wurden Sonderkulturen der Klasse „hohe Auswaschung“, Mais und Weizen der Klasse „mittlere Auswaschung“, Getreide und Hackfrüchte der Klasse „niedrige Auswaschung“ und Grünland der Klasse „sehr geringe Auswaschung“ zugeordnet. Der Stickstoffeintrag durch den Viehbesatz wurde durch eine Auswertung der Dichte der Großvieheinheiten (MLR 2002) berücksichtigt.

### Ergebnisse

Der gGWK 16.7 erstreckt sich über Teile der Rheinebene bis zur Vorgebirgszone am Schwarzwaldrand. Die Grenze der Teilbearbeitungsgebiete Elz-Dreisam und Möhlin trennt das Gebiet, wobei sich ca. 266 km<sup>2</sup> der 291 km<sup>2</sup> im TBG Elz-Dreisam (TBG 31) befinden, welchem der gGWK 16.7 auch zugeordnet wird. (A-Karte 9.9.2-16.7 im Anhang)

Die statistischen Daten zur Bodennutzung verdeutlichen, dass die Fläche des gGWK „Freiburger Bucht“ bei einem relativ geringen Wald- und Grünlandanteil überdurchschnittlich ackerbaulich genutzt wird (Tabelle 4.2.2.4a).

**A-Karte 9.9.2-16.7**

Tabelle 4.2.2.4a: Bodennutzung im gGWK Kaiserstuhl-Breisgau (16.7)

1	Teilbearbeitungsgebiete	Elz-Dreisam (Nr. 31), Möhlin (Nr. 30)	
2	Landkreis	Breisgau-Hochschwarzwald, SKR Freiburg	Emmendingen,
3	Gemeinden	Bahlingen, Bötzingen, Denzlingen, Eichstetten, Freiburg, Gottenheim, Gundelfingen, Merdingen, Riegel, Schallstadt, Vörstetten	
4	Fläche	291 km <sup>2</sup>	
5	Bodennutzung (in %)	„Freiburger-Bucht“	Baden-Württemberg
	Siedlungen	18,1%	13,2%
	Wald	20,3%	38,0%
	Sonstiges (Wasser...)	3,2%	2,0%
	Landwirtschaftsfläche	58,4%	46,8%
	davon: (Betriebe > 2 ha)		
	Ackerfläche	25,2%	23,6%
	Reb-, Obst- flächen	10,7%	1,4%
	Dauergrünland	7,4%	16,0%
Quelle: StaLa (Flächen-, Bodennutzungshaupterhebung 2001, Internet)			

Das Gebiet wird geprägt durch den Anbau von Sonderkulturen mit einer hohen Nitratauswaschungsgefahr, die etwa 24% der landwirtschaftlich genutzten Fläche (InVeCoS) einnehmen. Bei diesen dominiert der Weinanbau (ca. 1500ha) mit einem Anteil von ca. 69%. Weitere wichtige Sonderkulturen sind Gemüse (ca. 170 ha), Spargel (ca. 240 ha) und Erdbeeren (ca. 70 ha) (Tabelle 4.2.2.4b). Darüber hinaus erfolgt eine intensive Nutzung durch (Körner-)Maisanbau (ca. 3300ha) der durchschnittlich etwa 35 % der Fläche (InVeCoS). Der Anteil der

Kulturen mit einer hohen und mittleren Nitratauswaschungsfahr liegt mit 70,7 % deutlich über dem Landesdurchschnitt (42,9 %). Die landwirtschaftliche Nutzung konzentriert sich hierbei auf die Rheinebene und die angrenzende Vorgebirgszone mit relativ geringen Waldanteilen.

Tabelle 4.2.2.4b: N-Bilanzüberschuß der Kulturen (Auswaschungsfahr) - Vergleich der Flächenanteile des gGWK und Land BW.

N-Bilanzüberschuß (Auswaschungs Klasse)	Anbau-Kulturen	Flächenanteile Kulturen GWK 16.7	Flächenanteile Kulturen Land BW
hoch	Reben, Spargel, Gemüse, Erdbeeren, Tabak(B/G)	23,6 %	8,2%
mittel	Mais, Weizen, IntensivObst	47,1 %	34,7 %
niedrig	Stilllegungsflächen, Zuckerrüben, Hafer, Roggen, Futterpflanzen	9,2 %	11,9 %
sehr niedrig	Grünland, Sommergerste, Tabak(Virgin)	20,1 %	45,3 %

Durch die detaillierte Klassenzuordnung der einzelnen in den Gemeinden vorkommenden Kulturen wurden nachfolgende Sachverhalte ermittelt. Die Schwerpunkte des Sonderkulturanbaus liegen in den Gemeinden Merdingen (33 % der LF, TBG 31) und Schallstadt (30 % der LF, TBG 31). Während in Merdingen der Anbau von Reben (ca. 230 ha) und Spargel (ca. 150 ha) dominieren sind dies in Schallstadt neben Weinbau (ca. 140 ha) auch weitere Sonderkulturen wie Gemüse (ca. 56 ha) . Außerhalb der Hauptweinbaugemeinden liegen größere Sonderkulturflächen in den Gemeinden Denzlingen (Erdbeeren ca. 50 ha), Riegel (Saatmais, ca. 140 ha), Vörstetten (Gemüse ca. 34 ha).

Die Viehdichte ist mit Werten von 0,0 GVE/ha in Merdingen bis 0,33 GVE/ha in Freiburg deutlich geringer als im Landesdurchschnitt (0,83 GVE/ha). Einzig die Gemeinde Gundelfingen liegt mit 1,36 GVE/ha darüber, hat aber mit nur 380 ha LF nur einen geringen Flächenanteil. Die Viehdichte ist somit im gGWK Freiburger Bucht hinsichtlich eines Stickstoffeintrags in das Grundwasser nahezu vernachlässigbar.

## 5. Grundwasserbeschaffenheit

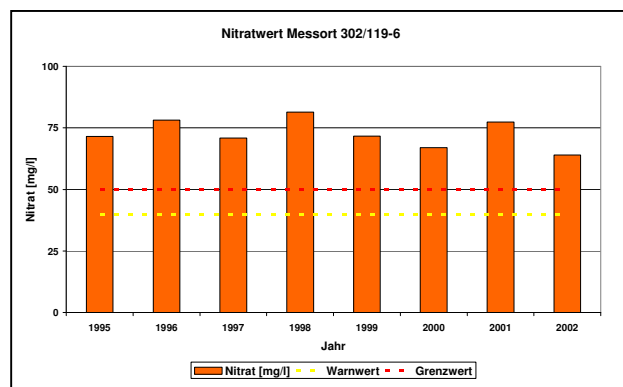
### Vorgehensweise/Methodik

Es wurden die Grundwassergütemessstellen (LfU und weitere lokale Mst.) ausgewertet sowie weitere Untersuchungsergebnisse von Wasserversorgungen (Daten UVB) herangezogen. Zusätzlich wurde der Regionalbericht über das Grundwasserüberwachungsprogramm, Ergebnisse der Beprobung 2002 der GwD, Bereich Offenburg ausgewertet.

### Ergebnisse

Die Auswertung des Regionalberichtes zeigt, dass die Nitratkonzentration den Grenzwert für Trinkwasser von 50 mg/l nur in landwirtschaftlich stark genutzten Gebieten wie im Umland von Vörsstetten übersteigt. In den Gebieten mit großer Nitratbelastung ist kein deutlicher Rückgang des Nitratwertes zu beobachten (siehe nachfolgende Abbildung 4.2.2.5).

Abbildung 4.2.2.5: Nitratwerte in repräsentativen Grundwassermessstellen von 1995 bis 2002 im Problemgebiet



Im Messnetz „Rohwasser“ sind Messstellen öffentlicher Wasserversorger zusammengefasst. Dies gibt die Möglichkeit, die Wasserqualität für ein größeres Einzugsgebiet zu beurteilen, da diese Messstellen i.d.R. im Gegensatz zu einfachen Grundwassermessstellen auch tiefere Bereiche des Aquifers erfassen. Hierbei wird im Gebiet um Vörsstetten im Jahr 2002 der Warnwert für Nitrat nicht überschritten (aus: Grundwasserüberwachungsprogramm Regionalbericht GwD, Bereich OG. Ergebnisse 2002)

**A-Karte 9.9.3-16.7**

In Baden-Württemberg werden aufgrund der im Februar 2001 novellierten Schutz- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) alle Wasserschutzgebiete (WSG) von den Landratsämtern in drei Nitratklassen (NK 1-3) eingeteilt:

- Wasserschutzgebiete der Nitratklasse 1 – **Normalgebiete**
- Wasserschutzgebiete der Nitratklasse 2 – **Problemgebiete**
- Wasserschutzgebiete mit Nitratklasse 3 - **Sanierungsgebiete**

Nitratsanierungsgebiete liegen mit Stand vom 1. Jan 2004 keine in dem gGWK 16.7.

Problemgebiete sind mit Stand vom 1. Jan 2004 (GBL. vom 18. Juni 2004) die Wasserschutzgebiete:

LfU-Nr.: 311 102 WV Tuniberg (Stadt Freiburg)  
315 090 Bötzingen Tiefbrunnen  
315 100 Merdingen Tiefbrunnen

Die Trends der Messstellen wurden in 2004 überprüft und ergaben laut Aussage des LRA Breisgau-Hochschwarzwald keine veränderte Einstufung der Problemgebiete.

Die Gemeinden Merdingen und Schallstadt fallen durch ihren großen Anteil an Flächen mit hoher Nitratauswaschungsgefahr auf. So sind dies in Merdingen 32 % und in Schallstadt 18 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche.

## **6. Gesamtbewertung**

Auf Grund der Ergebnisse der erstmaligen und der weitergehenden Beschreibung erreicht der GWK 16.7 „Freiburger Bucht“ bzgl. des Parameters **Nitrat nicht den guten chemischen Zustand**. Hinsichtlich der diffusen Belastung durch Nitrat wird der GWK insgesamt als **gefährdeter Grundwasserkörper** eingestuft. Der Eintrag aus den intensiv ackerbaulich genutzten Flächen stellt eine signifikante Belastung für das Grundwasser dar. Die Belastung ist durch Immissionsdaten vielfach belegt. Zum Nitratreintrag tragen maßgeblich die Kulturen Mais, Gemüse, Spargel und Reben bei.