

und Wasser
Büro für Hydrogeologie,
angewandte Geologie und Wasserwirtschaft

Dipl.-Geol. Robert Hurler BDG

Dipl.-Geol. Dr. Klaus März

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
für Erkundung und Beurteilung von Wasservorkommen

und Wasser · Untermauerbach · St. Martin Straße 11 · 8890 Aichach

Städtisches Wasserwerk

Postfach 1752

8950 Kaufbeuren

Untermauerbach
St.-Martin-Straße 11
D-8890 Aichach

Telefon 0 82 51/72 24
Telefax 0 82 51/5 11 04

Ihr Zeichen

Ihre Nachricht vom

16.08.1990

unser Zeichen

12490

Aichach, den

05.12.1991

Hydrogeologisches Gutachten

zu den Brunnen I bis V des Pumpwerkes 2 Ebenhofen der Stadt
Kaufbeuren und zu deren Einzugsgebiet

Unternehmensträger
und Auftraggeber:

Städt. Wasserwerk
Tänzelfestweg 15
8950 Kaufbeuren

Bearbeitung:

Büro Boden und Wasser
Dipl.-Geol. Robert Hurler
Dipl.-Geol. Dr. Klaus März
Zweigbüro Hüssingen 60
8821 Westheim
Tel. 09082/3318, Fax 4296

<u>Inhaltsverzeichnis</u>		<u>Seite</u>
1.	Allgemeines	1
1.1	Veranlassung und Auftrag	1
1.2	Untersuchungsgebiet	2
1.3	Datenlage	2
1.4	Durchgeführte Untersuchungen	3
2.	Ergebnisse der Bestandsaufnahme	4
2.1	Angaben zu den Brunnen I bis V des Pumpwerkes 2 Ebenhofen der Stadt Kaufbeuren	4
2.1.1	Lage und bestehende Wasserrechte	4
2.1.2	Technische Daten und wichtigste Bohrerergebnisse	6
2.1.3	Fördermengen und Absenkungen bei Brunnenbetrieb	7
2.2	Angaben zu weiteren Wassergewinnungsanlagen und Grundwasseraufschlüssen im Untersuchungsgebiet	8
3.	Ergebnis der hydrogeologischen Erhebungen und Untersuchungen	9
3.1	Hydrogeologischer Überblick	9
3.2	Beschreibung des Grundwasserleiters	10
3.3	Lage der Grundwasseroberfläche	12
3.4	Grundwasserstandsschwankungen	15
3.5	Klimadaten und Grundwasserneubildung	16
3.6	Untergrundhydraulische Daten	18
4.	Wasserqualität	19
4.1	Generelle Zusammensetzung des Grundwassers im Untersuchungsgebiet	19
4.2	Zeitliche Variation der Wasserzusammensetzung	21
4.3	Zeitlicher Gang der Wassertemperaturen	21
5.	Potentielle Belastungsquellen im Einzugsgebiet der Brunnen Kaufbeuren I bis V	22
5.1	Siedlungen	22
5.2	Verkehrswege	23

5.3	Landwirtschaft	24
5.4	Kiesgruben und Altablagerungen	25
5.5	Oberflächengewässer	27
6.	Beurteilung der Grenzen der ausgewiesenen Wasserschutzgebiete, Abgrenzung des Gesamt- einzugsgebietes und gewinnbare Wassermengen	28
6.1	Fassungsbereiche	28
6.2	Engere Schutzzone	28
6.3	Weitere Schutzzone	30
6.4	Abgrenzung des Gesamteinzugsgebietes	31
6.5	Gewinnbare Wassermengen und weitere Wasser- erschließungsmöglichkeiten	32
7.	Zusammenfassung, Bewertung der geltenden Schutz- gebietsauflagen und Vorschlag für Maßnahmen	33
8.	Verwendete Unterlagen und Literatur	36
8.1	Spezielle Unterlagen über das Untersuchungsgebiet	36
8.2	Allgemeine Literatur	38

TabellenverzeichnisAnhang, Seite

Tab. 1	Wichtigste technische Daten der Brunnen des Pumpwerkes 2 Ebenhofen der Stadt Kaufbeuren und des Brunnens Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen	1
Tab. 2.1 Blatt 1	Gelände- und Meßpunkthöhen, Bohrtiefen, Kiesmächtigkeiten und Wasserspiegelhöhen an Brunnen und Grundwassermeßstellen im Bereich des Pumpwerkes 2 Ebenhofen der Stadt Kaufbeuren und in dessen weiterer Umgebung	2
Tab. 2.1 Blatt 2	Erläuterungen zu Tabelle 2.1	3
Tab. 2.2 Blatt 1	Wasserspiegelhöhen an Oberflächengewässern und Abflußdaten der Wertach im Bereich des Pumpwerkes 2 Ebenhofen der Stadt Kaufbeuren und dessen weiterer Umgebung	4
Tab. 2.2 Blatt 2	Sonstige Ergebnisse von Höheneinmessungen, Stand 31.10.1991	5
Tab. 2.3	Ergebnisse von nicht zu Brunnen oder Grundwassermeßstellen ausgebauten Bohrungen nach Unterlagen des Städt. Wasserwerkes Kaufbeuren und aus dem Bohrarchiv des Bayer. Geologischen Landesamtes (GLA), Kiesmächtigkeiten und Wasserspiegel aus verschiedenen Jahren	6
Tab. 3	Langjährige Extremwerte der Ruhewasserstände an den Brunnen und Grundwassermeßstellen im Raum Ebenhofen und Vergleich mit den Wasserständen am 30.10.1991	7
Tab. 4	Wasserförderung aus den Brunnen I bis V des Pumpwerkes 2 Ebenhofen der Stadt Kaufbeuren in den Jahren 1988 bis 1990 und ergänzende Angaben zur Wasserförderung aus den Brunnen Ebenhofen und Altdorf der Gemeinde Biessenhofen sowie aus den Brunnen der Allgäuer Alpenmilchwerke in Altdorf	8

Tab. 5 Blatt 1	Pumpversuchsdaten zur geohydraulischen Auswertung der Pumpversuche in den Brunnen II bis V des Pumpwerkes 2 Ebenhofen der Stadt Kaufbeuren (die Daten des Brunnens I sind wegen der häufigen Änderung der Entnahmemenge im Pumpversuch nicht sinnvoll auswertbar) und des Brunnens Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen	9
Tab. 5 Blatt 2	Formeln (für ungespanntes Grundwasser) zur geohydraulischen Auswertung der Pumpversuche Brunnen II bis V des Pumpwerkes 2 Ebenhofen der Stadt Kaufbeuren und des Brunnens Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen	10
Tab. 5 Blatt 3	Zusammenstellung der Formelzeichen	11
Tab. 5 Blatt 4	Bild 5.4: Graphische Auswertung des Pumpversuches im Brunnen IV Ebenhofen vom 04.12.-07.12.1961	12
Tab. 5 Blatt 5	Bild 5.5: Darstellung des Anstrombereiches von Brunnen bei quasihomogenen Verhältnissen	13
Tab. 5 Blatt 6	Zusammenstellung geohydraulischer Auswertungsergebnisse von den Pumpversuchen in den Brunnen II bis V des Pumpwerkes 2 Ebenhofen der Stadt Kaufbeuren, des Brunnens Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen und der Versuchsbrunnen A, B und C (heute Grundwassermeßstellen 758, 759 und 760 des Landesgrundwasserdienstes) im Grundwasservorranggebiet Ebenhofen	14
Tab. 6 Blatt 1	Zusammenstellung der wichtigsten Analyseergebnisse von den Brunnen I bis V des Pumpwerkes 2 Ebenhofen der Stadt Kaufbeuren und von weiteren im potentiellen Einzugsgebiet gelegenen Hausbrunnen und Meßstellen, Probe- nahme am 25.10.1990 (J1 bis J5 am 31.07.1990)	15

Tab. 6 Blatt 2	Entwicklung der Nitratkonzentration in mg/l im Wasser der Brunnen I bis V des Pumpwerkes 2 Ebenhofen der Stadt Kaufbeuren nach den Ergebnissen jährlicher Trinkwasseruntersuchungen und Aufstellung der Jahresniederschläge	16
Tab. 6 Blatt 3	Entwicklung der Nitrat- und Chloridkonzentration in mg/l im Wasser der Brunnen I bis V des Pumpwerkes 2 Ebenhofen der Stadt Kaufbeuren seit 1981 (bei Br. IV und V seit 1983/84 Mittelwerte aus mehreren, ab 1986 monatlichen, Analysen - im übrigen Ergebnisse einer Analyse pro Jahr)	17

Anlagenverzeichnis:

Anlage 1:	Geologische Übersichtskarte	M 1: 50000
Anlage 2:	Übersichtslageplan	M 1: 25000
Anlage 3:	Übersichtsgrundwassergleichenplan Stand 30.10.1991	M 1: 25000
Anlage 4:	Übersichtsplan Kiesmächtigkeiten	M 1: 25000
Anlage 5:	Lageplan mit Grundwassergleichen Stand 30.10.1991	M 1: 5000
Anlage 6: Blatt 1: Blatt 2:	Ausschnittsgrundwassergleichenpläne Stand 26.01.1962, 28.01.1975, 04.09.1975 und 09.12.1976, jeweils Ruhegrundwasseroberfläche	M 1: 5000
Anlage 7:	Luftbildplan	M 1: 5000
Anlage 8:	Hydrogeologischer Schnitt	M 1: 5000/500

1. Allgemeines

1.1 Veranlassung und Auftrag

Das Städtische Wasserwerk Kaufbeuren betreibt südlich von Ebenhofen 5 Brunnen des Pumpwerkes 2 Ebenhofen, die vor allem der Spitzenbedarfsdeckung dienen. In der Umgebung der Brunnen befinden sich die am E-Werk Ebenhofen gestaute Wertach, der nur zeitweise wasserführende Firgenbach, die Bundesstraße 12, die Bahnlinie Kaufbeuren - Marktoberdorf, die Bebauung des Ortsteiles Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen, verschiedene Ortsverbindungsstraßen und zwei Bauernhöfe mit Hausbrunnen. Im potentiellen Zustromgebiet in der weiteren Umgebung liegen die Stadt Marktoberdorf mit Industriegebieten, Kiesabbau mit z.T. freigelegtem Grundwasser, einzelne Altablagerungen und weitere Bundesstraßen.

Das westlich der Brunnen Ebenhofen gelegene Gebiet ist im Regionalplan der Region 16 als Grundwasservorranggebiet ausgewiesen. Über die Brunnen liegt ein umfangreiches Datenmaterial vor.

Das Büro Boden und Wasser wurde vom Städtischen Wasserwerk Kaufbeuren mit der Erarbeitung eines hydrogeologischen Gutachtens beauftragt, das auf folgende Fragen eingehen soll:

- Ermittlung von Grundwasserfließrichtung, Lage und Größe des Einzugsgebietes der Brunnen I bis V der Stadt Kaufbeuren südlich Ebenhofen,
- Erfassung der Quellen möglicher Grundwasserbelastungen im Einzugsgebiet der Brunnen I bis V,
- Bestimmung von Abstandsgeschwindigkeiten des Grundwassers im Einzugsgebiet der Brunnen,
- Detaillierte gutachtliche Stellungnahme zur Sicherheit der Wasserversorgung aus den einzelnen Brunnen,
- Darstellung von Möglichkeiten, vorhandene Risikofaktoren für die Wasserqualität und -quantität zu minimieren,
- Darstellung von Gebieten im Umfeld der derzeitigen Erschließungsanlagen, die eine weitere Grundwassergewinnung zulassen sowie Aufzeigen von Maßnahmen zum Schutz dieser Gebiete.

Daneben war das umfangreiche Datenmaterial im Rahmen der Untersuchungen aufzubereiten und zusammenzufassen.

1.2 Untersuchungsgebiet

Das weitere Untersuchungsgebiet erstreckt sich entsprechend den hydrogeologischen Gegebenheiten in der weiteren Umgebung der Brunnen Ebenhofen auf das Wertachtal südlich von Ebenhofen und die westlich anschließenden Gebiete bis etwa zur Linie Ruderatshofen - Immenhofen - Geisenried. Im Osten ist es durch den Rand des Wertachtals etwa auf der Linie B 16 - Marktoberdorf - Thalhofen begrenzt. Die äußerste südliche Grenze bildet die Wertach nordwestlich von Leuterschach. Entsprechend der Aufschlußdichte kann der Bereich zwischen Ebenhofen und Geisenhofen westlich der Wertach als engeres Untersuchungsgebiet bezeichnet werden.

1.3 Datenlage

Von den Brunnen Ebenhofen I bis V der Stadt Kaufbeuren liegen seit Inbetriebnahme vollständige Daten über Brunnenausbau, Bohrprofile, Pumpversuchsergebnisse und Wasserqualität vor. Weiter sind langjährige Daten über die Niederschläge, die Wasserspiegel, die Fördermengen, die Entwicklung der Nitrat- und Chloridkonzentration sowie den zeitlichen Gang der Wassertemperaturen vorhanden /1/. Zum größten Teil gilt dies auch für den Brunnen Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen. Die wichtigsten Daten sind auch von den Brunnen Altdorf der Gemeinde Biessenhofen und den Brunnen Altdorf der Allgäuer Alpenmilchwerke vorhanden /10, 11/.

Vom Grundwassererkundungsgebiet Ebenhofen, das als Grundwasservorranggebiet ausgewiesen ist, konnten ebenfalls die vollständigen Daten über Bohrprofile, Ausbau zu Grundwassermeßstellen, Wasserstände und seinerzeitige Wasserqualität ausgewertet werden /1, 3/.

Daten recht unterschiedlichen Umfangs /2, 9/ liegen über die weiteren Brunnen und Grundwassermeßstellen vor. Von allen Grundwasseraufschlüssen, von einer Reihe von wieder verschlossenen Bohrungen (hier allerdings nicht zeitgleich) und von der Wertach sind aber die Wasserspiegelhöhen bekannt.

Der Großteil der Unterlagen stammt vom Städtischen Wasserwerk Kaufbeuren. Daneben wurden Unterlagen zur Verfügung gestellt und mündliche Informationen gegeben vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft, vom Wasserwirtschaftsamt Kempten, vom Landratsamt Ostallgäu in Marktoberdorf, vom Staatlichen Gesundheitsamt Marktoberdorf, vom Tiefbauamt und vom Städtischen Wasserwerk Marktoberdorf, von der Gemeinde Biessenhofen, von den Allgäuer Alpenmilchwerken (Nestlé AG) in Kaufbeuren, von der Bahnmeisterei Kempten, Baubezirk Kaufbeuren, den Vereinigten Wertach-Elektrizi-

tätswerken in Kaufbeuren und den Eigentümern der Hausbrunnen an den Höfen Lorenzbauer und Feldwagner. Den Beteiligten wird hierfür gedankt.

1.4 Durchgeführte Untersuchungen

Die vorhandenen Daten wurden gesichtet, aufbereitet und in Tabellenform (siehe Anhang) zusammengestellt. Darüberhinaus wurden die Pumpversuche in den Brunnen II bis V geohydraulisch ausgewertet. Von den Grundwassermeßstellen im Grundwassererkundungsgebiet Ebenhofen lagen diese Auswertungen bereits vor /1c/.

Sämtliche Wasserspiegel der erreichbaren Grundwasseraufschlüsse und an einigen Punkten von der Wertach und deren Altwasser südlich von Ebenhofen im Untersuchungsgebiet wurden am 30./31.10.1991 mit dem Lichtlot gemessen. Hierzu mußten eine Reihe von Meßpunkten durch Nivellement höhenmäßig eingemessen werden. Aus den gemessenen Wasserspiegeln und ergänzend hilfswise herangezogenen Wasserspiegeldaten von nicht ausgebauten Bohrungen /1a, 4/ wurden Grundwassergleichenpläne in den Maßstäben 1: 25000 für das weitere Untersuchungsgebiet (Anlage 3) und 1: 5000 (Anlage 5) für das engere Untersuchungsgebiet konstruiert. Ferner wurden soweit möglich, die Ruhewasserspiegeldaten einiger Pumpversuche aus den Jahren 1962 bis 1976 in Ausschnitts - Grundwassergleichenplänen (Anlage 6) dargestellt.

Auf der Grundlage eines vom städtischen Wasserwerk Kaufbeuren zur Verfügung gestellten Luftbildplanes M 1:5000 und von Luftbildern M 1: 23000 des bayerischen Landesvermessungsamtes /5/ sowie einer Begehung wurden die Terrassenkanten der Wertach in der näheren Umgebung der Brunnen Ebenhofen kartiert (Anlage 7).

Nach der vorliegenden geologischen Übersichtskarte M 1: 200000, Blatt CC 8726 /13/ Kempten, wurden die geologischen Gegebenheiten in einer geologischen Übersichtskarte M 1: 50000 (Anlage 1) dargestellt. Durch Auswertung der topografischen Karten M 1: 25000 wurden die oberirdischen Einzugsgebiete der Wertach und des Firgenbaches voneinander abgegrenzt (Anlage 2). Als Übersicht über die Kiesmächtigkeiten im Untersuchungsgebiet wurden die Daten der verfügbaren Bohraufschlüsse lagerichtig in eine Lageskizze M 1: 25000 (Anlage 4) eingetragen. Eine Isoliniendarstellung der Kiesmächtigkeiten oder der Kiesbasis ist aber mit dem vorliegenden Datenmaterial nicht möglich.

Schließlich wurden die Untergrundverhältnisse im Bereich der Brunnen Ebenhofen, wo hinreichend dichte Aufschlußergebnisse vorlie-

gen, in Form eines hydrogeologischen Schnittes (Anlage 8) dargestellt.

2. Ergebnisse der Bestandsaufnahme

2.1 Angaben zu den Brunnen I bis V des Pumpwerkes 2 Ebenhofen der Stadt Kaufbeuren

2.1.1 Lage und bestehende Wasserrechte sowie Schutzgebietsfestsetzungen

Das Pumpwerk 2 der Stadt Kaufbeuren liegt südlich des Ortsteiles Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen, wobei die Brunnen I bis V in einer Westsüdwest-Ostnordost verlaufenden Linie liegen. Die Brunnen I bis IV befinden sich in der Talaue der Wertach zwischen der Wertach und der Bahnlinie Kaufbeuren - Marktoberdorf. Brunnen V steht westlich der Bahnlinie in der Niederterrasse, zu der das Gelände hart westlich von Brunnen III etwa im Bereich der Bahnlinie um rd. 8 m ansteigt. 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.

Die Wasserableitung aus den Brunnen I bis V 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 /1b/. 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 3000000 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 Be-

einträchtigung 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 /1b/. Die Unterwasserpumpe leistet 25 l/s.

Im Jahr 1976 wurden westnordwestlich des Brunnens V im Rahmen des Grundwassererkundungsprogrammes 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. Eine mögliche Wasserentnahme aus eventuell im Erkundungsgebiet niederzubringenden Brunnen ist wasserrechtlich noch nicht behandelt worden. Wie schon erwähnt, ist das Grundwassererkundungsgebiet im Regionalplan /14/ als Grundwasservorranggebiet ausgewiesen. Damit ist in diesem Gebiet der Nutzung zu Zwecken der Wasserversorgung der Vorrang gegenüber anderen Nutzungen eingeräumt worden.

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. Die festgesetzten Auflagen entsprechen dem Entwurf zur Neufassung des § 3 des VO-Musters für Wasserschutzgebiete, Stand 03.1985, in Anlage 35.2.4 zur VwVBayWG /1b/. Hierzu ist anzumerken, daß es mittlerweile einen jüngeren Entwurf, mit Stand Sept. 1990 mit weitergehenden Auflagen gibt /20/.

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. Träger des Schutzgebietes ist die Stadt Kaufbeuren. In der Verordnung wurden geringere Auflagen festgesetzt. So sind keine Einschränkungen für Gülle- und Jaucheausbringung, Ausbringen von Klärschlamm, Überdüngung, Aufbringen von Abwasser, offene Lagerung organischer Dungstoffe und von Mineraldünger, Feldsilage mit Gärtaftanfall und hinsichtlich von Pflanzenbehandlungsmitteln enthalten. Außerdem ist Massentierhaltung im Freilandbetrieb erlaubt. Im übrigen sind die Auflagen identisch mit denen in der Verordnung für die bestehenden Brunnen.

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 /10,11/ an.

2.1.2 Technische Daten und wichtigste Bohrergergebnisse

Die Brunnen Kaufbeuren I bis V weisen Bohrtiefen zwischen 12,0 m (Brunnen IV) und 41,1 m (Brunnen V) auf. Die Ausbautiefen betragen zwischen 11,5 m und 41,1 m. Die Brunnen haben quartäre Kiese des Wertachtales aufgeschlossen. Grobkies überwiegt in den Bohrprofilen. In unterschiedlicher Menge sind Sand und Steine bis 25 cm Durchmesser, vereinzelt auch verlehnte Grobkieslagen eingelagert. Die Basis des Kiesgrundwasserleiters wurde in den Brunnen I bis IV in Tiefen zwischen 9,6 m und 20,9 m Tiefe erbohrt. Darunter stehen graue Sande und Tone an, die wohl noch dem Quartär zuzuordnen sein dürften. Bei den Tonen handelt es sich wahrscheinlich um Seetone. Brunnen V hat die Basis des Kiesgrundwasserleiters nicht erreicht.

Die Ruhewasserspiegel lagen am 30.10.1991 zwischen rd. 5 m und 12 m unter Gelände bzw. zwischen rd. 701 und 703 m ü.NN.

Die Brunnen I bis IV sind mit OBO-Kunstharz-Preßholzrohren DN 400 bis DN 600, Brunnen V mit Stahlrohren, Rilsan-beschichtet, DN 500 ausgebaut. Die Pumpenleistungen betragen 15 l/s (Br. I), 20 l/s (Br. II), 25 l/s (Br. III und IV) und 100 l/s (Br. V).

Im einzelnen gehen die wesentlichen Bohr- und Ausbaudaten aus den Tabellen 1 und 2.1 im Anhang hervor.

Ergänzend ist zu den Brunnen I bis IV anzumerken, daß sich in den alten Bohrunterlagen z.T. eine andere Numerierung findet. So war der heutige Brunnen V die Bohrung 3 und der heutige Brunnen IV die Bohrung 6. Darüberhinaus wurden seinerzeit 1960/61 noch weitere wegen zu hoch liegendem Grundwasserstauer bzw. zu geringer Ergiebigkeit nicht ausgebaute Versuchsbohrungen mit den Nummern 3, 4 und 7 und westlich Ebenhofen abgeteuft. Deren wichtigste Ergebnisse finden sich in Tabelle 2.3.

Das Wasser der Brunnen I, II und IV, die der Wertach am nächsten gelegen sind, wird zur Erhöhung der Sauerstoffkonzentration in einer Druckbelüftungsanlage belüftet. Im übrigen wird das Wasser nicht aufbereitet (im einzelnen siehe zur Wasserqualität Kap. 4).

2.1.3 Fördermengen und Absenkungen bei Brunnenbetrieb

Aus den Brunnen I bis IV wurden im Durchschnitt der Jahre 1988 bis 1990 zwischen 30000 und 60000 m³, aus Brunnen V rd. 770000 m³ pro Jahr, insgesamt rd. 1 Mio m³ pro Jahr an Wasser gefördert. Dies entspricht knapp einem Drittel der Gesamt-Grundwassergewinnung der Stadt Kaufbeuren.

Bezogen auf die Pumpenleistung bei einem theoretischen 24-Stunden-Betrieb sind die Brunnen bei den genannten Entnahmen zwischen 6% und 24%, insgesamt zu rd. 16% ausgelastet. Bezogen auf einen realistischen 12-Stunden-Betrieb liegt die Auslastung im Durchschnitt bei 12% bis 48%, insgesamt bei 32%. Im verbrauchsreichsten Monat der Jahre 1988 bis 1990 betragen die mittleren täglichen Betriebszeiten zwischen 4,2 und 4,9 Stunden bei Brunnen I bis Brunnen IV und 7,7 Stunden bei Brunnen V.

Die Monatsmittel der Absenkungen bei Brunnenbetrieb seit 1970 (Brunnen V seit 1978) betragen bis 0,2 m bei Brunnen I, bis 1,5 m bei Brunnen II, bis 0,48 m bei Brunnen III, bis 0,7 m bei Brunnen IV und bis 0,1 m bei Brunnen V. Im gemeinsamen Pumpversuch in den Brunnen I bis IV vom 29.01.-06.02.1962 wurden demgegenüber Absenkungen zwischen 1,25 m (Brunnen IV) und 3,11 m (Brunnen II) bei Entnahmemengen, die den Leistungen der heute eingebauten Unterwasserpumpen entsprechen, erreicht. Im Leistungspumpversuch in Brunnen V im Jahr 1975 betrug die Absenkung mit nur 0,12 m nicht nennenswert mehr als im laufenden Betrieb. Die Unterschiede in den Absenkungen der Brunnen I bis IV im laufenden Betrieb gegenüber dem gemeinsamen Pumpversuch sind offenkundig durch die relativ geringen Entnahmen aus diesen Brunnen bedingt.

Aus dem Brunnen Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen wurde im Jahr 1990 rd. 180000 m³, aus den Brunnen Altdorf rd. 260000 m³ und aus den Brunnen der Allgäuer Alpenmilchwerke rd. 1,2 Mio m³ Wasser gefördert. Im weiteren Untersuchungsgebiet kommen Entnahmen aus den Brunnen Geisenhofen und Immenhofen, aus einem Brunnen an der Kläranlage Marktoberdorf und aus den Hausbrunnen Lorenzbauer und Feldwagner hinzu, die aber, ohne die Entnahmen im einzelnen zu kennen, mengenmäßig zu vernachlässigen sind. Insgesamt werden somit im Raum Ebenhofen - Altdorf rd. 2,7 Mio m³ Wasser pro Jahr gefördert. Das entspricht einer fiktiven Dauerentnahme von rd. 85 l/s.

Im einzelnen sind die Fördermengen und Wasserspiegelabsenkungen in Tabelle 4 aufgelistet.

2.2 Angaben zu weiteren Wassergewinnungsanlagen und Grundwassermeßstellen im Untersuchungsgebiet

Im Bereich der Brunnen Ebenhofen existieren noch einige Grundwassermeßstellen. Südöstlich des Brunnens IV liegt ein rd. 4 m tiefer Weidebrunnen, Viehtränke genannt. Westlich und östlich des Brunnens V befindet sich je eine Grundwassermeßstelle. Weitere Grundwassermeßstellen (Rammpegel), die im Zuge der Errichtung der Brunnen I bis IV und im Bereich der Brunnen in Altdorf eingerichtet worden waren, existieren nicht mehr. Nur nördlich des Brunnens I der Allgäuer Alpenmilchwerke besteht noch die alte Meßstelle Pl.

Die Brunnen Ebenhofen und Altdorf der Gemeinde Biessenhofen sowie die Brunnen der Allgäuer Alpenmilchwerke und die Hausbrunnen Lorenzbauer und Feldwagner wurden bereits erwähnt. Ihre Daten sind in Tabelle 2.1 aufgelistet. Darüberhinaus bestehen ein Weidebrunnen des Hofes Feldwagner in der Nähe der Mündung des (meist trockenen) Firgenbaches in die Wertach, vier Meßstellen am Immenhofener See, der Brunnen Geisenhofen, drei Brunnen an der Kläranlage Marktoberdorf und zwei Meßstellen an der B 472 bei Thalhofen (zwei weitere im Bereich des Kieswerkes Schmid bei Thalhofen existieren nicht mehr). Von diesen Aufschlüssen sind nur die Meßpunkthöhen, die ungefähren Geländehöhen und Ergebnisse von Stichtagsmessungen der Wasserspiegel bekannt. Aufschluß bzw. Hinweise über die Höhe der Grundwasseroberfläche geben schließlich auch die Wasserspiegelhöhen im Altwasser der Wertach südlich der Brunnen Ebenhofen und das freigelegte Grundwasser in der alten Kiesgrube Schmid südwestlich Ennenhofen. Die Daten finden sich in den Tabellen 2.1 und 2.2. Hilfsweise zur Ermittlung der Höhenlage der Grundwasseroberfläche herangezogen werden können ferner die Ergebnisse der im Rahmen der Erschließung Ebenhofen niedergebrachten nicht ausgebauten Bohrungen und Daten von wieder verfüllten Bohrungen aus dem Bohrarhiv des Bayerischen Geologischen Landesamtes (zum größten Teil nach Unterlagen des Straßenbauamtes Kempten vom Neubau der B 12/B 472) und die eingemessenen Wasserspiegelhöhen der Wertach, soweit nach der Gesamtsituation davon ausgegangen werden kann, daß sie mit dem Grundwasser korrespondiert.

Es existieren ferner noch der Brunnen Immenhofen südwestlich von Immenhofen und die Quellen der Wasserversorgung von Hattenhofen (siehe Anlage 2). Beide beziehen ihr Wasser jedoch nicht aus den quartären Talkiesen, sondern aus Schichtwässern der Moränen, sodaß sie in keinem Bezug zum Grundwasser in den Talkiesen stehen und deshalb in den Tabellen im Anhang auch nicht erwähnt sind.

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.

Das Wertachtal wird im Osten und Südosten durch den Moränenzug entlang der Linie Kreuzung B12/B16 - B16 bis zur Stadtmitte Marktoberdorf - Fechsen - Leuterschach begrenzt.

Südlich der Linie Eichelschwang - Schwenden - Leuterschach - Fechsen stehen bereits die Sand- und Mergelsteine und Konglomerate der stratigrafisch unter der Oberen Süßwassermolasse liegenden Oberen Meeresmolasse, teilweise überdeckt durch Moränen, an der Erdoberfläche an (siehe Anlage 1).

3.2 Beschreibung des Grundwasserleiters

Als Grundwasserleiter sind im Raum südlich von Ebenhofen im wesentlichen die fluviatilen Talkiese, sei es in den heutigen Tälern oder in alten oberflächlich nicht mehr sichtbaren Rinnen in den Niederterrassen anzusprechen. Die fluviatilen Kiese, wie sie in den Brunnen Ebenhofen und Altdorf erbohrt wurden, zeichnen sich durch relativ groben Kies mit mäßigen Sandanteilen und wenig Schluff/Ton aus.

Das Moränenmaterial ist gegenüber den fluviatilen Kiesen erheblich schlechter sortiert mit einem deutlich höheren Anteil an Sand, Schluff und Lehm, mit eingelagerten Steinen und Blöcken. Auch in den Moränen zirkuliert Grundwasser, doch sind sie gegenüber den fluviatilen Kiesen im allgemeinen deutlich geringer durchlässig, sodaß sie zur Grundwasserbewegung vergleichsweise nur wenig beitragen. Bereichsweise können aber auch Moränen gut durchlässig sein.

Das Wassergewinnungs- bzw. -erkundungsgebiet wird im Gutachten des GLA /le/ als würmglaziales Zungenbecken angesprochen. Das Vorkommen von Seetonen spricht für diese Einstufung.

Die Mächtigkeit der Kiese läßt sich im Bereich des Grundwassergewinnungsgebietes Ebenhofen und südlich davon bis zur B12 aufgrund

3. Ergebnis der hydrogeologischen Erhebungen und Untersuchungen

3.1 Hydrogeologischer Überblick

Im Untersuchungsgebiet sind vereinfacht ausgedrückt im wesentlichen drei verschiedene geologische Einheiten zu nennen. 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 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 Auelehne verborgen sein können. Auch unter den Niederterrassenflächen verbergen sich Kiese und Tone/Schluffe sehr unterschiedlicher Zusammensetzung und Mächtigkeit. Die bisherigen Bohrungen im Untersuchungsgebiet und auch weiter nördlich in Richtung Kaufbeuren haben sehr deutlich gezeigt, daß die Mächtigkeit und Zusammensetzung der quartären Sedimente nicht oder nur sehr unvollkommen nach Oberflächenaufschlüssen und der Morphologie, sondern letztlich nur nach Bohrergebnissen beurteilt werden kann.

Das Untersuchungsgebiet wird durch das Wertachtal und durch das Geisenrieder Tal geprägt. Der Talboden des Wertachtales liegt nordwestlich von Leuterschach auf einer Höhe von rd. 735 m ü.NN und sinkt bis zur Mündung der Kirnach zwischen Ebenhofen und Biesenhofen auf rd. 700 m ü.NN ab. Das Geisenrieder Tal wird durch den kleinen Firgenbach, der im Moränengelände rd. 2 km westsüdwestlich von Geisenried entspringt, entwässert, soweit das Niederschlagswasser nicht unmittelbar in den Untergrund versickert. Ab dem Bereich 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.

Zwischen dem Geisenrieder Tal und dem Wertachtal erhebt sich ein Moränenrücken, der vom Anschluß von Geisenried an die B 472 nach

der hohen Anzahl von Bohrungen relativ gut angeben (siehe Anlagen 4 und 8). So wurden in Schußbohrungen für seismische Messungen südlich und südöstlich von Ruderatshofen bis 20 m Tiefe Grob- bis Mittelkies, bei dem es sich um Moränenmaterial handeln dürfte, und darunter Tonmergel (in der Bohrung GLA 8129/7 /4/) bzw. Lehm, Mergel und Ton (in den GLA Schußbohrungen /1e/) angetroffen. Das in den GLA-Schußbohrungen erbohrte Material wird im GLA-Gutachten vom 24.05.1976 /1e/ als Schotter bzw. Nagelfluh bezeichnet. Bei Ruderatshofen ist unter den Moränenkiesen lt. Bohrprofil Obere Süßwassermolasse erbohrt worden. Weiter östlich im Bereich der Erkundungsbohrungen A, B und C und der Brunnen Ebenhofen dürfte der sandig-tonige Grundwasserstauer als Seeton zu interpretieren sein. Das Tertiär dürfte nach den Seismik - Ergebnissen /1e/ erst in einer Tiefe von rd. 70 m unter Gelände, d.h. bei etwa 640 bis 650 m ü.NN anstehen. Die als Tertiäroberfläche interpretierte seismische Geschwindigkeitsunstetigkeit fällt von Westen nach Osten flach ein.

Die größten Kiesmächtigkeiten wurden in der Bohrung A mit 42 m und im Brunnen V mit mehr als 41 m (Kiesbasis nicht erreicht) erbohrt. Wie stark die Kiesmächtigkeit auf kurze Entfernung schwanken kann, zeigt die etwas weiter nördlich gelegene Bohrung B mit "nur" 27 m Kies. Nach Osten zu nehmen die Kiesmächtigkeiten bis auf 9,6 m im Brunnen IV ab, jedoch östlich der Wertach in den Altdorfer Brunnen wieder auf rd. 20 m zu. Im Brunnen Ebenhofen beträgt die Kiesmächtigkeit mehr als 10 m (Basis nicht erbohrt), aber schon in der Bohrung 7 des Städt. Wasserwerkes am Südrand der Bebauung von Ebenhofen, nördlich der Brunnen II und IV, nur noch 5 m. Noch weiter nördlich an der Straße Ebenhofen - Ruderatshofen wurden in der ersten Kaufbeurer Versuchsbohrung in diesem Gebiet im Jahr 1960 (VB westlich Ebenhofen) nur 3,5 m Kies erbohrt. Im Süden der Brunnen Ebenhofen im Zwickel zwischen der Bahn und der Wertach (nördlich der B12) wurden in den Bohrungen 3 und 4 nur 3,2 bzw. 4 m Kies erbohrt.

Dies bedeutet, daß wahrscheinlich im Bereich der Bebauung von Ebenhofen eine Kiesrinne in westsüdwest-ostnordöstlicher Richtung verlaufen dürfte (siehe hierzu weiter Kap. 3.3).

Südwestlich der Erkundungsbohrungen A, B und C betragen die Kiesmächtigkeiten in den Hausbrunnen Lorenzbauer und Feldwagner mehr als 12 - 14 m (Kiesbasis nicht erbohrt) und in mehreren Bohrungen südlich des Hofes Feldwagner, die im Zuge des Neubaus der B12 abgeteuft wurden, mindestens 10 bis 12 m. Auch hier wurde die Kiesbasis nicht erreicht. Vom Brunnen Geisenhofen liegen keine Informationen über das Bohrprofil vor.

Bereits in der Bohrung GLA 8229/70 /4/ an der Unterführung der Kreisstraße OAL 7 (Marktoberdorf - Ruderatshofen) unter der B12 wurden nur 1,4 m Kies erbohrt. Darunter stehen hier Tonsteine, Schluffsteine und Sandsteine der Oberen Süßwassermolasse an. Weiter nordwestlich am Immenhofener See stehen jedoch wieder mindestens etwa 10 m Kies an. Leider waren die Bohrprofile der Grundwassermeßstellen am Immenhofener See beim WWA Kempten nicht in Erfahrung zu bringen.

Weiter nach Süden zu stehen erheblich weniger Bohrergergebnisse zur Verfügung. Bohrungen im Geisenrieder Tal zwischen dem Immenhofener See und dem Anschluß der B 472 an die B12 haben 4 bis 6 m kiesiges Moränenmaterial (GLA 8229/68 und 69) bzw. nur kiesigen Schluff (GLA 8229/74) aufgeschlossen. Im Bereich zwischen Geisenried und dem Anschluß der B472 an die B12 wurde teils kein Kies, teils Kies bis mindestens 6 m Tiefe erbohrt.

Auch wenn vom Geisenrieder Tal südwestlich des Immenhofener Sees keine weiteren Bohrergergebnisse vorliegen, kann aus den vorgenannten Bohrergergebnissen, aus den Grundwassergleichenplänen und aus der Existenz einer ehemaligen Kiesgrube, in der sich die ehemalige Bauschuttdeponie Ruderatshofen befindet - auf beide wird noch eingegangen, geschlossen oder zumindest vermutet werden, daß im Geisenrieder Tal südwestlich der Kreisstraße OAL 7 zwar sicherlich einige Meter fluviatile Kiese liegen, diese aber wegen ihrer Höhenlage über dem Wertachtal und/oder einer geringeren Durchlässigkeit nur relativ wenig zum Grundwasserumsatz beitragen.

Größere Kiesmächtigkeiten finden sich hingegen wieder im Wertachtal bzw. östlich davon, wie die alte Kiesgrube Schmid mit Asphaltmischwerk zwischen Ennenhofen und Weiblethshofen sowie die derzeitige Kiesgrube Schmid zwischen Engratshofen und Thalhofen zeigen. Im Bereich der letzteren betragen die Kiesmächtigkeiten nach Bohrergergebnissen ca. 15 bis 17 m. Die Kiesbasis liegt hier etwa in Höhe des Wertachwasserspiegels. Es kann angenommen werden, daß das Wertachtal mit den begleitenden Niederterrassen nordöstlich Thalhofen insgesamt gesehen erhebliche grundwassererfüllte Kiesmächtigkeiten aufweist. Im einzelnen kann dies aber wegen fehlender Aufschlüsse nicht belegt werden.

3.3 Lage der Grundwasseroberfläche

Die am 30.10.1991 gemessenen Grundwasserstände wurden in den Anlagen 3 und 5 in Form von Grundwassergleichenplänen M 1: 25000 und M 1: 5000 dargestellt. Die Grundwassergleichen stellen den Ruhezustand dar. Die Brunnen Kaufbeuren waren vor der Messung mindestens eine Nacht, der Brunnen Ebenhofen ca. 1 Stunde außer Betrieb.

Hilfsweise wurden zur Konstruktion der Isolinien auch Wasserstände verwendet, die zu verschiedenen Zeiten in später wieder verfüllten Bohrungen gemessen wurden. Teilweise sind diese Bohrungen höhenmäßig nicht eingemessen, sodaß die Ansatzhöhen aus der topografischen Karte entnommen werden mußten und demgemäß mit Ungenauigkeiten behaftet sind. Grundsätzlich können die Wasserspiegel heute nicht mehr existierender Bohrungen wegen der genannten Ungenauigkeiten und der Wasserspiegelschwankungen im Laufe der Jahre von bis zu etwa 4 m nur als Anhaltswerte verstanden werden. Aus diesem Grund und wegen der im Süden des Untersuchungsgebietes meist weit auseinanderliegenden Meßpunkte wurden die Isolinien auf den Plänen bereichsweise als vermutet eingetragen. Auch in den Gebieten, wo die Wasserspiegel unmittelbar gemessen werden konnten, stellt die Linienführung zwischen den Meßpunkten immer eine Interpretation dar. Gesichert sind nur die an den Meßpunkten gemessenen Wasserspiegel! Die Konstruktion erfolgte durch lineare Interpolation, wobei die Linien allerdings geglättet wurden.

Aus den Isolinien lassen sich die Höhe der Grundwasseroberfläche in m ü.NN, das Grundwassergefälle und die generelle Grundwasserfließrichtung - senkrecht auf die Isolinien - ableiten.

Die Pläne zeigen, daß das Grundwasser großräumig gesehen entlang des Wertachtals und des Geisenrieder Tales von Südwesten nach Nordosten strömt. Im einzelnen ergeben sich allerdings erhebliche Unterschiede.

Zwischen Geisenried und Thalhofen ist im Wertachtal eine Grundwasserfließrichtung von Westen nach Osten zu vermuten. Die Fließrichtung biegt dann nördlich von Thalhofen nach Nordosten - etwa parallel zur Wertach - um. Im Bereich der B12 östlich von Geisenhofen ändert sich die Fließrichtung wieder nach Norden bis Nordnordwesten. Im Geisenrieder Tal im Bereich des Immenhofener Sees - Geisenhofen fließt das Grundwasser im wesentlichen in östliche Richtung, sodaß sich eine nordöstlich von Geisenhofen beginnende nach Norden reichende Mulde in der Grundwasseroberfläche andeutet, die aber weiter nach Norden wegen fehlender Aufschlüsse nicht mehr verfolgt bzw. dargestellt werden kann. Sie scheint jedoch weiter im Nordosten im Bereich der Erkundungsbohrungen A, B und C und nördlich der Brunnen Kaufbeuren nach Osten umzubiegen. Entlang der genannten Rinne dürfte der Hauptgrundwasserabstrom stattfinden. Wie SCHAEFER im Gutachten vom August 1961 /ld/ beschrieben hat, dürfte der Hauptgrundwasserstrom von Ebenhofen nach Biessenhofen einer schmalen Kiesrinne von weniger als 1000 m Breite im heutigen Wertachtal folgen. Diese setzt sich westlich der Wertach entlang der Bahn und der B16 von Biessenhofen nach Norden fort. Nicht geklärt ist bis heute, ob ein nennenswerter Teil des Grundwassers von den Bohrungen A, B und C aus nach Norden in Richtung Heimen-

hofen zum Kirnachtal und vielleicht unter dem Kirnachtal westlich des Holdersberges hindurch nach Norden abströmt. Ein Abströmen zwischen dem Holdersberg und dem Moränenzug des Schwesternwaldes westlich von Biessenhofen erscheint, wie auch schon SCHAEFER /ld/ ausführte, nicht möglich, da hier der Molasseuntergrund zu hoch ansteht.

Ein Hinweis, daß die Kiesrinne keine Fortsetzung nach Norden hat, könnte auch die in der am nördlichsten gelegenen Bohrung B gegenüber den Bohrungen A und C mit 27 m geringste Kiesmächtigkeit sein.

Die Konstruktion der Grundwassergleichen im Dreieck zwischen der Bohrung B, der Versuchsbohrung westlich Ebenhofen aus dem Jahr 1960 und dem Brunnen Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen muß als vermutet gelten, da nicht bekannt ist, wo sich die Grenze der Kiesrinne nordwestlich des Brunnens Ebenhofen befindet.

Auffällig ist das zwischen den Grundwassermeßstellen am Immenhofener See und dem Hausbrunnen Feldwagner mit 16 ‰ gegenüber dem weiter nordöstlich gelegenen Gebiet mit 5-10 ‰ erheblich höhere Grundwassergefälle. Es ist zu vermuten, daß der größte Höhenunterschied nahe dem Immenhofener See besteht, wodurch das Gefälle in diesem Bereich noch erheblich höher wäre, was mit den verfügbaren Daten aber nicht konstruierbar ist. Dies ist neben dem schon erwähnten Umbiegen der Grundwasserisohypsen ein weiterer Hinweis darauf, daß zwischen dem Immenhofener See und dem Hof Feldwagner die Basis des Grundwasserleiters stark absinkt und/oder dessen Durchlässigkeit zunimmt.

Für eine Zunahme der Durchlässigkeit des Untergrundes im Bereich des Immenhofener Sees spricht auch, daß der Firgenbach hier versickert, während er weiter westlich auf der gesamten Strecke ab dem Quellgebiet einen kontinuierlichen Abfluß zeigt. Im Bereich des Hofes Feldwagner liegt die Sohle des am 30./31.10.1991 hier trockenen Firgenbaches auf einer Höhe von 715,7 m ü.NN, also rd. 12 m über dem Grundwasser. Vor der Mündung in die Wertach liegt die Bachsohle auf 710,4 m ü.NN, liegt also noch rd. 1,5 m über dem Grundwasser. Die Bachsohle und die gesamte Geländemorphologie fallen somit hier entgegen der Grundwasserfließrichtung ab.

Der Wasserspiegel der gestauten Wertach liegt am Kraftwerk Ebenhofen bis zur Stauwurzel an der Brücke der Ortsverbindungsstraße Marktoberdorf - Ebenhofen (Schwabenstraße) auf einer Höhe von 708,05 m ü. NN. Die Grundwasseroberfläche liegt demgegenüber auf Höhe des Kraftwerkes beim Brunnen IV und der Viehtränke auf knapp 702 m ü.NN, also rd. 6 m unter dem Wertachwasserspiegel. Bei diesen Gegebenheiten kann und wird die Wertach in der gestauten Strecke sicherlich Wasser in den Untergrund abgeben. Andererseits wird die Menge aber nicht als bedeutend eingeschätzt, da Flußsoh-

len in gestauten Strecken zur Selbstdichtung neigen und außerdem die Kiesmächtigkeiten in dem an die gestaute Wertach anschließenden Bereich am geringsten sind (siehe z.B. Bohrungen 3 und 4).

Östlich der Wertach im Bereich der Altdorfer Brunnen kann eine Fließrichtung mit den verfügbaren Grundwasseraufschlüssen nicht angegeben werden, da diese alle auf einer Nord-Süd-Linie liegen. Zu den auf den Grundwassergleichenplänen und in Tabelle 2.1 angegebenen Wasserspiegeln der Altdorfer Brunnen ist im übrigen anzumerken, daß jeweils die Brunnen II der Allgäuer Alpenmilchwerke und des Ortsteiles Altdorf der Gemeinde Biessenhofen erst 10 min vor der Messung abgeschaltet werden konnten, also hier möglicherweise noch kein echter Ruhewasserspiegel gemessen werden konnte.

Im Geisenrieder Tal südwestlich des Immenhofener Sees lassen sich die Grundwassergleichen wegen fehlender Aufschlüsse nur vermuten. Die wenigen und nur ungefähren Daten über den Grundwasserspiegel fügen sich allerdings mit einer östlichen Fließrichtung gut in das Gesamtbild ein und würden sich zwanglos an die Grundwassergleichen im Wertachtal südöstlich des Moränenzuges zwischen Geisenrieder und Wertachtal anschließen lassen. Die Isolinien wurden jedoch hier auch nicht als vermutet durchgezogen, da in dem Moränenrücken möglicherweise in manchen Bereichen wegen des gering durchlässigen Untergrundes kaum Grundwasser zirkuliert.

Insgesamt gesehen, muß der Hauptgrundwasserzustrom nördlich von Thalhofen bis etwa zur Linie Ennenhofen - Geisenhofen entlang des Wertachtals, dann unter der Wertach und der B12 hindurch nach Norden bis zu den Bohrungen A, B und C oder westlich von diesen und von dort nach Osten wieder zum heutigen Wertachtal hin angenommen werden. Aus dem Geisenrieder Tal dürfte entgegen den bisherigen Annahmen weniger Wasser zuströmen.

Der Grundwassergleichenplan zeigt auch, daß die in den Wasserschutzgebietsplänen eingetragenen "festgestellten Grundwasserströmungen" zwar im unmittelbaren Nahbereich der Brunnen bzw. Meßstellen, in dem sie jeweils ermittelt wurden, richtig sind, aber die in Form der dargestellten Strömungspfeile nach Süden bzw. Südwesten vorgenommene Extrapolation unzulässig ist.

3.4 Grundwasserstandsschwankungen

Von den Brunnen Kaufbeuren und Ebenhofen sowie den Grundwassermeßstellen 758 (Bohrung A), 759 (Bohrung B) und 760 (Bohrung C) liegen Ergebnisse von regelmäßigen Grundwasserstandsmessungen seit

1961/62 bzw. seit Herstellung der jeweiligen Brunnen oder Meßstellen vor. Von einer Reihe weiterer Meßstellen wurden die Wasserspiegel über längere Zeit in unterschiedlichen Zeiträumen gemessen. Die Meßzeiträume und Extremwerte der Wasserstände sind in Tabelle 3 aufgelistet.

Es zeigt sich, daß die Höhe der Ruhe-Grundwasseroberfläche auf der Niederterrasse (Brunnen V, Meßstellen 758-760) bis zu 4,65 m schwankt. Hätte man hier auch den Meßzeitraum seit 1962 wie bei den Brunnen I bis IV zur Verfügung, in dem die tiefsten Wasserstände überwiegend 1972 und die höchsten Wasserstände 1964/1965 registriert wurden, als die vorgenannten Brunnen und Meßstellen noch nicht existierten, so käme man wohl auf Schwankungsbeträge um 5 m. Zur Wertach hin nehmen die Schwankungsbeträge über 3,72 m (Br. III), 2,49 m (Br. I) und 2,37 m (Br. II) auf 2,35 m (Br. IV) ab. Diese Beobachtung deckt sich mit der allgemeinen Erfahrung, daß die Wasserstandsschwankungen in der Regel mit der Annäherung an den Vorfluter abnehmen. Sie könnte natürlich auch dahingehend interpretiert werden, daß die Wertach durch Einspeisung die Wasserspiegelschwankungen dämpft. Dem ist aber entgegenzuhalten, daß die ausgleichende Wirkung bei einer Einspeisung in größerem Umfang erheblich stärker sein sollte.

Die am 30.10.1991 gemessenen Wasserspiegel liegen im Vergleich zu den in den langjährigen Messungen festgestellten niedrigsten Wasserspiegeln der Brunnen Kaufbeuren nur um etwa einen halben Meter höher, spiegeln also einen recht niedrigen Wasserstand wider.

3.5 Klimadaten und Grundwasserneubildung

In Tabelle 6 sind die Jahresniederschläge seit 1961 nach Daten des städtischen Wasserwerkes Kaufbeuren aufgelistet. Sie zeigt Naßjahre mit mehr als 1400 mm Niederschlägen 1965, 1974, 1979, 1981 und 1987 und Trockenjahre mit weniger als 1000 mm Niederschlägen 1961, 1962, 1964, 1971 und 1972. Der geringste Niederschlag wurde 1971 mit 958,3 mm, der höchste mit 1646,4 mm im Jahr 1987 gemessen. Der Mittelwert der Jahresreihe 1961 bis 1990 liegt bei 1204 mm. Das in vielen Gegenden besonders trockene Jahr 1976 liegt mit 1258,6 mm noch über dem Mittelwert.

Die geringsten Niederschläge im Jahr 1971 mit dem darauffolgenden weiteren Trockenjahr 1972 korrespondieren mit den niedrigsten Grundwasserständen im Jahr 1972.

Die höchsten Niederschläge 1987 haben nicht zu den höchsten Grundwasserständen geführt. Daran zeigt sich, daß Grundwasserstandsspitzen nicht so sehr durch die Jahresniederschlagssummen, sondern

vielmehr durch längeranhaltende Starkregen, meist im Frühjahr, wie z.B. im Jahr 1988, bewirkt werden.

Der mittlere Jahresniederschlag von 1204 mm entspricht einer Niederschlagsspende von 38 Litern pro Sekunde und Quadratkilometer. Hiervon versickert der nach Abzug der Verdunstung und des oberirdischen Abflusses verbleibende Teil in das Grundwasser, führt also zur Grundwasserneubildung. Die Grundwasserneubildung kann für Flußgebiete, in denen das Fließgewässer dem Grundwasser als Vorfluter dient, aus den Abflüssen in Niedrigwasserzeiten, in denen der Abfluß nur aus dem Grundwasser stammt, errechnet werden. Die entsprechenden Daten sind vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft für die bayerischen Flüsse veröffentlicht worden /15/.

Danach beträgt die mittlere Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet der Wertach am Pegel Thalhofen 400 mm = 12,7 l/s·km² (nach Daten der Jahre 1972 bis 1984), am Pegel Biessenhofen, der auch das Gebiet der Kirnach einschließt, 332 mm oder 10,5 l/s·km² (nach Daten der Jahre 1921 bis 1984). Für das Einzugsgebiet der Brunnen Ebenhofen wird nachstehend von einem Gebietsmittelwert von 11,5 l/s·km² ausgegangen.

Die niedrigsten Raten der Grundwasserneubildung wurden am Pegel Thalhofen 1983/84 mit 211 mm oder 6,7 l/s·km² und am Pegel Biessenhofen 1943/44 mit 109 mm oder 3,5 l/s·km² ermittelt. Es gab also noch trockenere Jahre als 1971/72.

Aus der Grundwasserneubildung und der Wasserförderung aus Brunnen läßt sich die Mindestgröße des Einzugsgebietes abschätzen, das zur Erneuerung der geförderten Wassermenge aus den Niederschlägen erforderlich ist. Nach den in Tabelle 4 angegebenen Daten sind für die derzeitige Förderung im Raum Ebenhofen von rd. 1,2 Mio m³/a = 38 l/s rd. 3,5 km² Grundwasserneubildungsfläche erforderlich. Bei der bewilligten Entnahme von 3 Mio m³/a zuzüglich rd. 200000 m³/a aus dem Brunnen Ebenhofen = zusammen rd. 100 l/s ergeben sich rd. 9 km².

Rechnet man weitere 3,15 Mio m³/a hinzu, wie sie im Bericht des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft vom 04.08.1978 /1c/ für das Grundwassererkundungsgebiet Ebenhofen als gewinnbar angesehen werden, so kommt man auf rd. 17 km². Nimmt man schließlich noch die Entnahmen aus den vier Brunnen in Altdorf mit zusammen rd. 1,5 Mio m³/a hinzu, so ergibt sich bei einer angenommenen Gesamtentnahme von 7,85 Mio m³/a oder rd. 250 l/s, also fast dem Dreifachen der derzeitigen tatsächlichen Entnahme insgesamt eine notwendige Grundwasserneubildungsfläche von im Mittel rd. 22 km². Bezogen auf Trockenjahre würde sich die notwendige Fläche verdreifachen, sodaß die genannten Maximalentnahmen nicht mehr realistisch erscheinen. Die in Kap. 3.1 umschriebene Fläche des

großräumigen geologisch möglichen Einzugsgebietes beträgt etwa 25 bis 30 km².

3.6 Untergrundhydraulische Daten

Zur Ermittlung der zur Schutzgebietsabgrenzung maßgeblichen Größen wie Entnahmebreite, untere Kulmination und Abstandsgeschwindigkeit 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.

Im vorliegenden Fall wurden die Pumpversuche in den Bohrungen A, B und C mit einer größeren Anzahl an Meßstellen gefahren und vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft detailliert ausgewertet /lc/. Für die Pumpversuche in den Brunnen II bis V Kaufbeuren ist dies unterschiedlich gut möglich. Die Daten des Brunnens I lassen sich nicht sinnvoll auswerten, da im damaligen Pumpversuch die Entnahmemenge zu häufig geändert wurde. Die der Auswertung zugrundegelegten Daten und Formeln sind in Tabelle 5, Blätter 1 bis 5, die Auswerteergebnisse zusammen mit den Daten aus /lc/ aufgelistet.

Aus Blatt 6 der Tabelle 5 lassen sich die Transmissivität T zu $1,2 \cdot 10^{-2}$ (Brunnen II) bis $1,54 \cdot 10^{-1}$ m²/s (Bohrung C) und der Durchlässigkeitswert k_f zu $1,6 \cdot 10^{-3}$ (Brunnen II) bis $2,5 \cdot 10^{-2}$ m/s entnehmen. Die mit Abstand höchste Durchlässigkeit liegt also beim Brunnen V, die geringste beim Brunnen II vor. Die Transmissivität ist ebenfalls beim Brunnen II am geringsten und in Bohrung C wegen der dort höchsten erbohrten Mächtigkeiten des Grundwasserleiters am höchsten. Die Daten des Brunnens V sind allerdings wenig gesichert, da die Wasserspiegel beim Pumpversuch 1975 durch im Vergleich zu den geringen Absenkungen hohe natürliche Wasserspiegelschwankungen stark beeinflußt wurden. Die ermittelten Werte für k_f und T dürften als Höchstwerte zu interpretieren sein.

Im Brunnen IV wurde mit $7,9 \cdot 10^{-3}$ m/s die höchste Durchlässigkeit ermittelt. Dieser hohe Wert könnte durch Grundwasseranreicherung aus der Wertach vorgetäuscht sein.

Als Gebietswerte für die Talaue im Bereich der Brunnen I bis IV können Durchlässigkeitswerte von etwa $2 \cdot 10^{-3}$ m/s und Transmissivi-

täten um $2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ angesehen werden. Für die Niederterrasse betragen die entsprechenden Werte um $1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ bzw. $1 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$.

Der durchflußwirksame Hohlraumanteil (Porenanteil) wurde in den Pumpversuchen in den Bohrungen A, B und C und in dort durchgeführten Korngrößenanalysen zu rd. 20 % ermittelt. Dieser Wert kann auch für die Brunnen I bis V in hinreichender Näherung als Gebietswert gelten.

4. Wasserqualität

4.1 Generelle Zusammensetzung des Grundwassers

Das Wasser der Brunnen I bis V des Pumpwerkes 2 Ebenhofen der Stadt Kaufbeuren hat nach den vorliegenden Analysen bisher in chemischer Hinsicht immer den Anforderungen der Trinkwasserverordnung entsprochen. Dasselbe gilt nach Auskunft des Städtischen Wasserwerkes auch für die mikrobiologische Wasserqualität, weshalb auf letztere nicht weiter eingegangen wird.

In chemischer Hinsicht lassen sich zwischen den einzelnen Brunnen und den benachbarten Grundwasseraufschlüssen einige Unterschiede erkennen. Tabelle 6, Blatt 1, zeigt die chemische Zusammensetzung der Wässer der Brunnen Kaufbeuren und Ebenhofen, der Hausbrunnen Lorenzbauer und Feldwagner sowie der Grundwassermeßstellen am Immenhofener Baggersee nach Analysen vom 31.07. und 25.10.1990 sowie 19.02.1991. In der Tabelle sind die Probenahmestellen entsprechend ihrer Lage von Südwesten nach Nordosten von links nach rechts aufgeschrieben.

Es zeigt sich, daß die Gesamtmineralisation des Wassers und die Gesamthärte vom Brunnen Feldwagner in Richtung auf den Brunnen IV Kaufbeuren hin, d.h. auch mit Annäherung an die Wertach kontinuierlich abnehmen. Eine gewisse Ausnahme, die allerdings den Trend nur wenig stört, macht dabei der Brunnen I. Die Abnahme der Mineralisation ist neben der Abnahme der Konzentrationen an Calcium vor allem durch die zur Wertach hin geringeren Konzentrationen an Natrium, Nitrat, Chlorid und Sulfat bedingt. Auch die Phosphatkonzentration nimmt von der Niederterrasse zur Wertach hin ab. Diese Unterschiede im Chemismus sind sicherlich zum Teil durch den Einfluß der Wertach auf das Talgrundwasser natürlich bedingt, andererseits werden dadurch u.E. die Einflüsse der landwirtschaftlichen Nutzung und Düngung auf das Wasser der Niederterrasse deutlich. Die Niederterrasse ist im Vergleich zur Talaue intensiver landwirtschaftlich genutzt.

Neben den schon genannten Parametern nimmt auch die Sauerstoffkonzentration zur Wertach hin ab. In der Niederterrasse liegt sie mit

8 bis 10 mg/l nahe an der Sättigungskonzentration. In den Brunnen III und I nimmt sie ab auf knapp 6 mg/l und geht zum Brunnen IV hin auf 2,6 mg/l zurück. Aus diesem Grund werden die Wässer der Brunnen I, II und IV belüftet. Die geringen Sauerstoffkonzentrationen dürften ihre Ursache in vergleichsweise mächtigeren organischen Einlagerungen im Talgrund haben, die zur Sauerstoffzehrung führen. Die geringen Sauerstoffkonzentrationen im Talgrund sind aber sicher auch ein Grund dafür, daß die Nitratkonzentrationen wegen des Sauerstoffmangels in der Talaue am geringsten sind. Vom Brunnen Feldwagner zu den Grundwassermeßstellen am Immenhofener See hin läßt sich nur bei der Nitrat- und Chloridkonzentration noch eine deutliche Tendenz zu einer Zunahme der Konzentrationen nach Südwesten hin feststellen.

Der Brunnen Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen paßt nicht in das geschilderte Bild. Seine Wasserqualität entspricht der der Niederterrasse. Dies ist ein Hinweis, daß diesem Brunnen im Vergleich zu den Brunnen I bis IV Kaufbeuren mehr Wasser aus der Niederterrasse zuströmt und unterstützt die Vermutung, daß der Hauptgrundwasserstrom aus der Niederterrasse im Bereich der Bebauung von Ebenhofen in das Wertachtal einmündet.

Was Schadstoffe wie Halogenkohlenwasserstoffe und Pflanzenschutzmittel betrifft, so waren Pflanzenschutzmittel bisher in keinem der Brunnen oder Meßstellen nachweisbar. An Chlorkohlenwasserstoffen wurden Trichlormethan und Trichlorethylen in der Meßstelle 5 am Immenhofener See, in den beiden Hausbrunnen und im Brunnen V in geringen weit unter dem Grenzwert gemäß TVO liegenden Konzentrationen gemessen. In den Brunnen I bis IV waren keine Chlorkohlenwasserstoffe nachweisbar. Das Schwermetall Arsen, das wegen der Müllablagerungen in der ehemaligen Kiesgrube südwestlich anschließend an den Immenhofener See im Grundwasser vermutet werden könnte, wurde bisher weder in den Meßstellen am Immenhofener See noch in den Brunnen in über das natürliche Maß hinausgehenden Konzentrationen (Maximalwert am Immenhofener See für Arsen = 0,001 mg/l) nachgewiesen. In den Meßstellen am Immenhofener See ist nach den vorliegenden Analysen generell keine Grundwasserbelastung, die auf die Müllablagerungen zurückgeführt werden müßte, zu erkennen. Es fällt allerdings auf, daß die Gesamtmineralisation, erkennbar an der elektischen Leitfähigkeit, in den Jahren seit 1984 ziemlich stark schwankte. Dies ist auf unterschiedliche Konzentrationen von Chlorid, Nitrat und Sulfat sowie wahrscheinlich (nicht untersucht) von Calcium zurückzuführen.

Vom Wasser der Bohrungen A, B und C liegen Analysen vom 13.12.1976 vor. Das Wasser entspricht in seiner Härte und sonstigen Zusammensetzung etwa dem der übrigen auf der Niederterrasse gelegenen

Brunnen, wemngleich wegen der zeitlich unterschiedlichen Probe-
nahme ein unmittelbarer Vergleich nicht möglich ist. Die Nitrat-
konzentrationen lagen damals zwischen 22,5 und 27,3 mg/l.

4.2 Zeitliche Variation der Wasserzusammensetzung

In den Blättern 2 und 3 der Tabelle 6 sind die Nitrat- und Chloridkonzentrationen aus den zurückliegenden Jahren, bei Nitrat zurückreichend bis in die sechziger Jahre, zusammengestellt. Es ist deutlich erkennbar, daß die höchsten Konzentrationen in den Jahren 1984/85 gemessen wurden. Seither nehmen die Nitrat- und Chloridgehalte insgesamt gesehen wieder ab. Die Vermutung ist naheliegend, daß der Konzentrationsknick ab 1985 durch die Milchkontingentierung, die zu einem geringeren Gülleanfall geführt haben dürfte, bedingt ist. Beim Chlorid hat vielleicht auch die in den letzten Jahren etwas eingeschränkte Streusalzanwendung auf den Straßen eine gewisse Bedeutung.

Zusammenhänge der Nitrat- und Chloridkonzentration mit den Variationen der Niederschläge sind nicht erkennbar.

4.3 Zeitlicher Gang der Wassertemperaturen

Aus dem Zeitraum von 1968 bis 1978 liegen Ganglinien der Wassertemperaturen der Brunnen I bis IV nach monatlich mehrmaligen Messungen vor.

Die Temperaturen schwankten beim Brunnen III von 7,8 bis 9,3 °C, beim Brunnen I von 6,2 bis 9,0 °C, beim Brunnen II von 7,5 bis 9,6 °C und beim Brunnen IV von 6,4 bis 10,5 °C.

Brunnen IV hat sowohl die größte Temperaturamplitude als auch einen ausgeprägten Jahresgang der Temperatur mit höchsten Werten im Dezember/Januar und niedrigsten Werten im Mai bis Juli. Brunnen II zeigt diesen Jahresgang noch erkennbar. Bei den Brunnen I und III ist kaum noch ein Jahresgang erkennbar. Die den Lufttemperaturen entgegengesetzt verlaufenden Wassertemperaturen bei den Brunnen IV und II sind sicherlich ein Hinweis auf den Einfluß der Schneeschmelze und auf im Vergleich zu den Brunnen I und III schnelleren Grundwasserumsatz. Es fehlen zwar Messungen der Wassertemperaturen der Wertach; da aber angenommen werden kann, daß das Wasser der Wertach im Sommer am wärmsten und im Winter am kältesten ist, kann ein unmittelbarer kurzfristiger Einfluß des Wertachwassers auf das Grundwasser auch aus den Wassertemperaturen nicht geschlossen werden.

5. Potentielle Belastungsquellen im Einzugsgebiet der Brunnen Kaufbeuren I bis V

Im großräumigen Einzugsgebiet der Brunnen Kaufbeuren existieren entsprechend der Besiedlung eine Reihe von Nutzungen, die eine potentielle Belastung für das Grundwasser darstellen können. Diese werden nachfolgend aufgelistet. Damit ist aber noch keineswegs ihre Einschätzung als Gefährdung für die Brunnen Kaufbeuren ausgedrückt.

5.1 Siedlungen

Im Grundwasserszustrom zu den Brunnen Kaufbeuren liegen der nördliche und nordwestliche Teil von Marktoberdorf mit Industriegebieten, die Bebauung von Geisenhofen, die Höfe Feldwagner und Lorenzbauer und im weitesten Sinne Hattenhofen, das Industriegebiet westlich Thalhofen sowie Geisenried. Möglicherweise liegt auch Immenhofen im Grundwasserszustrom, jedoch können hier die Grundwassergleichen wegen mangelnder Aufschlüsse nicht dargestellt werden. Da die Höfe Feldwagner und Lorenzbauer an keinen Abwasserkanal angeschlossen sind, versickert ihr Abwasser letztlich in den Untergrund, was auch nach den geltenden Schutzgebietsverordnungen unzulässig ist. Hier könnte die Einrichtung von dichten Fäkaliengruben mit regelmäßiger Entleerung oder von Kleinkläranlagen mit einer Ableitung in die Wertach eine Verbesserung des gegenwärtigen Zustandes darstellen, da die Einrichtung einer Abwasserkanalisation zur nächsten gemeindlichen Kläranlage wohl kaum zu realisieren ist. Abgesehen von der Abwasserbeseitigung, widerspricht die Existenz des Hofes Lorenzbauer in der engeren Schutzzone den geltenden Schutzgebietsauflagen. Der Hof wäre unzulässig, wenn er nicht schon vor der Ausweisung des Schutzgebietes bestanden hätte.

Weitere spezielle Maßnahmen in den Siedlungen im Hinblick auf den Schutz der Brunnen Kaufbeuren erscheinen unter den genannten Gegebenheiten nicht möglich und aufgrund hoher Fließzeiten auch nicht generell erforderlich. Es sollte allerdings durch Ausweisung einer Schutzzone IIIB (siehe Kap. 6) und auch bei der Neuaufstellung oder Änderung von Flächennutzungsplänen, darauf hingewirkt werden, daß potentiell besonders grundwassergefährdende Nutzungen nicht gerade im Wertachtal im Hauptgrundwasserszustrom angesiedelt werden.

5.2 Verkehrswege

An bedeutenden Verkehrswegen sind die Bundesstraße 12 und die Eisenbahnlinie Kaufbeuren-Marktoberdorf zu nennen. Verkehrswege sind in Wasserschutzgebieten nach den hierfür geltenden Richtlinien, nämlich der RiStWag /29/ bzw. der gemeinsamen Richtlinie der LAWA und der Hauptverwaltung der DB /30/ zu bauen. Danach sind im allgemeinen in der weiteren Schutzzone die Entwässerungsmulden dicht auszubilden (z.B. durch eine mindestens 60 cm dicke Schicht aus bindigem verdichteten Boden, wobei die Dichtung wenigstens 2 m ab Mitte Mulde mit einer Neigung zur Mulde hin in das angrenzende Gelände weiterzuführen ist) und das Straßenabwasser über dichte Rohrleitungen aus dem Wasserschutzgebiet hinauszuleiten. Bei günstiger Untergrundbeschaffenheit - diese liegt vor, wenn der Grundwasserleiter von schwer oder nicht wasserdurchlässigen oder von durchlässigen, jedoch gut reinigenden unverletzten Deckschichten, z.B. mindestens 1 m Ton oder Schluff in ungestörter Ausbildung, flächenhaft überlagert ist - darf das auf der Straße anfallende Niederschlagswasser jedoch ungesammelt breitflächig über Seitenstreifen und Böschungen abfließen. Zusätzlich sind auf Straßen in Geländehöhe und auf Dämmen Distanzschutzplanken vorzusehen.

Im Falle der B 12 stehen in der Umgebung über dem kiesigen Grundwasserleiter teilweise Auelehme an, die als günstiger Untergrund im o.g. Sinn angesehen werden können, wie z.B. 1,1 m Schluff und darunter bis 2 m Tiefe schwach schluffiger Sand in der Bohrung GLA 8129/78. Teilweise, wie z.B. in der Bohrung GLA 8129/74 fehlen sie aber auch. Im Sinne des Grundwasserschutzes wäre also in dem durch das Wasserschutzgebiet führenden Streckenabschnitt die Ableitung des Straßenabwassers in dichten Leitungen zu fordern. Dies gilt vor allem für die Dammstrecke westlich der Wertach. Die erforderlichen Distanzschutzplanken sind wegen der mehr oder weniger hohen Dammlage der B 12 im Wasserschutzgebiet ohnehin angebracht.

An der Eisenbahnlinie sind keine besonderen Vorkehrungen zum Grundwasserschutz im Sinne der LAWA-Richtlinie aus dem Jahre 1969 /30/ erkennbar. Generell sind nach dieser Richtlinie in der engeren Schutzzone neue Bahnanlagen nicht zulässig, andererseits aber auch neue Wassergewinnungsanlagen grundsätzlich so anzulegen, daß in der engeren Schutzzone keine bestehenden Bahnanlagen liegen. In der Richtlinie heißt es u.a. weiter:

"Muß die (Anmerkung: eine neue) Wassergewinnungsanlage nach den zwingenden tatsächlichen und technischen Gegebenheiten so angelegt werden, daß eine Bahnanlage in die engere Schutzzone zu liegen kommt, so prüft die zuständige Landesbehörde gemeinsam mit der Deutschen Bundesbahn, ob die Bahnanlage verlegt werden muß, oder welche Vorkehrungen zum Schutz der Wassergewinnungsanlage im Rah-

men des sicheren Betriebsablaufes von der Deutschen Bundesbahn getroffen werden können." "Die Kosten der Verlegung oder der Schutzvorkehrungen hat der Träger der öffentlichen Wasserversorgung zu tragen".

Im Sinne der Richtlinie und unter sinngemäßer Anwendung der RiSt-Wag ist an der Bahnlinie ebenso wie an der B 12 die Ableitung des Niederschlagswassers in dichten Leitungen aus dem Wasserschutzgebiet zu fordern. Eine weitere mögliche Maßnahmen an der Wassergewinnungsanlage wäre grundsätzlich die Einrichtung von Abfangbrunnen zwischen der Bahn und den Brunnen der Wasserversorgung. Bei dem geringen Betrieb auf der Bahnlinie und da in Ebenhofen mehrere Brunnen zur Verfügung stehen und die Stadt Kaufbeuren außerdem noch über weitere Wassergewinnungsanlagen verfügt, erscheint es allerdings sinnvoller, im Falle einer Verunreinigung die betroffenen Brunnen vom Netz zu nehmen und ggf. einzelne Brunnen selbst als Abfangbrunnen für andere Brunnen zu nutzen. Dies gilt insbesondere für Brunnen III, der als Abfangbrunnen zum Schutz der Brunnen I, II und IV sowie des Brunnens Ebenhofen dienen könnte. Der Brunnen V ist aufgrund seiner oberstromigen Lage und der geringen Wasserspiegelabsenkungen bei Brunnenbetrieb auch bei Unfällen mit wassergefährdenden Stoffen an der Bahn nicht gefährdet.

Da die Bahnlinie älter ist als die Brunnen Ebenhofen, hat die Stadt Kaufbeuren bei einer Realisierung von Schutzmaßnahmen die Kosten zu tragen.

Abgesehen von der B 12 und der Bahnlinie ist vor allem die Schwabenstraße, die unmittelbar an den Fassungsbereichen der Brunnen I und Ebenhofen vorbeiführt, anzusprechen. Diese Straße hat keinerlei Schutzvorkehrungen gegen Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen; sie wird aber intensiv für den Verkehr zwischen Marktoberdorf und Ebenhofen genutzt. Hier sollte versucht werden, die Straße für den Durchgangsverkehr zu sperren, wie es auch für die Verbindungsstraße von Ebenhofen nach Immenhofen der Fall ist.

5.3 Landwirtschaft

In der Umgebung der Brunnen Ebenhofen wird intensive Grünlandwirtschaft mit entsprechender Gülleausbringung betrieben. Wie schon in Kap. 4 ausgeführt, ist der Zusammenhang zwischen der Nutzungintensität und der Nitratbelastung des Grundwassers offenkundig. Wie bei den Messungen am 30./31.10.1991 beobachtet wurde, wurde auch zu dieser Zeit am Ende der Vegetationsperiode noch Gülle ausgebracht. Auf den Wiesen im Wasserschutzgebiet waren weithin die eingetrockneten Reste der Gülle zu erkennen.

Die Nitratkonzentration im Wasser der Brunnen Ebenhofen liegt zwar weit unter dem Grenzwert der TVO von 50 mg/l, sodaß kein Sanierungsfall vorliegt. Andererseits ist nach der TVO ein Richtwert von 25 mg/l anzustreben. Dieser wird vom wichtigsten Brunnen V zeitweise nur knapp unterschritten. Es muß daher gefordert werden, daß im Wasserschutzgebiet maximal nur nach dem Pflanzenbedarf gedüngt und keine Güllebeseitigung betrieben wird, zumal das Gebiet südwestlich von Ebenhofen sogar im Regionalplan als Vorranggebiet für die Wasserwirtschaft ausgewiesen ist. An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, daß gemäß § 1a des Wasserhaushaltsgesetzes auch außerhalb von Wasserschutzgebieten "die Gewässer (hierzu zählt auch das Grundwasser) als Bestandteil des Naturhaushaltes so zu bewirtschaften sind, daß sie dem Wohl der Allgemeinheit dienen und daß jede vermeidbare Beeinträchtigung unterbleibt." Auf die erforderlichen Auflagen wird im Zusammenhang mit der Bewertung der bestehenden Wasserschutzgebiete noch eingegangen.

5.4 Kiesgruben und Altablagerungen

Im großräumigen Einzugsgebiet der Brunnen Ebenhofen existieren mehrere Altablagerungen in ehemaligen Kiesgruben.

Südlich anschließend an den heutigen Baggersee Immenhofen wurde früher vor etwa 10 bis 20 Jahren Hausmüll und hausmüllähnlicher Industriemüll abgelagert. U.a. sollen dort auch Öltanks gefunden worden sein. Sondermüll ist nach Auskunft des Landratsamtes Oberallgäu nicht aktenkundig geworden.

Die Mülldeponie Immenhofen ist in den Jahren 1983/84 in Schreiben des WWA Kempten als akut grundwassergefährdend eingestuft worden und es wurde damals die restlose Entfernung des Mülls gefordert. Grundsätzlich muß diese Altablagerung nach wie vor als eine Gefahrenquelle für das Grundwasser bezeichnet werden. Die seit 1984 vorgenommenen Wasseranalysen an den Meßstellen rund um den Baggersee und vom Wasser des Baggersees selbst haben allerdings bisher keine Grundwasserverunreinigung nachgewiesen, obwohl vermutet werden kann, daß auch im Grundwasser Müll abgelagert wurde. Die Altablagerung Immenhofen kann daher heute nicht mehr als akut gefährdend für die Brunnen Ebenhofen angesehen werden.

Dies gilt auch deshalb, weil der Immenhofener See nach dem Grundwassergleichenplan - wie schon erläutert - nicht im Hauptgrundwasserzuström zu den Brunnen Immenhofen liegen dürfte.

Gleichwohl sollten die jährlichen Wasseranalysen weitergeführt werden, damit eventuelle Verschlechterungen der Grundwasserqualität rechtzeitig erkannt und ggf. Sanierungsmaßnahmen eingeleitet werden können.

Als weitere Altablagerung ist die ehemalige Bauschuttdeponie Ruderatshofen in einer ehemaligen Kiesgrube im Geisenrieder Tal zu nennen. Sie liegt ca. 2 km südwestlich des Immenhofener Sees südlich der Verbindungsstraße Immenhofen - Geisenried. Dort wurden nach Auskunft des LRA Ostallgäu neben Bauschutt Hausmüll und Siloabraum abgelagert. Von Gewerbe- oder Industriemüll ist nichts bekannt. Wie auf einem Foto in den Unterlagen des Landratsamtes zu erkennen ist, war in der Kiesgrube das Grundwasser freigelegt, so daß auch hier von einer Müllablagerung auch im Grundwasser ausgegangen werden kann. Diese Altablagerung ist u.E. ebenso wie die am Immenhofener See zwar als potentielle Gefahrenquelle für das Grundwasser, nicht aber als akute Gefährdung für die Brunnen Ebenhofen zu bewerten, zumal sie noch weiter entfernt liegt als jene.

Eine alte Hausmülldeponie der Stadt Marktoberdorf liegt zwischen der Kläranlage und der B 12 östlich der Schwabenstraße. Hier wurde Hausmüll, vermutlich aber auch Sondermüll abgelagert. Da diese alte Deponie grundwasseroberstromig zu den Brunnen Ebenhofen liegt, ist zu empfehlen, hier Meßstellen zur Kontrolle der Grundwasserqualität einzurichten.

Eine weitere ehemalige Mülldeponie der Stadt Marktoberdorf befindet sich in einer ehemaligen Kiesgrube nordöstlich von Fechsen (Ablagerung vor 25 Jahren) am äußersten Südrand des großräumigen Einzugsgebietes oder auch schon außerhalb. Diese Deponie sollte angesichts der sonstigen Nutzungen im Wertachtal hinsichtlich der Brunnen Ebenhofen nicht mehr als gefährdend eingestuft werden. Der Vollständigkeit halber ist schließlich noch die ehemalige Mülldeponie an der Straße von Marktoberdorf nach Bertoldshofen zu nennen. Diese liegt außerhalb des Einzugsgebietes der Brunnen Ebenhofen.

Ebenfalls nur der Vollständigkeit halber ist noch auf die Erdaushubdeponie in der Kiesgrube Hummel östlich von Hiemenhofen (nordöstlich Ruderatshofen) hinzuweisen. Sie liegt nördlich der Kirnach außerhalb des Einzugsgebietes der Brunnen Ebenhofen.

Größere Kiesgruben befinden sich südwestlich von Thalhofen (Kieswerk Schmid, in Betrieb), südlich von Geisenried am Sportplatz (schon lange aufgelassen) und südwestlich von Ennenhofen (ehemalige Kiesgrube und Asphaltmischwerk Schmid, Grundwasser in einer kleinen Restfläche aufgedeckt).

Südöstlich des Hofes Feldwagner zur dortigen ehemaligen Wertachschleife hin sind auf einer älteren topografischen Karte, die sich im Bohrarchiv des GLA fand, 2 größere Gruben, wohl ehemalige Kies-

gruben, eingetragen (siehe Anlage 2). Weiter ist hierüber nichts bekannt.

5.5 Oberflächengewässer

Wie schon mehrfach erwähnt, ist die Wertach am Kraftwerk Ebenhofen um rd. 6 m gestaut, sodaß sie im Oberwasser bis zu rd. 2 m über Gelände, oder rd. 6 m über der Grundwasseroberfläche fließt. Die Stauwurzel liegt etwa an der Brücke der Schwabenstraße über die Wertach.

Unter diesen Gegebenheiten ist mit einer Einspeisung von Wertachwasser in das Grundwasser zu rechnen. Wie anhand des Schichtaufbaues, der Wasserspiegelschwankungen, der chemischen Zusammensetzung des Grundwassers und der Grundwassertemperaturen gezeigt wurde, dürfte der Einfluß des Wertachwassers auf das Grundwasser in diesem Bereich aber gering sein. Die Gefährdung der Brunnen Ebenhofen bei einer eventuellen Verunreinigung des Wertachwassers mit wassergefährdenden Stoffen wird daher als gering eingeschätzt. Sollte sich wirklich einmal ein gravierendes Vorkommnis ereignen, so sollte der Brunnen IV - unter qualitativer Überwachung - weiterbetrieben und das Wasser in die Wertach abgeleitet werden, da er dann für die anderen Brunnen I und II als Abfangbrunnen wirken kann. Für die Brunnen III und V wird die Wertach auch bei einer massiven Verunreinigung - die in einem Oberflächengewässer im Vergleich zum Grundwasser schnell abfließt - nicht als Gefährdung eingeschätzt.

Der Firgenbach verliert sein Wasser im Raum Immenhofen in das Grundwasser. In Zeiten höherer Niederschläge, in denen er auch noch weiter in Richtung Wertach Wasser führt, wird er auch dort Wasser versickern. Da der Firgenbach unmittelbar oberstromig zum Grundwasservorranggebiet Ebenhofen und zu den Brunnen Ebenhofen liegt, ist besonders darauf zu achten, daß Verunreinigungen vermieden werden. Im Gegensatz hierzu steht die Beobachtung am 30./31.10.1991, daß im Durchlaß des Firgenbaches unter der Kreisstraße OAL 7 offenbar kaum gereinigtes Abwasser in einer Menge von einigen l/s eingeleitet wird. Das Abwasser versickerte im Firgenbach nach einer Fließstrecke von etwa 300 m vollständig. Diese Abwassereinleitung führt zu einer Grundwasserverunreinigung und muß abgestellt werden. Sie widerspricht auch den geltenden Schutzgebietsauflagen.

Oberstromig von Immenhofen wurden im Firgenbach bis zum Durchlaß unter der B 472 nördlich von Geisenried, wo offenbar Straßenabwasser abgeschlagen wird, keine Abwassereinleitungen festgestellt.

Zu erwähnen ist noch ein Sickerteich im Geisenrieder Tal ca. 1 km nordöstlich der Kreuzung B 12/B 472, in den im Zuge der Flurbereinigung angelegte Drainagen und Wasserläufe aus dem nordwestlich ansteigenden Moränengelände münden. Nach Auskunft des WWA Kempten wurde beim Ausheben des Teiches relativ bindiger Boden festgestellt. Es ist dort aber auch Kies zu beobachten. Der Wasserspiegel stand am 30.10.1991 rd. 0,6 m unter Gelände.

6. Beurteilung der Grenzen der ausgewiesenen Wasserschutzgebiete, Abgrenzung des Gesamteinzugsgebietes und gewinnbare Wassermengen

6.1 Fassungsbereiche

Gemäß der DVGW-Richtlinie W 101, 1. Teil, Schutzgebiete für Grundwasser /19/, soll der Fassungsbereich ab dem Brunnen allseitig eine Mindestausdehnung von 10 m aufweisen. In den hydrogeologischen Kriterien /17/ werden 20 x 20 m empfohlen. Die festgesetzten Fassungsbereiche gehen teilweise weit über die genannten Maße hinaus, sind also ausreichend bemessen.

6.2 Engere Schutzzone

Nach der DVGW-Richtlinie W 101 /19/ soll die engere Schutzzone so bemessen werden, daß das Wasser von der Außengrenze der engeren Schutzzone bis zur Fassung 50 Tage im Untergrund verweilt.

In Tabelle 5, Blatt 6, sind die 50-Tage Entfernungen im Ruhezustand für die am 30./31.10.1991 herrschenden Grundwasserverhältnisse angegeben. Da zu dieser Zeit niedrige Grundwasserstände herrschten, müssen die errechneten Daten grundsätzlich als Mindestwerte angesehen werden.

Bei Betrieb der Brunnen wird im Absenktrichter, dessen Ausdehnung grob angenähert mit der Reichweite nach SICHARDT (siehe z.B. /25/ angegeben werden kann, durch die Absenkung im Brunnen das Grundwassergefälle erhöht. Dadurch vergrößert sich die 50-Tage Entfernung bei Brunnenbetrieb. Die vergrößerte Entfernung kann nach den "Hydrogeologischen Kriterien bei der Bemessung von Wasserschutzgebieten für Grundwasserfassungen" /17/ nach folgender Formel berechnet werden:

$$t_{50} = \frac{x - x_{50} \cdot \ln \left(1 + \frac{x}{x_u} \right)}{v_a}$$

In der Formel bedeuten:

t_{50} (Tage): Fließzeit 50 Tage zur Bemessung der engeren Schutzzone

x_{50} (m) : 50-Tage Entfernung im Ruhezustand

x (m) : gesuchte 50-Tage Entfernung bei Brunnenbetrieb in oberstromiger Richtung

x_u (m) : Untere Kulmination

v_a (m/d) : Abstandsgeschwindigkeit des Grundwassers im Ruhezustand

In unterstromiger Richtung ist im vorliegenden Fall die Untere Kulmination als Grenze der engeren Schutzzone zu wählen, da eine Berechnung nach o.g. Verfahren zu 50-Tage Entfernungen außerhalb des Entnahmebereiches führen würde, was aber nicht möglich ist.

Es ergeben sich folgende Werte für die 50-Tage Entfernung, wobei von den installierten Pumpenleistungen (siehe Tabelle 1), die auch der wasserrechtlichen Bewilligung zugrundeliegen, ausgegangen wurde. Bei den Bohrungen A, B und C wurde entsprechend den Aussagen des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft im Bericht vom 04.08.1978 /1c/ von einer Entnahme von 100 l/s ausgegangen.

Brunnen II:	560 m
Brunnen III:	535 m
Brunnen IV:	(2400 m)
Brunnen V:	(4750 m)
Brunnen Ebenhofen:	(1400 m)
Bohrungen A, B und C:	330 m

Die Daten der Brunnen IV, V und Ebenhofen sind in Klammern gesetzt, da hier einerseits Unsicherheiten in der Pumpversuchsauswertung bestehen, andererseits die aus den Pumpversuchen ermittelten Parameter sicher nicht auf die theoretisch berechneten Entfernungen extrapoliert werden können, wie die benachbarten Brunnen mit anderen Daten zeigen.

Als realistisch werden die für die Brunnen II, III und die Bohrungen A, B und C ermittelten 50-Tage Entfernungen angesehen. Vergleicht man diese Daten mit den Abständen der Grenze der engeren Schutzzone von den Brunnen in den ausgewiesenen Schutzgebieten, so zeigt sich, daß diese mit Abständen von mindestens rd. 500 m von den Brunnen ausreichend bemessen ist und somit kein Anlaß besteht,

an der Abgrenzung der engeren Schutzzonen generell etwas zu ändern.

Lediglich beim Brunnen Ebenhofen besteht eine gewisse Unsicherheit, da hier die Fließrichtung wahrscheinlich von Norden nach Nordosten umbiegt und, wie der Grundwassergleichenplan zeigt, nördlich des Brunnens Ebenhofen sogar eine südöstliche Fließrichtung möglich erscheint. Geht man beim Brunnen Ebenhofen noch von einer nördlichen Fließrichtung aus, so liegt die Untere Kulmination rd. 10 bis 20 m nördlich des Brunnens. Die Grenze der engeren Schutzzone könnte daher im Hinblick auf die Bebauung an der Südwestecke von Ebenhofen, wo die südlichste Häuserzeile noch in der engeren Schutzzone liegt, zurückgenommen werden. Geht man jedoch von einer mehr nordöstlichen Fließrichtung aus, so müßte man die Entnahmebreite von rd. 65 m ansetzen. Sollte sogar von Norden Wasser zuströmen, muß die Grenze der engeren Schutzzone noch weiter nordwestlich liegen. Sofern diese Frage im Hinblick auf die Bebauung näher geklärt werden soll, müssen nordwestlich vom Brunnen Ebenhofen Grundwassermeßstellen eingerichtet werden. Ohne eine solche Klärung ist eine Rücknahme der engeren Schutzzone hier nicht zu empfehlen.

6.3 Weitere Schutzzone

Als weitere Schutzzone soll nach der DVGW-Richtlinie W 101 /19/ das gesamte Einzugsgebiet ausgewiesen werden, wobei bei einer größeren Ausdehnung als 2 km ab der Fassung in eine engere und eine weitere Schutzzone unterschieden werden kann. Da die schematische Anwendung der 2 km - Regel zu je nach Grundwasserfließgeschwindigkeit geohydraulisch sehr ungleichwertigen Ergebnissen führt, wurden vom Geologischen Landesamt Baden-Württemberg für solche Fälle weiter differenzierte ergänzende "hydrogeologische Kriterien für die Abgrenzung von Wasserschutzgebieten in Baden-Württemberg" /18/ entwickelt. Mangels anderer bayerischer Richtlinien werden die weiteren Schutzzonen hier nach den genannten Richtlinien für Baden-Württemberg beurteilt.

Danach soll (u.a.) in den Fällen, in denen das Einzugsgebiet eine große Ausdehnung besitzt (einige bis viele km) und sich keine hydrogeologisch sinnvollen Gliederungselemente als Schutzgebietsgrenzen anbieten, der Bemessung des Wasserschutzgebietes mindestens die durchschnittliche Entnahmerate zugrundegelegt werden, die der wasserrechtlich bewilligten Jahresentnahme entspricht. Die Fläche des Schutzgebietes ergibt sich aus der Entnahmerate dividiert durch die Grundwasserneubildungsrate (vgl. Kap. 3.5). Die unterstromigen und die seitlichen Schutzgebietsgrenzen ergeben

sich aus der Grenzstromlinie des Entnahmebereiches. Diese werden oberstromig soweit verlängert, bis die eingeschlossene Fläche der errechneten Grundwasserneubildungsfläche entspricht. Die so ermittelte Fläche ist mit Sicherheitszuschlägen zu versehen.

Soweit die oberstromige Grenze der weiteren Schutzzone weiter als 2 km von der Fassung entfernt ist, erfolgt eine Unterteilung in die Schutzzone IIIA und IIIB in einer Entfernung von 2 km bei Grundwasserfließgeschwindigkeiten von <10 m/d und in einer Entfernung von 3 km bei Fließgeschwindigkeiten von >10 m/d.

Der bewilligten Entnahmemenge für die Brunnen Kaufbeuren zusammen mit dem Brunnen Ebenhofen von $3,2$ Mio m^3/a entspricht eine Neubildungsfläche von rd. 9 km^2 (vgl. Kap. 3.5). Hierbei sind eventuelle Entnahmesteigerungen aus zukünftigen Brunnen im Grundwassererkundungsgebiet und die Entnahmen aus den Altdorfer Brunnen nicht berücksichtigt. Bei einer Gesamtentnahmebreite von etwa 1000 m vom Brunnen V bis zur Wertach ergibt sich eine Längsausdehnung der weiteren Schutzzone von 9 km. Geht man von der Entnahmebreite einschließlich der Bohrung A von rd. $1,6$ km aus - die aber nicht genutzt ist - und nimmt weiter an, daß sie sich nach Süden auf rd. $2,5$ km auf das Wertachtal und das Geisenrieder Tal hin aufweitet, so beträgt die erforderliche Längsausdehnung in südlicher Richtung immer noch rd. $4,5$ km. Dies bedeutet, daß die weitere Schutzzone das Wertachtal fast bis nach Thalhofen und das Geisenrieder Tal bis nördlich der Kreuzung Bl2/B472 umfassen sollte. Die Grenze zwischen den Zonen IIIA und IIIB sollte im Bereich von Geisenhofen liegen.

Es ist dem Gutachter klar, daß eine Schutzgebietsausweisung in dem geschilderten Umfang auf größte Widerstände stoßen würde. Es scheint aber trotzdem erforderlich, die Diskrepanz zwischen dem Anspruch der bestehenden Richtlinien und den tatsächlichen Verhältnissen aufzuzeigen.

6.4 Abgrenzung des Gesamteinzugsgebietes

Das hydrogeologisch mögliche Einzugsgebiet der Brunnen Kaufbeuren und des Brunnens Ebenhofen wurde in Kap. 3.1 bereits grob umrissen. Es ist im Norden durch die Untere Kulmination der Brunnen bei deren Betrieb begrenzt. Die bestehende nördliche Grenze des Wasserschutzgebietes beschreibt diese Grenze hinreichend. Im Westen ist es begrenzt durch die Moränen westlich des Geisenrieder Tales auf der Linie Hungerberg-Immenhofen-westlich Geisenried, im weiteren Sinne durch die westliche Grenze des oberirdischen Einzugsgebietes des Firgenbaches. Zur genaueren Abgrenzung im Bereich zwischen der Bohrung C und Immenhofen wären Grundwassermeßstellen

nützlich, da hier bisher nur Vermutungen zur Lage der Grundwasseroberfläche und zur Grundwasserfließrichtung angestellt werden können. In östlicher Richtung bilden die Moränen östlich von Marktoberdorf in der südlichen Verlängerung der Grenze der weiteren Schutzzone über die Ortsmitte von Marktoberdorf etwa nach Fechsen, im weiteren Sinne die Grenze des oberirdischen Einzugsgebietes der Wertach zur Geltnach die Einzugsgebietsgrenze. Im Süden wird das Einzugsgebiet durch die Molasse südlich der Linie Eichelshwang - Schwenden - Leuterschach - Fechsen begrenzt. Im weitesten Sinn ist auch die Wertach mit ihren Nebenflüssen oberhalb Ebenhofen einzubeziehen, da sie in weiten Bereichen sicherlich mit dem Grundwasser in den Talkiesen des Wertachtales mehr oder weniger korrespondiert.

Die geschilderten Grenzen gehen hinsichtlich der oberirdischen Einzugsgebietsgrenzen, der Lage der Molasse und der Moränen sowie der Schutzgebietsgrenzen aus den Lageplänen in den Anlagen hervor. Eine über die o.g. Beschreibung und die genannten Kartendarstellungen hinausgehende noch genauere kartenmäßige Abgrenzung des Grundwassereinzugsgebietes ist mit den verfügbaren Grundwasseraufschlüssen nicht möglich und würde einen immensen Aufwand an zusätzlichen Grundwasseraufschlüssen erfordern.

6.5 Gewinnbare Wassermengen und weitere Wassererschließungsmöglichkeiten

Langfristig lassen sich aus einem Einzugsgebiet nur die Wassermengen entnehmen, die durch die Niederschläge abzüglich der Verdunstung und des Oberflächenabflusses neugebildet werden. Nimmt man nicht eine Einspeisung von Wertachwasser in größerem Umfang in das Grundwasser an, wofür keine konkreten Hinweise vorliegen, so wird für die bewilligte Entnahme und die vorgeschlagene Entnahme aus dem Grundwassererkundungsgebiet Ebenhofen von zusammen 6,35 Mio m³/a schon bei mittleren Grundwasserverhältnissen eine Neubildungsfläche von rd 17 km², in Trockenjahren von rd 50 km² benötigt. Die Brunnen Altdorf können hier einmal außer Betracht bleiben, da sie ihr Grundwasser möglicherweise aus dem Geltnachtal beziehen.

Wie in Kap. 3.5 schon erwähnt, dürfte mit den genannten Flächen bei voller Ausnutzung der bewilligten und vorgeschlagenen Entnahmen das Grundwasserdargebot schon bei mittleren Grundwasserverhältnissen weitgehend ausgeschöpft sein. In Trockenjahren wäre es wohl schon überschritten. Eine noch weitergehende Entnahme ist daher im Raum südlich Ebenhofen nicht mehr möglich. Es ist zu empfehlen, die Dauerentnahme aus dem gesamten Gebiet nicht sehr weit über die derzeit bewilligten Mengen hinaus auszudehnen. Dies er-

scheint angesichts des Gesamtwasserbedarfes von Kaufbeuren in Höhe von rd. 3,2 Mio m³/a auch nicht erforderlich.

Im Bereich der Erkundungsbohrungen A, B und C können zusätzliche Brunnen zur besseren Ausnutzung des Grundwasserangebotes im Rahmen der genannten Entnahmemengen gebohrt werden. Deren Lage wurde bereits im Bericht des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft vom 04.08.1978 /lc/ vorgeschlagen; diese Punkte sind auch im Lageplan der Anlage 5 angegeben. Brunnen in diesem Bereich hätten den Vorteil, daß potentielle Beeinträchtigungen von der Bahnlinie, von der Wertach und von der Schwabenstraße ausgeschaltet wären. Auch südwestlich der Bohrungen A, B und C kann voraussichtlich Grundwasser erschlossen werden, allerdings sind dann Nutzungskollisionen mit den Höfen Lorenzbauer und Feldwagner nicht zu umgehen.

7. Zusammenfassung, Bewertung der geltenden Schutzgebietsauflagen und Vorschlag für Maßnahmen

Die Stadt Kaufbeuren nutzt südlich von Ebenhofen 5 Brunnen für ihre Wasserversorgung. Diese tragen mit einer derzeitigen Förderung von rd. 1 Mio m³/a zu rd. einem Drittel zur Wasserbedarfsdeckung bei. Die Brunnen wären aber auch in der Lage, den gesamten Jahresbedarf von Kaufbeuren zu decken. Für die Spitzenbedarfsdeckung wäre bei extremem Verbrauch wie z.B 1976 allerdings keine Reserve mehr gegeben. Die Qualität des geförderten Wassers ist sowohl in mikrobiologischer als auch in chemischer Hinsicht einwandfrei.

Für die Brunnen Kaufbeuren und das westlich anschließende Grundwassererkundungsgebiet Ebenhofen, das im Regionalplan als wasserwirtschaftliches Vorranggebiet ausgewiesen ist, sind zwei Wasserschutzgebiete mit unterschiedlichen Auflagen festgesetzt. Die Fassungsgebiete und die engeren Schutzzonen sind ausreichend bemessen. Nordwestlich des Brunnens Ebenhofen der Gemeinde Biessenhofen bestehen jedoch Unsicherheiten in der Abgrenzung der engeren Schutzzone, da hier die Grundwasserfließrichtung nicht hinreichend bekannt ist. Hier würden wie weiter oben schon ausgeführt Grundwassermeßstellen zur Klärung führen.

Die weiteren Schutzzonen sind nach den geltenden Schutzgebietsrichtlinien erheblich zu klein. Es sollte angestrebt werden, die bestehenden weiteren Schutzzonen als Zone IIIA westlich der Wertach auch südlich der B12 bis zur Kreisstraße OAL 7 auszudehnen. Zur genaueren Abgrenzung südwestlich der Bohrung C sind Grundwassermeßstellen zu empfehlen. Südwestlich anschließend an die Zone

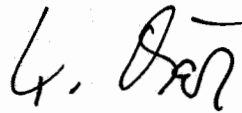
IIIA sollte die Ausweisung einer Schutzzone IIIB betrieben werden. Diese sollte entlang des Westrandes der Bebauung von Marktoberdorf etwa entlang der Bahnlinie und weiter nach Süden entlang der geschilderten Grenzen des Einzugsgebietes verlaufen. Im Süden bieten sich die Wertach und im Westen der Talrand des Wertachtals bzw. des Geisenrieder Tales als Grenzen der Schutzzone IIIB an.

Die Auflagen des Wasserschutzgebietes für das Erkundungsgebiet Ebenhofen unterscheiden sich von denen für das Wasserschutzgebiet der bestehenden Brunnen vor allem dadurch, daß hinsichtlich der Landwirtschaft abgesehen vom Verbot des Grünlandumbruches nahezu keine Auflagen festgesetzt sind. Diese Unterscheidung wird als nicht sinnvoll angesehen, da das Grundwasser von hier in maximal einem Jahr auch zu den genutzten Brunnen gelangt und die vorliegenden Wasseranalysen zeigen, daß die Nitratbelastung im Erkundungsgebiet und im ebenfalls auf der Niederterrasse gelegenen Brunnen V am höchsten ist. Es wird empfohlen, für beide Wasserschutzgebiete einheitliche Auflagen gemäß dem Entwurf des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft zur Neufassung des § 3 des Musters für Schutzgebietsverordnungen vom September 1990 /20/ festzusetzen.

Im Einzugsgebiet der Brunnen Ebenhofen existieren eine Reihe von Nutzungen, auch einige Altlasten, die potentielle Gefahrenquellen für das Grundwasser darstellen. Eine akute Gefährdung besteht allerdings nicht. Zu empfehlen sind hier folgende Maßnahmen:

- Weiterführung der Grundwasseranalysen im Bereich der Mülldeponie am Immenhofener Baggersee,
- Einrichtung von Grundwassermeßstellen nördlich der nordöstlich der bestehenden Kläranlage gelegenen Altdeponie Marktoberdorf,
- Überprüfung der ehemaligen Kiesgruben südöstlich des Hofes Feldwagner durch einige Sondierbohrungen
- Abstellen der Abwassereinleitung in den Firgenbach im Durchlaß unter der Kreisstraße OAL 7. Generell wäre eine Abdichtung des Firgenbaches gegen Versickerung im Abschnitt von Immenhofen bis zur Mündung in die Wertach zu empfehlen.
- Anpassung des Ausbaues der B 12 im Wasserschutzgebiet an die Vorschriften der RiStWag
- Möglichst Sperrung der Schwabenstraße im Wasserschutzgebiet für den Durchgangsverkehr

Zusätzliche Brunnen sind im Bereich der Bohrungen A, B und C möglich. Eine Erhöhung der Entnahme über die bewilligte Menge und die für das Grundwassererkundungsgebiet vorgeschlagene Menge von insgesamt rd. 6,35 Mio m³ hinaus erscheint allerdings nicht möglich. Auch diese Menge sollte nicht dauerhaft ausgeschöpft werden.



(Dr. Klaus März)

8. Verwendete Unterlagen und Literatur

8.1 Spezielle Unterlagen über das Untersuchungsgebiet

/1/ 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
- d) Bericht von Prof. Dr. I. SCHAEFER über die hydrogeologischen Verhältnisse um Kaufbeuren, München und Kaufbeuren, August 1961
- e) Gutachten des Bayerischen Geologischen Landesamtes über refraktionsseismische Messungen im Schotterfeld der Wertach südlich Ebenhofen (Moränengebiet), Lkr. Ostallgäu, Nr. 330a-II/5-913 vom 24.05.1976
- f) Bericht von Prof. Dr. F. NEUMAIER über Messungen der Filtergeschwindigkeit und Fließrichtung des Grundwassers im Bereich des Grundwasserfeldes Ebenhofen bei Kaufbeuren, München 12.02.1975
- g) Langjährige Daten über Niederschläge, Wasserstände der Brunnen I bis V und des Brunnens Ebenhofen im Ruhe- und im Betriebszustand, Pumpenleistungen, Förderdaten aus den Jahren 1988 bis 1990, Wasseranalysen unterschiedlichen Umfangs seit 1961 sowie Wassertemperaturen 1968-1978, Wasseranalysen der Hausbrunnen Lorenzbauer und Feldwagner aus 1990

- /2/ Unterlagen des WASSERWIRTSCHAFTSAMTES KEMPTEN:
- a) Wasserspiegel- und Abflußdaten der Wertach, Pegel Thalhofen und Biessenhofen
 - b) Höhenangaben zu den Hausbrunnen Lorenzbauer und Feldwagner, Höhenfestpunkte im Raum Thalhofen, mündliche Angaben zu den Brunnen Geisenhofen und Immenhofen und zum Sickerteich im Geisenrieder Tal, Unterlagen über die Brunnen Ebenhofen und Altdorf der Gemeinde Biessenhofen
- /3/ BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT:
Haupttabellen der Grundwassermeßstellen 758 (Bohrung A, Sortiernr. 13126), 759 (Bohrung B, Sortiernr. 13127) und 760 (Bohrung C, Sortiernr. 13128)
- /4/ 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)
- /5/ BAYERISCHES LANDESVERMESSUNGSAMT:
Stereo-Luftbilder M ca. 1:23000, Bildflug 90101/0 vom 30.04.1990, Streifen 6, Bilder Nr. 588, 590 und 592, freigegeben vom Bayerischen Landesvermessungsamt unter der Nr. 1014
- /7/ LANDRATSAMT OSTALLGÄU, Marktoberdorf:
Mündliche Informationen über Altlasten im Untersuchungsgebiet
- /8/ STAATLICHES GESUNDHEITSAMT, Marktoberdorf:
Mündliche Informationen über die Wasserversorgung von Kaufbeuren
- /9/ STADT MARKTOBERDORF:
Informationen über Brunnen an der Kläranlage und über Grundwassermeßstellen im Raum Thalhofen
- /10/ GEMEINDE BIESSENHOFEN:
Informationen über die Brunnen Ebenhofen und Altdorf und die Wasserförderung

- /11/ NESTLÉ AG (Allgäuer Alpenmilchwerke), Kaufbeuren:
Bohrprofile, Höhenangaben und Förderdaten der Brunnen bei Altdorf
- /12/ VEREINIGTE WERTACH-ELEKTRIZITÄTSWERKE, Kaufbeuren:
Angaben über die Wasserstände an der Wertach am Kraftwerk Ebenhofen
- /13/ BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE, Hannover:
Geologische Übersichtskarte M 1:200000, bearbeitet von W. ZACHER und H. SCHOLZ, 1983
- /14/ REGIONALER PLANUNGSVERBAND ALLGÄU:
Regionalplan Region Allgäu (16), Kempten 1986

8.2 Allgemeine Literatur

- /15/ BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT, München:
Die Grundwasserneubildung in Bayern, berechnet aus den Niedrigwasserabflüssen der oberirdischen Gewässer.-Informationsberichte LfW, Heft 3/87
- /16/ BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT:
Leitlinien für die Ermittlung der Einzugsgebiete von Grundwassererschließungen und für die Konzeption erster Sanierungsmaßnahmen bei Schadstoffbelastungen.- München, August 1990.
- /17/ BOLSENKÖTTER et al.:
Hydrogeologische Kriterien bei der Bemessung von Wasserschutzgebieten für Grundwasserfassungen.- Geol. Jb. C 36, S. 3-34, Hannover 1984.
- /18/ GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG, Freiburg:
Hydrogeologische Kriterien für die Abgrenzung von Wasserschutzgebieten in Baden-Württemberg.- bearbeitet von E. VILLINGER,
Informationen GLA Nr. 2, Mai 1991
- /19/ DVGW-Richtlinie W 101, Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete, I. Teil: Schutzgebiete für Grundwasser.- Eschborn 1975.

- /20/ BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT, München:
Muster für § 3 der Wasserschutzgebietsverordnung in Bayern
(Anlage 35.2.4 zur Verwaltungsvorschrift zum Bayerischen
Wassergesetz, Entwurf Stand September 1990).
- /21/ DVGW, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches:
Richtlinien für Wasserschutzgebiete - Bodennutzung und Dün-
gung.-
Entwurf des Merkblattes W 104, Stand 14.08.1989, Eschborn.
- /22/ DVWK - Schriften, Heft 58/1, Ermittlung des nutzbaren Grund-
wasserdargebotes.-
Verlag Paul Parey, 1982.
- /23/ VAN WAEGENINGH, H.G.:
a.) Protection of the groundwater quality in porous per-
meable rocks.- S. 111-121
b.) Overview of the protection of groundwater quality.-
S. 150-166
In MATTHESS-/FOSTER/SKINNER
Theoretical Background, Hydrogeology and Practice of Ground-
water Protection Zones.-
International Contributions to Hydrogeology (Unesco),
Vol. 6, Verlag Heinz Heise, Hannover 1985
- /24/ Gemeinsame Bekanntmachung der Bayer. Staatsministerien des
Inneren und für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Nr. II
B 3-4532.5-0.36 und Pl-4500-53 vom 06.06.1988 (AllMB1 Nr.
12/1988, 7531-I, S. 521-528) so-wie Nr. II B 3-4532.5-047/90
und Pl-4500-53 vom 16.06.1990 (AllMB1 Nr. 14/1990, S. 539
mit Hinweisen des Bayer. Staatsministeriums des Inneren zur
Verordnung vom 16.06.1990 mit Anlagen 1 und 2.
- /25/ LANGGUTH, H.-R. und VOIGT, R.:
Hydrogeologische Methoden.-
Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York 1980.
- /26/ Richtlinie des Rates vom 15.07.1980 über die Qualität von
Wasser für den menschlichen Gebrauch (80/778/EWG).-
Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, Nr. L 229, S. 11-
29, 30.08.1980.
- /27/ Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmit-
telbetriebe (Trinkwasserverordnung - TrinkwV).-1986, BGB1. I
S. 760., in der Neufassung vom 05.12.1990,
BGB1. I S. 2612

- /28/ DEUTSCHER WETTERDIENST, Offenbach:
Monatliche Witterungsberichte für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland
- /29/ BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR / FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR
DAS STRASSENWESEN:
Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wassergewinnungsgebieten.-
Ausgabe 1982, veröffentlicht z.B. im Straßenbau von A-Z
- /30/ LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER UND HAUPTVERWALTUNG DER
DEUTSCHEN BUNDESBahn:
Richtlinien über Wasserrecht und Bahnanlagen der DB.-
DV 118, Anlage zu HVB 5.872 Legw 87 vom 07.01.1969