

**WASSERVERSORGUNG
STADT KAUFBEUREN**

LANDKREIS OSTALLGÄU

**Hydrogeologisches Gutachten zum
Wasserschutzgebiet
der Brunnen Ebenhofen**

Vorhabensträger:
Städt. Wasserwerk Kaufbeuren
König-Rudolf-Straße 1
87600 Kaufbeuren

Verfasser:
Büro Boden und Wasser
St.-Martin Straße 11
Untermauerbach, 86551 Aichach

AZ 99152

Stand 12.12.2002

-

Boden und Wasser

86551 Aichach

Büro für Hydrogeologie, angewandte Geologie und Wasserwirtschaft
Untermauerbach, St.-Martin Straße 11 - Tel. 08251/7224 - Fax 51104
Dipl.-Geol. Robert Hurler - Dipl.-Geol. Dr. Klaus März - Math.-Geogr. Dr. Jürgen Schaar

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Allgemeines	1
1.1 Bestehende Brunnen, Wasserrechte und Wasserschutzgebiete	1
1.2 Bisheriger Kenntnisstand	3
1.3 Fragestellung	5
2. Durchgeführte Untersuchungen	7
3. Untergrund	9
3.1 Hydrogeologischer Überblick und Gesamteinzugsgebiet der Brunnen Ebenhofen	9
3.2 Aufschlussresultate	11
3.3 Wasserwegsamkeit des Kiesgrundwasserleiters	13
4. Grundwasserfließrichtungen und Grundwassermächtigkeit	17
5. Grundwasserbilanz	20
6. Vorschlag zur Neufestsetzung des Wasserschutzgebietes	22
6.1 Kriterien zur Schutzgebietsausweisung	22
6.2 Schutzgebietsabgrenzung für die bestehenden Brunnen	24
6.2.1 Weitere Schutzzone IIIA	24
6.2.2 Weitere Schutzzone IIIB	26
6.2.3 Engere Schutzzone	28
6.2.4 Fassungsgebiete	28
6.3 Schutzgebietsabgrenzung für den Fall der Auflassung der Brunnen Kaufbeuren I bis IV und des Brunnens Biessenhofen der Gemeinde Ebenhofen sowie Verlagerung der Förderung auf den Brunnen V und einen neu zu errichtenden Brunnen im Bereich P5	29
7. Hinweis zum Auflagenkatalog	30
8. Verwendete Unterlagen und Literatur	31

Tabellen

- Tabelle 1: Zusammenstellung der Aufschlusssdaten zu den Wasserschutzgebiete
Bl. 1 - 3 Kaufbeuren-Ebenhofen und Biessenhofen-Altdorf
- Tabelle 2 Zusammenstellung geohydraulischer Auswerteergebnisse von den
Bl. 1 - 6 Grundwasseraufschlüssen innerhalb und im Umfeld des Wasserschutzgebietes Ebenhofen
- Tabelle 3 Vergleich der Ergebnisse von Pumpversuchsauswertungen in den Meßstellen
J1, J2, J4, J5 und P14 nach verschiedenen Methoden, für verschiedene Wiederanstiegszeiträume und vor/nach dem Kolben der Meßstellen
- Tabelle 4 Ergebnisse von Messungen der Transmissivität nach dem EKS-Verfahren im
Bereich Geisenrieder Tal und Wertachtal durch das Büro GeoUmweltTeam,
Marktoberdorf
- Tabelle 5 Grundwasserbilanz
- Tabelle 6 Rechnerische Abschätzung der 50-Tage-Entfernungen

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Pläne	
1.1	Übersichtslageplan	
	Plan 1: Schutzgebietsvorschlag für alle derzeit bestehenden Brunnen Kaufbeuren und den Brunnen Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen (zusätzlich ist der aktuelle Schutzgebietsvorschlag für die Brunnen Altdorf der Gemeinde Biessenhofen nachrichtlich dargestellt)	M 1: 25.000
	Plan 2: Schutzgebietsvorschlag für den Fall der Auflassung der Brunnen Kaufbeuren I bis IV und des Brunnens Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen und Förderung nur aus Brunnen Kaufbeuren V sowie einem potentiellen neuen Brunnen bei P5 (zusätzlich ist der aktuelle Schutzgebietsvorschlag für die Brunnen Altdorf der Gemeinde Biessenhofen nachrichtlich dargestellt)	M 1: 25.000
1.2	Lageplan mit Aufschlusspunkten, Profillinien und bestehenden Wasserschutzgebieten	M 1: 10.000
1.3	Plan 1: Grundwassergleichenplan 29.05.2002	M 1: 10.000
	Plan 1a: wie Plan 1, als Pseudo-3D-Darstellung	M 1: 10.000
1.3	Plan 2: Isolinienplan der Basis des Kiesgrundwasserleiters	M 1: 10.000
	Plan 2a: wie Plan 2, als Pseudo-3D-Darstellung	M 1: 10.000
1.3	Plan 3: Grundwassermächtigkeit in m über der Kiesbasis	M 1: 10.000
	Plan 3a: Pseudo-3D-Darstellung Kiesbasis und Grundwasseroberfläche übereinander	M 1: 10.000
1.4	Lagepläne Wasserschutzgebietsvorschlag	
	Plan 1: Schutzgebietsvorschlag für alle derzeit bestehenden Brunnen Kaufbeuren und den Brunnen Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen (zusätzlich ist der aktuelle Schutzgebietsvorschlag für die Brunnen Altdorf der Gemeinde Biessenhofen nachrichtlich dargestellt)	M 1: 10.000
	Plan 2: Schutzgebietsvorschlag für den Fall der Auflassung der Brunnen Kaufbeuren I bis IV und des Brunnens Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen und Förderung nur aus Brunnen Kaufbeuren V sowie einem potentiellen neuen Brunnen bei P5 (zusätzlich ist der aktuelle Schutzgebietsvorschlag für die Brunnen Altdorf der Gemeinde Biessenhofen nachrichtlich dargestellt)	M 1: 10.000
Anlage 2	Hydrogeologische Profilschnitte	
	Plan 1: West-Ost-Profile A-A', B-B', C-C', D-D', E-E'	
	Plan 2: Nord-Süd-Profile F-F', G-G'	

Anlage 3 Aufschlussergebnisse

P06	Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis,	1 Blatt
	Bohrprofil und Ausbauplan,	1 Blatt
	Schichtenverzeichnis	2 Blätter
	Bohrkernfotografien,	1 Blatt
	Pumpprotokoll (12.06.2001)	2 Blätter
	Pumpversuchsdiagramm (12.06.2001)	1 Blatt
	geohydraulische Pumpversuchsauswertung (12.06.2001)	1 Blatt
P07	Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis,	1 Blatt
	Bohrprofil und Ausbauplan,	1 Blatt
	Schichtenverzeichnis	3 Blätter
	Bohrkernfotografien,	1 Blatt
	Pumpprotokoll (22.05.2001)	3 Blätter
	Pumpversuchsdiagramm (22.05.2001)	1 Blatt
	geohydraulische Pumpversuchsauswertung (22.05.2001)	1 Blatt
P08	Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis,	1 Blatt
	Bohrprofil und Ausbauplan,	1 Blatt
	Schichtenverzeichnis	2 Blätter
	Bohrkernfotografien,	1 Blatt
	Pumpprotokoll (12.06.2001)	2 Blätter
	Pumpversuchsdiagramm (12.06.2001)	1 Blatt
	geohydraulische Pumpversuchsauswertung (12.06.2001)	1 Blatt
P09	Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis,	1 Blatt
	Bohrprofil und Ausbauplan,	1 Blatt
	Schichtenverzeichnis	2 Blätter
	Bohrkernfotografien,	1 Blatt
	Pumpprotokoll (11.06.2001)	1 Blatt
	Pumpversuchsdiagramm (11.06.2001)	1 Blatt
	geohydraulische Pumpversuchsauswertung (11.06.2001)	1 Blatt
P10	Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis,	1 Blatt
	Bohrprofil und Ausbauplan,	1 Blatt
	Schichtenverzeichnis	3 Blätter
	Bohrkernfotografien,	1 Blatt
	Pumpprotokoll (12.06.2001)	2 Blätter
	Pumpversuchsdiagramm (12.06.2001)	1 Blatt
	geohydraulische Pumpversuchsauswertung (12.06.2001)	1 Blatt
P11	Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis,	1 Blatt
	Bohrprofil und Ausbauplan,	1 Blatt
	Schichtenverzeichnis	2 Blätter
	Bohrkernfotografien,	2 Blätter
	Pumpprotokoll (07.06.2001)	2 Blätter
	Pumpversuchsdiagramm (07.06.2001)	1 Blatt
	geohydraulische Pumpversuchsauswertung (07.06.2001)	1 Blatt

Anlage 3 Aufschlussergebnisse

P12	Kopfbblatt zum Schichtenverzeichnis, Bohrprofil und Ausbauplan, Schichtenverzeichnis Bohrkernfotos, Pumpprotokoll (11.06.2001) Pumpversuchsdiagramm (11.06.2001) geohydraulische Pumpversuchsauswertung (11.06.2001)	1 Blatt 1 Blatt 2 Blätter 2 Blätter 2 Blätter 1 Blatt 1 Blatt
P13	Kopfbblatt zum Schichtenverzeichnis, Bohrprofil und Ausbauplan, Schichtenverzeichnis Bohrkernfotos, Pumpprotokoll (07.06.2001) Pumpversuchsdiagramm (07.06.2001) geohydraulische Pumpversuchsauswertung (07.06.2001)	1 Blatt 1 Blatt 2 Blätter 3 Blätter 2 Blätter 1 Blatt 1 Blatt
P14	Kopfbblatt zum Schichtenverzeichnis, Bohrprofil und Ausbauplan, Schichtenverzeichnis Bohrkernfotos, Pumpprotokoll (16.01.2002, Meßstelle nicht gekolbt) Pumpversuchsdiagramm (16.01.2002, Meßstelle nicht gekolbt) Protokoll Kolben der Meßstelle (31.10.2002) Pumpprotokoll (31.10.2002, nach dem Kolben der Meßstelle) Pumpversuchsdiagramm (31.10.2002, nach dem Kolben der Meßstelle)	1 Blatt 1 Blatt 2 Blätter 3 Blätter 1 Blatt 1 Blatt 1 Blatt 1 Blatt
P15	Kopfbblatt zum Schichtenverzeichnis, Bohrprofil und Ausbauplan, Schichtenverzeichnis Bohrkernfotos, Pumpprotokoll (16.01.2002) Pumpversuchsdiagramm (16.01.2002)	1 Blatt 1 Blatt 2 Blätter 4 Blätter 2 Blätter 1 Blatt
J1	(GM Immenhofener See Nr. 1) Kopfbblatt zum Schichtenverzeichnis, Bohrprofil und Ausbauplan, Schichtenverzeichnis Pumpprotokoll (11.10.2002, Meßstelle nicht gekolbt) Pumpversuchsdiagramm (11.10.2002, Meßstelle nicht gekolbt)	1 Blatt 1 Blatt 2 Blätter 1 Blatt 1 Blatt
J2	(GM Immenhofener See Nr. 2) Kopfbblatt zum Schichtenverzeichnis, Bohrprofil und Ausbauplan, Schichtenverzeichnis Pumpprotokoll (11.10.2002, Meßstelle nicht gekolbt) Pumpversuchsdiagramm (11.10.2002, Meßstelle nicht gekolbt)	1 Blatt 1 Blatt 2 Blätter 1 Blatt 1 Blatt
J4	(GM Immenhofener See Nr. 4) Kopfbblatt zum Schichtenverzeichnis, Bohrprofil und Ausbauplan, Schichtenverzeichnis Pumpprotokoll (10.10.2002, Meßstelle nicht gekolbt) Pumpversuchsdiagramm (10.10.2002, Meßstelle nicht gekolbt)	1 Blatt 1 Blatt 2 Blätter 1 Blatt 1 Blatt

Anlage 3 Aufschlussergebnisse

J5	(GM Immenhofener See Nr. 5)	
	Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis,	1 Blatt
	Bohrprofil und Ausbauplan,	1 Blatt
	Schichtenverzeichnis	2 Blätter
	Pumpprotokoll (11.10.2002, Meßstelle nicht gekolbt)	1 Blatt
	Pumpversuchsdiagramm (11.10.2002, Meßstelle nicht gekolbt)	1 Blatt
	Protokoll Kolben der Meßstelle (31.10.2002)	
	Pumpprotokoll (31.10.2002, nach dem Kolben der Meßstelle)	1 Blatt
	Pumpversuchsdiagramm (31.10.2002, nach dem Kolben der Meßstelle)	1 Blatt
	 Brunnen Reichenbach (Lenzbauer), neu gebohrt 2001	
	Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis,	1 Blatt
	Bohrprofil und Ausbauplan,	1 Blatt
	Schichtenverzeichnis	2 Blätter
	Pumpprotokoll (21.09.2001)	1 Blatt
	Pumpversuchsdiagramm (21.09.2001)	1 Blatt
	 Brunnen Wintergerst (Feldwagner), neu gebohrt 2001	
	Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis,	1 Blatt
	Bohrprofil und Ausbauplan,	1 Blatt
	Schichtenverzeichnis	2 Blätter
	Pumpprotokoll (21.09.2001)	1 Blatt
	Pumpversuchsdiagramm (21.09.2001)	1 Blatt
	 Brunnen Schmid, neu gebohrt 2001	
	Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis,	1 Blatt
	Bohrprofil und Ausbauplan,	1 Blatt
	Schichtenverzeichnis	3 Blätter
	Pumpprotokoll (11.09.2001)	1 Blatt
	Pumpversuchsdiagramm (11.09.2001)	1 Blatt
	geohydraulische Pumpversuchsauswertung (11.09.2001)	1 Blatt
	 Bohrungen am Wertachdamm 1999/2000	
	Zusammenfassung der Aufschlussergebnisse	3 Blätter

1. Allgemeines

1.1 Bestehende Brunnen, Wasserrechte und Wasserschutzgebiete

Vorhandene Brunnen

Das Städtische Wasserwerk Kaufbeuren betreibt südlich von Ebenhofen 5 Brunnen des Pumpwerkes 2 Ebenhofen, die vor allem der Spitzenbedarfsdeckung dienen. Die Brunnen I bis IV wurden im Jahr 1961/62 niedergebracht und 1966 in Betrieb genommen. Brunnen V wurde 1975 gebohrt und 1978 in Betrieb genommen.

Etwa 150 m nordwestlich vom Brunnen I und nur knapp 100 m südlich der Bebauung von Ebenhofen befindet sich der Schachtbrunnen Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen aus dem Jahr 1946.

Im Jahr 1976 wurden westnordwestlich des Brunnens V im Rahmen des Grundwassererkundungsprogramms in Bayern drei erfolgreiche Bohrungen A, B und C mit Pumpversuchen niedergebracht, die heute als Grundwassermeßstellen Nr. 758, 759 und 760 des Bayerischen Landesgrundwasserdienstes genutzt werden. Das Grundwassererkundungsgebiet ist im Regionalplan /14/ als Grundwasservorranggebiet ausgewiesen (siehe Anlage 1.2). Damit ist in diesem Gebiet der Nutzung zu Zwecken der Wasserversorgung der Vorrang gegenüber anderen Nutzungen eingeräumt worden.

Rd. 450 bzw. 850 m südwestlich des Brunnens V liegen die Höfe Reichenbach (Lorenzbauer) und Wintergerst (Feldwagner), die jeweils einen eigenen Brunnen für ihre Wasserversorgung betreiben. Rd. 900 m nordwestlich des Brunnens V gibt es beim Hof Schmid einen weiteren privaten Brunnen.

Östlich der Wertach betreiben die Fa. Nestlé (früher Allgäuer Alpenmilchwerke) und die Gemeinde Biessenhofen je 2 Brunnen für die Wasserversorgung des Milchwerkes bzw. des Ortsteiles Altdorf. Die vier Brunnen liegen im Wertachtal rd. 150 bis 200 m westlich des Ortsrandes von Altdorf.

Bestehende Wasserrechte der öffentlichen Brunnen

Die Wasserableitung aus den Brunnen I bis V der Stadt Kaufbeuren ist durch den Bewilligungsbescheid des Landratsamtes Marktoberdorf Nr. II/1297 vom 12.02.1964, geändert durch Bescheid Nr. II/926 vom 09.04.1964 und den Bewilligungsbescheid des Landratsamtes Ostallgäu Nr. MOD-402-642/Fr vom 01.03.1977, geändert durch Bescheid Nr. MOD-402-642-Hd vom 22.11.1977 geregelt /10b/. Danach dürfen aus den Brunnen I bis IV zusammen 85 l/s, aus Brunnen V 100 l/s sowie aus den Brunnen I bis V zusammen 3.000.000 m³/Jahr an Wasser zutagegefördert und abgeleitet werden. Die Bewilligung ist befristet bis zum 31.12.2006. Die Bewilligungen enthalten einen Auflagenvorbehalt hinsichtlich eventueller nachteiliger Auswirkungen der Wasserentnahme auf die Wassergewinnungsanlagen der Gemeinde Biessenhofen (beide Bescheide), der Hausbrunnen Reichenbach (Hof Lorenzbauer) und Wintergerst (Hof Feldwagner) sowie der Allgäuer Alpenmilchwerke in Altdorf (nur

Bescheid vom 12.02. bzw. 09.04.1964). Hinsichtlich des Brunnens V ist im Änderungsbescheid vom 22.11.1977 die Auflage enthalten, die Förderleistung entsprechend zu drosseln, sofern während des Pumpbetriebes des Brunnens V im Ebenhofener Brunnen der Gemeinde Biessenhofen "eine zu einer Beeinträchtigung der bewilligten Wasserversorgung der Gemeinde Biessenhofen führende Absenkung" festzustellen sein sollte.

Für den Brunnen Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen besteht u.W. eine unbefristete Erlaubnis zur Wasserentnahme gemäß Beschluss des LRA Marktoberdorf vom 05.02.1953 ohne Beschränkung der Entnahme gemäß Art. 19 des Wassergesetzes von 1907 /10b/. Die Unterwasserpumpe leistet 25 l/s.

Für das Wasserschutzgebiet/Grundwasservorranggebiet Ebenhofen gibt es bisher mangels Nutzung kein Wasserrecht zur Wasserentnahme. Im Gutachten des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft vom 04.08.1978 sind 3,15 Mio m³/a vorgeschlagen worden.

Für den Brunnen Altdorf I der Gemeinde Biessenhofen wurde mit Beschluss des früheren Landratsamtes Marktoberdorf vom 26.09.1957 die wasserrechtliche Erlaubnis zur Wasserförderung von 10 l/s und 120.000 m³/Jahr erteilt /11b/. Die Erlaubnis ist unbefristet. Für den Brunnen Altdorf II der Gemeinde Biessenhofen erteilte das Landratsamt Ostallgäu mit Bescheid vom 29.07.1986 eine Bewilligung zur Wasserförderung von 20 l/s und maximal 130.000 m³/Jahr /11c/.

Das frühere Landratsamt Marktoberdorf erteilte mit Beschluss vom 12.06.1959, geändert mit Beschluss vom 02.02.1960 die widerrufliche Erlaubnis, aus den beiden Brunnen der Allgäuer Alpenmilchwerke 50 l/s Wasser je Brunnen zu fördern /11a/. Die Jahresförderung ist darüber hinaus nicht beschränkt. Die Erlaubnis ist unbefristet.

Die Förderraten der Privatbrunnen Reichenbach, Wintergerst und Schmid sind gegenüber den vorgenannten genehmigten Wassermengen unbedeutend.

Bestehende Wasserschutzgebiete

Für die Brunnen I bis V der Stadt Kaufbeuren und den Brunnen Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen ist mit Verordnung des LRA Ostallgäu vom 11.12.1989 ein gemeinsames Wasserschutzgebiet, bestehend aus fünf Fassungsbereichen (Br. I, II+IV, III, V, Br. Ebenhofen), einer gemeinsamen engeren und einer gemeinsamen weiteren Schutzzone festgesetzt worden /10b/.

Für das Grundwassererkundungsgebiet Ebenhofen ist mit Verordnung des LRA Ostallgäu vom 01.06.1990 zur Sicherung der öffentlichen Wasserversorgung der Stadt Kaufbeuren ein Schutzgebiet festgesetzt worden, das westlich an das Schutzgebiet der bestehenden Brunnen Ebenhofen anschließt /10b/. Träger des Schutzgebietes ist die Stadt Kaufbeuren.

Östlich schließt an das Wasserschutzgebiet der Brunnen Kaufbeuren I bis V und des Brunnens Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen das gemeinsame Wasserschutzgebiet der beiden Brunnen der Allgäuer Alpenmilchwerke und der beiden Brunnen des Ortsteiles Altdorf der Gemeinde Biessenhofen, bestehend aus einem Fassungsbereich, einer engeren und

einer weiteren Schutzzone, an. Es wurde mit Verordnung des Landratsamtes Ostallgäu vom 22.07.1986 festgesetzt /11d/.

1.2 Bisheriger Kenntnisstand

Der bisherige Kenntnisstand über die Brunnen Ebenhofen und Altdorf ist in folgenden Gutachten des Büros Boden und Wasser niedergelegt:

- /1/ Hydrogeologisches Gutachten zu den Brunnen I bis V des Pumpwerkes 2 Ebenhofen der Stadt Kaufbeuren und zu deren Einzugsgebiet.- 05.12.1991
- /2/ Hydrogeologisches Gutachten zum Einzugsgebiet und zum Wasserschutzgebiet der Brunnen Altdorf - unter Berücksichtigung des Einzugsgebietes der Brunnen Kaufbeuren-Ebenhofen und des Brunnens Ebenhofen der Gemeinde Ebenhofen sowie der Ergebnisse von Aufschlussbohrungen der Fa. Dachser.- 27.03.1997
- /3/ Hydrogeologisches Gutachten zum Einzugsgebiet und zum Wasserschutzgebiet der Brunnen Altdorf - Nachtrag 1 zum Gutachten vom 27.03.1997 zur Abgrenzung der engeren Schutzzone auf der Grundlage eines Betriebsversuches an den Brunnen Altdorf vom 27.07. bis 29.08.2000.- 29.12.2000
- /4/ Hydrogeologisches Gutachten zum Einzugsgebiet und zum Wasserschutzgebiet der Brunnen Altdorf - Nachtrag 2 zum Gutachten vom 27.03.1997 und zum Nachtrag 1 vom 29.12.2000 - Stellungnahme zum Schreiben des WWA Kempten vom 03.04.2001, Pumpversuch im Brunnen der Gärtnerei Jung.- 23.05.2001
- /5/ Lageplan Schutzgebietsvorschlag Altdorf.- 05.08.2002

Gegenüber der Basisstudie von 1991 zu den Brunnen Ebenhofen /1/ haben die weiteren Erkundungen in den Jahren 1994 bis 1997 vor allem rechts der Wertach, aber auch im Bereich des Wasserschutzgebietes Ebenhofen zusätzliche Kenntnisse gebracht. Im Bereich des Wasserschutzgebietes Ebenhofen resultierten zusätzliche Kenntnisse im wesentlichen aus geoelektrischen Messungen und 3 Grundwassermeßstellen nordwestlich von Ebenhofen, die im Zusammenhang mit einer damals geplanten Kiesgrube der Fa. Dachser niedergebracht wurden.

Wesentliche Neuerkenntnis war, dass das Grundwasser auf der Altdorfer Seite im Gegensatz zur bisherigen Annahme nur zu geringen Teilen aus Süden zuströmen kann, da hier die Kiesbasis so stark ansteigt, dass die Grundwassermächtigkeit fast gegen Null geht. Parallel dazu nehmen die Durchlässigkeitswerte nach Süden zu ab. Im Prinzip dasselbe war südwestlich von Ebenhofen zu folgern, wobei eine määnderähnliche Rinnenstruktur im Kiesuntergrund deutlich wurde, in der das Grundwasser westlich vom Hof Lorenzbauer nach Norden, dann im Bereich der Brunnen Ebenhofen nach Osten, unter der Wertach hindurch zu den Brunnen Altdorf strömt und schließlich im Bereich der Brunnen Altdorf oder etwas östlich davon wieder nach Norden umbiegt.

Im Bereich der Brunnen Altdorf waren die Verhältnisse durch hinreichend viele Aufschlüsse (siehe Gutachten vom 27.03.1997 /2/) geklärt, wobei 1999/2000 im Zusammenhang mit Untersuchungen des Wertachdammes durchgeführte neue Bohrungen die Rinnenstruktur weiter bestätigt haben. Dementsprechend konnte vorgeschlagen werden, das Wasserschutzgebiet im Süden erheblich zu verkleinern. Andererseits hat sich aus einem längeren Pumpversuch an den vier Brunnen der Gemeinde Biessenhofen und der Fa. Nestlé ergeben, dass man bei den derzeit wasserrechtlich genehmigten Fördermengen der Fa. Nestlé, welche die Fördermengen der Gemeinde Biessenhofen und auch den tatsächlichen bisherigen Bedarf der Fa. Nestlé weit übersteigen, das Wasserschutzgebiet nach Osten etwas erweitern müsste.

Westlich der Wertach war die Erkenntnis, dass die Kiesbasis nach Süden hin ansteigt und die Grundwassermächtigkeit dort stark abnimmt, nicht grundsätzlich neu. Das zeigen schon die Versuchsbohrungen 3 und 4 aus dem Jahr 1961. Allerdings war bisher der Gesamtzusammenhang westlich und östlich der Wertach nicht klar.

Westlich der Wertach war der Verlauf der Rinnenstruktur nach den geoelektrischen Messergebnissen 1995 /2/ zwar in den Grundzügen bekannt. Nachweise durch Aufschlussbohrungen bzw. Grundwassermeßstellen gab es aber im wesentlichen nur in einer West-Ost-Linie entlang der Brunnen Ebenhofen und der Grundwassermeßstellen 758, 759 und 760 des Bayerischen Landesgrundwasserdienstes im dortigen Grundwasservorranggebiet. Der Verlauf der Kiesbasis und der Grundwasseroberfläche zum südlichen und zum nördlichen Rand der Rinne hin ließ noch einige Fragen offen, die alleine mit den vorliegenden geoelektrischen Messergebnissen für eine genauere Abgrenzung des Wasserschutzgebietes nicht hinreichend beantwortet werden konnten.

Keine hinreichenden Kenntnisse über den Untergrund und gar keine Kenntnisse über die Lage der Grundwasseroberfläche gab es bisher westlich und südwestlich der Grundwassermeßstellen 758, 759 und 760 bzw. westlich des Lorenzbauers und nördlich vom Feldwagner. Hier war zu vermuten, dass die Kiesrinne von Süd-Nord in die West-Ost-Richtung umbiegt. Im Schutzgebietsvorschlag vom 27.03.1997 wurde daher im Hinblick auf das Wasserschutzgebiet Ebenhofen der Stadt Kaufbeuren lediglich empfohlen, die Gebiete östlich der Bahnlinie und (überwiegend) rechts der Wertach aus dem Schutzgebiet herauszunehmen, in denen durch die Bohrungen entlang der B12 und die Versuchsbohrungen 3 und 4 eindeutig nachgewiesen ist, dass von dort keine wesentlichen Grundwassermengen zu den Brunnen Ebenhofen strömen können.

1.3 Fragestellung

Nach den in den letzten Jahren gewonnenen neuen Erkenntnissen deutete sich an, dass das Wasserschutzgebiet der Brunnen Ebenhofen zumindest im Süden zu groß, im Westen aber möglicherweise zu klein bemessen ist. Das gilt sowohl für die weitere als auch die engere Schutzzone.

Da gemäß WHG § 19 ein Wasserschutzgebiet nur dort festgesetzt werden darf, wo es zum Schutz der öffentlichen Wasserversorgung erforderlich ist und außerdem die Auflagen im Wasserschutzgebiet, insbesondere in der engeren Schutzzone, zu Entschädigungszahlungen an die Landwirte führen, ist das Städtische Wasserwerk Kaufbeuren an einer Neubemessung des Wasserschutzgebietes interessiert, bei der die Grenzen nur so weit gezogen werden wie sie wirklich notwendig sind.

Im Rahmen der Neufestsetzung sind dann aber auch die Auflagen dem heutigen Standard anzupassen. Auch im Hinblick auf die ab 01.01.2003 geltende neue Trinkwasserverordnung /19/, die eine Desinfektion ohne vorherige Wasseraufbereitung mehr zulässt, muss besonders darauf geachtet werden, dass in der engeren Schutzzone mikrobiologische Belastungen vermieden werden. Das kann z.B. bedeuten, dass in der engeren Schutzzone die Ausbringung von Gülle und Beweidung nicht mehr zulässig sind.

Wie bereits erwähnt, läuft die Bewilligung für die Brunnen Ebenhofen der Stadt Kaufbeuren Ende 2006 aus. Im Zusammenhang mit der Neufestsetzung des Wasserschutzgebietes ist auch daher die aktuelle und die voraussichtliche künftige Nutzung der Brunnen bzw. der Wasserbedarf zu berücksichtigen.

Wegen des allgemein eher zurückgehenden Wasserverbrauches werden seit schon seit längerer Zeit weniger als 1 Mio m³ für Kaufbeuren (gegenüber 3 Mio m³/a bewilligter Förderung) benötigt. Brunnen IV wird daher derzeit nicht und die Brunnen I bis III werden nur relativ wenig betrieben. Hauptsächlich wird der hoch ergebigste Brunnen V genutzt. Rein mengenmäßig wäre mit der Förderleistung des Brunnens V von 100 l/s ohne weiteres alleine der aktuelle Bedarf von Kaufbeuren zu decken, auch wenn der Brunnen nicht mehr als 12 Stunden pro Tag betrieben wird.

Andererseits beanspruchen die weniger ergebigsten Brunnen I bis IV der Stadt Kaufbeuren ein vergleichsweise großes Wasserschutzgebiet. Bei einer Konzentration der Wassergewinnung auf den Brunnen V, zur technischen Absicherung ergänzt um einen weiteren Brunnen in dessen Umgebung, ließe sich das Wasserschutzgebiet weiter verkleinern.

Der Brunnen Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen ist schon sehr alt; hier sind künftig voraussichtlich Investitionen zur Modernisierung erforderlich. Auch die zur Versorgung des Ortsteils Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen erforderliche Wassermenge von etwa 180.000 m³/a ließe sich ohne weiteres aus dem Brunnen Kaufbeuren V fördern. Wenn auch dieser Brunnen künftig wegfiele, könnte sich der Ortsteil Ebenhofen auch nach Süden weiter entwickeln, was wegen des Wasserschutzgebietes bisher nicht möglich ist.

Im vorliegenden Gutachten werden daher Vorschläge für die Neufestsetzung des Wasserschutzgebietes sowohl für die aktuell bestehenden Brunnen (Anlage 1.4, Plan 1) als auch alternativ für eine Situation nach Wegfall der Brunnen Kaufbeuren I bis IV und des Brunnens Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen (Anlage 1.4, Plan 2) gegeben.

Darüber hinaus muss zum Gesamtverständnis kurz auf den Wasserbedarf und die Wasserschutzgebiete in Biessenhofen/Altdorf eingegangen werden:

In Altdorf wird die für die Brunnen der Gemeinde Biessenhofen bewilligte Wassermenge von insgesamt 250.000 m³/a ausgeschöpft, zeitweilig sogar überschritten, wobei allerdings auf erhebliche Wasserverluste hinzuweisen ist. Die Fa. Nestlé fördert etwa zwischen 1 Mio und 1,5 Mio m³/a, dürfte aber gemäß der Erlaubnis aus dem Jahr 1959 theoretisch bis zu 2 x 50 l/s im Dauerbetrieb, also rd. 3,15 Mio m³/a, fördern. Die Schutzgebetsituation in Altdorf ist vergleichsweise schwierig. Einerseits dürfte für die Brunnen der Fa. Nestlé kein Wasserschutzgebiet festgesetzt werden, da es sich hierbei um keine öffentliche Wasserversorgung handelt. Andererseits kann bei der Schutzgebetsbemessung in der Praxis kaum zwischen den Brunnen der Gemeinde Biessenhofen und der Fa. Nestlé unterschieden werden. Die Größe der engeren Schutzzone hängt stark von der Entnahme und damit von dem gegenüber der Gemeinde Biessenhofen um ein mehrfaches höheren Bedarf der Fa. Nestlé ab. Die Neubemessung der engeren Schutzzone führt daher zu dem Vorschlag, die engere Schutzzone Altdorf nach Osten bis in den bebauten Bereich auszudehnen /2, 3, 4, 5/. Dies wiederum kollidiert mit dortigen Bauvorhaben. Das Schutzgebetsverfahren Altdorf ist noch nicht eingeleitet.

Da die Schutzgebetsprobleme in Altdorf schwer lösbar sind, andererseits aber im Wassergewinnungsgebiet Ebenhofen das Wasserdargebot nicht ausgeschöpft wird, liegt die Überlegung nahe, künftig auch den Ortsteil Altdorf der Gemeinde Biessenhofen aus Brunnen westlich der Bahn im Wassergewinnungsgebiet Ebenhofen zu versorgen. Auch dies wäre mengenmäßig bereits mit dem bestehenden Brunnen V und umso mehr mit einem weiteren Brunnen in der Umgebung des Brunnens V möglich. Sogar der aktuelle Wasserbedarf der Fa. Nestlé wäre hier noch zu decken, wie folgende Aufstellung der aktuellen Wasserförderung zeigt:

Wasserförderung Kaufbeuren:	rd. 650.000 m ³ /a
Wasserförderung Biessenhofen-Ebenhofen:	rd. 180.000 m ³ /a
Wasserförderung Biessenhofen-Altdorf:	rd. 330.000 m ³ /a
Wasserförderung Fa. Nestlé:	rd. 1.300.000 m ³ /a
-----	-----
Summe	rd. 2,5 Mio m ³ /a

Dem stehen die für die Brunnen Kaufbeuren I bis V bewilligte Wasserentnahme von 3 Mio m³/a und die Leistungsfähigkeit des Brunnens Kaufbeuren V von maximal (bei theoretischem Dauerbetrieb) rd. 3,15 Mio m³/a gegenüber.

Es gibt bisher allerdings keine konkreten Pläne der Gemeinde Biessenhofen und/oder der Fa. Nestlé für eine Verlagerung der Wassergewinnung aus Altdorf in den Raum südwestlich von Ebenhofen, weshalb im vorliegenden Gutachten darauf nicht weiter eingegangen werden kann und für einen solchen Fall auch kein Schutzgebetsvorschlag gegeben wird.

In den Plänen der Anlage 1.4 ist neben dem Wasserschutzgebietsvorschlag für die Brunnen Ebenhofen der aktuelle Schutzgebietsvorschlag für die Brunnen Altdorf nachrichtlich dargestellt. Er ist für den Fall erarbeitet, dass westlich der Wertach ein Wasserschutzgebiet anschließt wie es derzeit festgesetzt ist oder, wie in Anlage 1.4, Plan 1, für alle Brunnen Ebenhofen vorgeschlagen, neu festgesetzt wird. Im Falle der Auflassung der Brunnen Kaufbeuren I bis IV und des Brunnens Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen sowie einer entsprechenden Verkleinerung des Wasserschutzgebietes Ebenhofen (siehe Anlage 1.4, Plan 2) wäre der bisherige Schutzgebietsvorschlag Altdorf zu überprüfen.

2. Durchgeführte Untersuchungen

Im Basisgutachten von 1991 /1/ standen die Daten folgender Grundwasseraufschlüsse zur Verfügung

- Brunnen Kaufbeuren-Ebenhofen I bis V und Brunnen Biessenhofen-Ebenhofen
- Grundwassermeßstellen P1 und P5 östlich und westlich Br. V
- Brunnen Viehtränke bei Brunnen Ebenhofen IV
- Hausbrunnen Reichenbach (Hofname: Lorenzbauer) und Wintergerst (Hofname: Feldwagner)
- Grundwassermeßstellen 758, 759, 760
- Grundwassermeßstellen J1, J2, J4, J5 am Immenhofener See
- Brunnen Geisenhofen

Weiter konnten die Daten folgender verfüllter Bohrungen ausgewertet werden:

- Versuchsbohrungen 3, 4, 7 und westl. Ebenhofen der Stadt Kaufbeuren aus den Jahren 1961 bis 1964
- eine größere Anzahl von Bohrungen entlang der Bundesstraße 12, teilweise mit Angaben zum Grundwasserstand, aus Anfang der 1970er Jahre, aus dem Bohrarchiv des Bayerischen Geologischen Landesamtes /15/

In den Jahren 1994/1995 kamen die Grundwassermeßstellen Da1 bis Da3 (Fa. Dachser) rd. 1 km westlich von Ebenhofen sowie östlich der Wertach die Meßstellen Altdorf GM 21, 22 und 23 hinzu. Weiter wurden verteilt über das Gesamtgebiet westlich und östlich der Wertach rd. 100 geoelektrische Tiefensondierungen durchgeführt. 1996 wurden im Nahbereich der Brunnen Altdorf die Grundwassermeßstellen 24 bis 38 eingerichtet.

Für das vorliegende Gutachten wurden ergänzend folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Neueinrichtung der Grundwassermeßstellen P6 bis P13 im Frühjahr 2001
- Neueinrichtung der Grundwassermeßstellen P14 und P15 im Dezember 2001/Jan. 2002
- Geoelektrische 2D-Messungen auf 5 Nord-Süd-Profilen und 2 West-Ost-Profilen im November 2001 und April 2002
- Überprüfung und teilweise Neuinterpretation einer größeren Anzahl der Ergebnisse der geoelektrischen Tiefensondierungen aus dem Jahr 1995 auf der Grundlage der neu hinzugekommenen Bohrerergebnisse und der neuen geoelektrischen 2D-Messungen
- ergänzende Informationen lieferten eine größere Anzahl von Bohrungen, die im Auftrag der Vereinigten Wertach Elektrizitätswerke im Zuge von Untersuchungen zur Sanierung der Wertachdämme Ende 1999/Anfang 2000 durchgeführt wurden /12/ und die Neubohrungen/Vertiefungen der Privatbrunnen Reichenbach und Wintergerst sowie die Neubohrung des Privatbrunnens Schmid im September 2001
- Pumpversuche an den seit 1984 bestehenden Grundwassermeßstellen J1, J2, J4 und J5 am Immenhofener See sowie Kolben der Meßstellen P14 und J5 mit nochmaligem Pumpversuch im Oktober 2002 zur Überprüfung des hydraulischen Anschlusses dieser Meßstellen
- Grundwasserspiegel-Stichtagsmessungen an allen Grundwasseraufschlüssen im Raum Ebenhofen und Altdorf am 29.05.2002
- Messungen der Transmissivität nach dem EKS-Verfahren im Einmündungsbereich des Geisenrieder Tales in das Wertachtal und im Wertachtal südlich der B12 durch das Büro GeoUmweltTeam, Marktoberdorf, am 10.10. und 16.10.2002.

Die Aufschlusssdaten der neu eingerichteten bzw. untersuchten Meßstellen sind in Anlage 2 zum vorliegenden Gutachten beigefügt. Die Daten der älteren Aufschlüsse und der geoelektrischen Tiefensondierungen finden sich im Gutachten vom 27.03.1997 /2/. Die Ergebnisse der geoelektrischen 2D-Sondierungen sind in folgenden gesonderten Berichten des Geophysikbüros Munstermann, Industriepark Str. A Nr. 9, 39245 Gommern, enthalten.

- /6/ Bericht über geophysikalische Untersuchungen zur Erfassung des Untergrundes auf 4 Nord-Süd-Profilen (Profile Nr.1 bis 4, 2D - Geoelektrik, Multielektrodenanordnung, Electrical Resistivity Imaging), 17.12.2001
- /7/ Überprüfung und teilweise Nachinterpretation von 44 geoelektrischen Tiefensondierungen aus dem Jahr 1995 auf der Grundlage der Ergebnisse der 2D-Messungen (Bericht vom 17.12.2001) und der seit 1995 neuen Bohraufschlüsse, 14.01.2002
- /8/ Bericht über geophysikalische Untersuchungen zur Erfassung des Untergrundes auf 1 Nord-Süd-Profil und 2 West-Ost Profilen (Profile 5, 6 und 7, 2D - Geoelektrik, Multielektrodenanordnung, Electrical Resistivity Imaging), 30.04.2002

- /9/ Überprüfung und teilweise Nachinterpretation von weiteren 34 geoelektrischen Tiefensondierungen aus dem Jahr 1995 auf der Grundlage der Ergebnisse der 2D-Messungen (Bericht vom 30.04.2002) und der seit 1995 neuen Bohraufschlüsse, 04.06.2002

Alle Aufschlusssdaten sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Die Auswertung der Kurzpumpversuche in den 2001/2002 neu eingerichteten Grundwassermeßstellen ist bei den Unterlagen zu den einzelnen Bohrungen in Anlage 2 dokumentiert. Tabelle 2 enthält darüber hinaus eine Zusammenstellung aller verfügbaren geohydraulischen Auswertergebnisse von den Grundwasseraufschlüssen innerhalb und im Umfeld des Wasserschutzgebietes Ebenhofen. In Tabelle 3 sind zusätzlich die Ergebnisse von Pumpversuchsauswertungen in den Meßstellen J1, J2, J4, J5 und P14 nach verschiedenen Methoden, für verschiedene Wiederanstiegszeiträume und vor/nach dem Kolben der Meßstellen vergleichend zusammengestellt.

Tabelle 4 enthält eine Grundwasserbilanz der in das Wassergewinnungsgebiet Ebenhofen ein- und austretenden Wassermengen. Tabelle 5 enthält die Ergebnisse der EKS - Messungen. In Tabelle 6 ist schließlich die rechnerische Abschätzung der 50-Tage-Entfernungen (engere Schutzzone) dokumentiert.

Die Aufschluss- und Wasserspiegeldaten wurden in Form der in der Anlage 1.3 beigefügten Pläne der Kiesbasis, der Höhenlage der Grundwasseroberfläche und der Grundwassermächtigkeit sowie der in Anlage 2 beigefügten Profilschnitte ausgewertet.

3. Untergrund

3.1 Hydrogeologischer Überblick und Gesamteinzugsgebiet der Brunnen Ebenhofen

Die generellen hydrogeologischen Verhältnisse sind in den Gutachten vom 05.12.1991 /1/ und vom 27.03.1997 /2/ ausführlich erläutert. Soweit zum Gesamtverständnis erforderlich, sind aus diesem Gutachten nachfolgend einzelne Ausschnitte wiedergegeben.

Das Wassergewinnungsgebiet Ebenhofen-Aldorf wird durch das Wertachtal geprägt. Westlich von Geisenhofen mündet von Südwesten her das Geisenrieder Tal in das Wertachtal ein. Der Grundwasserzustrom von Süden erfolgt sowohl aus dem Wertachtal als auch aus dem Geisenrieder Tal.

Die Südgrenze des Gesamteinzugsgebietes kann nordwestlich von Leuterschach (rd. 5 km südwestlich von Marktoberdorf), wo das Wertachtal aus der Molasse in das Vorland austritt, angenommen werden. Der Talboden des Wertachtals liegt hier auf einer Höhe von rd. 735 m ü. NN und sinkt bis zur Mündung der Kirnach zwischen Ebenhofen und Biessenhofen auf rd. 700 m ü. NN ab. Das Geisenrieder Tal wird nur durch den kleinen Firgenbach, der im Moränengelände rd. 2 km westsüdwestlich von Geisenried entspringt, entwässert, soweit das Niederschlagswasser nicht unmittelbar in den Untergrund versickert. Östlich des Baggersees Immenhofen versickert der Firgenbach. Er führt von hier bis zur Mündung in die

Wertach nur bei stärkeren Niederschlägen, Schneeschmelze etc. Wasser. Das Geisenrieder Tal liegt nördlich Geisenried auf einer Höhe von rd. 745 m ü. NN und fällt bis Geisenhofen/Immenhofen, wo es in eine weite fast ebene Fläche mündet, auf rd. 720-725 m ü. NN ab, liegt also deutlich höher als das Wertachtal.

Den tieferen Untergrund bilden feinkörnige Schichten, meist Tone, Mergel und Sande, der Oberen Süßwassermolasse, die dem Tertiär angehört. Der tertiäre Untergrund wurde in den vergangenen Eiszeiten einerseits durch Moränenablagerungen (im wesentlichen Grundmoränen) überdeckt, andererseits lagerten die Schmelzwässer Kiese und Sande, aber auch Seetone ab. In die Moränen, Schotterflächen und teilweise auch bis in den tertiären Untergrund hinein haben sich die Flüsse eingeschnitten. Heute findet man je nach der Morphologie übereinander oder auch nebeneinander den tertiären Untergrund, Moränen, Seetone, Kiesterrassen (die Kiese der jüngsten - Würm - Eiszeit werden als Niederterrassenschotter bezeichnet) und jüngste Talfüllungen, wobei unter den Flusstalauen sowohl alte Kiesrinnen mit mehreren Zehner Metern Mächtigkeit als auch nur geringmächtige Kiese, Schluffe oder Auelehme verborgen sein können. Auch unter den Niederterrassenflächen verbergen sich Kiese und Tone/Schluffe sehr unterschiedlicher Zusammensetzung und Mächtigkeit.

Zwischen dem Geisenrieder Tal und dem Wertachtal erhebt sich ein Moränenrücken, der vom Anschluss von Geisenried an die B 472 nach Nordosten bis Geisenhofen zieht, bis auf eine Höhe von 758 m ü. NN. Nördlich von Hattenhofen sind unter den Moränen die Gesteine der Molasse aufgeschlossen, an deren Grenzfläche zu den Moränen offenbar die Quellen der Wasserversorgung von Hattenhofen entspringen. Auch sonst dürfte in dem Moränenrücken die Tertiäroberfläche relativ hoch liegen.

Im Westen werden das Geisenrieder Tal und das flache Gelände zwischen Immenhofen und Ebenhofen bzw. im Süden auch das Wertachtal durch einen Moränenzug etwa entlang der Linie Ruderatshofen - Hungerberg - Immenhofen - Geisenried - Mucken-Berg - Oberthingau begrenzt.

Sowohl die Gesteine des Tertiärs als auch Bändertone aus eiszeitlichen Seen (überwiegend) als auch Moränen (untergeordnet) bilden den grundwasserstauenden Untergrund. Grundwasserleiter sind die darüber abgelagerten Kiese. In den Grundwasserstauer sind eiszeitliche mit Kies gefüllte Rinnen eingetieft, in denen sich das Grundwasser hauptsächlich bewegt. Verlauf und Ausdehnung dieser Rinnen sind maßgeblich für die Abgrenzung des Wasserschutzgebietes. Zusammenfassend lassen sich die Verhältnisse wie folgt beschreiben:

Zwischen Geisenhofen und der Wertach zieht eine flache breite Kiesrinne nach Norden. Östlich des Immenhofener Baggersees mündet das kieserfüllte Geisenrieder Tal mit einem "Steilabfall" in die von Süden her kommende flache Kiesrinne ein. Auf die Anteile der Zuflüsse aus dem Wertachtal und dem Geisenrieder Tal wird im Rahmen der Grundwasserbilanz (Kap. 5) noch eingegangen.

Ab hier wird die Kiesrinne insgesamt tiefer und zieht weiter unter den Höfen Feldwagner und Lorenzbauer nach Norden bis Nordnordwesten bis etwa zur Grundwassermeßstelle 760. Von der Grundwassermeßstelle 760 an verschmälert sich die Rinne und zieht sich nach Ost-südosten über den Brunnen Kaufbeuren V, rd. 200 m in Richtung Brunnen Kaufbeuren III. Von hier nach Osten teilt sich die Rinne in einen nördlichen (weniger detailliert durch Auf-

schlüsse nachgewiesenen) Teil, der unter der Bebauung von Ebenhofen nach Nordosten zieht, und einen südlichen (durch Aufschlüsse und Geoelektrik recht genau fassbaren) Teil, der südlich der Brunnen I, II und IV im Bereich der Grundwassermeßstellen P9 und P13 nach Osten unter der Wertach hindurch bis zu den Brunnen Altdorf verläuft. Dabei liegt der Brunnen Altdorf II (Gemeinde Biessenhofen) schon nahe dem Südrand der Rinne.

Die Brunnen Kaufbeuren I, II und IV liegen am Nordhang des südlichen Rinnenteils. Das erklärt ihre gegenüber z.B. Brunnen V geringere Ergiebigkeit. Eine Art Hochpunkt zwischen den beiden Rinnenteilen bildet die in Grundmoräne und Seetonen endende Bohrung VB7 an der Südostecke der Bebauung von Ebenhofen, die sich seinerzeit als nicht ausbauwürdig erwies.

Östlich der Wertach verläuft der Südrand des südlichen Rinnenteils zwischen GM 35 und GM 36 hindurch, südlich von GM 37 vorbei in Richtung auf GM 38 bzw. etwas nördlich von dieser. Die Brunnen der Fa. Nestlé (Allgäuer Alpenmilch) liegen ziemlich im Tiefsten der Rinne. Der südliche Rinnenteil setzt sich dann entlang des Westrandes von Altdorf nach Norden fort und vereinigt sich westlich des Nordteiles der Bebauung von Altdorf wieder mit dem nördlichen unter der Bebauung von Ebenhofen hindurch führenden Rinnenteil. Die Nachweisschärfe ist nach Norden hin (außerhalb der für die Wasserschutzgebiete wichtigen Flächen) allerdings geringer. Hier liegen hauptsächlich Daten aus geoelektrischen Tiefensondierungen und nahezu keine Bohraufschlüsse vor.

In der beschriebenen Kiesrinne bewegt sich sicherlich die Hauptmenge des Grundwassers. Am besten lässt sich das in der 3D-Darstellung der Kiesbasis in Anlage 1.3, Plan 2a und im Plan der Höhengleichen der Grundwassermächtigkeit (Anlage 1.3, Pläne 3 und 3a) erkennen.

3.2 Aufschlussergebnisse

Nachfolgend wird kurz auf einige wesentliche Aufschlussergebnisse der seit dem Gutachten vom 27.03.1997 /2/ neu hinzugekommenen Bohrungen eingegangen. Hinsichtlich der Brunnen und älteren Bohrungen wird auf die Gutachten vom 05.12.1991 /1/ und vom 27.03.1997 /2/ verwiesen.

Bisher war zwar bekannt, dass die Kiesbasis nach Süden ansteigt und der wassererfüllte Kies beispielsweise in den Versuchsbohrungen 3 und 4 der Stadt Kaufbeuren (nördlich der Wertach, östlich der Bahn) sowie in einer Reihe von Bohrungen entlang der B12 nur noch sehr geringmächtig ist. Wenngleich die geoelektrischen Tiefensondierungen aus dem Jahr 1995 das Gesamtbild zwar schon andeuteten, war noch nicht hinreichend nachgewiesen, wie und wo die Grundwassermächtigkeit im Kies nach Süden hin abnimmt. Hauptsächlich zur Klärung dieser Frage wurden die Bohrungen P6 bis P13 angesetzt.

Die Bohrungen P9 (Kiesbasis in 13 m Tiefe), P11 (Kiesbasis in 19 m Tiefe) und besonders P13 (Kiesbasis in 31,4 m Tiefe) haben hohe grundwassererfüllte Kiesmächtigkeiten aufgeschlossen. Die Bohrungen P6, P7, P8, P10, P12 haben hingegen entweder überhaupt kei-

nen wassererfüllten Kies (P12) oder nur 1 .. 2 m wassererfüllten Kies erbohrt. Unter dem Kies folgen Schluff und schluffige Sande.

Die Bohrungen zeigten, dass der Südrand der Kiesrinne, aus der die Brunnen fördern, zwischen den Bohrungen P11/P10, P9/P7 sowie P13/P6 liegen muss. Da sich die Kiesmächtigkeiten beträchtlich unterscheiden, war aber immer noch nicht klar, ob die Kiesbasis zwischen den genannten Bohrungspaaren gleichmäßig ansteigt oder ob es irgendwo zwischen den Bohrungen einen Steilanstieg der Kiesbasis gibt. Da dies von Bedeutung für die Abgrenzung der engeren Schutzzone ist, wurden zur Klärung 4 Nord-Süd ausgerichtete Geoelektrik-Profile /6, 7/ ausgeführt. Sie zeigten, dass der Südrand der Kiesrinne in der Nähe der Bohrungen P6, P10 und P12 liegt.

Ergänzende Informationen lieferten die 1999/2000 zur Untersuchung der Wertachdämme durchgeführten Bohrungen /12/. Sie reichen zwar nur teilweise bis zur Kiesbasis, haben aber insgesamt im Bereich der Wertach den Südrand der Kiesrinne hinreichend genau erfasst.

Auch nach Durchführung der Bohrungen P6 bis P13 und der geoelektrischen Messungen vom November 2001 waren noch Fragen offen, hauptsächlich nach Norden hin und im westlichen Teil des Wassergewinnungsgebietes.

Zur Klärung wurden die Grundwassermeßstellen P14 (westlich der Bahn, an der Südwestecke der Bebauung von Ebenhofen) und P15 (zwischen den Höfen Wintergerst (Feldwagner) und Reichenbach (Lorenzbauer) eingerichtet und weitere 2D-Geoelektrikmessungen auf einem Nord Süd-Profil ungefähr entlang der Schwabenstraße und auf 2 West-Ost-Profilen zwischen der Bahn und rd. 400 m östlich der Straße Immenhofen-Ruderatshofen durchgeführt.

P14 hat 34,5 m Kies und P15 rd. 42 m Kies erbohrt. Davon sind rd. 24 m bzw. rd. 29 m mit Grundwasser erfüllt. Südwestlich und nordöstlich von P15 wurden im September 2001 die Brunnen Wintergerst (Feldwagner) und Reichenbach (Lorenzbauer) neu gebohrt und dabei gegenüber den alten (verfüllten) flacheren Schachtbrunnen auf 25 m bzw. 21,5 m unter Gelände vertieft. Beide Brunnenbohrungen haben die Kiesbasis nicht erreicht. Nach den Ergebnissen der Geoelektrik ist die Kiesbasis im Bereich Brunnen Wintergerst bei rd. 40 - 45 m unter Gelände, im Bereich Brunnen Reichenbach bei rd. 35 m unter Gelände zu erwarten. Bei Grundwasserflurabständen von rd. 14 m bzw. 10 m ergeben sich Grundwassermächtigkeiten von rd. 26-31 m bzw. rd. 25 m über der Kiesbasis.

Eine weitere 39 m tiefe Brunnenbohrung vom September 2001 beim Hof Schmid (rd. 700 m westlich von Ebenhofen) hat nur etwa 2 m wassererfüllten Kies und im übrigen Ton und Schluff erbohrt. Das Ergebnis passt in das schon von der Bohrung Da3 bekannte Bild.

Die ergänzenden geoelektrischen Messungen haben die Kenntnisse über die Höhenlage der Kiesbasis in der Fläche verdichtet und gezeigt, dass die Kiesbasis westlich des Hofes Wintergerst (Feldwagner) zum Geisenrieder Tal hin steil ansteigt. Der Hauptanstieg (bzw. Hauptabfall vom Geisenrieder Tal her gesehen) liegt entlang des Firgenbaches rd. 600 m östlich der Straße Immenhofen-Ruderatshofen. In diesem Bereich findet auch die hauptsächliche Versickerung des Firgenbaches bei Trockenwetter statt.

3.3 Wasserwegsamkeit des Kiesgrundwasserleiters

Zur Ermittlung der zur Schutzgebietsabgrenzung maßgeblichen Größen, insbesondere der zur Bemessung der engeren Schutzzone wichtigen Abstands-Fließgeschwindigkeit ist neben dem aus Grundwassergleichenplänen entnehmbaren Grundwassergefälle, der Mächtigkeit des Grundwasserleiters und den Fördermengen die Kenntnis des Durchlässigkeitswertes und des durchflusswirksamen Hohlraumanteiles im Grundwasserleiter erforderlich. Beide können aus Pumpversuchen je nach den verfügbaren Daten von während des Pumpversuches beobachteten Grundwassermeßstellen mehr oder weniger genau ermittelt werden.

Pumpversuchsauswertungen Brunnen und Grundwassermeßstellen

Über die Ergebnisse von Pumpversuchsauswertungen wurde im Gutachten vom 27.03.1997 /2/ für die bis dahin bekannten Grundwasseraufschlüsse bereits ausführlich berichtet. Neu hinzugekommen sind Kurzpumpversuche an den neuen Grundwassermeßstellen P6 bis P15, an den Grundwassermeßstellen J1, J2, J4 und J5 am Immenhofener See und an den Privatbrunnen Reichenbach, Wintergerst und Schmid.

Alle Pumpversuchsergebnisse sind in den Tabellen 2 und 3 zusammengestellt.

Generell sind die Pumpversuchsergebnisse am aussagekräftigsten, die an Brunnen mit langen Pumpversuchen und im Nahbereich der Brunnen eingerichteten Grundwassermeßstellen gewonnen wurden. Das trifft im vorliegenden Fall uneingeschränkt zu auf die Pumpversuche in den Grundwassermeßstellen 758, 759 und 760 (frühere Versuchsbrunnen), gilt nahezu für die Brunnen Altdorf und mit gewissen Einschränkungen für die Pumpversuche in den Brunnen Kaufbeuren II bis V. Die Daten des Brunnens Kaufbeuren I ließen sich nicht sinnvoll auswerten, da im damaligen Pumpversuch die Entnahmemenge zu häufig geändert wurde /1, 10a/.

Die beim Klarpumpen der Grundwassermeßstellen gemessenen Daten wurden nach vereinfachten Verfahren für Brunnen ohne Grundwassermeßstellen ausgewertet. Diese liefern vergleichsweise weniger abgesicherte Daten zum Durchlässigkeitswert.

In einigen der Grundwasseraufschlüsse, so z.B. P11, P13, P15, Brunnen Reichenbach und Wintergerst waren mit den im jeweiligen Ausbauquerschnitt möglichen Pumpenleistungen von bis zu 5 l/s keine Wasserspiegelabsenkungen erzielbar. Aus diesen Kurzpumpversuchen lässt sich zwar der Durchlässigkeitswert zahlenmäßig nicht bestimmen, er muss aber sehr hoch sein.

Ergänzende Pumpversuche und Kolben in den Meßstellen J1, J2, J4 und J5 sowie P14

Da der Durchlässigkeitswert linear in Berechnungen zur Grundwasserbilanz und zur Grundwasserfließgeschwindigkeit eingeht, aber je nach Untergrund über mehrere Zehnerpotenzen schwanken kann, hängt die Einschätzung, wie viel Grundwasser einerseits aus dem Wertachtal südlich der B12, andererseits aus dem Geisenrieder Tal zuströmt, und inwieweit diese Bereiche in ein Wasserschutzgebiet einzubeziehen sind oder nicht, entscheidend vom Ansatz des Durchlässigkeitswertes ab. Hierzu gab es bisher nur Hinweise, aber keine konkreten Daten.

Aus Aufschlüssen am Süden des Geisenrieder Tales (nördlich von Geisenried) ist bekannt, dass es dort gut durchlässigen wassererfüllten Kies gibt. Aus dem Geisenrieder Tal selbst südlich von Immenhofen liegen bisher keine verwertbaren Daten vor. Wie erwähnt, sinkt die Kiesbasis vom Geisenrieder Tal zum zentralen Teil der Kiesrinne östlich der Straße Immenhofen-Ruderatshofen hin, relativ steil ab. Das gilt auch für die Grundwasseroberfläche.

Ein hohes Grundwassergefälle ist im allgemeinen ein Hinweis auf eher geringe Gebirgsdurchlässigkeit. Ein weiterer Hinweis auf geringe Durchlässigkeit des Untergrundes ist auch die schon erwähnte Beobachtung, dass der Firgenbach im Geisenrieder Tal durchgehend Wasser führt, östlich davon aber bei Trockenwetter versickert. Allerdings kann die größere Neigung der Grundwasseroberfläche am Ostrand des Geisenrieder Tales auch alleine durch das Absinken der Kiesbasis bedingt sein. Die Beobachtung, dass der Firgenbach nicht im Geisenrieder Tal, aber östlich davon bei Trockenwetter versickert, besagt zunächst nur etwas zur Durchlässigkeit in Oberflächennähe, nicht aber in größerer Tiefe.

Um hier zu sichereren Aussagen zu kommen, wurden an den seit 1984 bestehenden Grundwassermeßstellen J1, J2, J4 und J5, in denen bis zur Endtiefe von 14 m Kies erbohrt wurde, am 10./11.10.2002 Kurzpumpversuche durchgeführt. Sie brachten insoweit überraschende Ergebnisse, als aus J1 rd. 5 l/s nahezu ohne Wasserspiegelabsenkung, aus den übrigen Bohrungen dagegen jeweils nur um 1 l/s bei Absenkungen von mehreren Metern gefördert werden konnten. Ein Schocken der Meßstelle J5 über etwa 1 Stunde mit einer Förderrate von 5 l/s änderte daran nichts.

Dies führte zum Verdacht, die Meßstellen J2, J4 und J5 könnten möglicherweise lediglich einen schlechten hydraulischen Anschluss haben, z.B. versintert sein. Um dies zu klären, wurde die Meßstelle J5 am 31.10.2002 mehrere Stunden gekolbt. Dasselbe Verfahren wurde bei der (neuen) Meßstelle P14 angewandt, da auch diese Meßstelle trotz der erbohrten rd. 24 m wassererfüllten Kieses im Pumpversuch vom 16.01.2002 nach Neubohrung der Meßstelle nur eine Ergiebigkeit von 2 l/s bei 9 m Wasserspiegelabsenkung aufgewiesen hatte.

Es zeigte sich, dass die Ergiebigkeit sowohl der Meßstelle J5 als auch der Meßstelle P14 nach dem Kolben erheblich besser wurde. Aus P14 konnten nunmehr 5 l/s bei einer Wasserspiegelabsenkung von 0,36 m gefördert werden. In J5 betrug die förderbare Wassermenge 2 l/s bei einer Absenkung von 0,25 m. Bei einer Förderrate von 5 l/s sank der Wasserspiegel sehr schnell bis zur Pumpe ab. 3 l/s waren noch förderbar, allerdings ohne Beharrung des Wasserspiegels.

EKS-Messungen

Die Grundwassermeßstellen am Immenhofener See reichen mit ihrer Endtiefe von 14 m nicht bis zu Kiesbasis. Diese kann zwar in geringer Tiefe unter der Bohrlochsohle, geschätzt etwa bei ≥ 16 m, angenommen werden, gesicherte Daten fehlen aber. Ebenso gab es bisher aus dem Wertachtal östlich von Geisenhofen, südlich der B12 und nördlich der Wertach keine Messdaten zur Grundwassermächtigkeit und zur Durchlässigkeit.

Um hier mit geringem Aufwand zu Hinweisen auf die Wasserwegsamkeit des Untergrundes zu kommen, wurden vom Büro GeoUmweltTeam, Marktoberdorf, Messungen der Transmis-

sivität nach dem EKS-Verfahren entlang der Straße Immenhofen-Ruderatshofen und südlich der B12 quer zum Wertachtal vorgenommen.

Das EKS-Verfahren (**E**lectro**K**inetic **S**ystem) nützt den Effekt aus, dass seismische Wellen im Untergrund, die durch einen Hammerschlag auf den Boden ausgelöst werden, aufgrund von Polarisierungseffekten im Boden eine elektrische Spannung erzeugen, die zwischen zwei in den Boden gesteckten Elektroden gemessen werden kann. Größe und zeitlicher Verlauf der Spannung sind abhängig von Durchlässigkeitswert und Grundwassermächtigkeit im Untergrund, also von der Transmissivität, die auf diese Weise gemessen werden kann.

Es gibt allerdings eine Vielzahl von Einflussgrößen (z.B. Art, Mächtigkeit und seismische Geschwindigkeiten der verschiedenen Schichten), die alleine durch die EKS-Messungen nicht bestimmt werden können. Es ist daher erforderlich, die Messungen an Bohrungen und Pumpversuchsdaten zu eichen. Außerdem wird bisher die genaue Verfahrensweise, wie die Durchlässigkeitswerte und Transmissivitäten aus den elektrischen Messergebnissen abgeleitet werden, vom Hersteller (GroundFlow Ltd. Marlborough, UK) nicht offengelegt. Zur Anpassung an die örtlichen Verhältnisse bzw. Auswertungen der Durchlässigkeit nach Pumpversuchsdaten müssen Korrekturfaktoren eingegeben werden. Je nach Örtlichkeit schwanken die erforderlichen Korrekturfaktoren über Größenordnungen. Die Aussagekraft der Messergebnisse in absoluten Zahlen lässt sich daher schwer einschätzen. Hingegen erscheint die Methode nützlich, Hinweise auf relative Unterschiede in der Transmissivität (hoch, niedrig, größer oder kleiner als an einem anderen Punkt) zu gewinnen.

Vergleich verschiedener Mess-/Auswertergebnisse zum Durchlässigkeitswert

Die in Tabelle 4 angegebenen aus den EKS-Messungen abgeleiteten Transmissivitäten wurden an dem ersten Pumpversuch in der Grundwassermeßstelle J5 vom 10.10.2002 geeicht, als die Meßstelle noch nicht gekolbt war. Ausgewertet wurden die letzten Punkte des Wiederanstieges, um Meßstelleneffekte soweit wie möglich auszuschließen (Tabelle 3 zeigt, wie sich unter den zu dieser Zeit gegebenen Verhältnissen der Auswerteperiode des Wiederanstieges auf die Ergebnisse auswirkt).

Dabei ergab sich eine Transmissivität von $2,4 \cdot 10^{-3}$ m²/s und bei einer angenommenen Grundwassermächtigkeit von 12 m (die Kiesbasis wurde nicht erbohrt; bei einem Grundwasserstand von rd. 5,5 m unter Gelände würde das eine Kiesbasis von rd. 17,5 m unter Gelände bedeuten, die möglich, aber nicht gesichert ist) ein Durchlässigkeitswert von $2,0 \cdot 10^{-4}$ m/s. Tabelle 3 zeigt auch das Ergebnis des Pumpversuches nach dem Kolben der Grundwassermeßstelle J5 am 31.10.2002. Hier ergab sich eine Transmissivität von $8,9 \cdot 10^{-3}$ m²/s. Das ist etwa das 3-fache dessen, was sich aus dem Pumpversuch vom 10.10.2002 ergab, trotz Beschränkung der Auswertung auf die letzten Messpunkte des Wiederanstieges. Dementsprechend wären auch die in der Tabelle 4 angegebenen Transmissivitäten mit demselben Faktor zu beaufschlagen.

Diese Unterschiede je nach Verfahren mögen erheblich erscheinen; genauere Pumpversuchsauswertungen würden aber einen sehr hohen Aufwand mit Versuchsbrunnen und umliegenden Grundwassermeßstellen erfordern, der im vorliegenden Fall nicht mehr als vertretbar erscheint.

Die Ergebnisse nach dem EKS-Verfahren sollten somit weniger nach ihren Zahlenwerten beurteilt werden, sondern danach, dass sie an (fast) allen Messpunkten nur geringe Unter-

schiede in der Transmissivität anzeigen. Das kann als Hinweis darauf gewertet werden, dass die Transmissivität im Wertachtal südlich der B12 der Transmissivität im Geisenrieder Tal südöstlich von Immenhofen ähnlich ist. Allerdings ist auch das nicht als gesichert anzusehen. Offene Fragen wirft nämlich die für den Messpunkt 19 gemessene den übrigen Messpunkten ähnliche Transmissivität auf, da der Messpunkt 19 in der Nähe der Bohrung 2/70 liegt, in der nur bis 1,4 m Tiefe Kies und darunter bis ET 11 Ton, Tonstein, Schluffstein und Sandstein erbohrt wurde. Eine Transmissivität von $2,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ erscheint hier nur dann vorstellbar, falls die Kiesbasis zwischen der Bohrung 2/70 und Messpunkt 19 sehr steil absinken sollte, wofür es aber keine Belege gibt.

In Tabelle 2 (Teil 4) sind die Durchlässigkeitswerte und Transmissivitäten in allen Grundwasseraufschlüssen westlich der Wertach, die unter Berücksichtigung o.g. Ausführungen als am wahrscheinlichsten zutreffend angesehen werden, zusammengestellt. Daran orientieren sich auch die in der Grundwasserbilanz (Kap. 5) angesetzten Durchlässigkeitswerte.

Wie man sieht, liegen die höchsten Durchlässigkeitswerte bei 1 bis $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$, ermittelt im Brunnen Kaufbeuren V und in der Grundwassermeßstelle P9. Etwa dieselbe Durchlässigkeit kann man für P11 annehmen. Etwas geringere, aber ebenfalls hohe Durchlässigkeiten im Bereich um 5 bis $8 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ sind z.B. beim Brunnen Ebenhofen, GM 758, 759, 760 und Da2 feststellbar und können auch für die Brunnen Reichenbach und Wintergerst sowie P13 und P15 bei denen in den Pumpversuchen mit den möglichen Pumpleistungen keine auswertbare Wasserspiegelabsenkung erreichbar war, angenommen werden.

Alle diese Meßstellen liegen im Zentrum der Kiesrinne bzw. in Bereichen hoher Kiesmächtigkeiten. Diese k_f -Werte zwischen rd. $5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ bis $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$ können als Gebietswerte für den zentralen Rinnenbereich angesehen werden.

Zum Rand der Kiesrinne hin liegen die k_f -Werte im Kies bei etwa $7 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ bis $3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$. Beispiele sind P14, Brunnen Kaufbeuren I bis III, P7, P8.

Soweit außerhalb der Kiesrinne kaum noch Kies, sondern überwiegend Feinsand oder Schluff/Ton erbohrt wurde, z.B. P12 und Brunnen Schmid, liegen die Durchlässigkeiten um 10^{-5} m/s oder noch darunter.

In den Grundwassermeßstellen am Immenhofener See kann die Durchlässigkeit mit Werten zwischen $9 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ (J5) und $9 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ (J1) angegeben werden. Hier ist in diesem Rahmen mit kleinräumigen örtlichen Schwankungen zu rechnen.

Das Pumpversuchsergebnis von J4 mit $1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ (Meßstelle nicht gekolbt) wird wegen vermutlich schlechten hydraulischen Anschlusses der Meßstelle als fraglich angesehen.

Der durchflusswirksame Hohlraumanteil (Porenanteil) wurde in den Pumpversuchen in den Bohrungen A, B und C und in dort durchgeführten Korngrößenanalysen zu rd. 20 % ermittelt /10c/. Dieser Wert kann auch für die Brunnen I bis V und den Kiesgrundwasserleiter allgemein in hinreichender Näherung als Gebietswert gelten. Aus den Daten des Pumpversuches vom 22.10.-30.10.1996 an den Brunnen Altdorf /2/ wurde ein Hohlraumanteil von 18,9 %, also praktisch derselbe Wert wie westlich der Wertach, abgeleitet.

Für die geringer durchlässigen Randbereiche der Kiesrinne ist zum durchflusswirksamen Hohlraumanteil mangels Pumpversuchen mit Meßstellen, die zur Bestimmung notwendig

wären, keine abgesicherte Aussage möglich. Zur Berechnung der 50-Tage-Fließzeiten wird hilfsweise generell mit 20 % gerechnet.

4. Grundwasserfließrichtungen und Grundwassermächtigkeit

Das Grundwasser strömt großräumig gesehen entlang des Wertachtales und des Geisenrieder Tales von Südwesten nach Nordosten.

Der in Anlage 1.3, Plan 1 beigefügte Grundwassergleichenplan für das Wassergewinnungsgebiet Ebenhofen - Altdorf zeigt die Grundwasserstände zum Stichtag 29.05.2002. An diesem Tag wurden zwischen Geisenhofen und Altdorf die Wasserspiegel aller Brunnen und Grundwassermeßstellen gemessen.

In manchen Bereichen gibt es jedoch keine Brunnen oder Grundwassermeßstellen. Soweit möglich, wurden daher hilfsweise Wasserspiegel aus früheren wieder verfüllten Bohrungen herangezogen. Hauptsächlich gilt das entlang der B12 (Baugrundaufschlussbohrungen aus der Zeit des Baus der B12) und entlang der Wertach (Bohrungen im Vorfeld der Sanierung der Wertachdämme /12/).

Soweit weder Brunnen/Grundwassermeßstellen noch Wasserspiegeldaten aus verfüllten Bohrungen zur Verfügung stehen, so z.B. östlich von Immenhofen oder nördlich und süd-östlich von Altdorf, wurden hilfsweise zusätzlich auch noch die Ergebnisse der geoelektrischen Tiefensondierungen aus dem Jahr 1995 zur Wasserspiegelkonstruktion herangezogen. Sie geben weit weniger sichere Aussagen als Wasserspiegelmessungen in Bohrungen. Dementsprechend dürfen die Grundwassergleichen dort, wo sie weitgehend auf geoelektrischen Daten beruhen - wie auch im Grundwassergleichenplan vermerkt - nur als ungefähre Vorstellung über die Grundwasserhöhe gewertet werden. Dementsprechend ist z.B. auch die östlich von Altdorf dargestellte "Grundwasserhochfläche" (703 m und 704 m - Isolinie westlich der B16) zu betrachten. Auch wenn die tatsächliche Grundwasseroberfläche im einzelnen vom dargestellten Verlauf der Grundwassergleichen abweichen kann, deutet sich hier doch eine flache Grundwasserscheide zwischen dem Geltnachtal und dem Wertachtal an, die man östlich Altdorf annehmen muss.

Im einzelnen geht aus dem Grundwassergleichenplan in Verbindung mit Tabelle 1 hervor, welche Wasserspiegeldaten zur Konstruktion verwendet wurden.

Der Grundwassergleichenplan zeigt im Zentrum der Kiesrinne zwischen den Brunnen Wintergerst, Reichenbach, Kaufbeuren V und von dort nach Osten bis zu den Brunnen Altdorf eine sehr geringe Neigung der Grundwasseroberfläche. Hier steht das Grundwasser westlich der Wertach bis 35 m, östlich der Wertach bis rd. 20 m über der Kiesbasis (siehe Anlage 1.3, Pläne 3 und 3a).

Von Süden, Norden und Westen fällt die Grundwasseroberfläche entsprechend der Neigung der Kiesbasis steiler zum Zentrum der Kiesrinne hin ab.

Im Norden und Süden nimmt die Grundwassermächtigkeit über der Kiesbasis auf wenige Meter, teilweise bis gegen Null ab, z.B. westlich und östlich des nördlichen Teils von Ebenhofen sowie im Süden entlang der B12 zwischen der Bahn und der B16. Das ist durch hin-

reichend viele Bohraufschlüsse belegt. Somit können dem Wassergewinnungsgebiet Ebenhofen weder von Norden noch von Süden östlich der Bahn bedeutende Grundwassermengen zuströmen. Auch im Nordwesten zwischen Immenhofen, dem Hungerberg und Ruderatshofen ist in der dort anstehenden Grundmoräne - auch wenn es im einzelnen nicht durch Aufschlüsse belegt ist - kein größerer Grundwasserzustrom zu erwarten.

Somit verbleiben das Geisenrieder Tal und das Wertachtal als mögliche wesentliche Zuflussgebiete zum Wassergewinnungsgebiet Ebenhofen. An diesen Zuflussrändern wurden auch die Grenzen des dem vorliegenden Gutachten zugrunde liegenden Untersuchungsgebietes, in dem Grundwassermeßstellen neu eingerichtet und geoelektrische Messungen durchgeführt wurden, gezogen. Darüber hinausgehende großräumige Überlegungen zum Einzugsgebiet sind den Gutachten von 1991 /1/ und 1997 /2/ zu entnehmen.

Zu den hydrogeologischen Verhältnissen im Geisenrieder Tal südöstlich von Immenhofen und im Wertachtal zwischen der Kreisstraße OAL7 Marktoberdorf - Immenhofen sind folgende Angaben möglich:

Nördlich von Geisenhofen gibt es eine Baugrundaufschlussbohrung aus dem Jahr 1972 (Nr. 8229/70 im Bohrarchiv des BGLA, im Plan abgekürzt mit 2/70 bezeichnet, siehe dazu die Anmerkungen weiter oben zu den Ergebnissen der EKS-Messungen). Sie hat unter 1,4 m Kies bis 11 m Endtiefe Ton, Tonstein und Schluffstein aufgeschlossen, die dem Tertiär zuzurechnen sein dürften. Zum Grundwasser finden sich im Bohrprofil keine Angaben.

Entsprechend der Höhe des Ansatzpunktes von rd. 723 m ü. NN liegt die Kiesbasis hier bei etwa 722 m ü. NN. Hilfsweise wurde an dieser Stelle zur Konstruktion des Grundwassergleichenerplanes auch die Höhe der Grundwasseroberfläche mit 722 m ü. NN angenommen.

Nach Osten hin im Wertachtal sinkt die Kiesbasis ab. Aufschluss über den Untergrund geben dort die Bohrungen 1/74, 1/78 und 1/79 (letztere an der Brücke der B12 über die Wertach).

Bohrung 1/74 hat bis zur ET von 12 m Kies und Grundwasser bei 10 m aufgeschlossen. Die Kiesbasis wurde nicht erbohrt. Die Grundwasserhöhe ergibt sich zu rd. 710 m ü. NN.

Bohrung 1/78 hat abgesehen von 2 m Auelehmüberdeckung bis zur ET von 5 m Kies erbohrt. Die Kiesbasis wurde nicht erreicht. Zum Grundwasser findet sich keine Angabe.

Bohrung 1/79 hat lediglich bis 3,5 m Tiefe Kies und dann bis zur Endtiefe von 20 m Schluff und Feinsand aufgeschlossen. Der Wasserspiegel ist bei 1,5 m angegeben. Daraus ergibt sich die Kiesbasis bei ungefähr 708 m ü. NN und die Grundwasseroberfläche bei rd. 710 m ü. NN.

Auch die weiter nördlich gelegenen Bohrungen 1/75, 1/76 und 1/77 haben bis zur Endtiefe von jeweils 10 m die Kiesbasis nicht erreicht. Aus den rd. 100 bis 250 m nördlich der B12 gelegenen geoelektrischen Tiefensondierungen S60 und S61 lässt sich die Kiesbasis hingegen jeweils bei rd. 690 m ü. NN ableiten. Eine Angabe zum Wasserspiegel findet sich in diesem Bereich nur im Bohrprofil von 1/77 mit 8,5 m unter Gelände = ca. 707 m ü. NN.

Im Wertachtal entlang der B12 zwischen Geisenhofen und der Wertach lässt sich daher keine gesicherte Aussage zur Kiesbasis treffen. Die Grundwasseroberfläche kann hingegen mit ungefähr 707 m ü. NN nördlich der B12 bis 709 m ü. NN unter der B12 in Talmitte angegeben werden.

Aus der Konstruktion der Isolinien ergibt sich mit den vorgenannten Einschränkungen im Wertachtal im Bereich der B12 eine vermutete tiefste Lage der Kiesbasis von etwa 690 bis 695 m ü. NN und somit eine Grundwassermächtigkeit von etwa 10 bis 15 m.

Die Südgrenze des Kiesgrundwasserleiters im Geisenrieder Tal kennzeichnet die schon erwähnte Bohrung 2/70, Kiesbasis bei 722 m ü. NN. Nach Nordwesten hin lässt sich aus der geoelektrischen Tiefensondierung S 63 eine Höhe der Kiesbasis von 715 m ü. NN und aus S 64 nördlich des Immenhofener Sees von rd. 707 m ableiten. Die Endtiefen der Bohrungen J1, J2, J4 und J5 von jeweils 14 m, die die Kiesbasis nicht erbohrt haben, ergeben eine Höhe von kleiner als rd. 712 bis 714 m ü. NN. Das Grundwasser steht in J4 und J5 bei rd. 719,5 m ü. NN und steigt bis zu J1 auf 722,6 m ü. NN an. Die Grundwassermächtigkeit lässt sich somit bei J4 und J5 mit etwa 10 m ableiten. Weiter nördlich entlang der OAL 7 könnte die Grundwassermächtigkeit noch etwas ansteigen; hier gibt es aber keine Messdaten mehr.

5. Grundwasserbilanz

Wie erläutert, ergeben sich aus den wenigen Daten zum Untergrund im Wertachtal im Bereich der B12 und im Geisenrieder Tal südöstlich von Immenhofen ähnliche Grundwassermächtigkeiten. Da wahrscheinlich auch die Durchlässigkeitswerte vergleichbar sind, worauf die Ergebnisse der EKS-Messungen hinweisen - wenn auch mit Unsicherheiten -, muss mit in der Größenordnung vergleichbaren Grundwasserzuströmmungen aus beiden Tälern zum Wassergewinnungsgebiet Ebenhofen gerechnet werden.

In Tabelle 5 wurde der Versuch einer Grundwasserbilanz unternommen. Darunter versteht man die Gegenüberstellung der in ein Bilanzgebiet ein- und austretenden Grundwassermengen. Der Zufluss (positive Zahlenwerte) setzt sich zusammen aus dem Grundwasserzstrom über die Ränder des Bilanzgebietes und der Grundwasserneubildung innerhalb des Bilanzgebietes, ggf. auch aus der Zusickerung aus Oberflächengewässern. Der Abfluss (negative Zahlenwerte) ist die Summe aus dem Grundwasserabstrom über die Ränder und den Entnahmen aus Brunnen; ggf. ist die aus dem Grundwasser in einen Vorfluter übertretende Wassermenge hinzuzurechnen. Die Summe aus Zu- und Abstrom muss immer gleich Null sein.

Die Ränder der Bilanzfläche sind im Grundwassergleichenplan (Anlage 1.3, Plan 1) eingetragen. Die in Tabelle 5 angegebenen Bilanzpunkte, für die die Berechnungen im einzelnen durchgeführt wurden, entsprechen den Kreuzungspunkten zwischen den Rändern des Bilanzgebietes mit den Grundwassergleichen und einzelnen Bohrungen.

Als Westrand wurde die Strecke von der Bohrung 2/70 nördlich von Geisenhofen nach Nordnordosten zur Bohrung Da 2 gewählt. Diese Linie ist ungefähr gleichzusetzen mit dem "steilen" Abfall der Kiesbasis vom Geisenrieder Tal zum Wassergewinnungsgebiet Ebenhofen hin (vgl. Anlage 1.3, Plan 2). Die Nordgrenze entlang der Linie Da2 - Straßengabel am Südrand der Bebauung von Ebenhofen entspricht etwa der Nordgrenze des bestehenden Wasserschutzgebietes. Die Ostgrenze verläuft quer durch die Kiesrinne nach Süden (die Brunnen I, II und IV wurden nicht berücksichtigt, da sie langfristig nicht mehr betrieben werden sollen, vgl. Kap. 1.3). Die Südostgrenze verläuft etwa an der Wertach und die Südgrenze quer zum Wertachtal entlang der B12.

Die Berechnung des Grundwasserzu- und -abstromes erfolgt nach der Gleichung

$$Q = L * H * k_f * i$$

Es bedeuten, immer bezogen auf den betrachteten Streckenabschnitt:

Q	Grundwasserdurchfluss (m ³ /s)
L	betrachteter Streckenabschnitt (m)
H	Grundwassermächtigkeit über der Kiesbasis (m)
k _f	Durchlässigkeitswert (m/s)
i	Grundwassergefälle (-)

Die Berechnung der Grundwasserströmung wurde für jeden Streckenabschnitt, der sich entlang der Bilanzränder zwischen zwei Grundwassergleichen ergibt, gesondert ausgeführt. Der Gesamtzu- oder -abstrom ist die Summe der einzelnen Teilbeträge.

- Die Schnittpunkte der Grundwassergleichen mit den Bilanzrändern wurden digitalisiert. Die Rechts- und Hochwerte sind in Tabelle 5 eingetragen. L ergibt sich dann aus den Koordinaten zu $\text{WURZEL}((R2-R1)^2+(H2-H1)^2)$
- Die Grundwassermächtigkeit H wurde für jeden Schnittpunkt eines Bilanzrandes mit einer Grundwassergleiche aus dem Plan der Grundwassermächtigkeit übernommen.
- Der Durchlässigkeitswert k_f wurde für jeden Berechnungspunkt, ausgehend von Tabelle 2 (Seite 4) zunächst geschätzt. In dem nach Tabelle 2 (Seite 4) möglichen Rahmen wurden die Durchlässigkeitswerte dann noch variiert, bis die Summe der Zu- und Abflüsse Null ergab.
- Das Grundwassergefälle ist der Quotient aus dem Höhenunterschied h der Grundwasseroberfläche zwischen zwei Punkten und der Strecke L zwischen den zwei Punkten, also $i = h/L$. Zur Ermittlung von i wurden die Abstände zwischen zwei Grundwassergleichen senkrecht zu den Grundwassergleichen für jeden Berechnungspunkt aus dem Grundwassergleichenplan abgegriffen.
Da die Grundwassergleichen überwiegend nicht parallel zu den Rändern des Bilanzgebietes verlaufen, strömt je nach dem Winkel α zwischen Grundwasserisolinie und Bilanzrand weniger Wasser in das oder aus dem Bilanzgebiet. Bei einem Winkel von 90 Grad (Grundwassergleiche schneidet den Bilanzrand senkrecht) strömt kein Grundwasser über den Bilanzrand. Die Winkel wurden aus dem Grundwassergleichenplan abgemessen. Dementsprechend wurde aus dem echten Gefälle ein wirksames Gefälle errechnet. Die Berechnungsformel lautet
wirksames Gefälle = echtes Gefälle * $\cos \alpha$.

Die Bilanzfläche beträgt 1,91 km². Die Grundwasserneubildungsrate wurde aus den Gutachten /1/ und /2/ mit 11,5 l/s*km² übernommen. Sie ist aus den Trockenwetterabflüssen der Wertach /16/ ermittelt, eine Methode, die im allgemeinen Werte am unteren Rand des im langfristigen Mittel möglichen Gesamtspektrums ergibt. Bereichs- und zeitweise kann die Grundwasserneubildungsrate sicherlich auch höher sein.

Die Wasserförderung aus den Brunnen Kaufbeuren betrug in letzter Zeit etwa 650.000 m³/a. Hinzuzurechnen sind die Entnahmen aus den Privatbrunnen, die grob und großzügig mit 50.000 m³/a geschätzt werden.

Die Bilanzberechnung ergab mit diesen Daten folgende Ergebnisse (in l/s):

Zuflüsse

Grundwasserzustrom von Westen (überwiegend aus dem Geisenrieder Tal)	164 l/s
Grundwasserzustrom von Norden	12 l/s
Grundwasserzustrom von Südosten (entlang der Wertach)	6 l/s
Grundwasserzustrom von Süden (Wertachtal westlich der Bahn)	161 l/s
Grundwasserneubildung	22 l/s *

Summe	365 l/s
-------	---------

Abflüsse

Grundwasserabstrom nach Osten	343 l/s
Wasserentnahme aus Brunnen (650.000 m ³ aus Brunnen Kaufbeuren V und großzügig geschätzt rd. 50.000 m ³ aus den Privatbrunnen)	22 l/s *

Summe	365 l/s
-------	---------

*) Anmerkung:

Es ist lediglich Zufall, dass Grundwasserneubildung und Brunnenentnahme mit je 22 l/s dieselben Zahlenwerte aufweisen.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Grundwasserbilanz als Modell der möglichen Verhältnisse zu verstehen ist. Die berechneten Zahlenwerte dürfen nicht im einzelnen als nachgewiesen betrachtet werden, da sowohl im Wertachtal südlich der B12 als auch im Geisenrieder Tal zwischen Immenhofen und Geisenhofen die Höhenlage der Kiesbasis und die Verteilung der Durchlässigkeitswerte nur ungefähr bekannt sind.

6. Vorschlag zur Neufestsetzung des Wasserschutzgebietes

6.1. Kriterien zur Schutzgebietsausweisung

Gemäß WHG §19 können Wasserschutzgebiete eingerichtet und darin Auflagen festgesetzt werden, soweit es zum Schutz einer öffentlichen Wasserversorgung erforderlich ist. Das bedeutet, dass bei der Bemessung eines Wasserschutzgebietes die Prüfung der Erfordernis für alle zur Einbeziehung in das Wasserschutzgebiet vorgesehenen Flächen geboten ist. Dasselbe gilt für die festzusetzenden Auflagen. Das bedeutet unter anderem, dass ein Wasserschutzgebiet nicht größer festgesetzt werden darf als es notwendig ist.

Als Richtschnur zur Abgrenzung des Wasserschutzgebietes und hinsichtlich der Auflagen kann die bundesweit eingeführte DVGW-Richtlinie W 101 in der Fassung aus dem Jahr 1995 /18/, herangezogen werden. In Bayern gibt es darüber hinaus noch eine Arbeitshilfe des Bayerischen Umweltministeriums zur Formulierung des Auflagenkataloges /17/. Letztlich maßgeblich muss aber immer das Ergebnis der Prüfung der Erfordernis sein. Hierbei

sind Schutzfähigkeit und Schutzwürdigkeit je nach bestehender Nutzung differenziert zu bewerten.

Die DVGW Richtlinie W 101 /18/ gibt folgende Empfehlung (auszugsweise zitiert):

„Das Wasserschutzgebiet soll in der Regel das gesamte Einzugsgebiet einer Trinkwassergewinnungsanlage umfassen. Dabei ist sowohl das unterirdische als auch das oberirdische Einzugsgebiet zu berücksichtigen. Der unterschiedlichen Auswirkung der Gefahrenherde nach Art, Ort, Dauer und Untergrundbeschaffenheit muss durch Gliederung des Wasserschutzgebietes in Schutzzonen und durch angemessene Nutzungsbeschränkungen Rechnung getragen werden. ... Aufbauend auf den flächendeckenden Grundwasserschutz gliedert sich ein Wasserschutzgebiet in der Regel in folgende Schutzzonen:“

weitere Schutzzone (Zone III):

"Die Zone III soll den Schutz vor weitreichenden Beeinträchtigungen, insbesondere vor nicht oder nur schwer abbaubaren chemischen Verbindungen und radioaktiven Verunreinigungen gewährleisten. Sie kann in die Teilzonen IIIB und IIIA untergliedert werden.“

„Die Zone III soll in der Regel bis zur Grenze des unterirdischen Einzugsgebietes der Trinkwassergewinnungsanlage reichen. ... Kann das unterirdische Einzugsgebiet nicht sicher abgegrenzt werden, ist die Zone III vorsorglich zu bemessen, dass die möglichen Einzugsgebietsvarianten umfasst werden. “

"In Porengrundwasserleitern mit Abstandsgeschwindigkeiten des Grundwassers bis 10 m hat sich die Grenze zwischen den Zonen IIIB und IIIA in einer Entfernung von etwa 2 km oberstromig der Fassung als zweckmäßig erwiesen. Bei höheren Abstandsgeschwindigkeiten sollte die Grenze eine größere Entfernung zur Trinkwassergewinnungsanlage aufweisen."

Als Mindestabstand der Grenze zwischen den Zonen IIIA und IIIB auch bei einer Überdeckung des Grundwasserleiters mit schwach durchlässigen Schichten wird 1 km ab der Fassung angegeben.

Zur Abgrenzung von Wasserschutzgebieten mit sehr großen Einzugsgebieten heißt es u.a.:

Bei der Bemessung von Wasserschutzgebieten für Trinkwassergewinnungsanlagen mit sehr großen Einzugsgebieten kann das Schutzgebiet auf den Entnahmbereich beschränkt werden. Dazu ist mindestens die mittlere Entnahmerate zugrunde zu legen, die der wasserrechtlich genehmigten Jahresentnahme entspricht. Ist das Grundwasserdargebot wesentlich größer als die mittlere Entnahmerate, muss festgelegt werden, welche Entnahmerate der Bemessung der Schutzzonen zugrunde zu legen ist. Kann für eine kleinere Entnahmerate nach hydrogeologischen Kriterien kein Einzugsgebiet abgetrennt werden, ist das gesamte Einzugsgebiet zu schützen."

Generell ist zur Einbeziehung des gesamten Einzugsgebietes in die Zone III anzumerken, dass dies unter Berücksichtigung der allgemein geltenden Anforderungen zum Grund-

wasserschutz infolge der bestehenden Nutzung nur selten realisierbar und unverzichtbar ist. Nur relativ wenige Schutzgebiete weisen Zonen IIIB auf. In der Praxis ist die Abgrenzung der Zone III und besonders die Unterscheidung in Zone IIIA und IIIB immer eine Abwägung zwischen den Anforderungen des Trinkwasserschutzes und den gegebenen Möglichkeiten zur Schutzgebietsausweisung.

engere Schutzzone (Zone II):

"Die Zone II soll den Schutz vor Verunreinigungen durch pathogene Mikroorganismen (z.B. Bakterien, Viren, Parasiten und Wurmeier) sowie vor sonstigen Beeinträchtigungen gewährleisten, die bei geringer Fließdauer und -strecke zur Trinkwassergewinnungsanlage gefährlich sind."

Die engere Schutzzone soll bis zu einer Linie reichen, von der aus das genutzte Grundwasser eine Verweildauer von mindestens 50 Tagen bis zum Eintreffen in der Fassungsanlage hat ... , jedoch soll eine oberstromige Ausdehnung von 100 m ab der Trinkwassergewinnungsanlage, in begründeten Fällen 50 m, nicht unterschritten werden. ... "

Fassungsbereich (Zone I):

"Die Zone I soll den Schutz der Trinkwassergewinnungsanlage und ihrer unmittelbaren Umgebung vor jeglichen Verunreinigungen und Beeinträchtigungen gewährleisten."

„Die Ausdehnung des Fassungsbereiches soll im allgemeinen von einem Brunnen allseitig mindestens 10 m ... betragen.“

6.2 Schutzgebietsabgrenzung für die bestehenden Brunnen

(Anlage 1.4, Plan 1)

6.2.1 Weitere Schutzzone IIIA

Die weitere Schutzzone IIIA wurde nach folgenden Kriterien abgegrenzt:

- Osten u. Südosten Wertach
- Nordwesten: 5 m - Grundwassermächtigkeitsisolinie
- Nordosten: östl. Grenzstromlinie der Anströmung zum Brunnen Ebenhofen
- Westen: "Steilabfall" der Kiesbasis (700 m - Isolinie)
- Süden: Bundesstrasse 12

Im Südosten (östlich der Bahn) bildet der Südrand der Kiesrinne (siehe Anlage 1.3, Plan 3 und Profile in Anlage 2) den Rand der für die Grundwasseranströmung der Brunnen Ebenhofen wesentlichen Fläche. Er kann etwa mit der 5 m Grundwassermächtigkeitsisolinie gekennzeichnet werden, da sich bei mehreren Bohrungen gezeigt hat, dass mit weiter abnehmender Grundwassermächtigkeit auch die Durchlässigkeitswerte stark abnehmen. Andererseits ist die Zuströmung von Süden auch außerhalb der Kiesrinne zwar gering, aber nicht

Null. Es wird daher als sinnvoll angesehen, die Südgrenze des Wasserschutzgebietes entlang der Wertach zu ziehen. Eine Ausdehnung des Wasserschutzgebietes nach Süden über die Wertach hinaus erscheint nicht erforderlich, da südlich der Wertach anströmendes Grund und Oberflächenwasser von der Wertach abgefangen werden dürfte und so nicht zu den Brunnen Ebenhofen gelangen kann.

Im Osten ergibt sich aus den Grundwassergleichen, dass maximal etwa entlang des westlichen Wertachufers Grundwasser zu den Brunnen Ebenhofen gelangen kann. Die Schutzgebietsgrenze wurde daher auch hier entlang der Wertach gezogen.

Im Norden der Brunnen strömt das Grundwasser gemäß Grundwassergleichenplan von den Brunnen nach Norden, da die Brunnen südlich der Grundwassertiefenlinie (Hauptströmungsachse) liegen. Dazu ist zunächst zu sagen, dass der Grundwassergleichenplan (Anlage 1.3, Plan 1) für den Ruhezustand konstruiert wurde. Bei Brunnenbetrieb gibt es natürlich auch eine nach Norden reichende Grundwasserabsenkung, die durch die untere Kulmination begrenzt wird. Ihre Reichweite nach Norden ist allerdings infolge hoher Transmissivitäten so klein, dass sie mit den verfügbaren Grundwassermeßstellen nicht fassbar ist.

Eine Beispielrechnung für den Bereich des Brunnens V zeigt das:

Förderung aus dem Brunnen Kaufbeuren Ebenhofen V	Q = 100 l/s
Durchlässigkeit im Bereich Brunnen V (vgl. Tabelle 2, Seite 4)	$k_f = 2,5 \cdot 10^{-2}$ m/s
Grundwassermächtigkeit im Bereich Brunnen V (vgl. Anl. 1.3, Plan 3)	H = rd. 30 m
Grundwassergefälle von Süden her etwa	i = 0,01
Grundwassergefälle nördlich Brunnen V von Westen her etwa	i = 0,002

$$\text{Entnahmebreite } B = Q / (k_f \cdot H \cdot i)$$

$$B \text{ für } i = 0,01 = \text{rd. } 13 \text{ m}$$

$$B \text{ für } i = 0,002 = \text{rd. } 67 \text{ m}$$

Die untere Kulmination ist ca. $0,16 \cdot B$, also maximal etwa 10 m.

Diese geringen Abmessungen der rechnerischen Entnahmebreite und Unteren Kulmination zeigen, dass die Anströmung zum Brunnen V im wesentlichen durch die natürlichen Strömungsverhältnisse und nur sehr wenig durch den Brunnenbetrieb beeinflusst wird. Theoretisch könnte daher das Wasserschutzgebiet knapp nördlich der Brunnen enden und wäre äußerstenfalls an der Grundwassertiefenlinie zu begrenzen. In etwas geringerem Maße wegen geringerer Transmissivitäten gilt das auch für die übrigen Brunnen.

Man muss sich jedoch immer bewusst sein, dass die Darstellung der Grundwassergleichen im Detail auch von der Anzahl und der Lage der nicht beliebig vermehrbaren Grundwasseraufschlüsse beeinflusst wird. Da es besonders im Norden der Brunnen nur relativ wenige Grundwasseraufschlüsse gibt, muss man hier bei der Abgrenzung des Schutzgebietes relativ großzügig sein. Es ist nicht auszuschließen, dass das im Grundwassergleichenplan nördlich der Brunnen dargestellte "Grundwassertal" mit Daten weiterer Grundwassermeßstellen nä-

her an die Brunnen heranrücken könnte. Daraus wäre dann auch von Norden her ein Grundwasserzustrom ableitbar.

Die Abgrenzung im Norden erfolgt daher für diesen Fall und zwar ungefähr entlang der 5 m - Grundwassermächtigkeitsisolinie (abnehmende Durchlässigkeit, siehe oben).

Nordwestlich des Brunnens Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen ergibt sich die nördliche Schutzgebietsgrenze entsprechend den Grundwassergleichen außerdem aus der nordöstlichen Randstromlinie des Zustromes zum Brunnen Ebenhofen.

Östlich der Bahn wäre auf der Grundlage der dargestellten Grundwassergleichen zwar eine Rücknahme der nördlichen Schutzgebietsgrenze bis zur Grundwassertiefenlinie denkbar, sollte aber auch hier wegen des nicht in allen Details exakt feststellbaren Verlaufs der Grundwassertiefenlinie unterbleiben. Es wird daher vorgeschlagen, die Schutzgebietsgrenze hier wie bisher am südlichen Rand der Bebauung von Ebenhofen zu belassen.

Im Westen steigt die Kiesbasis etwa 350 m westlich des Hofes Wintergerst (Feldwagner) vergleichsweise steil an und die Grundwassermächtigkeit nimmt entsprechend ab. In Anlage 1.4 ist der Anstieg der Kiesbasis durch die 700 m - Isolinie gekennzeichnet (vgl. dazu auch Anlage 1.3, Plan 2). Außerdem beginnt der Firgenbach bei Trockenwetter hier zu versickern. Das ist ein Hinweis darauf, dass zumindest in Oberflächennähe die Durchlässigkeit westlich geringer und östlich höher ist.

Wegen der Abnahme der Grundwassermächtigkeit und der Durchlässigkeit in Oberflächennähe wird hier die Grenze zwischen der Zone IIIA und der Zone IIIB vorgeschlagen.

Im Süden (westlich der Bahn) steigt ebenfalls die Kiesbasis an - wenn auch geringer als nach Westen zum Geisenrieder Tal hin - und die Grundwassermächtigkeit wird geringer. Dieser Bereich lässt sich ungefähr mit der B12 kennzeichnen. Die Südgrenze der weiteren Schutzzone A wird daher am Nordrand der B12 vorgeschlagen.

6.2.2 Weitere Schutzzone IIIB

Das Gesamteinzugsgebiet reicht entlang des Wertachtals und des Geisenrieder Tales nach Süden weit über die hier vorgeschlagene Zone IIIA hinaus. Wie in den Gutachten von 1991 /1/ und 1997 /2/ sowie in Kap. 3.1 erläutert, kann die Südgrenze des Einzugsgebietes etwa nordwestlich von Leuterschach (rd. 5 km südwestlich von Marktoberdorf), wo das Wertachtal aus der Molasse in das Vorland austritt, angenommen werden. Die Gesamtfläche des großräumig geologisch möglichen Einzugsgebietes umfasst etwa 25 bis 30 km².

Die zur Grundwassererneuerung notwendige Gesamtfläche des Einzugsgebietes (Bilanzdeckungsfläche) der Brunnen Ebenhofen lässt sich bei Ansatz einer Grundwasserneubildungsrate von 11,5 l/s*km² für die bewilligte Entnahme aus den Brunnen Kaufbeuren - Ebenhofen von 3 Mio m³/a zuzüglich rd. 200.000 m³/a aus dem Brunnen Ebenhofen, zusammen also durchschnittlich rd. 100 l/s, mit rd. 9 km² angeben. Für die in den letzten Jahren tatsächlichen Entnahmen aus den Brunnen Ebenhofen von rd. 800.000 bis 850.000 m³/a beträgt die Bilanzdeckungsfläche rd. 2,3 km².

Grundsätzlich wäre gemäß DVGW - Richtlinie W101 anzustreben, das Gesamteinzugsgebiet als Wasserschutzgebiet auszuweisen. Dieses Einzugsgebiet wäre aber ebenfalls im Sinne der DVGW-Richtlinie W101 als besonders großes Einzugsgebiet einzustufen und dann auf die der genehmigten Jahresförderung entsprechende Bilanzdeckungsfläche zu bemessen. Das würde im vorliegenden Fall dazu führen, dass das Wasserschutzgebiet auf große Teile des Wertachtales bis über Marktoberdorf hinaus und des Geisenrieder Tales auszudehnen wäre. Dies erscheint nicht realisierbar. Es wird daher vorgeschlagen, lediglich die unmittelbar an das Wassergewinnungsgebiet Ebenhofen anschließenden Flächen des Geisenrieder Tales und des Wertachtales als Schutzzone IIIB auszuweisen. Mit den in Anlage 1.4, Plan 1, abgegrenzten Flächen, ergibt sich dann eine Gesamtfläche von rd. 4,0 km² für das (für alle bestehenden Brunnen Ebenhofen) vorgeschlagene Wasserschutzgebiet Ebenhofen. Diese Flächen entsprechen bezogen alleine auf die Brunnen Ebenhofen ungefähr dem 2-fachen der Bilanzdeckungsfläche für die tatsächliche Förderung und ungefähr der Hälfte der Bilanzdeckungsfläche für die genehmigte Förderung.

Die oben aus Trockenwetterabflüssen der Wertach abgeleitete Grundwasserneubildungsrate von 11,5 l/s * km² mag - wie in Kap. 5 bereits erläutert - an der unteren Grenze des wahrscheinlich zutreffenden Wertes liegen. Wenn man sie höher ansetzt, wobei z.B. 15 l/s*km² möglich erscheinen, beträgt die Bilanzdeckungsfläche für die genehmigte Förderung noch rd. 6,5 km² und die Schutzgebietsfläche von 4 km² nähert sich der nach DVGW-Richtlinie anzusetzenden Bilanzdeckungsfläche an.

Die Angaben zur Bilanzdeckungsfläche enthalten zweifellos Unsicherheiten. Sie zeigen aber, dass die vorgeschlagene Gesamtfläche des Wasserschutzgebietes Ebenhofen von 4 km² keinesfalls zu groß, sondern an der unteren Grenze dessen liegt, was hinsichtlich des Trinkwasserschutzes empfohlen werden muss.

Außerhalb des Wertachtales und des Geisenrieder Tales und auf dem Höhenrücken zwischen beiden Tälern ist keine Schutzzone IIIB erforderlich, da hier die Grenze der Zone IIIA ungefähr mit der Grenze des Einzugsgebietes gleichgesetzt werden kann bzw. geringer durchlässige Gesteine anstehen.

Die weitere Schutzzone IIIB schließt sich in oberstromiger Richtung an die Zone IIIA an.

6.2.3 Engere Schutzzone:

Die **engere Schutzzone** ergibt sich aus der 50-Tage-Entfernung, wie sie für einige Beispiele in Tabelle 6 rechnerisch abgeschätzt und in Anlage 1.4, Plan 1, dargestellt ist. Die Berechnung erfolgte abschnittsweise für Teilstrecken eines einheitlichen Grundwassergefälles. Soweit am Anfang und Ende der betrachteten Strecken Messwerte mit unterschiedlichen Durchlässigkeitswerten vorliegen, wurde jeweils der Medianwert aus den verschiedenen Durchlässigkeitswerten zur Berechnung angesetzt. In Tabelle 6 ist im einzelnen angegeben, welcher Durchlässigkeitswert verwendet wurde.

Auf folgende Besonderheiten wird hingewiesen.

Auch für den Fall, dass sich bis zum Südrand der Kiesrinne Fließzeiten von weniger als 50 Tagen ergeben, kann die engere Schutzzone nach Süden nicht wesentlich über den Rand der Kiesrinne hinaus reichen, da außerhalb der Kiesrinne die Durchlässigkeiten stark abnehmen. Die engere Schutzzone endet daher im Süden am südlichen Rand der Kiesrinne.

Bei der weiteren Schutzzone wurde bereits erläutert, dass die Anströmung zu den Brunnen Kaufbeuren wegen der hohen Transmissivitäten im wesentlichen von den natürlichen Strömungsverhältnissen bedingt ist und vom Brunnenbetrieb kaum beeinflusst wird. Deswegen und wegen der nördlich der Brunnen gemäß Grundwassergleichenplan bis zur Grundwassertiefenlinie nördlichen Fließrichtung gilt auch für die engere Schutzzone, dass sie theoretisch wenige 10er Meter nördlich der Brunnen enden müsste. Wegen der ebenfalls schon bei der weiteren Schutzzone erläuterten Unsicherheiten bei der Konstruktion der Grundwassergleichen im Detail muss die engere Schutzzone aber nach Norden bis zur dargestellten Grundwassertiefenlinie ausgedehnt werden.

Aus den Grundwassergleichen ergibt sich, dass der Brunnen Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen mehr oder weniger im Zentrum der Grundwasserströmung liegt. Es muss daher hier sowohl mit einer westlichen als auch westnordwestlichen Anströmung gerechnet werden. Dies führt dazu, dass die Nordgrenze der engeren Schutzzone im Bereich des Brunnens Ebenhofen nördlich der Grundwassertiefenlinie zu ziehen ist.

Im Osten entspricht die Grenze der engeren Schutzzone der Grenze des Einzugsgebietes bzw. der weiteren Schutzzone. Sie wurde daher entlang des Westrandes der Wertach gezogen.

6.2.4 Fassungsbereiche

Die bestehenden **Fassungsbereiche (Schutzzone I)** sind größer als die Mindestanforderungen und erfüllen auch sonst die aktuellen Schutzgebietsanforderungen; sie brauchen daher nicht verändert zu werden.

6.3 Schutzgebietsabgrenzung für den Fall der Auflassung der Brunnen Kaufbeuren I bis IV und des Brunnens Biessenhofen der Gemeinde Ebenhofen sowie Verlagerung der Förderung auf den Brunnen V und einen neu zu errichtenden Brunnen im Bereich P5

Für den Falle der Auflassung der Brunnen Kaufbeuren I bis IV und des Brunnens Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen sowie Errichtung eines neuen Brunnens bei P5 ist ein alternativer Schutzgebietsvorschlag in Anlage 1.4, Plan 2, gegeben.

An der **weiteren Schutzzone** ändert sich im Westen und Süden nichts. Im Norden kann die Grenze der weiteren Schutzzone südwestlich von Ebenhofen etwas zurückgenommen werden, da die Anströmung zum Brunnen Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen nicht mehr zu berücksichtigen ist.

Im Osten entfallen die Flächen östlich der Bahn, da von hier gemäß Grundwassergleichenplan kein Grundwasser zum Brunnen V oder noch weiter nach Westen gelangen kann.

Bei der **engeren Schutzzone** entfallen ebenfalls die Flächen östlich der Bahn. Im Norden entfällt ein Teilstück wegen des Wegfalls des Brunnens Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen. Im Westen würde sich zwar bei exakter Beachtung der Grundwassergleichen kein Zustrom aus den Flächen westlich der dargestellten Grundwassertiefenlinie ergeben. Auch hier gilt aber, dass sich Grundwassergleichen mit einer vertretbaren Anzahl von Grundwassermeßstellen nie absolut sicher konstruieren lassen, und daher gewisse Sicherheitszuschläge empfohlen werden müssen. Da ein potentieller neuer Brunnen voraussichtlich auf dem Grundstück der Stadt Kaufbeuren bei P5, also rd. 120 m westlich des Brunnens V, gebohrt würde, sollte in diesem Fall auch die Grenze der engeren Schutzzone um etwa denselben Betrag nach Westen und Südwesten verschoben werden.

Für den hier bei der Schutzgebietsabgrenzung nicht betrachteten Fall, dass auch die Förderung aus den Brunnen Altdorf in den Raum Ebenhofen verlegt werden sollte und im Raum westlich Ebenhofen vielleicht noch ein weiterer Brunnen gebohrt werden müsste, sollte dieser möglichst weiter nach Westen gelegt werden, damit möglichst wenig Konflikte zwischen der dann weiter zu vergrößernden engeren Schutzzone und den Höfen Reichenbach und Wintergerst entstehen können. Nach derzeitigem Kenntnisstand wären die Aussichten rd. 500 m westnordwestlich von P5, z.B. im Bereich der bestehenden Grundwassermeßstelle 760, günstig.

Um einen potentiellen neuen Brunnen bei P5 ist ein neuer **Fassungsbereich** einzurichten, der möglichst etwa die Größe wie bei Brunnen V haben sollte. Minimum sind allseits 10 m ab dem Brunnen.

7. Hinweis zum Auflagenkatalog

Es ist nicht Aufgabe dieses Gutachtens, einen Auflagenkatalog im einzelnen vorzuschlagen. Er kann sich weitestgehend an der Arbeitshilfe des Bayerischen Umweltministeriums /17/ orientieren. Es sei aber darauf hingewiesen, dass der Hof Reichenbach schon seit längerer Zeit auf biologische Landwirtschaft umgestellt hat und daher auf Flächen zur Gülleausbringung und zur Beweidung angewiesen ist. Soweit sich das mit den in der engeren Schutzzone festzusetzenden Auflagen nicht mehr vereinbaren lässt, sollte versucht werden, einen Ausgleich durch Flächentausch zu schaffen.



Dr. Klaus März

8. Verwendete Unterlagen und Literatur

Nachstehend sind nur die Unterlagen aufgelistet, auf die im vorliegenden Gutachten ausdrücklich Bezug genommen wird. Hinsichtlich weiterer Unterlagen wird auf die Gutachten /1/ und /2/ verwiesen.

- /1/ BÜRO BODEN UND WASSER, Aichach:
Hydrogeologisches Gutachten zu den Brunnen I bis V des Pumpwerkes 2 Ebenhofen der Stadt Kaufbeuren und zu deren Einzugsgebiet.- 05.12.1991
- /2/ BÜRO BODEN UND WASSER, Aichach:
Hydrogeologisches Gutachten zum Einzugsgebiet und zum Wasserschutzgebiet der Brunnen Altdorf - unter Berücksichtigung des Einzugsgebietes der Brunnen Kaufbeuren-Ebenhofen und des Brunnens Ebenhofen der Gemeinde Ebenhofen sowie der Ergebnisse von Aufschlussbohrungen der Fa. Dachser.- 27.03.1997
- /3/ BÜRO BODEN UND WASSER, Aichach:
Hydrogeologisches Gutachten zum Einzugsgebiet und zum Wasserschutzgebiet der Brunnen Altdorf - Nachtrag 1 zum Gutachten vom 27.03.1997 zur Abgrenzung der engeren Schutzzone auf der Grundlage eines Betriebsversuches an den Brunnen Altdorf vom 27.07. bis 29.08.2000.- 29.12.2000
- /4/ BÜRO BODEN UND WASSER, Aichach:
Hydrogeologisches Gutachten zum Einzugsgebiet und zum Wasserschutzgebiet der Brunnen Altdorf - Nachtrag 2 zum Gutachten vom 27.03.1997 und zum Nachtrag 1 vom 29.12.2000 - Stellungnahme zum Schreiben des WWA Kempten vom 03.04.2001, Pumpversuch im Brunnen der Gärtnerei Jung.- 23.05.2001
- /5/ BÜRO BODEN UND WASSER, Aichach:
Lageplan Schutzgebietsvorschlag Altdorf.- 05.08.2002
- /6/ GEOPHYSIKBÜRO MUNSTERMANN, Industriepark Str. A Nr. 9, 39245 Gommern:
Bericht über geophysikalische Untersuchungen zur Erfassung des Untergrundes auf 4 Nord-Süd-Profilen (Profile Nr.1 bis 4, 2D - Geoelektrik, Multielektrodenanordnung, Electrical Resistivity Imaging), 17.12.2001
- /7/ GEOPHYSIKBÜRO MUNSTERMANN, Industriepark Str. A Nr. 9, 39245 Gommern:
Überprüfung und teilweise Nachinterpretation von 44 geoelektrischen Tiefensondierungen aus dem Jahr 1995 auf der Grundlage der Ergebnisse der 2D-Messungen (Bericht vom 17.12.2001) und der seit 1995 neuen Bohraufschlüsse, 14.01.2002
- /8/ GEOPHYSIKBÜRO MUNSTERMANN, Industriepark Str. A Nr. 9, 39245 Gommern:
Bericht über geophysikalische Untersuchungen zur Erfassung des Untergrundes auf 1 Nord-Süd-Profil und 2 West-Ost Profilen (Profile 5, 6 und 7, 2D - Geoelektrik, Multielektrodenanordnung, Electrical Resistivity Imaging), 30.04.2002

- /9/ GEOPHYSIKBÜRO MUNSTERMANN, Industriepark Str. A Nr. 9, 39245 Gommern:
Überprüfung und teilweise Nachinterpretation von weiteren 34 geoelektrischen Tiefensondierungen aus dem Jahr 1995 auf der Grundlage der Ergebnisse der 2D-Messungen (Bericht vom 30.04.2002) und der seit 1995 neuen Bohraufschlüsse, 14.01.2002
- /10/ Unterlagen des STÄDTISCHEN WASSERWERKES KAUFBEUREN:
- a) Lagepläne, Bohrprofile und Brunnenausbaupläne sowie Pumpversuchsdiagramme der Brunnen I bis V Ebenhofen, Bohr- und Pumpversuchsunterlagen weiterer Bohrungen aus den Jahren 1960 bis 1962 und aus 1975
 - b) Bewilligungsbescheide des LRA Marktoberdorf bzw. des LRA Ostallgäu vom 12.02.1964, vom 27.02.1964, vom 01.03.1977 und vom 22.11.1977 mit den zugehörigen Antragsunterlagen, Schutzgebietsverordnungen des LRA Ostallgäu für die Brunnen Ebenhofen und den Brunnen Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen vom 11.12.1989 und für das Grundwassererkundungsgebiet Ebenhofen vom 01.06.1990 mit Schutzgebietsgutachten des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft vom 30.11.1981 und Lageplänen
 - c) Bericht des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft über das Erkundungsgebiet Kennziffer 16.06 Ebenhofen vom 04.08.1978 mit Anlagen wie Bohrprofile, Ausbaupläne, Pumpversuchsdiagramme, geohydraulische Pumpversuchsauswertungen und Wasseranalysen
- /11/ Unterlagen der GEMEINDE BIESSENHOFEN:
- a) Beschluss des früheren Landratsamtes Marktoberdorf vom 12.06.1959, geändert mit Beschluss vom 02.02.1960 über die (unbefristete) widerrufliche Erlaubnis, aus den beiden Brunnen der Allgäuer Alpenmilchwerke je 50 l/s Wasser je Brunnen zu fördern.
 - b) Beschluss des früheren Landratsamtes Marktoberdorf vom 26.09.1957 über die (unbefristete) wasserrechtliche Erlaubnis zur Wasserförderung von 10 l/s und 120.000 m³/Jahr aus dem Brunnen Altdorf I der Gemeinde Biessenhofen
 - c) Bewilligungsbescheid des Landratsamtes Ostallgäu vom 29.07.1986 zur Wasserförderung von 20 l/s und maximal 130.000 m³/Jahr aus dem Brunnen Altdorf II der Gemeinde Biessenhofen
 - d) Verordnung des Landratsamtes Ostallgäu über das Wasserschutzgebiet in der Gemeinde Biessenhofen (Landkreis Ostallgäu) für die öffentliche Wasserversorgung der Gemeinde Biessenhofen und der Allgäuer Alpenmilch AG, Biessenhofen, vom 22.07.1986

- /12/ Unterlagen der VEREINIGTE WERTACH-ELEKTRIZITÄTSSWERKE, Kaufbeuren:
- a) Geotechnisches Gutachten des Ing. Büros Dr.-Ing. Georg Ulrich, Leutkirch, vom 10.03.2000 über Untersuchungen zur Dammsanierung der Wasserkraftanlage Altdorf-Ebenhofen (Bohrungen 1/99 bis 24/99)
 - b) Geotechnisches Gutachten des Ing. Büros Dr.-Ing. Georg Ulrich, Leutkirch, vom 14.06.2000 über Untersuchungen zur Dammsanierung der Wasserkraftanlage Altdorf-Ebenhofen (ergänzende Untersuchungen, Bohrungen 01/00 bis 03/00)
 - c) Geotechnisches Gutachten des Ing. Büros Dr.-Ing. Georg Ulrich, Leutkirch, vom 15.11.2000 über Untersuchungen zur Dammsanierung der Wasserkraftanlage Altdorf-Ebenhofen (Rohrvortriebe bei Fluß-km 84+200, Bohrungen 1-2/00 und DPH 1-2/00)
- /13/ Unterlagen des LANDRATSAMTES OSTALLGÄU (Abteilung kommunale Abfallwirtschaft), Marktoberdorf:
Bohrprofile / Ausbaupläne der Grundwassermeßstellen 1, 2, 4 und 5 am Immenhofener See aus dem Jahr 1984, Wasseranalysen und Grundwasserstandsdaten
- /14/ Unterlagen des WASSERWIRTSCHAFTSAMTES KEMPTEN und des LANDRATSAMTES OST-ALLGÄU, Marktoberdorf:
- a) Wasserspiegel- und Abflussdaten der Wertach, Pegel Thalhofen und Biesenhofen
 - b) Flurkartenausschnitt Ebenhofen-Altdorf M 1: 5.000, Stand vor der Regulierung der Wertach (Stand ca. 1930)
- /15/ BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT:
Bohrprofile aus dem Bohrarchiv auf den Messtischblättern 8129 Kaufbeuren (Nr. 7, 74, 75, 76, 77 und 78) und 8229 Marktoberdorf (Nr. 3, 16, 17, 46, 61, 62, 66, 67, 68, 69, 70 und 74)
- /16/ BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT, München:
Die Grundwasserneubildung in Bayern, berechnet aus den Niedrigwasserabflüssen der oberirdischen Gewässer.-Informationsberichte LfW, Heft 3/87
- /17/ BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN, München:
Arbeitshilfe - Musterverordnung für Wasserschutzgebiete in Bayern, vom 01.07.1994, AZ W112-4532.5-072/90
- /18/ DVGW-Richtlinie W 101, Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete, I. Teil: Schutzgebiete für Grundwasser.- Eschborn, Februar 1995.
- /19/ DEUTSCHE BUNDESREGIERUNG:
Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 21.05.2001 (Trinkwasserverordnung). Tritt in Kraft am 01.01.2003