

Weitergehende Beschreibung des gefährdeten Grundwasserkörpers 16.8 – Markgräflerland

INHALT

1. Abgrenzung	1
2. Geologische und hydrogeologische Merkmale des gGWK 16.8 – Markgräflerland	3
3. Merkmale der Bodenüberdeckung.....	14
4. Belastung aus diffusen Quellen - Landnutzung	18
5. Grundwasserbeschaffenheit	21
6. Gesamtbewertung	27

Allgemein:

Ziel der weitergehenden Beschreibung gemäß Anhang II Nr. 2.3 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 hydro-chemischen 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:

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

1. Abgrenzung

Als Ergebnis der Auswertungen im Rahmen der erstmaligen Beschreibung des Grundwasserkörpers 16.8 - Markgräflerland wurde für dieses Gebiet ein hohes Risiko ermittelt, dass der gute Zustand bezüglich des Parameters Nitrat insbesondere durch Stickstoffeinträge aus der Landbewirtschaftung nicht erreicht wird.

Daher wurde ausgehend von den Gemeindegrenzen der gefährdete Grundwasserkörper (gGWK) 16.8 – Markgräflerland abgegrenzt. Er soll im Rahmen der weitergehenden Beschreibung detailliert

beschrieben und beurteilt werden. Dazu werden solche Merkmale herangezogen, die im Hinblick auf die Art der Gefährdung des Grundwasserkörpers und die daraus abzuleitenden Maßnahmen relevant sind. Hierzu werden im abgegrenzten Gebiet neben weiteren Angaben zu hydrogeologischen und bodenkundlichen Merkmalen auch genauere Angaben zur Landnutzung gemacht.

Die Zuordnung von Immissionsflächen (Typ 1) und Standorteigenschaften-Flächen (Typ 2) im gGWK zeigt Tabelle 4.2.1.1. Danach sind ausschließlich auf Grund der Immissionen 6 der 17 zugehörigen Gemeinden und zehn Gemeinde sowohl auf Grund der Immissionen als auch der Standorteigenschaften ursächlich bei Ausweisung des gGWK aufgeführt. Eine Gemeinde ist wegen der Standorteigenschaften im gGWK enthalten.

Tabelle 4.2.1.1: Ursachen-Zuordnung von Gemeinde-Flächen zum gGWK 16.8 (=Ergebnis der Erstmaligen Beschreibung).

Name	GemFI, km ²	mittlerer rechnerischer N-Überschuss Acker für 50 mg Nitrat/l Sickerwasser Gesamtgebiet (kg N/ha/a)	typ_2S	typ1	Code
Auggen	14,15	61,0	2	1	3
Bad Krozingen	35,66	46,4	2	1	3
Ballrechten-Dottingen	6,62	68,3		1	1
Breisach am Rhein, Stadt	54,58	47,3	2	1	3
Buggingen	15,32	42,8	2	1	3
Eschbach	10,03	51,7	2	1	3
Hartheim	26,05	56,3	2	1	3
Heitersheim, Stadt	11,71	50,5	2	1	3
Müllheim, Stadt	57,91	94,8		1	1
Neuenburg am Rhein, Stadt	44,12	66,5		1	1
Staufen im Breisgau, Stadt	23,26	139,3		1	1
Sulzburg, Stadt	22,73	242,5		1	1
Ehrenkirchen	37,80	91,9		1	1
Bad Bellingen	16,93	63,2	2		2
Binzen	5,81	63,7	2	1	3
Efringen-Kirchen	43,74	64,6	2	1	3
Eimeldingen	3,55	59,8	2	1	3
Fischingen	1,89	53,1	2	1	3
Rümmingen	4,46	142,4			0
Schliengen	37,46	130,6		1	1

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

2. Geologische und hydrogeologische Merkmale des Gefährdeten Grundwasserkörper 16.8 – Markgräflerland

a) Geologische Merkmale

Der gefährdete Grundwasserkörper Nr. 16.8 Markgräfler Land (gGWK 16.8) gehört im Westteil zum Hydrogeologischen Großraum Oberrheingraben und dort zu den Hydrogeologischen Teilräumen Quartäre/Pliozäne Sedimente der Grabenscholle und Tektonische Schollen des Gabenrands sowie im Osten zum Hydrogeologischen Großraum Südwestdeutsches Grundgebirge mit dem Hydrogeologischen Teilraum Kristallin des Schwarzwalds. Das Gebiet umfasst im wesentlichen das Rheintal südlich des Kaiserstuhls bis Weil am Rhein, die Vorbergzone zwischen Staufen und dem Isteiner Klotz sowie Teile des Grundgebirgsschwarzwalds. Teilweise liegen die oberirdischen Einzugsgebiete des Neumagens bei Staufen, des Sulzbachs bei Sulzburg, des Klemmbachs bei Müllheim und des Hohlenbachs bei Schliengen im gGWK 16.8.

A-Karte 9.9.1a-b -

Hydrogeologisch sind im gGWK 16.8 Lösssedimente, Flussbettsedimente, quartäre Lockergesteine im Oberrheingraben (Neuenburg-Formation, Breisgau-Formation), das Tertiär im Oberrheingraben, mittel- bis oberjurassische Kalk- und Mergelsteine sowie das Kristallin von Bedeutung. Die tertiären und mesozoischen Gesteine sind bereichsweise von Löss überlagert.

Lösssedimente (los): In der Vorbergzone sind die mesozoischen und tertiären Gesteine in weiten Bereichen lössüberdeckt, im Bereich des Markgräfler Hügellands und der Staufener Bucht auch die quartären Kiese und Sande. Der Löss wurde in den Kaltzeiten aus Westen angeweht und lagerte sich westlich der Rheinniederung überwiegend in der Vorbergzone am Fuß des Schwarzwalds ab. 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. Verlehnte Horizonte können aufgrund interglazialer Bodenbildungsprozesse auch innerhalb der Lössabfolge auftreten.

Die Lössüberlagerung kann Mächtigkeiten bis 30 m erreichen.

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 2m.

Flussbettsedimente (qg): Im gGWK 16.8 sind in den Schwarzwaldtälern des Klemmbachs und des Neumagens jungpleistozäne und holozäne Kies- und Sandvorkommen als Talablagerungen verbreitet.

Die Talablagerungen 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 Flussbetsedimente mit den Sedimenten der Niederterrasse im Oberrheingraben. Die Mächtigkeit der Flussbetsedimente beträgt wenige Meter.

Neuenburg-Formation (qN): Im Gebiet des gGWK 16.8 bilden die Kiese und Sande der Neuenburg-Formation den obersten Grundwasserleiter. Sie werden unterlagert von den Schichten der Breisgau-Formation (Tab. 4.2.1.2a). Pliozäne Sedimente sind im gGWK 16.8 hydrogeologisch nicht relevant.

Tab. 4.2.1.2a: Geologische Gliederung des Jungquartärs im südlichen Oberrheingraben

Neuenburg-Formation (qN)	Obere Neuenburg-Schichten (qNo)
	Untere Neuenburg-Schichten (qNu)
Breisgau-Formation (qBS)	Obere Breisgau-Schichten (qBSo)
	Untere Breisgau-Schichten (qBSu)

Die Schotter der Neuenburg-Formation bestehen aus grauen bis rötlichgrauen Kiesen mit wechselnden Sand- und geringen Schluffanteilen. Stellenweise sind in die Kiese Stein- und Blocklagen eingeschaltet. Mit Annäherung an den Rhein nimmt der am Schwarzwaldrand dominierende Anteil an kristallinen Geröllen ab und es überwiegen Gerölle alpiner Herkunft. Die Sortierung nimmt in diese Richtung zu. Die Sandfraktion besteht in den Rheinkiesen überwiegend aus Fein- bis Mittelsand. Innerhalb der Kiesabfolge sind linsenartig sandige Bereiche ausgebildet, die lateral nur über kurze Entfernungen parallelisiert werden können. Im Süden des gGWK 16.8 treten im basalen Abschnitt der Neuenburg-Formation nagelfluhartig verkittete Schotter auf. Hydraulisch wirksame Trennschichten fehlen innerhalb der Neuenburg-Formation.

Bereichsweise lässt sich die Neuenburg-Formation lithofaziell in eine obere (Obere Neuenburg-Schichten) und in eine untere Abfolge (Untere Neuenburg-Schichten; Tab. 4.2.1.2a) unterteilen. An der Basis dieser Abfolgen liegt jeweils eine Groblage aus locker gelagerten, grauen, sandigen Kiesen und Steinen (bis zu 20 cm Durchmesser) überwiegend alpiner Herkunft.

Im Holozän wurde die Neuenburg-Formation in der Rheinaue in den oberen 10 – 15 m umgelagert. Die Mächtigkeit der Neuenburg-Formation nimmt generell von Süden nach Norden und von der Vorbergzone im Osten nach Nordwesten zu. Sie erreicht im Gebiet des gGWK 16.8 nördlich von Grezhausen eine maximale Mächtigkeit von 70 m, bei Grißheim 60 m. Im Durchschnitt ist die Neuenburg-Formation im gGWK 16.8 40 - 45 m mächtig.

Breisgau-Formation (qBS): Unter der Neuenburg-Formation folgt in großen Teilen des gGWK 16.8 die Breisgau-Formation. Genetisch gehören auch die hochliegenden älterpleistozänen Schotter in der Vorbergzone südlich von Heitersheim zu dieser hydrogeologischen Einheit. Zwischen der Neuenburg-Formation und der Breisgau-Formation ist kein hydraulisch wirksamer Trennhorizont ausgebildet. Die beiden Formationen unterscheiden sich jedoch in ihren Petrographie und damit auch in ihren hydraulischen Eigenschaften voneinander.

Nördlich von Stein Stadt ist die Breisgau-Formation im gesamten Gebiet des gGWK 16.8 verbreitet mit Ausnahme der Biengener und Krozinger/Schlatter Berge sowie südöstlich von Bremgarten. Zwischen Möhlin und Sulzbach reicht die Breisgau-Formation teilweise, zwischen Sulzbach und Klemmbach erheblich über das Verbreitungsgebiet der Neuenburg-Formation hinaus nach Osten. Am westlichen Rand des Markgräfler Lösshügellands zwischen Müllheim und Buggingen wird das präquartäre Festgestein direkt von den Schottern der Breisgau-Formation überlagert. Im Süden keilt die Breisgau-Formation auf der Höhe von Müllheim/Stein Stadt aus.

Die Breisgau-Formation besteht aus unterschiedlich dicht gelagerten, sandig-schluffigen Kiesen, in die stellenweise geringmächtige Schlufflinsen eingelagert sind. Die Gerölle stammen sowohl aus den Alpen (Rheineinzugsgebiet) als auch aus dem Schwarzwald (lokale Komponenten). Die Kristallingerölle sind z. T. frisch, z. T. mäßig bis sehr stark verwittert. Sie zerfallen dann zu Mittel- bis Grobsand. Allgemein nehmen der Zersetzungsgrad und die Lagerungsdichte mit der Tiefe zu. Die Breisgau-Formation ist in der Hydrogeologischen Karte Kaiserstuhl - Markgräflerland (HGK 1977) als „Festgelagerte Kiese und Schotter mit größeren Schluffanteilen“ beschrieben. Hydraulisch wirksame Trennschichten innerhalb der Breisgau-Formation fehlen.

Aufgrund lithologischer Unterschiede und einer stellenweise ausgebildeten Groblage in der oberen Hälfte der Abfolge kann die Breisgau-Formation bereichsweise in eine mittel bis hoch durchlässige obere Abfolge (Obere Breisgau-Schichten) und in eine mäßig bis gering durchlässige untere Abfolge (Untere Breisgau-Schichten) unterteilt werden (Tab. 4.2.1.2a).

Die Mächtigkeit der Breisgau-Formation nimmt vom Vorbergzonenrand zum Rhein hin mehr oder weniger gleichmäßig zu. Sie erreicht im Gebiet des gGWK 16.8 am Rhein südwestlich von Hartheim ihr Maximum von ca. 100 m. Im Bereich einer tertiären Festgesteinsauftragung südlich von Bremgarten reicht der Festgesteinsuntergrund bis ca. 10 Meter unter die Geländeoberfläche. Dort fehlt die Breisgau-Formation. Im Durchschnitt ist die Breisgau-Formation im gGWK 16.8 zwischen 70 und 80 m mächtig.

Tertiäre Sedimente des Oberrheingrabens (tOR): Tertiäre Sedimente treten im Norden des gefährdeten Grundwasserkörpers am Südrand des Batzenbergs auf. Weiter im Süden sind sie entlang des Weststrands der Vorbergzone in der Staufen-Sulzburger Vorbergzone bis in das Gebiet von Efringen-Kirchen vorhanden. Sie bestehen im Süden aus bis zu 125 m mächtigen Mergeln (unteroligozäne Streifige und Bunte Mergel, obereozäne bis unteroligozäne Lymnänenmergel und

Streifige Mergel, Lymnänenmergel-Formation, tLSM) mit Steinmergel- und Kalksandsteinlagen und stellenweise bänderartigen Gipseinschaltungen. Weiter im Norden sind obereozäne bis oligozäne, grobblockige, kalkige Küstenkonglomerate (Küstenkonglomerat-Formation, tK) verbreitet, die nach Westen mit zunehmender Entfernung von der ehemaligen Küstenlinie in feinerklastische Kalksandstein- und Mergelsteinlagen übergehen (Lymnänenmergel-Formation, tLM und Streifige Mergel-Formation, tSM). Das Küstenkonglomerat ist bereichsweise stark geklüftet, wobei die Klüfte durch Lösungskorrosion erweitert sein können.

Oberjura (jo): Das Hauptverbreitungsgebiet des Oberjuras in Rauracischer Fazies (Korallenkalk-Formation, oxK) liegt in der Vorbergzone zwischen Müllheim und Kandern sowie am Isteiner Klotz südlich von Istein, wo die Kalke auch stellenweise übertage austreichen. Die durch Korallenvorkommen im unteren Teil der Schichtenfolge charakterisierten Oxfordkalke sind z. T. verkarstet und erreichen eine Mächtigkeit von ca. 50 m.

Die darunter folgende Kandern-Formation (oxKA) besteht aus dem Renggeriton (Tonsteine mit Tonmergelsteineinschaltungen) und den „Terrain à chailles“ (Mergeltonsteine mit Knollen und Knollenbänken aus Kalkstein). Die Gesamtmächtigkeit der Kandern-Formation liegt zwischen 80 und 110 m. Sie wird großflächig von quartären Umlagerungssedimenten überdeckt.

Mittel- und Unterjura (jm, ju): Mittel- und Unterjura treten entlang der Schwarzwaldrandverwerfung im Osten der Vorbergzone an der Grenze zum kristallinen Schwarzwald sowie als Inselberge in der äußeren Grabenzone auf. Das größte Verbreitungsgebiet liegt zwischen Müllheim und Kandern. Nördlich von Staufen liegt unmittelbar westlich der Schwarzwaldrandverwerfung lediglich ein schmaler Span aus steilstehenden jurassischen Sedimenten. In die tonig-mergelige Sedimentfolge ist ein verkarsteter, bis 80 m mächtiger Kalkoolith (Hauptrogenstein, bjHR) eingelagert, der wasserwirtschaftlich von Bedeutung ist. Er baut auch den lössüberdeckten, inselartig aufragenden Tuniberg (nur teilweise im gGWK 16.8) sowie den Schlatter-, Krozinger und Biengener Berg auf.

Die tektonisch stark gestörte Abfolge der mitteljurassischen Sedimente erreicht im Gebiet um Staufen eine Gesamtmächtigkeit von 240 m, nördlich des Bamlacher Grabens von ca. 300 m.

Der Unterjura besteht im oberen Abschnitt aus dunkel- bis schwarzgrauen Mergel-, Tonmergel und Tonsteinen. An der Basis treten geringmächtige Kalksteinlagen hinzu. Die Abfolge erreicht eine Mächtigkeit von 70 – 80 m.

Die mittel- und unterjurassische Schichtenfolge wird in der Vorbergzone häufig von Löss überlagert.

Trias (tr): Südlich und nördlich von Staufen sowie südlich von Müllheim folgt westlich der Schwarzwaldrandverwerfung ein verhältnismäßig schmaler Streifen aus steilstehenden triassischen Sedimenten.

Kristallin (KR): Das kristalline Grundgebirge besteht zwischen Müllheim und der nördlichen Gebietsgrenze überwiegend aus Paragneisen, im Süden treten auch Granite auf. Oberflächennah ist das Kristallin infolge Verwitterung aufgelockert und bereichsweise vergrust.

Tektonik: Im Gebiet des gGWK 16.8 ist der Festgesteinsuntergrund in eine Vielzahl von Schollen zerbrochen, die staffelförmig grabenwärts abgesunken sind. Von West nach Ost werden folgende tektonische Einheiten unterschieden:

- Grabenschollen des zentralen Oberrheingrabens
- Innere Rheingabenverwerfung
- Vorbergzone
- Äußere Rheingabenverwerfung
- Grundgebirgsscharzwald

Die Grabenscholle des zentralen Grabens ist durch mächtige Tertiärsedimente unter quartärer Überdeckung gekennzeichnet. Neben dieser bedeutenden, rheinisch verlaufenden Störung gibt es mehrere NNW-SSE verlaufende Störungen, die Auswirkungen auf die Verbreitung und Mächtigkeit zumindest der Unteren Breisgau-Schichten und der Iffezheim-Formation haben. Da die tektonischen Bewegungen im Oberrheingaben noch bis in die Gegenwart anhalten, ist auch ein steuernder Einfluss auf die Ablagerungsprozesse und -produkte der jüngeren Einheiten wahrscheinlich. Die innere Rheingabenverwerfung (Rheinstörung) folgt zwischen Schliengen und Biengen annähernd dem morphologischen Rand zwischen der Rheinniederterrasse und den Vorbergen. Weiter nach Norden verläuft sie am Westrand des Tunibergs. Zu der aus mesozoischen und überwiegend älteren tertiären Gesteinen aufgebauten und in ein Schollenmosaik zerlegten Vorbergzone gehören u. a. das Markgräfler Hügelland südlich von Staufen mit den vorgelagerten Festgesteinsschollen sowie der Krozinger Berg, der Biengener Berg und der Batzenberg. Das südliche Markgräfler Hügelland wird vom herzynisch streichenden 3 - 4 km breiten Bamlacher Graben durchzogen. Nordöstlich des Grabens stehen vor allem Gesteine des Doggers und Malms an. Südwestlich davon liegt der tektonisch stark zerrüttete, aus verkarsteten Oxfordkalken aufgebaute Isteiner Klotz. Entlang der äußeren Rheingabenverwerfung (Schwarzwaldrandverwerfung) treten schuppenartig steilstehende, mit 30 - 60° nach Westen einfallende triassische Sedimente (Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper) auf.

b) Hydrogeologische Merkmale

Hydrogeologische Gliederung: Die quartären Sande und Kiese der Neuenburg-Formation bilden zusammen mit den unterlagernden Sedimenten der Breisgau-Formation im Gebiet des gGWK 16.8 einen gemeinsamen Grundwasserleiter. Demgegenüber ist die Grundwasserführung in den tertiären bis mesozoischen Festgesteinen der Vorbergzone nur von untergeordneter Bedeutung. Die Grundwasserführung im Kristallin des Grundgebirgsschwarzwalds ist vernachlässigbar gering und wird nicht beschrieben.

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

Tab. 4.2.1.2b: 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
Oberjura	Kluft-, bereichsweise Karstgrundwasserleiter
Mittel- und Unterjura	Überwiegend Grundwassergeringleiter (Hauptrogenstein: Kluft/Karstgrundwasserleiter)
Trias, undifferenziert	Grundwasserleiter (Kluftgrundwasserleiter) bis Grundwassergeringleiter

- Grundwasserflüsse über die Grenzen des gGWK 16.8 erfolgen im Oberrheingraben von Süden zwischen Weil und Kirchheim/Eimeldingen sowie in geringem Maße von Osten über das angrenzende Festgestein. Die zutretende Grundwassermenge variiert dabei entlang der östlichen Aquifergrenze in Abhängigkeit von der Lithologie des angrenzenden Festgesteins. Die Größenordnung des Randzustroms ist nicht bekannt. Ein Grundwasserabstrom erfolgt nach Nordwesten sowohl westlich als auch südöstlich des Kaiserstuhls zum gGWK 16.9. Ob der Rhein im Westen des gGWK 16.8 von Grundwasser unterströmt wird, ist nicht bekannt.

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

Jungquartäre Flusskiese und -sande: Die Flussbettsedimente bilden in den Seitentälern des Schwarzwalds geringmächtige Porengrundwasserleiter. Sie werden im gGWK 16.8 von der gering durchlässigen Breisgau-Formation unterlagert bzw. liegen bereichsweise direkt auf den Gesteinen des Kristallinen Grundgebirges.

Die hydrogeologischen Eigenschaften der Talkiese variieren in Abhängigkeit von den örtlich unterschiedlichen Schluffgehalten. 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 $T = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$. 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 Jungquartären Flusskiesen und -sanden wird einerseits durch Zufluss aus den angrenzenden Festgestein 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 in der Talaue das Grundwasserdargebot.

Quartäre Sande und Kiese im Oberrheingraben: Die quartären Sande und Kiese im Oberrheingraben bilden im gGWK 16.8 den obersten Grundwasserleiter. Sie lassen sich vertikal in die Neuenburg-Formation und die Breisgau-Formation gliedern, die unterschiedliche hydraulische Eigenschaften aufweisen. Zwischen den beiden hydrogeologischen Einheiten bestehen hydraulische Verbindungen, ein Stockwerksbau existiert nicht.

Die Neuenburg-Formation ist im gesamten Bereich der Niederterrasse verbreitet. Sie liegt im Süden bis Ottmarsheim – Stein Stadt direkt auf dem Festgesteinsuntergrund. Weiter im Norden wird die Neuenburg-Formation von der Breisgau-Formation unterlagert. Bezüglich der Durchlässigkeit lassen sich Unterschiede zwischen den Gebieten mit überwiegend alpinem Material und überwiegend Schwarzwaldmaterial unterscheiden. Für alpines Material liegen die Durchlässigkeiten bei $k_f = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$, unmittelbar am Schwarzwaldrand zwischen $k_f = 0,5 \cdot 10^{-3}$

m/s und $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ m/s. Einen großen Einfluss auf die Transmissivität der Gesamtfolge haben einzelne, bis zu wenige Dezimeter mächtige, gut sortierte, sandarme Kieslagen („Rollkies“), die hohe Durchlässigkeiten besitzen ($k_f > 10^{-2}$ m/s). Wegen der fluviatilen Entstehung sind die Rollkieslagen rinnenartig verbreitet.

Die durch den erheblichen vertikalen Wechsel der Durchlässigkeit bedingte Anisotropie des Aquifers hat verhältnismäßig niedrige Speicherkoeffizienten zur Folge. Obwohl meist ein freier Grundwasserspiegel vorliegt, belegen in Pumpversuchen ermittelte S-Werte von z. T. $S < 0,06$ bis $S = 10^{-4}$ halbgespannte bis gespannte Verhältnisse.

Die Breisgau-Formation unterlagert nördlich von Steinenstadt die Neuenburg-Formation. Die Basis der Breisgau-Formation wird entweder durch tertiäre bis jurassische Festgesteine oder im zentralen Grabenbereich durch die Schluffe und Tone der Iffezheim-Formation gebildet.

Die Breisgau-Formation besteht überwiegend aus lokalem Material mit hohen Schluffbeimengungen. Die aus dem Schwarzwald stammenden Granit- und Gneisgerölle sind durch Verwitterungsvorgänge stark zersetzt und dicht gelagert. Dementsprechend sind die Durchlässigkeiten der Breisgau-Formation am Schwarzwaldrand und in den Schwemmfächern der Schwarzwaldflüsse aufgrund der starken Zersetzung des Materials und der dichten Lagerung sehr gering. Grundwassererschließungsversuche in der Staufener Bucht haben aus Einzelbrunnen kaum mehr als $Q = 1 - 5$ l/s geliefert. Zum Rhein hin nimmt der Anteil an alpinem Material und damit auch die Durchlässigkeit der Breisgau-Formation zu.

Die Grundwasserneubildung erfolgt in den quartären Kiesen und Sanden im Oberrheingraben durch Infiltration von Niederschlag sowie durch Uferfiltration des Rheins und der Rhein-Nebenflüsse (Möhlin, Neumagen, Sulzbach, Klemmbach, Hohlebach). Während am Rhein in Abhängigkeit von den hydrologischen Verhältnissen abschnittsweise infiltrierende bzw. exfiltrierende Verhältnisse herrschen, infiltrieren die Schwarzwaldflüsse beim Übertritt in den Oberrheingraben sehr stark und versickern zu Zeiten geringerer Wasserführung auf ihrem Weg zum Rhein vollständig.

Der Grundwasserabstrom erfolgt südlich des Isteiner Klotzes nach Westen zum Rhein hin. Weiter im Norden herrscht am Schwarzwaldrand eine westliche bis nordwestliche Grundwasserfließrichtung vor. In größerer Entfernung vom Schwarzwaldrand biegt die Fließrichtung in nördliche Richtung um, wobei das Gefälle der Grundwasseroberfläche infolge der zunehmenden Transmissivität deutlich abnimmt.

Der Flurabstand des Grundwassers beträgt im südlichen Teil bis auf Höhe von Neuenburg auf der Niederterrasse über 20 m, in der Rheinaue um 10 m. Weiter nach Norden nimmt der Flurabstand bis in das Gebiet um Hausen an der Möhlin auf 10 Meter und bis Gündlingen auf 5 m ab.

Tertiär: Die Grundwasserführung in den tertiären Sedimenten ist gering bis sehr gering. In durchlässigeren Lagen ist stellenweise eine geringe Grundwasserführung vorhanden. Da das Grundwasser der tertiären Schichten überwiegend im Bereich der höhergelegenen Vorbergzone neu gebildet wird und die Schichtenfolge nach Westen einfällt, kann das Grundwasser im Westen artesisch gespannt sein.

Oberjura: Der Oberjura in rauracischer Fazies ist ein Kluft-, bereichsweise ein Karstgrundwasserleiter. Er entwässert an der Karstbasis an der Westseite des Isteiner Klotzes über einige schwach schüttende Karstquellen.

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

Der in die geringdurchlässigen Schichten eingeschaltete Hauptrogenstein bildet in der Vorbergzone zwischen Müllheim und Kandern einen durch zahlreiche Störungen in einzelne Schollen zerlegten, flächenmäßig wenig ausgedehnten Karstgrundwasserleiter. Angaben zu den Durchlässigkeiten im Ausstrichbereich dieser hydrogeologischen Einheit liegen nicht vor. Der Hauptrogenstein entwässert über einige Karstquellen nach Westen zum Rheintal hin. Die mittlere Schüttung liegt in der Regel zwischen $Q = 1$ l/s bis $Q = 4$ l/s. Die Hauptrogensteinschollen beiderseits des Hohlebach- und Gennenbachtals gehören zum weiteren Einzugsgebiet der Thermal-/Mineralwässer, die mit den Bohrungen von Bad Bellingen und Steinenstadt aus dem tief versenkten Hauptrogenstein des Bamlacher Grabens gefördert werden.

Trias: Die in den tektonisch stark gestörten Bereichen nahe der Schwarzwaldrandverwerfung auftretenden triassischen Kalksteine, Sandsteine und Mergel sind je nach Petrographie Grundwasserleiter oder Grundwassergeringleiter. Die Ergiebigkeit der hydrogeologischen Einheit ist aufgrund der kleinräumigen Strukturen gering.

Kristallin: Die Grundwasserführung im Kristallin ist gering und beschränkt sich auf Störungen und Klüfte. Wasserwirtschaftlich erwähnenswert sind Grundwasservorkommen in der Auflockerungszone der Granite und Gneise, die in zahlreichen, in ihrer Schüttung meist stark schwankenden Quellen zutage treten.

c) Stratifikationsmerkmale des Grundwasserkörpers

A-Karte 9.9.1c -16.8

Spezielle Untersuchungen zur Stratifikation des Grundwassers liegen für den gGWK 16.8 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 -16.8

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, 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.

Die langjährige mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag ist in Karte 9.9.1.d-16.8 dargestellt. Für den gGWK 16.8 ergeben sich folgende Ergebnisse:

- Für die Fläche des gGWK 16.8 von 438 km² beträgt die mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag für die untersuchte Standardperiode 1961 – 1990 222 mm/a.
- Regional variieren die Werte zwischen 32 bis 538 mm/a. Die höhere Grundwasserneubildung erfolgt im Schwarzwald, niedrigere Werte finden sich vor allem im Bereich des Isteiner Klotzes.
- Für 1971, das extreme Trockenjahr der Standardperiode 1961 – 1990, betrug die mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag 74 mm/a bei einer räumlichen Variation von – 121 bis 268 mm/a.

Für 1965, dem extremen Feuchtjahr der Standardperiode 1961 – 1990, betrug die mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag 391 mm/a bei einer räumlichen Variation von 55 bis 876 mm/a.

3. Merkmale der Bodenüberdeckung

Bodeneinheiten: Die Angaben zu den Böden im Gebiet des gGWK16.8 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 Karte 9.9.1e-16.8.

Große Teile der Vorbergzone sind von Löss bedeckt. Während im östlichen Teil der Vorbergzone noch verbreitet Parabraunerden erhalten sind, sind diese im westlichen Teil meist völlig erodiert und nur noch Pararendzinen anzutreffen. In den Reblagen sind sie zusätzlich anthropogen überprägt (rigolt). Insgesamt nimmt nach Westen die Lössmächtigkeit ab und stellenweise kommen Verwitterungs- und Umlagerungsprodukte von Ton- und Mergelsteinen der Trias, des Juras und des Tertiärs sowie von Jurakalkstein an die Oberfläche. An typischen Böden haben sich Pelosol-Braunerden, Pelosol-Parabraunerden und Pseudogley-Parabraunerden sowie Terra fuscen) entwickelt. An den meist bewaldeten Schwarzwaldhängen (östlich von Staufen) im Verbreitungsgebiet der Kristallingesteine dominieren Braunerden aus sandig-lehmigen Schuttdecken. Große Teile der Niederterrasse der Oberrheinebene wird von mittelgründigen, kiesigen Böden (Parabraunerden) bedeckt. Auf kleineren Rücken zwischen Staufen und Bad Krozingen ragen Parabraunerden aus Löss aus den Schotterfluren heraus. Aufgrund der Rheinregulierung mit folgender Grundwasserabsenkung werden die Rheinauen nicht mehr überflutet und der Wurzelraum der Böden ist ohne Grundwassereinfluss. Die Böden aus sandig-schluffigen Auensedimenten über Sand und Kies sind als reliktsche Auenpararendzinen zu bezeichnen.

Im Wurzelraum der Löss-, Schotter- und Kristallinstandorte sowie der reliktschen Auenböden in der Rheinaue findet eine vertikale Sickerwasserbewegung statt. An den Schwarzwaldhängen ist im Hangschuttbereich mit Zwischenabflüssen (Interflow) zu rechnen. In der Vorbergzone findet bei Starkregen auf den Acker- und Rebflächen in Abhängigkeit von Hangneigung, Bodenbedeckung, Bodenart und Oberflächenverschlammung auch erodierender Oberflächenabfluss statt.

Nähere Informationen zu den Böden im Westteil des gGWK 16.8 sind der Bodenkarte von Baden-Württemberg 1 : 25.000 Blatt 8111 Müllheim, 8211 Kandern und 8311 Lörrach 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-, Niederterrassen- und Kristallinstandorte sowie in den reliktschen Auenböden der Rheinaue mit gut bis ausreichend durchlüfteten und stauwasserfreien Böden ist die Denitrifikation als gering einzustufen. In den Auenböden der Rheinzuflüsse ist, in Abhängigkeit vom Grundwassereinfluss insgesamt mit mittleren 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 N /ha/a. 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 N /VE/haLF/a entsprechen mittleren Verhältnissen.

Der N-Eintrag aus Niederschlag in Baden-Württemberg liegt im Mittel bei ca. 20 kg N/ha/ (BACH & FREDE 2003). Er variiert zwischen ca. 7 und 11 kg N/ha/a N im Freilandniederschlag und zwischen 20 und 30 kg N/ha/a 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 N/ha/a 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 NO₃/l. Der

Mittelwert von 10 mg NO₃⁻/l wird in Tab. 4.2.1.3 als mittlere Nitratkonzentration für das Sickerwasser aus Wald- und Grünlandflächen verwendet.

Tab. 4.2.1.3: Faktoren zur Beurteilung der Nitratauswaschung aus dem Boden für den gefährdeten Grundwasserkörper „Markgräfler Land“ (16.8); N = Stickstoff, VE = Vieheinheit, LF = landwirtschaftliche Fläche

Bezug	Inhalt	Einheit	Wert	Symbol	Quelle
Gebietswert: Landnutzung aus Satellitendaten von 1993	Flächenanteil Acker & Reben	%	59	A	Landsat-Daten
	Flächenanteil Wald	%	23	B	
	Flächenanteil Grünland	%	10	C	
	Flächenanteil Siedlung	%	7	D	
	Flächenanteil Gewässer	%	2	E	
Gebietswert: Mittelwert, Zeitreihe 1961-1990	jährliche Sickerwasser- menge Ackerstandorte	mm	325	F	Wasser- und Bodenatlas Ba.-Wü. (UVM & LFU 2004)
Gebietswert: Mittelwert	Denitrifikationsrate Boden Ackerstandorte	kg N/ha/a N	10	G	
Regionale Angaben: Mittelwerte für das landwirtschaftliche Vergleichsgebiet (LVG) Rheinebene, Zeitreihe 1995- 1999	N-Überschuss (Hoftorbilanz flächengewichtet für alle Betriebsformen)	kg N/haLF/a	86	H1	GAMER & ZEDDIES (2001)
	N-Überschuss (Hoftorbilanz: Marktfruchtbetriebe)	kg N/haLF/a	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 N/ha/a	15	J	
	N-Verlust Wirtschaftsdünger (Lagerung & Ausbringung)	kg N/VE/haLF/a	25	K	
	Nitrat aus Wald & Grünland	mg NO ₃ ⁻ /l	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. 4.2.1.3.

$$\begin{aligned}\text{NO}_3\text{pot i.S.} &= \frac{[(H-G-(I*K)+J)*443*A/F]+(L*(B+C))}{(A+B+C)} \\ &= 63 \text{ mg NO}_3^-/\text{l (Daten: Marktfruchtbetriebe)} \\ &= 70 \text{ mg NO}_3^-/\text{l (Daten: alle Betriebsformen)}\end{aligned}$$

Für das Gebiet des gGWK 16.8 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 63 mg/l NO_3^- bzw. mit den Werten aller Betriebsformen (H12 & I1) von 70 mg NO_3^-/l . Da die unterschiedlichen Landnutzungen im Gebiet 16.8 ungleich verteilt sind, die Waldflächen liegen im Osten (Schwarzwald) und im Westen (Rheinaue), 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 63 bzw. 70 mg NO_3^-/l 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 gGWK 16.8 die Standortfaktoren Landnutzung (hoher Ackeranteil), Klima (geringe Sickerwassermenge) und Boden (geringe Denitrifikationskapazität) bei N-Salden der Landwirtschaft (Hoftorbilanz) von 71 bis 86 kg N/ha/a zu Nitratkonzentrationen im Sickerwasser $> 60 \text{ mg NO}_3^-/\text{l}$, allerdings mit deutlichen Unterschieden in einzelnen Teileinzugsgebieten, führen können.

Die Wasserfassungen mit den niedrigen Nitratkonzentrationen liegen im Schwarzwald und in der Rheinaue.

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 (InVeKos-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 Nitratauswaschung unter Berücksichtigung von SchALVO- Kontrolldaten und der kulturartspezifischen Nitratbilanzüberschüsse in 4 Kulturenklassen eingeteilt. Im Allgemeinen wurden Sonderkulturen und Saatmais der Klasse „hohe Auswaschung“, Körner- und Silomais 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

A-Karte 9.9.2-16.8

Die Bodennutzung des gesamten Gebietes (Tabelle 4.2.1.4a) wird deutlich durch Landwirtschaftsflächen geprägt. Diese machen mehr als die Hälfte der gesamten Bodennutzung aus. Gut zwei Drittel dieser Flächen werden ackerbaulich genutzt.

Gemessen an der gesamten Bodenfläche sind etwa 28 % mit Waldfläche bedeckt. Der Anteil der Siedlungen ist mit 15 % eher gering.

Ein Vergleich mit den Landesmittelwerten zeigt, dass im Untersuchungsgebiet der Anteil der Waldflächen deutlich geringer ist und dafür die Landwirtschaftsflächen einen größeren Raum einnehmen.

Tabelle 4.2.1.4a: Bodennutzung im gGWK Markgräflerland (16.8)

1	Teilbearbeitungsgebiet	BG Oberrhein: Markgräflerland (TBG 16.8)	
2	Landkreise	Lörrach, Breisgau-Hochschwarzwald	
3	Gemeinden	Ballrechten-Dottingen, Binzen, Efringen-Kirchen, Eimeldingen, Fischingen, Auggen, Bad Bellingen, Bad Krozingen, Breisach, Buggingen, Ehrenkirchen, Eschbach, Hartheim, Heitersheim, Müllheim, Stadt Neuenburg am Rhein, Stadt Schliengen, Sulzburg, Stadt Staufen	
4	Fläche	437,60 km ²	
5	Bodennutzung (in %)	Markgräflerland	Baden-Württemberg
	Siedlungen	15 %	13,2 %
	Wald	28 %	38,0 %
	Sonstiges (Wasser...)	4 %	2,0 %
	Landwirtschaftsfläche	53 %	46,8 %
	davon:(nur Betriebe > 2 ha)		
	Ackerfläche	35 % *	23,6 % *
	Reb-, Obst- flächen	6 % *	1,4 % *
	Dauergrünland	6 % *	16,0 % *
Quelle: StaLa (Flächen-, Bodennutzungshaupterhebung 2001, Internet) Werte gerundet * Bezug: Gesamtfläche			

Die fruchtbare und durch ihr mildes Klima gekennzeichnete Rheinebene wird intensiv landwirtschaftlich genutzt.

Hier finden sich Bereiche, in denen großflächig Saatmais und Sonderkulturen wie Spargel Feldgemüse, Frühkartoffeln sowie Erdbeeren angebaut werden. Vereinzelt werden auch Tabakfelder bewirtschaftet (u.a. Bad Krozingen, Hartheim). Die weitaus größten Flächenanteile in der Klasse „hohe Nitratauswaschungsgefahr“ bilden das Rebland (ca.40 %) und der Saatmaisbau (ca. 35 %). Danach folgen Spargel (ca. 9 %) und Frühkartoffeln (ca. 5 %) Nach statistischen Angaben hat sich am südlichen Oberrhein der Anbau von Erdbeeren und Feldgemüse in den letzten 25 Jahren, bei Spargel in den letzten 12 Jahren, verdreifacht. Der Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald ist mit über 1.400 ha der anbaustärkste Landkreis für Gemüsefrüchte in Baden-Württemberg. Von den ca. 2000 ha Spargelanbauflächen befinden sich ca. 890 ha im Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald (StaLa, 09.11.2004)

Insgesamt sind 27,9 % der landwirtschaftlichen Gesamtfläche mit Saatmais oder Sonderkulturen bewachsen (nach InVeKoS) und unterliegen damit einer hohen Nitratauswaschungsgefahr. Für die Gemeinde Hartheim erreicht dieser Wert ca. 75%.

47.1 % der gesamten Landwirtschaftsfläche bilden Anbaukulturen mit einer mittleren Auswaschungsgefahr, hierunter vor allem Körner- und Silomais, Weizen, Wintergerste aber auch

Intensivobstbau. Beide Klassen zusammengenommen erreichen somit einen im landesweiten Vergleich sehr hohen Wert von 75%.

Tabelle 4.2.1.4b: N-Auswaschungsgefahr der Kulturen - Vergleich Flächenanteile des gGWK Markgräflerland / Land BW

Nitrat-Auswaschungsgefährdungsklasse	Anbau-Kulturen	Flächenanteile Kulturen GWK 16.8	Flächenanteile Kulturen Land BW
hoch	Reben, Saatmais, Spargel, Frühkartoffeln, Erdbeeren, Gemüse	27,9 %	6,3 %
mittel	Körner- und Silomais, Weizen, Wintergerste, Intensivobst	47,1 %	30,6 %
gering	Roggen, Zuckerrüben, Hafer, Klee gras	10,0 %	17,8 %
sehr gering	Wiesen, Weiden, Sommergerste	15 %	43,5 %

Die Rebanbauflächen (ca.2.400 ha) verteilen sich relativ gleichmäßig auf die Vorgebirgszone, mit etwas höheren Anteilen im südlichen Bereich des GWK. Der Saatmaisbau (ca. 2.000 ha) konzentriert sich auf die Ebene südlich Breisach im Gebiet der Gemeinden Bad Krozingen, Hartheim und Eschbach. Auch ein Großteil der Sonderkulturen (Spargel ca. 540 ha, Gemüse ca. 340 ha), Frühkartoffeln ca. 320 ha und Erdbeeren ca. 100 ha) werden dort verstärkt angebaut.

Bei den Anbaukulturen mit einer mittleren Nitrat auswaschungsgefahr fällt vor allem der Körnermais (ca. 6.300 ha) ins Gewicht, der hier ca. 63 % dieser Auswaschungsklasse ausmacht. Das Anbaugelände deckt sich im nördlichen Bereich in etwa mit dem Gebiet des Saatmaisbaus. Der Schwerpunkt des Anbaus liegt insgesamt im südlichen Bereich von Müllheim/Neuenburg bis Efringen-Kirchen.

Die Viehdichte schwankt in den einzelnen Gemeinden deutlich mit Werten zwischen 0,05 GVE/ha (Eschbach) bis 0,63 GVE/ha (Schliengen). Im Vergleich zum Landesdurchschnitt, der mit 0,83 GVE/ha höher liegt als der höchste Einzelwert im Untersuchungsgebiet, können die Werte hinsichtlich eines Stickstoffeintrags in das Grundwasser vernachlässigt werden. Nennenswerte Viehdichten finden sich noch in den Gemeinden Buggingen (0,37 GVE/ha), Heitersheim (0,48 GVE/ha), Müllheim (0,47 GVE/ha), Neuenburg (0,43 GVE/ha), Bad Bellingen (0,47 GVE/ha) und Binzen (0,58 GVE/ha).

5. Grundwasserbeschaffenheit

Vorgehensweise / Methodik

Als Datengrundlage wurden die Ergebnisse des Grundwasserüberwachungsprogramms, bestehend aus den Landesmessstellen der LfU und der Gewässerdirektion, dem Kooperationsmessnetz der Wasserversorger und den Daten der Landratsämter Breisgau-Hochschwarzwald und Lörrach aus dem SchALVO-Programm zur Bewertung herangezogen. Die Ergebnisse und Beurteilungen aus den Regionalberichten der Gewässerdirektion sowie die Ergebnisse des Sonderuntersuchungsprogramms Nitratbelastung Markgräfler Land (Abschlussbericht Nitratprogramm RPF, 2004) wurden ebenfalls berücksichtigt.

Ergebnisse

A-Karte 9.9.3-16.8

Bei Betrachtung der Messergebnisse im Zeitraum vom 01.01.1996 bis 31.12.2001 weisen von den insgesamt 131 Messstellen, die bemessen wurden, 68 Messstellen eine Überschreitung des Warnwertes auf, 53 Messstellen eine Überschreitung des Grenzwertes. Im Vergleich dazu liegt bei den Daten von 2001, die Grundlage dieser Betrachtungen sind, von insgesamt 120 beprobten Messstellen, noch bei 14 Messstellen eine Warnwertüberschreitung vor. 48 Messstellen liegen mit ihren Werten über dem Grenzwert. Die Ergebnisse des Nitratberichts bestätigen anhaltend hohe Nitratwerte. Vereinzelt Nitratrückgängen stehen zahlreiche Zunahmen seit ca. Mitte der 90`er Jahre gegenüber. Seit 1982 wurden von den 19 im Rahmen des Nitratprogramms untersuchten Tiefbrunnen inzwischen 11 Brunnen stillgelegt.

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 16.8 gelegenen Gewinnungsanlagen wurden auf Grund der Nitratgehalte der Rohwässer teilweise als Problem- oder Sanierungsgebiet eingestuft.

Sanierungsgebiete sind mit Stand 01.01.04 (GBl. vom 18.06.04) die Wasserschutzgebiete (WSG):

WSG Grp. WV „Krozinger Berg“, Bad Krozingen	LfU-Nr 315024
WSG Zweckverb. WV „Weilertal Tiefbrunnen 1-5, Auggen	LfU-Nr 315106
WSG Zweckverb. WV „Weilertal Tiefbrunnen Hügellheim, Müllheim	LfU-Nr 315133
WSG ZV GrpWV Hohlebach-Kandertal, TB 1 und 2, Neuenburg	LfU-Nr.315135
WSG ZV WV Weilertal, Quelle 5, Hügellheim, Müllheim	
WSG Efringen-Kirchen,	LfU-Nr 336192

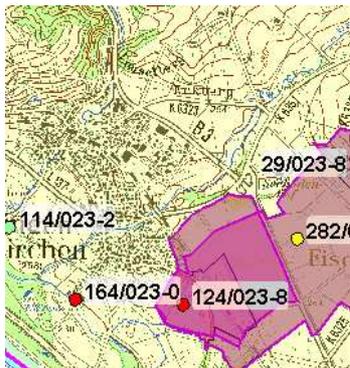
Problemgebiete sind mit Stand 1. Jan. 2004 die WSG:

WSG Grp.WV Sulzbachtal, TB 1 und 2, Heitersheim	LfU-Nr 315131
---	---------------

Markgräflerland südlich von Istein

Im Bereich südlich des Isteiner Klotzes konzentrieren sich die Überschreitungen vor allem auf das Gebiet nördlich der Gemeinden Eimeldingen und Binzen, das intensiv landwirtschaftlich (Acker- und Obstbau, in den Hanglagen Reben) genutzt wird. Das in diesem Bereich liegende Wasserschutzgebiet Efringen-Kirchen ist als Sanierungsgebiet eingestuft bereits festgesetzt bzw. geplant.

Bereich südlich von Istein



Nitrat 2001 (höchste Messwerte)

- < 25 mg/l
- 25,1 - 40 mg/l
- 40,1 - 50 mg/l
- > 50 mg/l



Wasserschutzgebiete



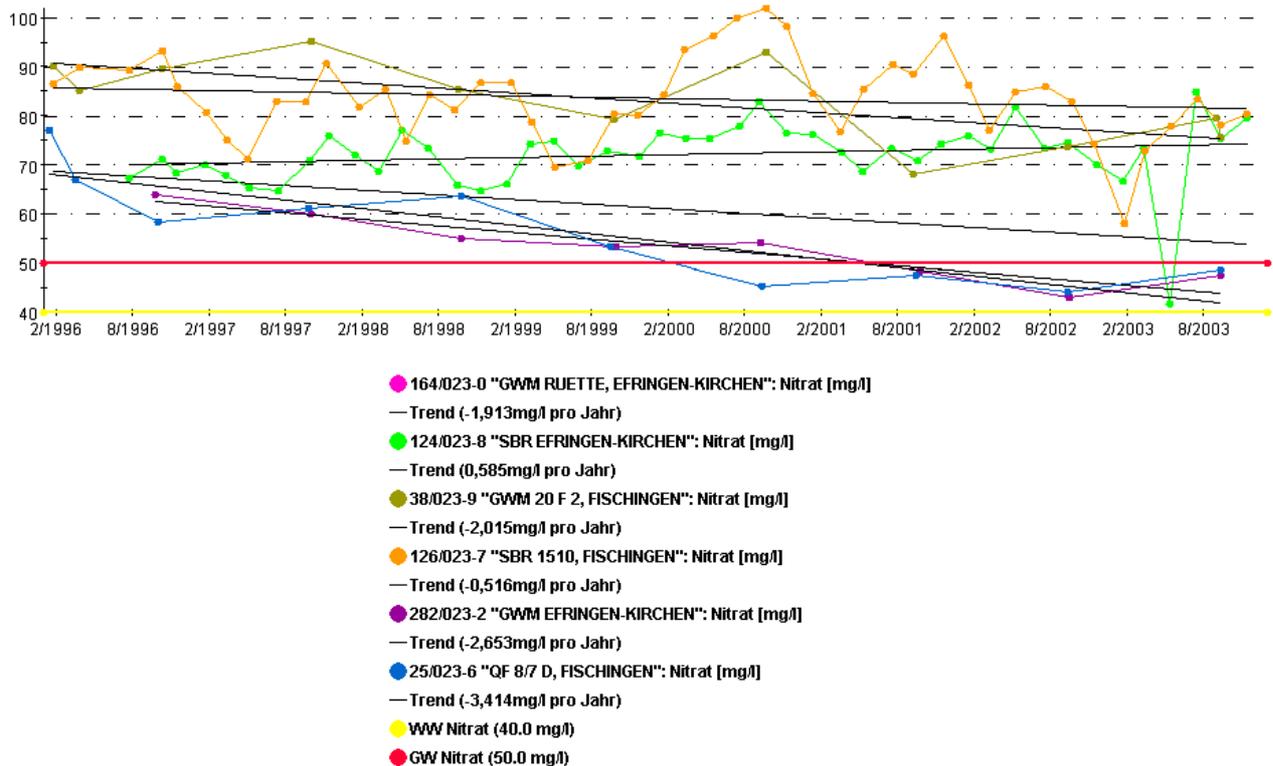
Nitrat Problem-
/Sanierungsgebiete

Im Bereich der Niederterrasse stehen bis zu 35 m mächtige Kiese und Sande an, die stellenweise mit Lösslehmschichten mit einer Mächtigkeit von mehr als 2 m überdeckt sind. Auch die östlich angrenzenden Weinberge sind überwiegend von Lösslehm überdeckt.

Nach Westen hin (westlich der Bundesstraße zwischen Eimeldingen und Efringen-Kirchen) befindet sich ein Geländesprung von mehr als 100 Metern hin zur Rheinaue (Grundwasserflurabstand bei der Messstelle 0164/023-0: 2-4,5 Meter, Grundwassermächtigkeit: 5-6,5 m).

Beim Tiefbrunnen Fischingen (0126/023-0) beträgt der Grundwasserflurabstand 15-17 m, der Wasserstand liegt nur 3-5 m über der Basis des Grundwasserleiters.

In der Vergangenheit wurde eine starke Abhängigkeit der gemessenen Nitratbelastungen mit den Grundwasserneubildungsvorgängen festgestellt. Die Nitratganglinie folgt den Bewegungen der Grundwasserganglinie etwa mit 2-4-monatiger Verzögerung. Die **A-Karte 9.9.1d-16.8 des LGRB** zeigt fast im gesamten Untersuchungsgebiet mit 350-400 mm eine hohe Mittlere Jährliche Grundwasserneubildung auf.



Die ausgewählten Messstellen zeigen einen in der Tendenz ähnlichen Verlauf der Ganglinien im Beobachtungszeitraum von 1996-2003: Insgesamt ist ein leicht fallender Trend der Nitratbelastung zu beobachten, wenngleich auf ganz unterschiedlichem Niveau.

Die aufgezeigten Maximalwerte schwanken zwischen etwa 102 mg/l bei der Messstelle 126/023-7 in Fischingen und knapp über 40 mg/l bei der in der Rheinaue gelegenen Messstelle 114/023-2 der Gemeinde Efringen-Kirchen.

Unter Berücksichtigung der Grundwasserfließrichtung von Ost nach West, bzw. Nordost nach Südwest (vgl. Grundwassergleichenkarte des LGRB, Karte 9.9.1c-16.8) wird ersichtlich, dass die Nitratwerte von den Randlagen der Niederterrasse Richtung Südwesten zur Messstelle 38/023-9 hin zunehmen und sich offensichtlich summieren. Auch bei der sich westlich in der Talau anschließenden Messstelle 164/023-0 finden sich hohe Nitratwerte. Die ebenfalls in der Talau gelegene Messstelle 114/023-2 markiert offensichtlich einen Belastungsrand (nördlich), der nicht mehr oder nur noch schwach von den Nitratbelastungen im Osten betroffen zu sein scheint.

Eindeutig eine Randlage markiert die kaum belastete und insgesamt nur wenig schwankende Messstelle 265/023-6, Tiefbrunnen Rümmingen, mit einem Nitratwert von etwa 20 mg/l ganz im Osten des Untersuchungsgebietes.

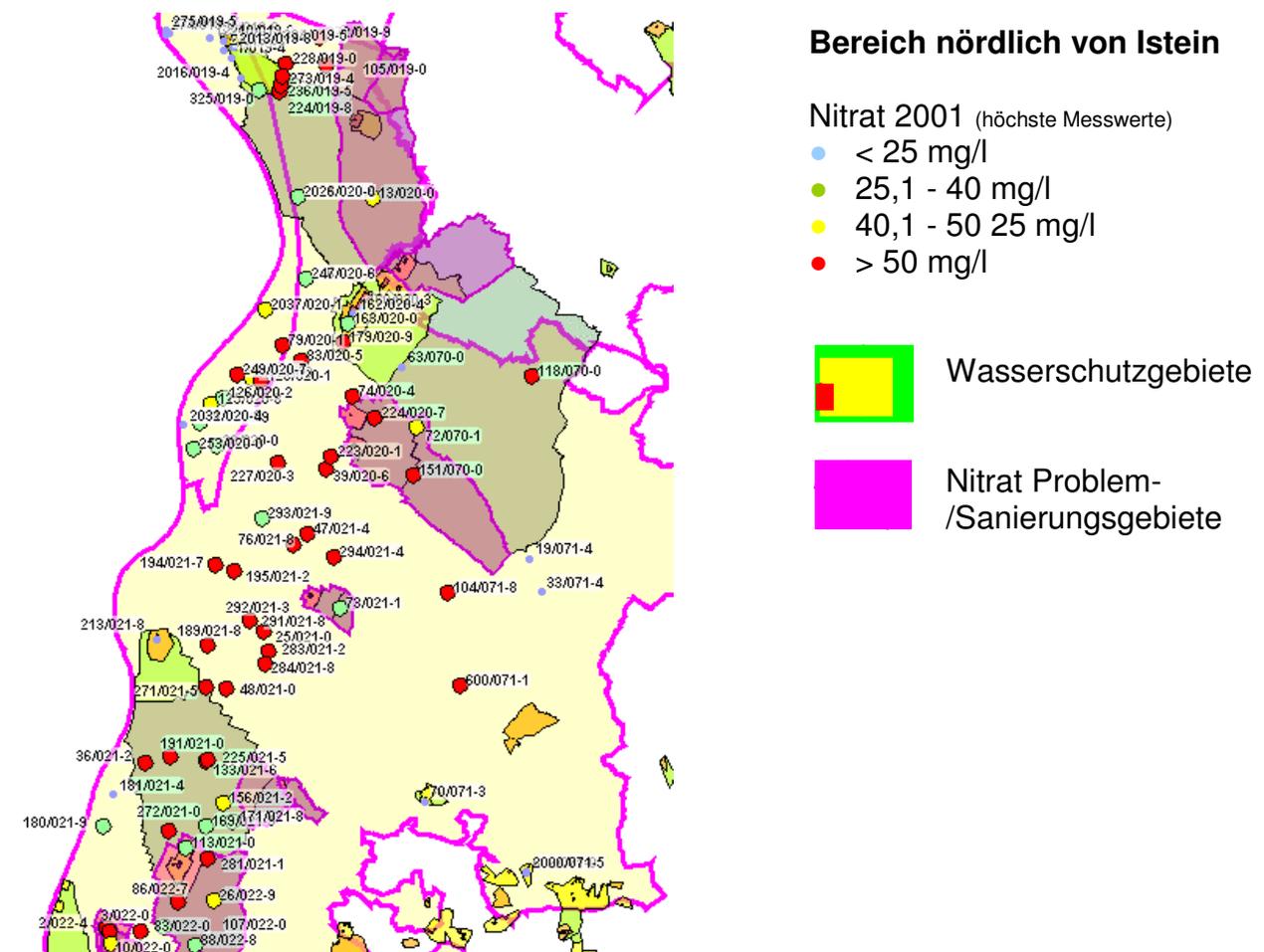
Grenz- bzw. Warnwertüberschreitungen hinsichtlich Pflanzenschutzmitteln sind nicht bekannt geworden.

Fazit: Das Untersuchungsgebiet weist stellenweise Nitratbelastungen auf, die deutlich über dem Grenz- bzw. Warnwert liegen. Insgesamt kann bei allen Messstellen ein leicht fallender Trend erkannt werden.

Markgräflerland nördlich von Istein

Die Überschreitungen der Nitratgrenzwerte konzentrieren sich in diesem Bereich vor allem entlang eines rheinparallel verlaufenden, intensiv landwirtschaftlich genutzten Landstreifens (Mais, Getreide, Sonderkulturen) zwischen Neuenburg und Hartheim sowie auf das Gebiet südlich der Gemeinde Breisach.

Die Belastungen liegen zum Teil innerhalb bereits festgesetzter Sanierungsgebiete der Wasserversorgung (vor allem: Wasserschutzgebiet - Zweckverband Gruppenwasserversorgung Hohlebach-Kandertal, Wasserschutzgebiet - Zweckverband Wasserversorgung Weilertal, Wasserschutzgebiet - Gruppenwasserversorgung „Krozinger Berg“ Bad Krozingen“).

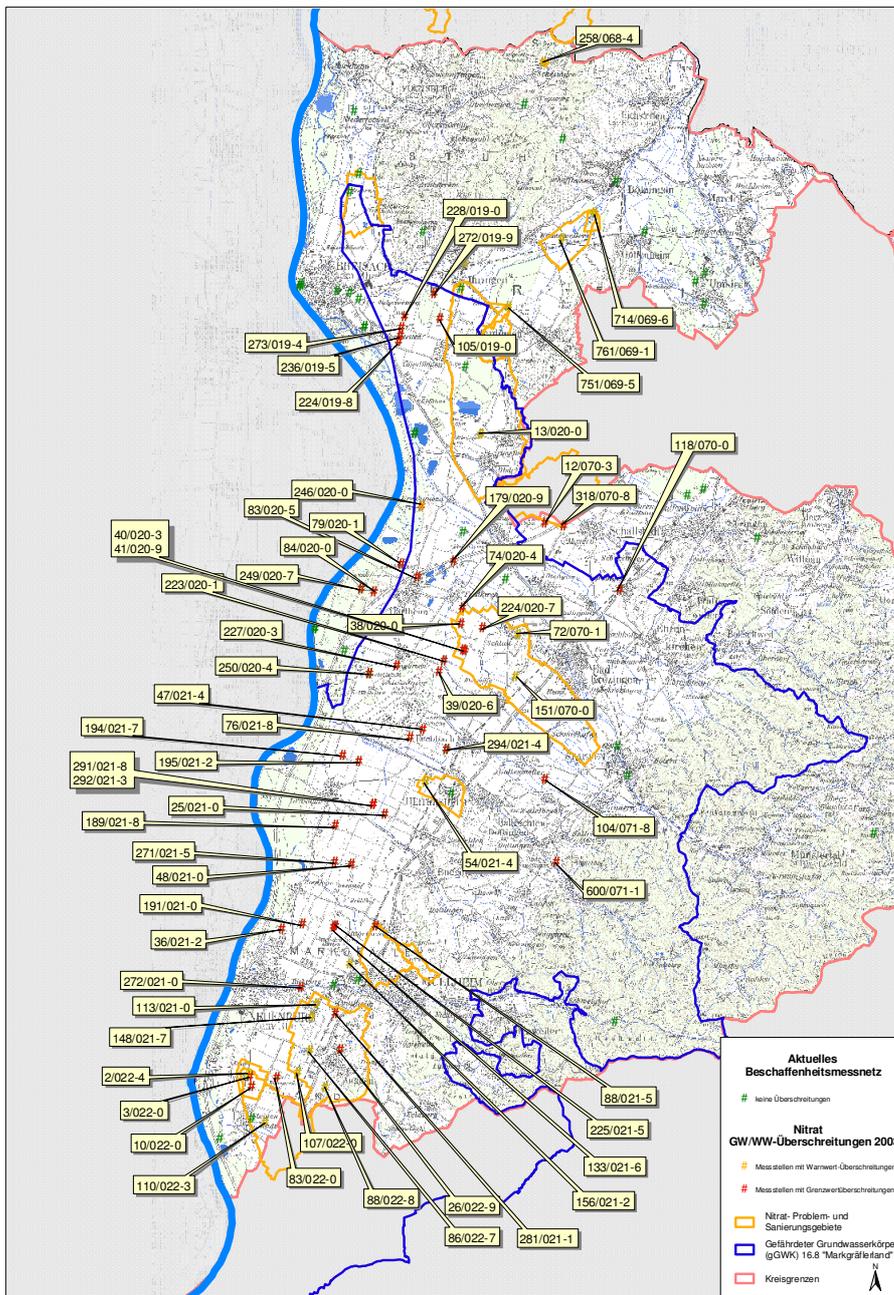


Nördlich von Bad Bellingen weitet sich der Oberrhein Richtung Osten bis zur äußeren Rheingrabenverwerfung, an die sich das Grundgebirge des Südschwarzwaldes anschließt. Den Untergrund bilden vor allem Kiese und Sande, die lokal eine Mächtigkeit von 200 Metern erreichen. Typisch sind auch hier die zum Teil sehr mächtigen Lösslehmdecken.

In Rheinnähe fließt das Grundwasser rheinparallel, aus der Stauffer Bucht strömt das Grundwasser zunächst in westliche bzw. nordwestliche Richtung.

Die Flurabstände liegen nördlich von Schliengen im Bereich der Niederterrasse bei 20-25 m, im Bereich der Rheinaue bei 9-15 m.

Die Nitratwerte zeigen auch hier eine starke Abhängigkeit von den jeweiligen Niederschlägen (vgl. 3.2.1).



Nitratwerte 2003 (Regionalbericht 2003 Landkreis Breisgau- Hochschwarzwald)

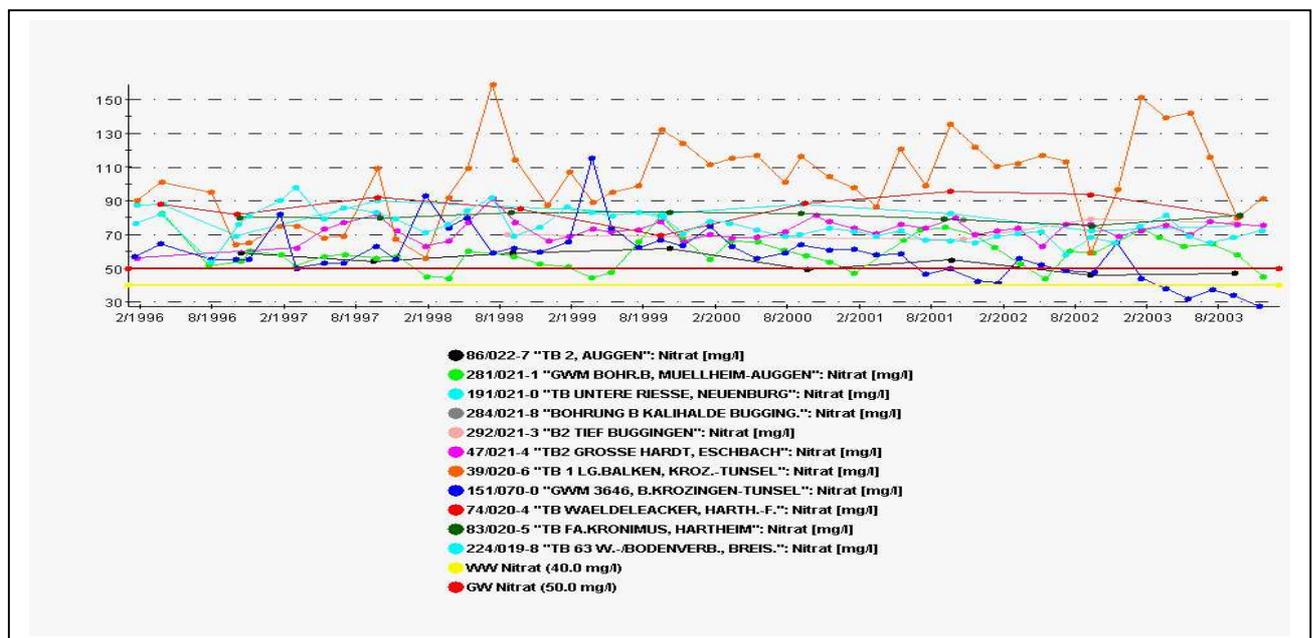
Auffallend sind Belastungszunahmen an einigen Messstellen mit bereits erhöhten Nitratkonzentrationen.

(Höchstwerte im Bereich Bad Krozingen mit 108 – 151 mg Nitrat /l.

Fast 40 % aller beprobten Messorte zeigten eine Grenzwertüberschreitung auf.

Durch die Infiltration gering nitratbelasteten Oberflächenwassers aus der Staufferer Bucht findet in diesem Bereich eine Verdünnung des aus Süden strömenden Grundwassers statt (Untersuchungsergebnisse der „Freiburger Energie- und Wasserversorgung AG“ (FEW) in Hausen an der Möhlin).

Die Mittlere Jährliche Grundwasserneubildung (**A-Karte 9.9.1d-16.8 des LGRB**) liegt westlich der Linie Schliengen-Müllheim-Heitersheim mit 300-400 mm hoch. Die Nitratganglinien der Messstellen weisen hier in der Regel stärkere Schwankungen auf. Westlich dieses Gebietes bis zum Rhein und am östlichen Rand des Untersuchungsgebietes liegt die Grundwasserneubildung mit 150-300 mm deutlich darunter.



Abgesehen von der starken Schwankungen unterworfenen Messstelle 39/020-6 (TB 1, Bad Krozingen-Tunsel) weisen alle dargestellten Messstellen eine gleich bleibende bzw. leicht fallende Tendenz auf – dies allerdings auf zum Teil sehr hohen Niveau.

Auffallend sind Belastungszunahmen an einigen Messstellen mit hohen Nitratkonzentrationen (Höchstwerte im Bereich Bad Krozingen mit 108 – 151 mg mg NO₃⁻/l l).

Die Messstelle 2026/020, westlich von Rimsingen gelegen, liegt mit einem Nitratwert von rund 30 mg/l auf gleich bleibend niedrigem Niveau und kann als eine Randbegrenzung zu den nördlich gelegenen Belastungen auf der Gemarkung Breisach gesehen werden.

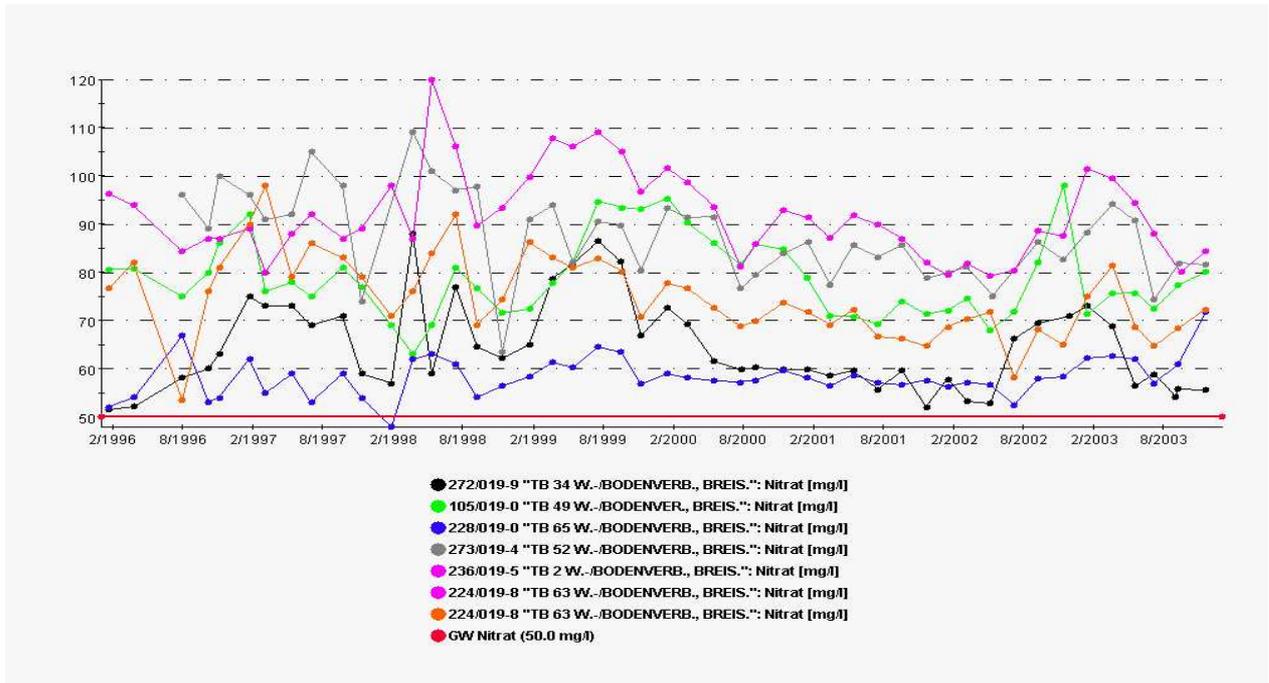
Insgesamt kann beobachtet werden, dass die Höhe der Nitratbelastung in Grundwasserfließrichtung von Süden (Schliengen/Neuenburg) nach Norden (Hartheim) ansteigt und auch am östlichen Rand gelegene Messstellen – hier liegen große Reblandflächen - über dem Grenzwert liegen (600/071-1, Ballrechten Dottingen).

Südlich von Breisach sind ebenfalls deutliche Grenzwertüberschreitungen festzustellen.

Dabei zeigen jedoch alle Messstellen einen fallenden Trend auf.

Der Stickstoffeintrag ist im Wesentlichen auf die intensive Nutzung der Flächen für den Anbau von Körnermais zurückzuführen. Der Körnermaisbau auf Gemarkung Breisach entspricht rd. 10 % der Flächen mit hoher und mittlerer Nitratauswaschungsgefahr des gesamten gGWK's!

Nitratentwicklung im Bereich Breisach



6. Gesamtbewertung

Auf Grund der Ergebnisse der erstmaligen und der weitergehenden Beschreibung erreicht der GWK 16.8 „Markgräfler Land“ 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 (Nitratuntersuchungsprogramm RP Freiburg) vielfach belegt. Zum Nitratintrag tragen maßgeblich die Kulturen Saatmais, Gemüse, Frühkartoffeln, Spargel, Erdbeeren und Reben mit einer hohen Nitratauswaschungsgefahr bei.