

# Weitergehende Beschreibung des gefährdeten Grundwasserkörpers „Oberes Wutachgebiet“ (9.4)

## INHALT

1. Abgrenzung.....	2
2. Geologische und hydrogeologische Beschreibung .....	2
3. Hydrogeologische Merkmale .....	5
4. Stratifikationsmerkmale des Grundwasserkörpers.....	8
5. Merkmale der Bodenüberdeckung .....	10
6. Belastungen aus diffusen Quellen - Landnutzung.....	14
7. Grundwasserbeschaffenheit .....	17
8. Gesamtbewertung.....	18

### Allgemein:

Ziel der weitergehenden Beschreibung gemäß Anhang II Nr. 2.3 ist es, für die im Rahmen der erstmaligen Beschreibung ermittelten gefährdeten Grundwasserkörper (gGWK) das Ausmaß des Risikos hinsichtlich der Zielerreichung nach Artikel 4 genauer zu beurteilen und die Grundlagen für Monitoringprogramme und später zu erstellende Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne 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, um das Ausmaß der anthropogenen Einwirkungen auf das Grundwasser aufzuzeigen. Die weitergehende Beschreibung erfolgt Problem bezogen 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

Die erstmalige Beschreibung des TBG „Wutach“ führte zu dem Ergebnis, dass in einem Teilbereich ein hohes Risiko besteht, dass der gute Zustand bezüglich des Parameters „Nitrat“ insbesondere durch Stickstoffeinträge aus der Landwirtschaft nicht erreicht wird. Dieser Bereich wurde anhand von Immissionsflächen und von Standorteigenschaften auf der Basis der Gemeindegrenzen als gGWK „Oberes Wutachgebiet“ (9.4) abgegrenzt. Er ist nun im Rahmen der weitergehenden Beschreibung detailliert zu beurteilen.

Dies bedeutet, dass im abgegrenzten Gebiet neben hydrogeologischen und bodenkundlichen Merkmalen auch die Art der Landnutzung und insbesondere der landwirtschaftlichen Flächennutzung (Kulturarten) genauer zu erfassen sind.

Die Zuordnung von Immissionsflächen (Typ 1) und Standorteigenschaften-Flächen (Typ 2) im gGWK zeigt die Tabelle 1. Danach sind alle sechs Gemeinden ausschließlich auf Grund der gemessenen Immissionen ursächlich bei der Ausweisung des gGWK aufgeführt.

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
Bonndorf, Stadt	76,03	315,9		1	1
Stühlingen, Stadt	93,20	181,5		1	1
Eggingen	13,95	239,4		1	1
Wutach	30,44	158,5		1	1
Uhlingen-Birkendorf	77,06	333,4		1	1

### Hinweis:

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

**Tabelle 1:** Ursachen-Zuordnung von Gemeinde-Flächen zum gGWK 9.4 (=Ergebnis der Erstmaligen Beschreibung).

## 2. Geologische und hydrogeologische Beschreibung

### a) Geologische Merkmale

Der gefährdete Grundwasserkörper Nr. 9.4 Oberes Wutachgebiet (gGWK 9.4) gehört zu den hydrogeologischen Großräumen „Süddeutsches Schichtstufenland“ und „Südwestdeutsches Grundgebirge“. Tangiert werden die Hydrogeologischen Teilräume „Muschelkalkplatten“ sowie „Buntsandstein“ und „Kristallin des Schwarzwalds“.

Hydrogeologisch sind im gGWK 9.4 die kiesigen quartären Bach- und Flussablagerungen, die sedimentären Festgesteine vom Oberen Muschelkalk bis zum Buntsandstein und das Kristallin von Bedeutung. Die Keupergesteine, die im Norden des gGWK 9.4 noch inselartig verbreitet sind, werden aufgrund ihrer geringen hydrogeologischen Bedeutung im Folgenden nicht gesondert behandelt.

Karte 9.9.1a

**Bach- und Flussablagerungen (qbf):** Die Ablagerungen im Tal der Wutach bestehen aus Sand und Kies, z. T. mit großen Blöcken. Bei den Geröllen handelt es sich überwiegend um Kristallin (Granit, Gneis, Granitporphyr u. a.), daneben finden sich paläozoische Vulkanite aus dem Raum Lenzkirch und meist in geringem Umfang Buntsandsteinmaterial. Jüngste Bildungen sind geringmächtige Auenlehme, die heute die Talböden bilden. Die holozänen Talfüllungen der übrigen Flüsse im gGWK 9.4 sind geringmächtig, sandig-lehmig-kiesig und bereichsweise auch torfig.

**Oberer Muschelkalk (mo):** Der Obere Muschelkalk ist im gGWK 9.4 im östlichen Teil an der Erdoberfläche weit verbreitet. Die Untere Hauptmuschelkalk-Formation (mo1) besteht aus harten, dickbankigen Kalksteinen, die im oberen Abschnitt dünne Tonmergelsteinfuge enthalten. Die Obere Hauptmuschelkalk-Formation (mo2) setzt sich aus bankigen Kalksteinen zusammen, im oberen Abschnitt aus Dolomitsteinen (Trigonodusdolomit). Der Obere Muschelkalk besitzt eine Mächtigkeit von rund 60 – 65 m.

Der Obere Muschelkalk ist im gGWK 9.4 in weiten Bereichen intensiv verkarstet. Die Verkarstung ist an gute Wasserwegsamkeiten im Gebirge gebunden. Diese findet man bevorzugt über Auslaugungszonen im Mittleren Muschelkalk, die zu Senkungen und Versturz und damit im überlagernden Oberen Muschelkalk zur Auflockerung des Gesteinsverbands führen, im Bereich von tektonischen Störungszonen und parallel zu den Tälern, wo sich Entlastungsklüfte bilden.

**Mittlerer Muschelkalk (mm):** Der Mittlere Muschelkalk setzt ein mit der 2 - 3 m mächtigen Unteren Dolomiten (Geislingen-Formation, mmG), dunkelgebänderte, erdige Dolomit- und Mergelsteine mit schiefrigen Tonsteinlagen. Darüber folgt die hier etwa 30 m mächtige Salinar-Formation (mmS), die sich wiederum aus den Unteren und Oberen Sulfatschichten zusammensetzt. Das Steinsalzlager wurde in diesem Gebiet nicht abgelagert bzw. ist sekundär ausgelaugt. Den Abschluss bildet die 8 - 10 m mächtige Obere Dolomit-Formation (mmDo), die aus Dolomitstein und dolomitischem Tonstein besteht. Die Mächtigkeit des Mittleren Muschelkalks liegt in diesem Gebiet bei etwa 47 m.

**Unterer Muschelkalk (mu):** Der rund 40 m mächtige Untere Muschelkalk besteht aus einer Folge von Kalkstein, Tonstein, Mergelstein und Dolomitstein. Er setzt über dem Oberen Buntsandstein mit dem Wellendolomit (mu1) ein. Darüber folgt der Wellenkalk (mu2), 5 - 18 m helle und dunkle Mergelsteine mit eingelagerten kalkig-dolomitischen Bänken. Den Abschluss bilden die Orbicularis-Schichten (mu3), feinschichtige bituminöse Mergelsteine mit porösen Dolomit- und Kalksteinbänken.

Die Verkarstung des Unteren Muschelkalks ist, verglichen mit der des Oberen Muschelkalks, weniger ausgeprägt und auf die Kalksteine in der Schichtenfolge beschränkt.

**Buntsandstein (s):** Der Buntsandstein kommt in diesem Bereich nur in geringer Verbreitung und stark reduzierter Mächtigkeit vor. Da hier der Randbereich des Buntsandstein-Ablagerungsbeckens liegt, wurden nur der Obere Buntsandstein, im Raum Lenzkirch – Bonndorf auch die obersten Schichtglieder des Mittleren Buntsandsteins abgelagert. Der überwiegende Teil des Mittleren Buntsandsteins und der Untere Buntsandstein fehlen.

Die Schichtenfolge beginnt über dem Grundgebirge mit mittelkörnigen Quarzsandsteinen und dickbankigen, fein- bis grobkörnigen, meist schräg geschichteten Sandsteinen des Mittleren Buntsandsteins (Hauptgeröllhorizont). Darüber folgt der Kristallsandstein, helle Mittelsandsteine mit kiesigem Bindemittel und Schrägschichtung. Den Abschluss des Mittleren Buntsandsteins bildet der Karneol-Dolomit-Horizont

Der Obere Buntsandstein setzt ein mit der Plattensandstein-Formation, einer Folge von feinkörnigen glimmerhaltigen Sandsteinen, mit zum Hangende zunehmenden Zwischenlagen von tonigen Feinsandsteinen. Der obere Teil des Oberen Buntsandsteins, die Rötton-Formation, besteht aus schiefrigen Tonsteinen und sehr dünnbankigen Feinsandsteinen.

**Kristallines Grundgebirge (KR):** Während das kristalline Grundgebirge im Westen große Bereiche des gGWK 9.4 einnimmt, ist es im östlichen Teil entsprechend dem Schichtfallen von zunehmend jüngeren Gesteinen überlagert und nur noch in den Tälern von Steina und Obereggingen angeschnitten. Es handelt sich um Granite, Gneise und kristalline Ganggesteine (Granitporphyre, Schlüchtporphyr, und Meerenbacher Lamporphyre).

An der Erdoberfläche sind vor allem die granitischen Gesteine häufig vergrust und zu einem lockeren Granitsand zersetzt, der einige Meter mächtig werden kann.

**Tektonik:** Der gGWK 9.4 liegt im Bereich der Ostabdachung des Schwarzwalds. Das Deckgebirge fällt mit etwa 3–5 % nach Ost-Südost ein. Aufgrund dieser Situation findet man im Osten und Nordosten das Kristallin an der Erdoberfläche, nach Westen und Südwesten folgen immer jüngere Gesteine. Daneben prägen mehr oder weniger deutlich Schichtverbiegungen die Lagerungsverhältnisse.

Bruchtektonisch dominieren West-Nordwest – Ost-Südost (hercynisch) streichende Störungen, zu denen u. a. der „Bonndorfer Graben“ gehört. Die Sprunghöhe kann bei den Randstörungen des „Bonndorfer Grabens“ 200 m überschreiten. Eine weitere bevorzugte Störungsrichtung ist Nordwest – Südost (variszisch).

Zusätzlich zum generellen Schichteinfallen und zur Bruchtektonik modifizieren noch Auslaugungsvorgänge im Mittleren Muschelkalk die Lagerungsverhältnisse. Die Auslaugung der leichtlöslichen Sulfatsalze ist besonders weit in den Ausstrichgebieten der anhydrit- und gipsführenden Gesteine in den Tälern von Wutach, Steina und ihrer Nebenflüsse fortgeschritten. Sie nimmt andererseits schnell ab, wenn die Grundwasserzirkulation durch geringdurchlässige Überlagerung eingeschränkt ist.

Mit der Auslaugung im Mittleren Muschelkalk ist eine erhebliche Reduktion der Schichtmächtigkeit verbunden, die häufig ein lokales Einfallen der hangenden Gesteinsschichten zu den Talrändern hin bewirkt und zu Senkungen und Einbrüchen des überlagernden Gebirges führt.

### 3. Hydrogeologische Merkmale

#### Hydrogeologische Gliederung:

Die hydrogeologischen Verhältnisse sind im östlichen Teil des gGWK 9.4 durch den schichtigen Aufbau des Untergrunds und den mehrfachen Wechsel zwischen grundwasserleitenden und grundwassergeringleitenden Gesteinen geprägt. Dadurch sind z. T. mehrere Grundwasserstockwerke und oft eine schichtweise differenzierte Grundwasserführung ausgebildet. Im Westen gibt es nur einen geringen oberflächennahen Grundwasserumsatz im Buntsandstein und Kristallin.

Für eine generelle Gliederung lassen sich, in Anlehnung an LGRB (2002), die in Tabelle 2 aufgeführten hydrogeologischen Einheiten unterscheiden.

Hydrogeologische Einheiten	Hydrogeologische Klassifikation
Jungquartäre Flusskiese und -sande	Porengrundwasserleiter
Oberer Muschelkalk (incl. Obere Dolomit-Formation des Mittleren Muschelkalks)	Kluft-, Karstgrundwasserleiter
Mittlerer Muschelkalk (ohne Obere Dolomit-Formation)	Grundwassergeringleiter
Unterer Muschelkalk	Kluft- und Karstgrundwasserleiter in Wechsellagerung mit Grundwassergeringleitern; hier meist Grundwassergeringleiter
Buntsandstein	Grundwassergeringleiter und wenig ergiebiger Grundwasserleiter
Kristallin	Grundwassergeringleiter

**Tabelle 2:** Hydrogeologische Klassifikation der Gesteine im gGWK 9.4 nach Hohlraumart

Wichtigster oberster Grundwasserleiter ist der Obere Muschelkalk. Grundwasserflüsse über die Grenzen des gGWK 9.4 können anhand der verfügbaren Unterlagen nicht beurteilt werden.

**Jungquartäre Flussskiese und –sande:** Die Jungquartären Flussskiese und –sande bilden im Wutachtal einen geringmächtigen Porengrundwasserleiter. In den Tälern der übrigen Flüsse sind die Talfüllungen demgegenüber geringer durchlässig und eine Grundwasserführung ist an einzelne ausgewaschene Rinnen gebunden.

Basis der Grundwasser führenden Lockergesteine sind im Tal der Wutach und ihrer Nebenflüsse die Gesteine des Mittleren und des Untere Muschelkalks. Die weiter westlich gelegene Steina verläuft im kristallinen Grundgebirge.

Die mittlere Durchlässigkeit der Jungquartären Flussskiese und –sande beträgt landesweit  $k_f = 8,1 \cong 10^{-4} \text{m/s}$  (Stichprobenumfang  $n=190$ ), die mittlere Transmissivität  $T = 2,9 \cong 10^{-3} \text{m}^2/\text{s}$  ( $n=77$ ). Die Variation der  $k_f$ - und  $T$ -Werte reicht über 5 Zehnerpotenzen. Im gGWK 9.4 sind in den geringer tonhaltigen Ablagerungen der Wutach mittlere, in den Talablagerungen der übrigen Flüsse eher kleine Durchlässigkeiten zu erwarten.

Das Grundwasser wird in den Talablagerungen einerseits durch direkte Neubildung aus dem Niederschlag und andererseits durch randliche Zuflüsse aus dem umgebenden Festgestein gespeist. Vorflut sind die oberirdischen Fließgewässer, wobei der Austausch entlang der Fließstrecke von der hydrologischen Situation, vom hydraulischen Gefälle, von den Durchlässigkeitsverhältnissen, vom Talquerschnitt und von den hydrologischen Verhältnissen abhängt.

**Oberer Muschelkalk:** Der Obere Muschelkalk bildet zusammen mit der Oberen Dolomit-Formation des Mittleren Muschelkalks einen ergiebigen Kluft- und Karstgrundwasserleiter. Grundwasserleiterbasis sind die Salinargesteine des Mittleren Muschelkalks. Die eingeschalteten geringmächtigen Tonmergelsteinlagen können lokal Grundwasser stauend sein und begrenzt schwebende Grundwasservorkommen hervorrufen. Die Grundwasserbewegung erfolgt im Oberen Muschelkalk ganz überwiegend auf Trennfugen (Klüfte, Schichtfugen, Störungen) und in Karsthohlräumen. Eine hohe Grundwasserführung ist an eine intensive Verkarstung gebunden. Zur Beschreibung des Grundwasserumsatzes im Oberen Muschelkalk ist als Modellvorstellung in guter Näherung die Doppelporosität geeignet, wobei einerseits Poren und Kleinklüfte, andererseits Großklüfte, tektonische Störungszonen und Karsthohlräume gemeinsam betrachtet werden. Der Obere Muschelkalk ist durch eine ausgeprägte Inhomogenität und Anisotropie der hydrogeologischen Eigenschaften gekennzeichnet. Das repräsentative Elementarvolumen (REV) liegt in einer

Größenordnung eines Körpers von einigen 100 bis über 1000 m Kantenlänge (nach Markierungsversuchen).

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

Die Grundwasserfließgeschwindigkeiten ergeben sich aus den Ergebnissen von Markierungsversuchen. Im „Oberen Wutachgebiet“ wurden bisher nur wenige Markierungsversuche durchgeführt. Hier lagen die Abstandsgeschwindigkeiten im Bereich von einigen zehn Metern pro Tag.

Im Bereich der Hochflächen wird das Grundwasser im Oberen Muschelkalk durch flächenhafte Infiltration, in Dolinen, Erdfällen, Versinkungsstellen und Bachschwinden auch durch punktuellen Eintrag neu gebildet.

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

Im gGWK 9.4 gehört der Obere Muschelkalk zum „Seichten Karst“, d. h. die Aquiferbasis ist in den Tälern von Wutach, Steina und deren Nebenflüssen angeschnitten. Dort, wo die Aquiferbasis ausstreicht, entwässert der Obere Muschelkalk über z. T. ergiebige Quellen.

**Mittlerer Muschelkalk:** Die Salinar-Formation des Mittleren Muschelkalks ist sowohl im nicht ausgelaugten, als auch im ausgelaugten Zustand überwiegend ein Grundwasseringeleiter. Ergiebige Quellaustritte im gGWK 9.4 im Mittleren Muschelkalk oder an der Basis sind jedoch Hinweise auf eine hier zumindest lokal erhöhte Durchlässigkeit, vermutlich einzelner Dolomitsteinbänken, insbesondere der basalen Unteren Dolomite.

**Unterer Muschelkalk:** Der Untere Muschelkalk bildet im gGWK 9.4 einen schichtig gegliederten Kluftgrundwasserleiter, allerdings nur mit geringer Grundwasserführung. Die Grundwasserleiterbasis bilden die Tonsteine der Rötton-Formation, die Grundwasserdeckfläche die Mergelsteine und das Salinar des Mittleren Muschelkalks. Der Untere Muschelkalk ist wie der Obere Muschelkalk durch eine deutliche Inhomogenität und Anisotropie der hydrogeologischen Eigenschaften gekennzeichnet. Der geometrischer

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

Im Ausstrichbereich erfolgt die Grundwasserneubildung überwiegend durch flächenhafte Infiltration aus Niederschlag, bei Überlagerung durch jüngere Festgesteine in geringem Umfang durch vertikale Zusickerung.

Der Untere Muschelkalk streicht vor allem im Westen des gGWK 9.4 über Talniveau aus. Aufgrund der geringen Grundwasserführung finden sich nur sehr wenige und gering schüttende Quellen. Weiter im Osten herrschen die Verhältnisse des „Tiefen Karsts“.

**Buntsandstein:** Die Rötton-Formation des Oberen Buntsandsteins ist ein Grundwassergeringleiter, der für die Grundwasservorkommen im Unteren Muschelkalk die Grundwasserleiterbasis darstellt.

Der darunter folgende Plattensandstein und der Mittlere Buntsandstein bilden im gGWK 9.4 einen geringmächtigen, wenig ergiebigen Kluftgrundwasserleiter. Das im Ausstrichbereich durch flächenhafte Infiltration aus Niederschlag gebildete Grundwasser sammelt sich in den Gesteinen der Plattensandstein-Formation sowie im Kristallsandstein und Hauptgeröllhorizont. Aufgrund der geringen Ergiebigkeit finden sich nur sehr wenige gering schüttende Quellen im Buntsandstein.

**Kristallin:** Das kristalline Grundgebirge ist ein Grundwassergeringleiter und bildet die Basis für die kleineren Grundwasservorkommen im Buntsandstein. Nur wenn eine mächtigere, grusige Auflockerungszone ausgebildet ist, finden sich darin lokal kleinere Grundwasservorkommen.

## **4. Stratifikationsmerkmale des Grundwasserkörpers**

Spezielle Untersuchungen zur Stratifikation des Grundwassers liegen für den gGWK 9.4 nicht vor. Da die Einstufung als gGWK aufgrund einer möglichen flächenhaften Gefährdung durch Einträge aus landwirtschaftlicher Tätigkeit erfolgte, ist jeweils nur das oberste Grundwasserstockwerk zu betrachten. Stratifikationsmerkmale sind für die weitere Bearbeitung nicht erforderlich.

### **d) Langjährige mittlere Grundwasserneubildung**

Das Grundwasserdargebot eines Grundwasserkörpers ist definiert als die Summe aller positiven Bilanzglieder der Wasserbilanz (DIN 4049, Teil 3). Dazu gehört neben

Wasserzuflüssen aus Uferfiltration und über Leakage, Randzuflüssen sowie ggf. Beiträgen aus künstlicher Grundwasseranreicherung in erster Linie die Sickerung aus Niederschlag.

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

Gleichung (2): Allgemeine Wasserhaushaltsgleichung:

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

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 *Karte 9.9.1.d* dargestellt. Für das gGWK 9.4 ergeben sich folgende Ergebnisse:

Für die Fläche des gGWK 9.4 von 291 km<sup>2</sup> beträgt die mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag für die untersuchte Standardperiode 1961 – 1990 265 mm/a. Regional variieren die Werte zwischen 85 bis 697 mm/a. Die höhere Grundwasserneubildung erfolgt im Osten im Verbreitungsgebiet des nicht überdeckten Oberen Muschelkalks; niedrigere Werte finden sich im Verbreitungsgebiet von Buntsandstein, Kristallin und Keuper.

Für 1971, das extreme Trockenjahr der Standardperiode 1961 – 1990, betrug die mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag 113 mm/a bei einer räumlichen Variation von 16 bis 285 mm/a. Für 1965, dem extremen Feuchtjahr der Standardperiode 1961 – 1990, betrug die mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag 429 mm/a bei einer räumlichen Variation von 165 bis 1088 mm/a.

Karte 9.9.1d

## 5. Merkmale der Bodenüberdeckung

### **Bodeneinheiten:**

Die Angaben zu den Böden im Gebiet des gGWK 9.4 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*.

Der Ostteil des gGWK 9.4 liegt im Verbreitungsgebiet des Oberen Muschelkalks. Sowohl an den Hängen, als auch auf den hügeligen Hochflächen dominieren flachgründige, steinige Rendzinen. Nur vereinzelt sind mittelgründige Terra Fuscen aus Kalksteinverwitterungslehm anzutreffen. In einem schmalen Saum nach Westen anschließend finden sich mergelig-tonige, z. T. grusig-steinige Böden (Pararendzinen, Pelosole) aus umgelagertem Material des Unteren und Mittleren Muschelkalks, die stellenweise auch staunass sind (Pseudogley, Pseudogley-Pelosol). Der Westteil des gGWK 9.4 wird von Gesteinen des Buntsandsteins und Kristallingesteinen eingenommen. Die steinigen, lehmig-sandigen Böden (Braunerden, podsolierte Braunerden) sind meist stark versauert. Auf den Hochflächen im Oberen Buntsandstein können zusätzlich auch unterschiedlich stark Stauwasser geprägte Böden (Pseudogley-Braunerden, Pseudogleye, Stagnogleye) vorkommen.

Im Wurzelraum der stauwasserfreien Muschelkalk-, Buntsandstein- und Kristallinstandorte findet vorherrschend eine vertikale Sickerwasserbewegung statt. In den Stauwasserböden ist die vertikale Wasserversickerung stark eingeschränkt und wird durch laterale Wasserflüsse ergänzt. An den Buntsandstein- und Kristallinhängen ist im Hangschuttbereich mit Zwischenabflüssen (Interflow) zu rechnen. Im gesamten Gebiet findet bei Starkregen auf den Ackerflächen in Abhängigkeit von Hangneigung, Bodenbedeckung, Bodenart und Oberflächenverschlammung auch erodierender Oberflächenabfluss statt.

Nähere Informationen zu den Böden sind für den Ostteil des gGWK 9.4 der Bodenkarte von Baden-Württemberg 1: 25.000, Blatt 8216, Stühlingen zu entnehmen.

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

Nitratauswaschung: Die wesentlichen Faktoren, die 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 Tabelle 2 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.

In Baden-Württemberg liegen die Nitratkonzentrationen im Rohwasser der Wasserschutzgebiete mit Wald- und Grünlandanteilen von über 90% meist im Bereich von 1 bis 20 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Der Mittelwert von 10 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup> wird in Tabelle 3 als mittlere Nitratkonzentration für das Sickerwasser aus Wald- und Grünlandflächen verwendet.

Bezug	Inhalt	Einheit	Wert	Symbol	Quelle
Gebietswert: Landnutzung aus Satellitendaten von 1993	Flächenanteil Acker & Reben	%	30	A	Landsat- Daten
	Flächenanteil Wald	%	44	B	
	Flächenanteil Grünland	%	24	C	
	Flächenanteil Siedlung	%	1	D	
	Flächenanteil Gewässer	%	0	E	
Gebietswert: Mittelwert, Zeitreihe 1961- 1990	jährliche Sickerwassermenge Ackerstandorte	mm	686	F	Wasser- und Bodenatlas Ba.-Wü. (UVM & LFU 2004)
Gebietswert: Mittelwert	Denitrifikationsrate Boden Ackerstandorte	kg/ha/a N	10	G	
Regionale Angaben: Mittelwerte für die landwirt- schaftlichen Ver- gleichsgebiete (LVG): Hochschwarzwald, Ost-schwarzwald und Baar , Zeitreihe 1995- 1999	N-Überschuss (Hoftorbilanz: alle Betriebsformen)	kg/haLF/a N	92 - 120	H1	GAMER & ZEDDIES (2001)
	N-Überschuss (Hoftorbilanz: Marktfruchtbetriebe)	kg/haLF/a N	52 - 97	H2	
	Viehbesatz: alle Betriebsformen	VE/haLF	0,94 - 1,34	I1	
	Viehbesatz: Marktfruchtbetriebe	VE/haLF	0,18 - 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	

**Tabelle 3:** Faktoren zur Beurteilung der Nitratauswaschung aus dem Boden für den gGWK „Oberes Wutachgebiet“ (9.4); N = Stickstoff, VE = Vieheinheit, LF = landwirtschaftliche Fläche

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 ist. 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 Tabelle 3.

$$\begin{aligned} \text{NO}_3\text{pot i.S.} &= \frac{[(H-G-(I*K)+J)*443*A/F)+(L*(B+C))]{(A+B+C)} \\ &= 17 \text{ bis } 26 \text{ mg/l NO}_3^- \text{ (Daten „Marktfuchtbetriebe“)} \\ &= 21 \text{ bis } 25 \text{ mg/l NO}_3^- \text{ (Daten „alle Betriebsformen“)} \end{aligned}$$

Für das Gebiet des gGWK 9.4 errechnet sich auf Basis der Daten in Tabelle 3 unter Verwendung der Werte der Marktfuchtbetriebe (H2 & I2) der drei verschiedenen landwirtschaftlichen Vergleichsgebiete mittlere Nitratkonzentrationen im Sickerwasser zwischen 17 und 26 mg/l  $\text{NO}_3^-$  bzw. mit den Werten aller Betriebsformen (H1 & I1) zwischen 21 und 25 mg/l  $\text{NO}_3^-$ . Da die unterschiedlichen Landnutzungen im Gebiet des gGWK 9.4 sehr ungleich verteilt sind - die Waldflächen liegen vorherrschend im Westen - setzt sich die mittlere, rechnerische Nitratkonzentration des Gesamtgebiet aus stark unterschiedlichen Teilkomponenten, mit niedrigeren Werten in den überwiegend waldbaulich und mit höheren Werten in den überwiegend ackerbaulich genutzten Teilgebieten zusammen. Die Werte zwischen 17 und 26 mg/l  $\text{NO}_3^-$  im Sickerwasser sind Rechenwerte unter den o. a. Voraussetzungen, Daten und Rechenverfahren. Die Zahlen stellen jedoch keine Prognosewerte für eine Nitratkonzentration im Grundwasser dar. So sind z. B. Denitrifikationsprozesse in der ungesättigten Zone unterhalb des Wurzelraums und im Grundwasserleiter sowie Alter des Grundwassers, Umsatzrate, Uferfiltrat und Randzuflüsse nicht berücksichtigt. Die Rechenwerte ermöglichen jedoch einen Vergleich zwischen verschiedenen Landesteilen und veranschaulichen, dass im Gebiet des gGWK 9.4 die Standortfaktoren Landnutzung (geringer Ackeranteil), Klima (hohe Sickerwassermenge) und Boden (geringe Denitrifikationskapazität) auch bei N-Salden der Landwirtschaft (Hoftorbilanz) von 52 bis 120 kg/ha/a N zu Nitratkonzentrationen im Sickerwasser < 30 mg/l  $\text{NO}_3^-$  mit deutlichen Unterschieden in einzelnen Teileinzugsgebieten, führen können.

Karte 9.9.1e

## 6. Belastungen aus diffusen Quellen - Landnutzung

### Vorgehensweise / Methodik:

Zur detaillierten Betrachtung der landwirtschaftlichen Nutzung werden Daten des Statistischen Landesamtes (StaLa) und der Landwirtschaftsverwaltung herangezogen. Mit den Daten des so genannten „Gemeinsamen Antrages“ 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 landesweit nach der Gefährdung der Nitratauswaschung unter Berücksichtigung von SchALVO- Kontrolldaten und der kulturartspezifischen Nitratbilanzüberschüsse in vier Kulturklassen eingeteilt.

- Der Klasse „hohe Auswaschungsgefährdung“ wurden insb. die Kulturen Winterraps, Körnerleguminosen, Gemüse, und Frühkartoffeln zugeordnet;
  - in die Klasse „mittlere Nitratauswaschungsgefährdung“ wurden Weizen, Wintergerste, Triticale, Körner- und Silomais und Kartoffeln eingeteilt;
  - eine „niedrige Nitratauswaschungsgefährdung“ weisen stillgelegte Flächen, Hafer, Ackerfutter, Roggen, Dinkel und Menggetreide auf;
  - Grünland und Sommergerste wurden der Klasse „sehr geringe Nitratauswaschungsgefährdung“ zugeordnet.

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

### Ergebnis:

Der gGWK 9.4. umfasst die Gemeinden Bonndorf, Wutach, Stühlingen, Ühlingen-Birkendorf und Eggingen des Landkreises Waldshut und liegt vollständig im TBG „Wutach“. Die nördliche Begrenzung folgt meist der zum Teil tief eingeschnittenen Wutach, im Osten wird das Gebiet durch die Staatsgrenze zur Schweiz definiert. Naturräumlich betrachtet ist der gGWK dem Alb-Wutach-Gebiet zuzuordnen; er liegt zwischen 430 müNN und 950 müNN. Die Gesamtfläche beträgt 290,7 km<sup>2</sup>. Die Bodennutzung weist bei einem durchschnittlichen Ackerflächenanteil einen überdurchschnittlichen Waldanteil auf. Dieser erstreckt sich jedoch im Wesentlichen auf den westlichen Teil des gGWK.

Teilbearbeitungsgebiet		TBG 20 (Wutach)	
2	Landkreis	Waldshut	
3	Gemeinden	Bonndorf, Eggingen, Stühlingen, Ühlingen-Birkendorf, Wutach	
4	Fläche [km²]	(76,03 + 13,95 + 93,20 + 77,06 + 30,44) = 290,70	
5	Bodennutzung [%]		
		gGWK 9.4	Baden-Württemberg
	Siedlungen		
	Wald	7	13
	Sonstiges (Wasser...)	45	38
	Landwirtschaftsfläche	1	2
	davon:	47	47
	(nur Betriebe > 2 ha)		
	Ackerfläche		
	Dauergrünland	24 *	24 *
		20 *	16 *

Quelle: StaLa ( Flächen-, Bodennutzungshaupterhebung 2001, Internet)

\* Bezug: Gesamtfläche

**Tabelle 4.a:** Bodennutzung im gGWK Oberes Wutachgebiet 9.4

Die Landnutzung in den einzelnen Gemeinden ist in der *Tabelle 4a* dargestellt. Die ackerbauliche Nutzung konzentriert sich auf den Muschelkalkhochflächen im östlichen Teil, zwischen den Flusstälern der Steina bzw der Schlücht und der Wutach in den Gemarkungen Bonndorf, Stühlingen und Wutach. (*Karte 9.9.2*). In den Gebieten ist nur eine sehr geringe Schutzfunktion des Bodens gegeben. Der Ackerbau auf den Hochflächen (500m bis 800 m+NN) ist geprägt durch den Anbau von Wintergerste, Weizen, Silomais und Winterraps. Die *Tabelle 4b* zeigt die Flächenanteile verschiedener Nitratauswaschungsgefährdungsklassen der angebauten Kulturen.

N-Bilanzüberschuss (Auswaschungsgefahr) Nitrat	Anbau- Kulturen	Flächenanteile Kulturen, gGWK 9.4 [%]	Flächenanteile Kulturen, Land BW [%]
hoch	Winterraps, Körnerleguminosen	5,3	8,2
mittel	Silomais, Weizen, Wintergerste	22,7	34,7
gering	Hafer, Roggen, Dinkel, Klee gras u.a. Futterpflanzen	16,9	11,9
sehr gering	Grünland	55,2	45,3

**Tabelle 4b :** Einstufung der Kulturen in Nitratauswaschungsgefährdungsklassen  
Vergleich Flächenanteile des gGWK 9.4 / Land B-W

Auf ca. 5,3 % der Ackerflächen werden Kulturen mit einer hohen Nitratauswaschungsgefährdung wie Winterraps angebaut. Auf weiteren 22,7 % erfolgt ein Anbau von Kulturen mit einer mittleren Nitratauswaschungsgefährdung wie Silomais, Weizen, Wintergerste und Kartoffeln. Der Flächenanteil dieser Kulturklassen liegt damit unterhalb des Durchschnitts in Baden-Württemberg. Der Schwerpunkt der Anbau von Kulturen mit einer hohen Nitratauswaschungsgefahr liegt in den Gemeinden Stühlingen (8 % der LF) und Wutach (10,2 % der LF), Der Anteil der Kulturen mit einer mittleren Nitratauswaschungsgefährdung liegt in beiden Gemeinden (Stühlingen 31 % der LF, Wutach 37 % der LF) deutlich über den anderen Gemeinden des gGWK. Gleichzeitig weisen die Stadt Stühlingen und die Gemeinde Wutach auch die größten Ackerflächenanteile auf. In den Gemeinden im Westen des Gebiets, die in den Schwarzwald hineinreichen, ist der Ackerflächenanteil wesentlich geringer. Bei der Zusammensetzung der Nitratauswaschungsgefährdung erreichen dort die Klassen „niedrig“ und „sehr gering“ Anteile von bis zu 85 %. (Gemeinde Ühlingen-Birkendorf) Die detaillierte Klassenzuordnung der angebauten Kulturen ist in *Tabelle 4b* gemeindespezifisch dargestellt.

Als weitere Grundlage zur Beurteilung der Situation wurde die Viehdichte, hier insbesondere die Großvieheinheiten pro ha (GVE/ha) erhoben. (Daten MLR 2002)

Gemeinde Antragsteller		Gesamt
Gemeinde	gesLF	Ges GVE/ha
Bonndorf im Schwarzwald, Stadt	2.593	0,86
Stühlingen,Stadt	4.366	0,93
Eggingen	429	0,49
Wutach	1.875	0,89
Ühlingen-Birkendorf	3.101	0,89

Hinweis: zum Vergleich in Baden-Württemberg: **ges GVE/ha = 0,83**

***Tabelle 4c:*** Dichte der Großvieheinheiten [GVE] in den Gemeinden des gGWK 9.4.

Die Viehdichte im gGWK entspricht etwa dem durchschnittlichen Wert in Baden-Württemberg. Dieser Wert ist bei der Beurteilung des Stickstoffeintrages ins Grundwasser grundsätzlich nicht als relevant anzusehen, muss aber trotzdem insbesondere im Bereich des Muschelkalkes mit seiner geringen Schutzfunktion der Deckschichten berücksichtigt werden.

Karte 9.9.2

## 7. Grundwasserbeschaffenheit

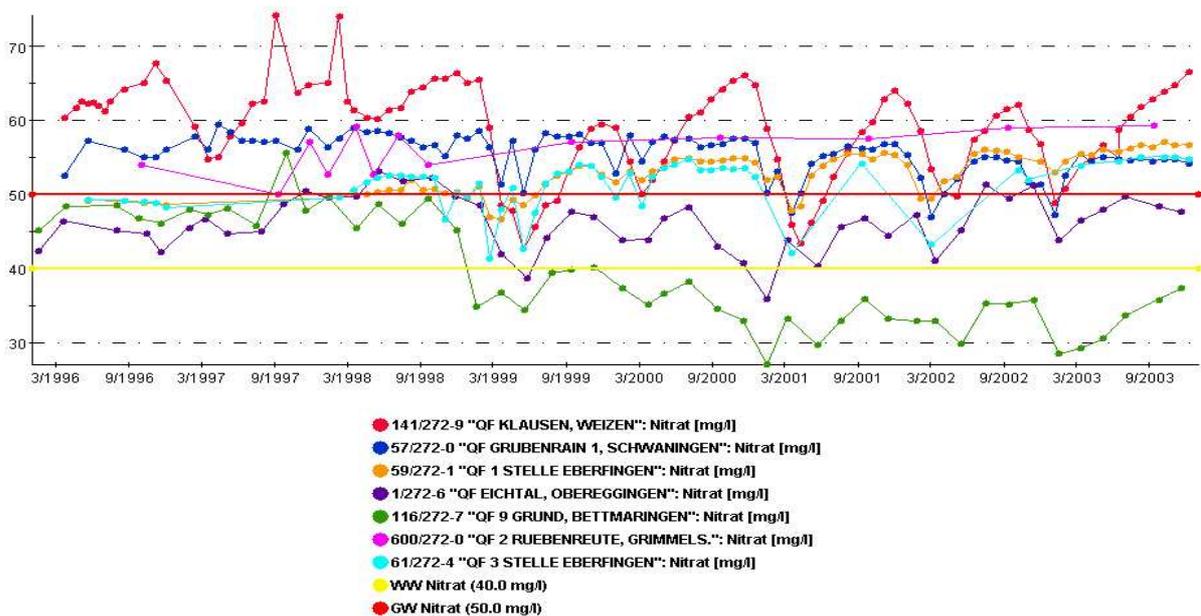
### Vorgehensweise / Methodik:

Es wurden die Daten des Landesmessnetzes (LfU und GWD), Daten des Kooperationsmessnetzes der Wasserversorger und Daten des LRA Waldshut aus dem SCHALVO-Programm ausgewertet. Die Ergebnisse und Beurteilungen aus den Regionalberichten wurden ebenfalls für die Bewertung herangezogen.

### Ergebnis:

Die Auswertung der Daten zeigt eine Überschreitung des Warn- bzw. Grenzwertes von Nitrat an 20 von insgesamt 27 beprobten Messorten. Alle Überschreitungen liegen im östlichen Bereich des gGWK's, d.h. im verkarsteten Muschelkalkgebiet.

Die Problematik ist durch die Messungen in den Quelfassungen der Gemeinden Bonndorf, Eggingen, Stühlingen und Wutach gut dokumentiert. Die Quelfassungen der Gemeinde Ühlingen Birkendorf weisen keine erhöhten Nitratgehalte auf. Aufgrund der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALV0) werden alle Wasserschutzgebiete entsprechend der Nitratbelastung im Grundwasser in die drei Nitratklassen (1) - Normalgebiete, (2) - Problemgebiete und (3) - Sanierungsgebiete eingeteilt. Von den 20 im Bereich des oberen Muschelkalks festgesetzten Wasserschutzgebieten sind 11 als Sanierungsgebiete, 6 als Problemgebiete und nur 3 als Normalgebiete eingestuft. Die höchsten Nitratwerte mit bis über 70 mg/l werden nördlich des Ehrenbachs im Bereich der Gemarkungen Grimmelshofen, Schwaningen, Weizen erreicht. Weitere Grenzwertüberschreitungen existieren im Bereich der Gemarkungen Eberfingen, Mauchen und Stühlingen. In den als Sanierungsgebiete eingestuften Wasserschutzgebieten der Stadt Stühlingen besteht seit 1998 ein an die SchALVO angepasster Sanierungsplan, der durch Aufnahme von Regelungen in die Wasserschutzgebietsverordnungen bzw. durch freiwillige vertragliche Regelungen umgesetzt wird. Um eine Aussage zur Entwicklung zu geben, wurden die Daten (jeweils die höchsten Werte pro Jahr) von 1996 bis 2003 ausgewertet und für einige repräsentative Messorte im folgenden Diagramm (Abbildung 5) dargestellt.



**Abbildung 5:** Messwerte im gGWK

Bei den meisten Messorten ist ein fallender Trend zu beobachten. Besonders deutlich ist der Nitratrückgang, einzelne weisen jedoch auch einen leicht steigenden Trend auf. Die Überschreitungen liegen alle zwischen 50 und 60 mg/l (außer Klausenquelle in Weizen). Auffällig ist, dass z.B. Quellen in Schwaningen und Quellen in Eberfingen nahezu denselben Verlauf zeigen, obwohl sie rd. 8 km voneinander entfernt sind. Dies ist auch ein deutlicher Hinweis auf den stark verkarsteten Untergrund.

Eine Auswertung der Pflanzenschutzmittel zeigt, dass hier lediglich bei Desethyltriazin Überschreitungen vorliegen. Von den in 2001 beprobten 12 Messorten weisen 10 eine Grenzwertüberschreitung auf; bei nahezu allen diesen Messorten wird auch der WW bzw. GW bei der Nitratkonzentration überschritten.

## 8. Gesamtbewertung

Auf Grund der Ergebnisse der erstmaligen und weitergehenden Beschreibung wird für den **GWK Oberes Wutachgebiet hinsichtlich der diffusen Belastung durch Nitrat das Ziel „guter chemischer Zustand“ nicht erreicht**. Der Schwerpunkt der Nitratbelastung liegt im Bereich der verkarsteten Hochflächen des Oberen Muschelkalks zwischen den Gewässern Wutach und Steina, im Osten des gGWK. Hiervon betroffen sind die Gemeinden Stühlingen, Wutach, teilweise Bonndorf und Eggingen. Die zahlreichen als Problem- und Sanierungsgebiete eingestuftes Wasserschutzgebiete im dortigen Bereich belegen die hohe Belastung. Das Gebiet hat einen relativ geringen Wald- und Grünlandanteil und wird hauptsächlich ackerbaulich genutzt. Die Nitratreinträge in das Grundwasser resultieren schwerpunktmäßig aus der ackerbaulichen Nutzung (Getreide, Winterraps, Mais). Sie sind in

Anbetracht der geringen Deckschichten insbesondere auf die notwendigen, unverzichtbaren Bodenbearbeitungsmaßnahmen und weniger auf die relativ extensiven Kulturen zurück zu führen. Vor dem Hintergrund der hydrogeologischen Rahmenbedingungen führt die landwirtschaftliche Nutzung insgesamt zu hohen Nitratgehalten im Grundwasser. Im westlichen Teil des gGWK (Schwarzwaldgemeinden) ist der Ackerflächenanteil bei gleichzeitig günstigen hydrogeologischen Voraussetzung (Buntsandstein) weit geringer. Im dortigen Bereich, insbesondere auf der Gemarkung Ühlingen-Birkendorf, sind voraussichtlich keine Maßnahmen erforderlich.