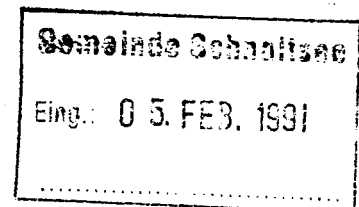


**Vorstudie zur Abgrenzung des Grundwassereinzugs-
gebietes fuer das Gewinnungsgebiet
der Wasserversorgung Schnaitsee**

Verfasser: Dipl.-Geol. Martin Kampfer

Auftraggeber: Gemeinde Schnaitsee
8095 Schnaitsee



Ausführung: WATEC GmbH, Ingenieurbüro für
Hydrogeologie und Hydrochemie mbH
Im Wiegenfeld 4
8015 Markt Schwaben



Verzeichnis der Abbildungen, Tabellen und Anlagen

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Lageplan des Untersuchungsgebietes

Abb. 2: Wasserschutzgebiet der Gewinnungsanlage von Schnaitsee
(Brunnen III)

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Monatliche Niederschläge für Attenkam und Kammer

Tab. 2: Hydrologische Bilanz für Station Attenkam

Tab. 3: Pumpversuchsauswertung

Tab. 4: Grundwassermeßstellen in der Umgebung der
Wasserfassungen der Gemeinde Schnaitsee

Tab. 5: Technische Daten zum Brunnenausbau

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Profil und Ausbau der bestehenden Brunnen

Anlage 2: Lageplan der Meßstellen

Anlage 3: Ablagerungsfolge

Anlage 4: Übersichtskarte der Rinnenstrukturen

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Einleitung 2
2	Naturräumliche Rahmenbedingungen 5
2.1	Hydrometeorologie 5
2.2	Oberflächengewässer 9
2.3	Geologischer Aufbau 9
2.3.1	Tertiär 10
2.3.2	Quartär 10
2.3.3	Böden 12
2.4	Flächennutzung. 13
3	Hydrologeologische Verhältnisse 17
3.1	Quartäres Grundwasserstockwerk 17
3.2	Hydrodynamik 19
3.3	Vorhandene Grundwasseraufschlüsse 24
3.4	Chemismus des Grundwassers 26
4	Grundwassernutzung. 27
4.1	Allgemeine Verhältnisse am Brunnenstandort 29
4.2	Einzugsgebiet 30
4.3	Gefährdungspotential und Grundwasserschutz. 32
4.4	Bewertung des Schutzgebietes.
5	Maßnahmenkatalog 33
5.1	Untersuchungen zur Grundwasserbelastung und zur Einzugsgebietsabgrenzung 34
5.2	Einzugsgebietsabgrenzung 36
5.3	Erfassung von Betriebsstrukturen und Altlasten 36
5.4	Schutzzonenausweisung 37
6	Zusammenfassung 37
7	Literatur 38
	Anhang. 42

1. Einleitung

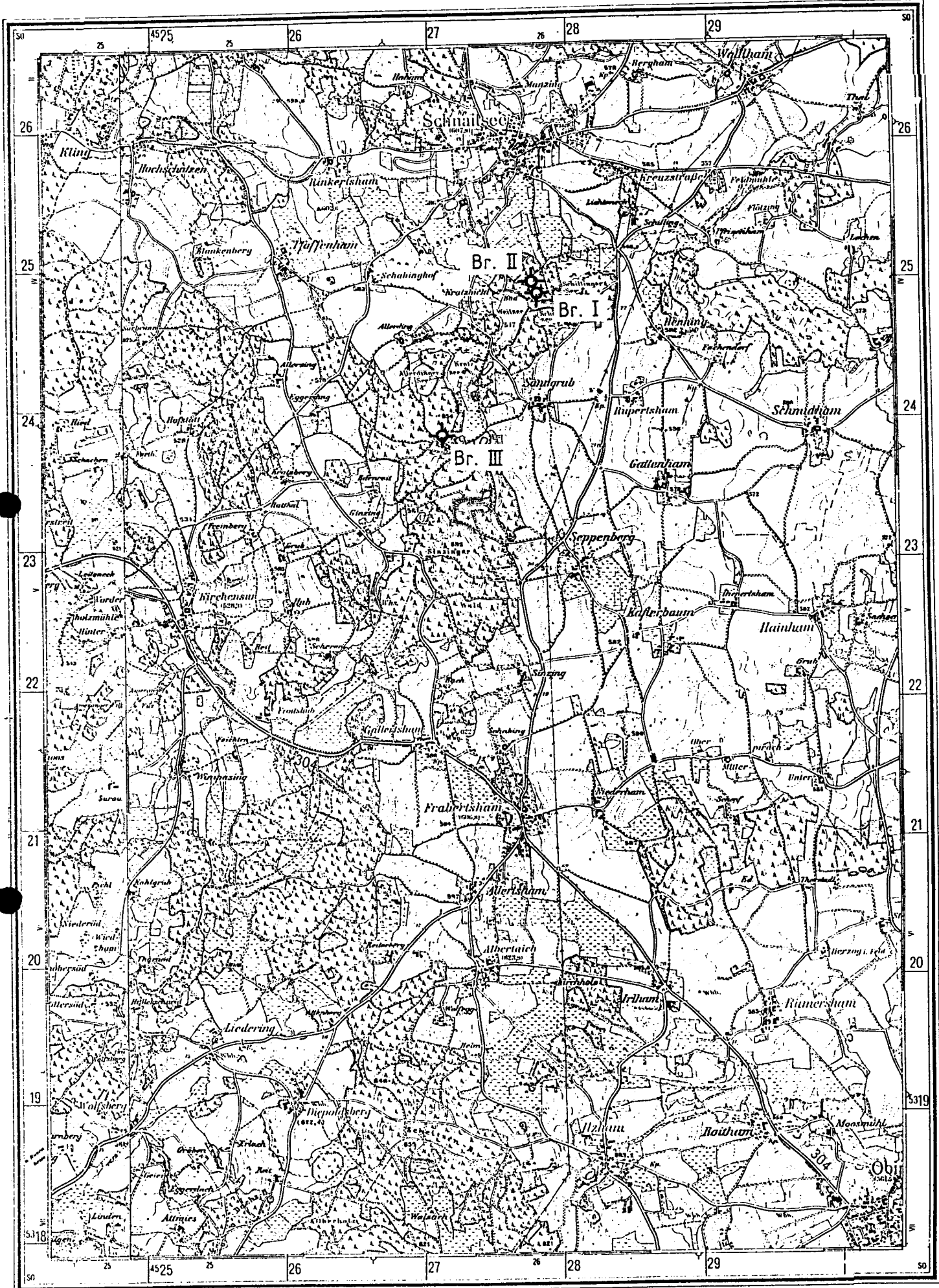
Die beiden Brunnenfelder der Gemeinde Schnaitsee liegen im Jungmoränengebiet südlich des Ortes. Mit den beiden Brunnen im nördlichen Feld, das ca. 1 km südlich des Ortes liegt, wurde die Gemeinde von 1953 bis in das Jahr 1970 mit Trinkwasser versorgt. Seit 1970 erfolgt die Versorgung aus dem Bohrbrunnen III, der wegen des fortschreitenden Leistungsrückgangs an Brunnen I und II, rund 1 km südlich des alten Standortes angelegt wurde. Brunnen I und II sind seither außer Betrieb.

Der Wasserbedarf des Versorgungsgebietes Schnaitsee mit etwa 3050 Einwohnern wird auf rund 200 000 m³ pro Jahr veranschlagt. Bei täglich 12 Stunden Pumpbetrieb entspricht das einer Förderleistung von ca. 12,7 l·s⁻¹.

Ziel der vorliegenden Basisstudie ist die hydrogeologische Beurteilung der bestehenden Brunnenanlagen zur langfristigen Sicherung des Trinkwasservorkommens. Hierbei erfolgt eine Bestandsaufnahme und Bewertung aller verfügbaren wasserwirtschaftlich relevanten Daten in Form einer regionalen Systemanalyse der Grundwasserverhältnisse und der Flächennutzung.

Ausgehend von diesen Erkenntnissen, wurde ein Konzept für weitere Maßnahmen zur Sicherung der Trinkwasservorräte erarbeitet.

Das Untersuchungsgebiet umfaßt einen Teil des Jungmoränengebietes des ehemaligen Chiemseegletschers. Die Grenzen des Untersuchungsgebietes entsprechen etwa einem Dreieck, das durch die Geraden zwischen den Orten Schnaitsee im Norden, Attenkam im Südwesten und Obing im Südosten aufgespannt wird (s. Abb. 1).



0 1km

Abb. 1: Lageplan des Untersuchungsgebietes

Für die Auswertung konnte auf folgende amtliche Karten zurückgegriffen werden:

Topographische Karten:

- 1: 50 000 Blatt L 7940 Trostberg
- 1: 25 000 Blatt 7940 Obing

Flurkarten:

- 1: 5 000 Blätter SE IV-25, SE IV-26, SE V-25,
SE V-26 und SE III-26

Thematische Karten:

Orohydrographische Karte 1: 50 000
Blatt L 7940

Geologische Karte 1:100 000
TROLL (1924): Der diluviale Inn-Chiemsee-Gletscher

Bodenschätzungskarte
1: 25 000 Blatt 7940 Obing
1:100 000 Blatt Oberbayern II

Gewässeratlas 1:200 000
mit Verzeichnis der Bach- und Flußgebiete Bayerns

Bestandskarte der Wassergewinnungsanlagen und der
Trinkwasserschutzgebiete 1: 50 000 Blätter L7938 Wasserburg
und L 7940 Trostberg

2. Naturraumverhältnisse im Untersuchungsraum

Das Untersuchungsgebiet liegt im Jungmoränengebiet zwischen dem Inn- und dem Chiemseegletscher.

Das kleinräumige Relief im Moränengebiet, das Höhen zwischen 590 und 620 m einnimmt, ist gegliedert in zahlreichen Mulden und Becken, in denen sich häufig Vernässungszonen und Moore gebildet haben.

Morphologisch besonders bedeutsam ist der Höhenunterschied zwischen dem Moränenzug, der rund 1 km nördlich von Schnaitsee die maximale Höhe von 653 mNN erreicht und einer Entwässerungsrinne des ehemaligen Chiemseegletschers, die sich von Obing über Niederham und Weitsee bis in den Seebach bzw. Frauendorfer Bach hinein verfolgen läßt.

Die Entwässerungsrinne liegt im Schnitt 50 m tiefer als der Moränenzug, in Höhen von 550 bis 595 m. Weitere Entwässerungsrinnen finden sich parallel dazu im südlichen Brunnenvorfeld.

Der tiefste Punkt im Untersuchungsgebiet mit rund 530 m NN liegt am Seebach bei Thal.

2.1 Hydrometeorologie

Das Klima im Untersuchungsgebiet wird durch die Lage im kühlfeuchten Alpenvorland bestimmt. Zur Auswertung kamen die Niederschlagsdaten von Schnaitsee (610 mNN), sowie Klimadaten von der nächstgelegenen Klimahauptstation Amerang-Kammer, die 9 km südsüdwestlich von Schnaitsee in einer Höhe von 530 m über Meereshöhe liegt. Soweit nicht anders angegeben wurde das Mittel der Jahre 1951 bis 1980 ausgewertet.

Das Klima im Untersuchungsgebiet ist durch niederschlagsreiche Sommer und niederschlagsarme Winter gekennzeichnet. Das Niederschlagsmaximum tritt im allgemeinen in der Jahresmitte

(Juli) auf, das Minimum der Niederschläge wird im 30-jährigen Mittel für den Dezember ermittelt (WROBEL 1983).

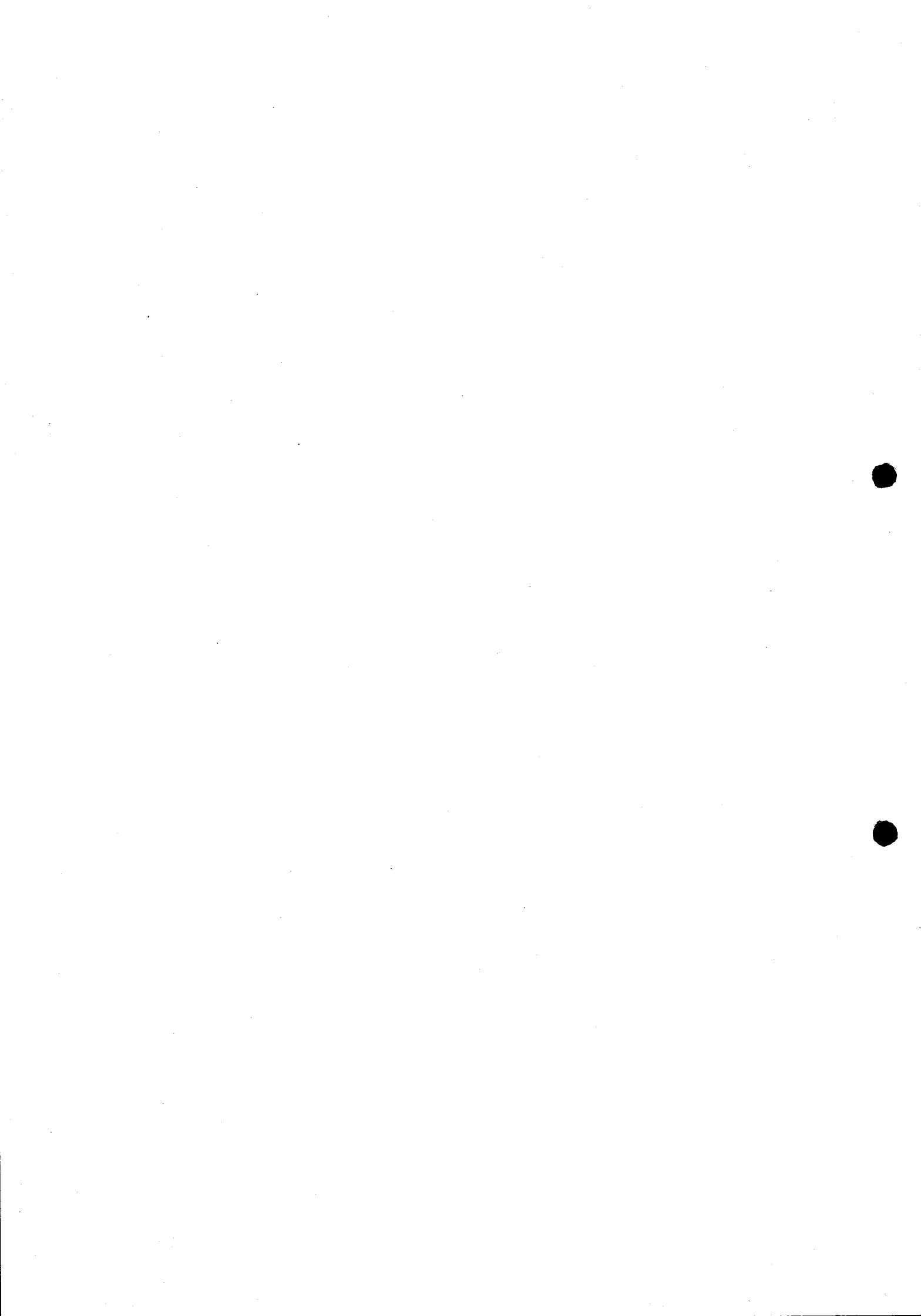
Das **mehrjährige Mittel der Niederschlagssumme** für Kammer, das auf einer Höhe von 530 m liegt, beträgt **1110 mm** (Station besteht seit 1981). An der Niederschlagsmeßstation **Schnaitsee** werden rund 1200 mm Niederschlag pro Jahr gemessen. Das Verhältnis der Sommer- zu den Winterniederschlägen ist im Mittel **1,7 : 1**, so daß während der sommerlichen Vegetationsperiode (Hauptverdunstungsphase) ein hohes Feuchteangebot besteht.

Da zur Berechnung der Wasserbilanz die relative Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Niederschlag aus 30 Jahren gemittelt werden, die Station Kammer/Amerang aber erst seit 1981 besteht, mußte für die Berechnungen auf die Werte der im Alpenvorland in vergleichbarer Höhe gelegenen Klimahauptstation Attenkam (665 mNN) zurückgegriffen werden.

Die mittleren Spalten der Tab.1 vergleichen Mittelwerte über 5 und 30 Jahre und veranschaulichen die Auswirkung zu kurzer Beobachtungsintervalle bei der Berechnung des durchschnittlichen Jahresniederschlags.

Tab. 1: monatl. Niederschläge in mm (mehrjähr. Mittel)

Station: Höhe: Zeitraum	Attenkam 665 mNN 1951-80	Attenkam 665 mNN 1984-88	Kammer 530 mNN 1984-1988
Jan	55	52	89
Feb	58	58	68
Mär	57	60	86
Apr	82	78	92
Mai	115	139	116
Jun	160	143	127
Jul	158	152	135
Aug	123	174	125
Sep	87	93	95
Okt	64	46	45
Nov	63	71	64
Dez	51	80	69
Jahressumme	1073	1146	1110



Bei der Auswertung über längere Zeiträume ist eine große Variabilität der **Jahresniederschläge** zu bemerken, die in einem Bereich von **800 bis 1400 mm** schwanken.

Verdunstung

Die saisonale Variabilität der Verdunstung folgt dem Jahresgang der Temperatur mit einem Maximum im Juli. Die Berechnung erfolgte nach dem Verfahren von HAUDE aus den Monatsmitteln der Temperatur und der relativen Feuchte um 14°° Uhr.

Die im Sommer ausgeprägte Niederschlagstätigkeit (58 % der Niederschläge fallen in der Vegetationsperiode Mai bis September) führt dazu, daß selbst in dieser Periode des Verdunstungsmaximums kurzfristig Phasen des Niederschlagsüberangebotes auftreten können, so daß es bei niedriger Feldkapazität der Böden zu Abflußsituationen kommt, was häufig im Juni der Fall ist. Der Hauptteil der Grundwasserneubildung erfolgt langjährig gesehen in den Wintermonaten.

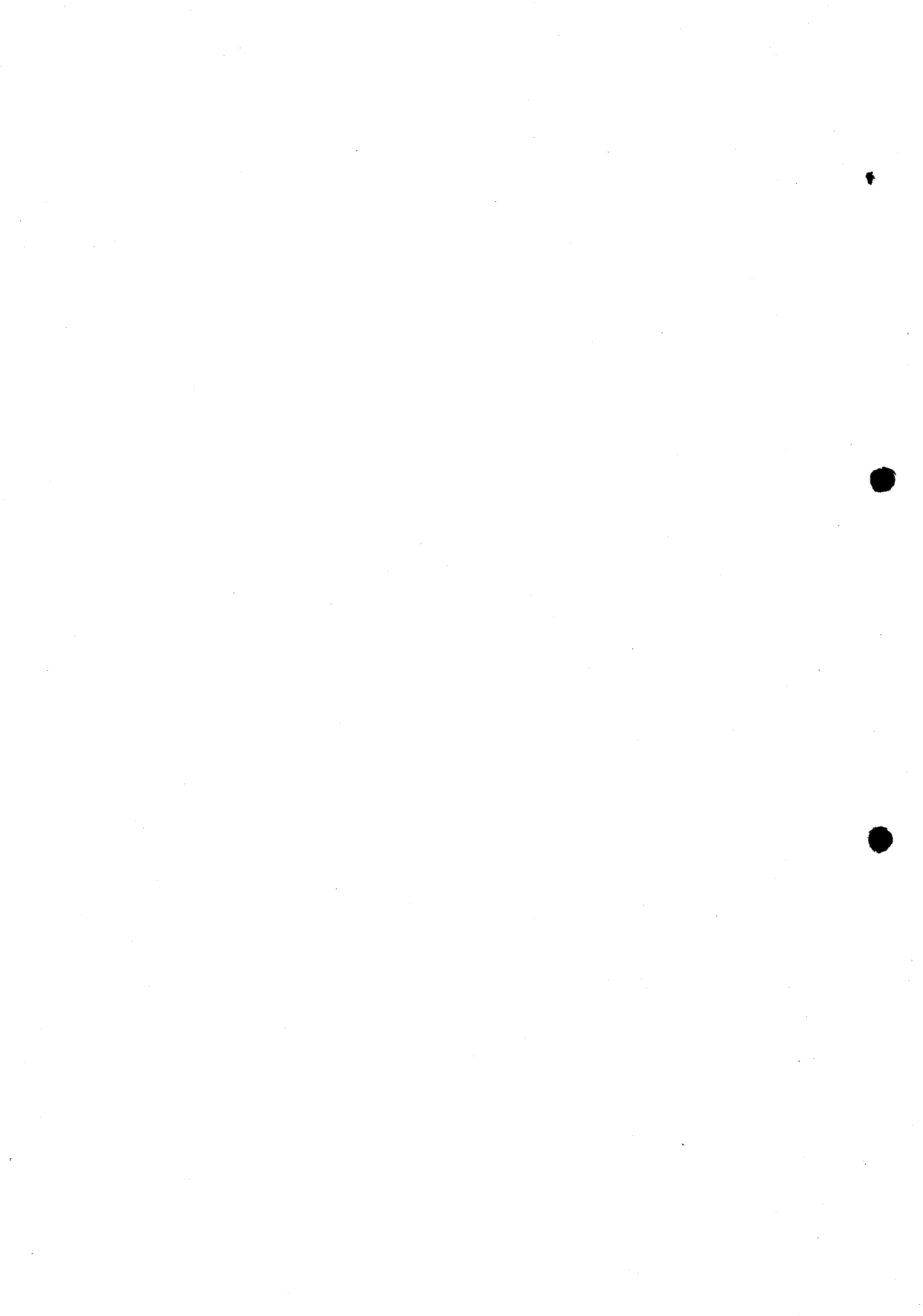
Hydrologische Bilanz

Die langfristige Grundwasserneubildung bzw. der unterirdische Abfluß wird nach der hydrologischen Bilanz (Gleichung 1) aus den langjährigen Mitteln der Jahressummen von Niederschlag, potentieller Verdunstung und oberirdischem Abfluß berechnet.

$$A_U = N - V_P - A_O \quad (\text{Gl. 1})$$

mit: A_U : unterirdischer Abfluß N : Niederschlag
 V_P : potentielle Verdunstung A_O : oberirdischer Abfluß

Die Ergebnisse der hydrologischen Bilanz sind in der Tabelle 2 aufgelistet. Es ergibt sich ein mit den Abflußkarten von KERN (1954) vergleichbarer Wert. KERN, der die Verdunstung nach dem Verfahren von WUNDT für den Zeitraum von 1901 bis 1951 berechnete, ermittelte einen **Abfluß von 550 mm** im Jahr.



Mit der Berechnungsmethode nach HAUDE ergeben sich vergleichbare Ergebnisse von $584 \text{ mm} \cdot \text{a}^{-1}$. Dies entspricht einem mittleren Abfluß von $18,4 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^2$.

Tab. 2: Hydrologische Bilanz für die Klimastation Attenkam berechnet aus dem langjährige Mittel (1971 bis 1986)

Niederschlag (mittlere Jahressummen):	1097 mm
Verdunstung (mittlere Jahressummen):	513 mm
Niederschlag - Verdunstung = Abfluss:	584 mm

Nutzbares Grundwasserdargebot

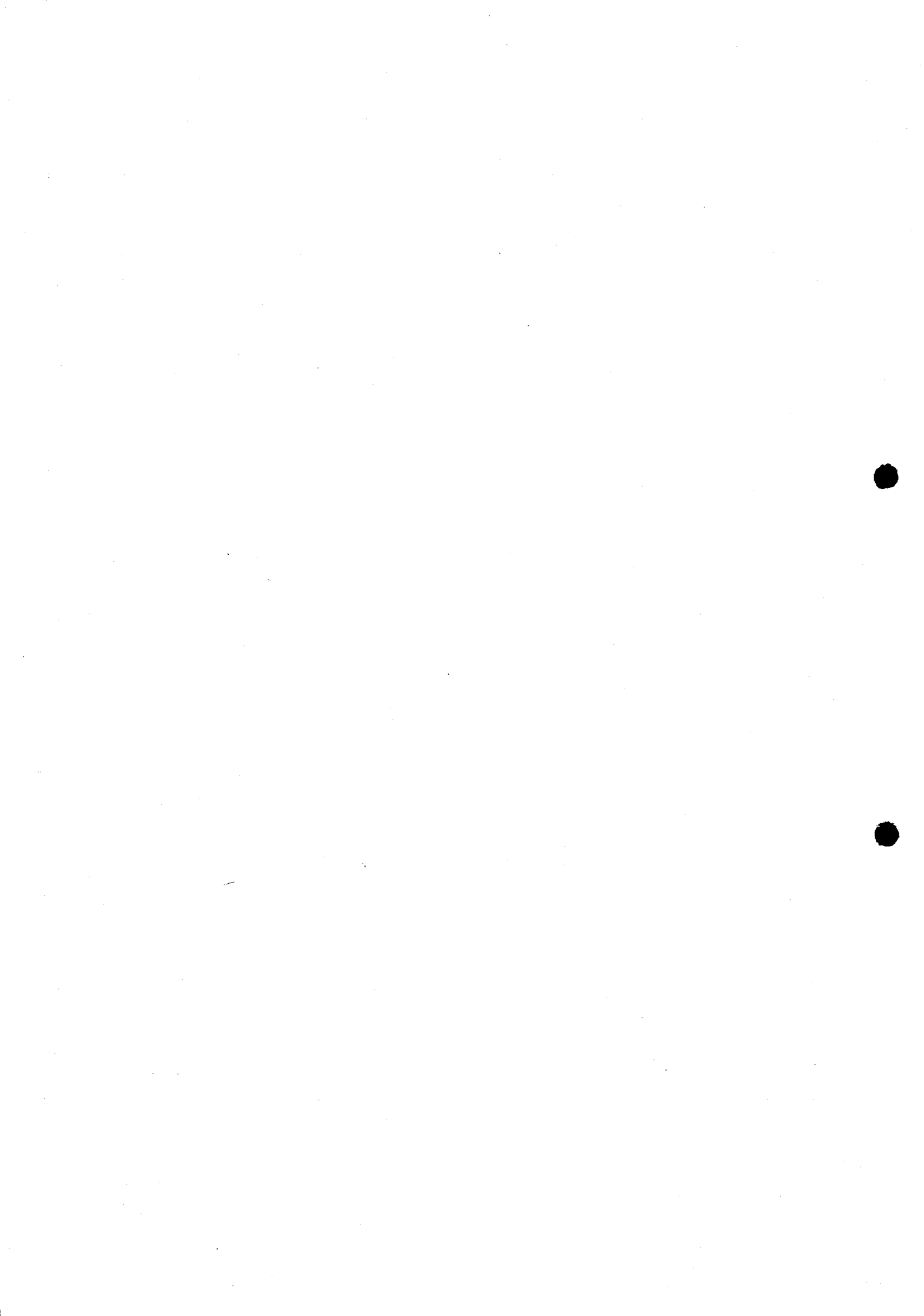
Bei der hydrologischen Bilanz mit den Verfahren nach KERN und WUNDT wird der oberirdische Abfluß vernachlässigt. Das dichte Gerinnenetz an der Oberfläche bzw. die weit verbreiteten Feuchtflächen verdeutlichen einen nicht zu vernachlässigenden Anteil des oberirdischen Abfluß.

Nach den Karten von KERN (1954) ergibt sich eine Grundwasserneubildung um 550 mm. Damit liegt der Wert nach WUNDT hier rund 35 mm unter dem Wert von HAUDE.

Bei den Abflußspenden gibt KERN einen Wert $17,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ an. Mit den Verdunstungswerten nach HAUDE läßt sich ein Wert von $18,4 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ berechnen. Die Diskrepanz der beiden Werte erklärt sich mit dem oberirdischen Abfluß, der in den Werten von KERN berücksichtigt wurde. Wie die zahlreichen oberirdischen Abflüsse belegen ist der Wert nach KERN besser auf das Einzugsgebiet abgestimmt.

Bei der hier vorherrschenden Bodenart aus schlecht durchlässigen Moränensedimenten ist deren geringe Wasserleitfähigkeit das bestimmende Moment für die Versickerung und damit auch für den oberirdischen Abfluß.

Da Abflußmessungen für das Untersuchungsgebiet fehlen, wird in eine Abschätzung der Grundwasserneubildung durch die Deckschichten über die Durchlässigkeit vorgenommen. Dabei wurden für einen Teil der Geländeoberfläche gering durchlässige



Moränensedimente (z.B. Geschiebelehm) angesetzt. Durch lehmiges Material in Moränengebieten ergibt sich unter den in Kap.3.2 näher erläuterten Annahmen, eine Versickerung von etwa $5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Setzt man diese verringerte Sickerate für 50 % der Geländeoberfläche an, so errechnet sich eine **mittlere Grundwasserspende von $11,7 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$** .

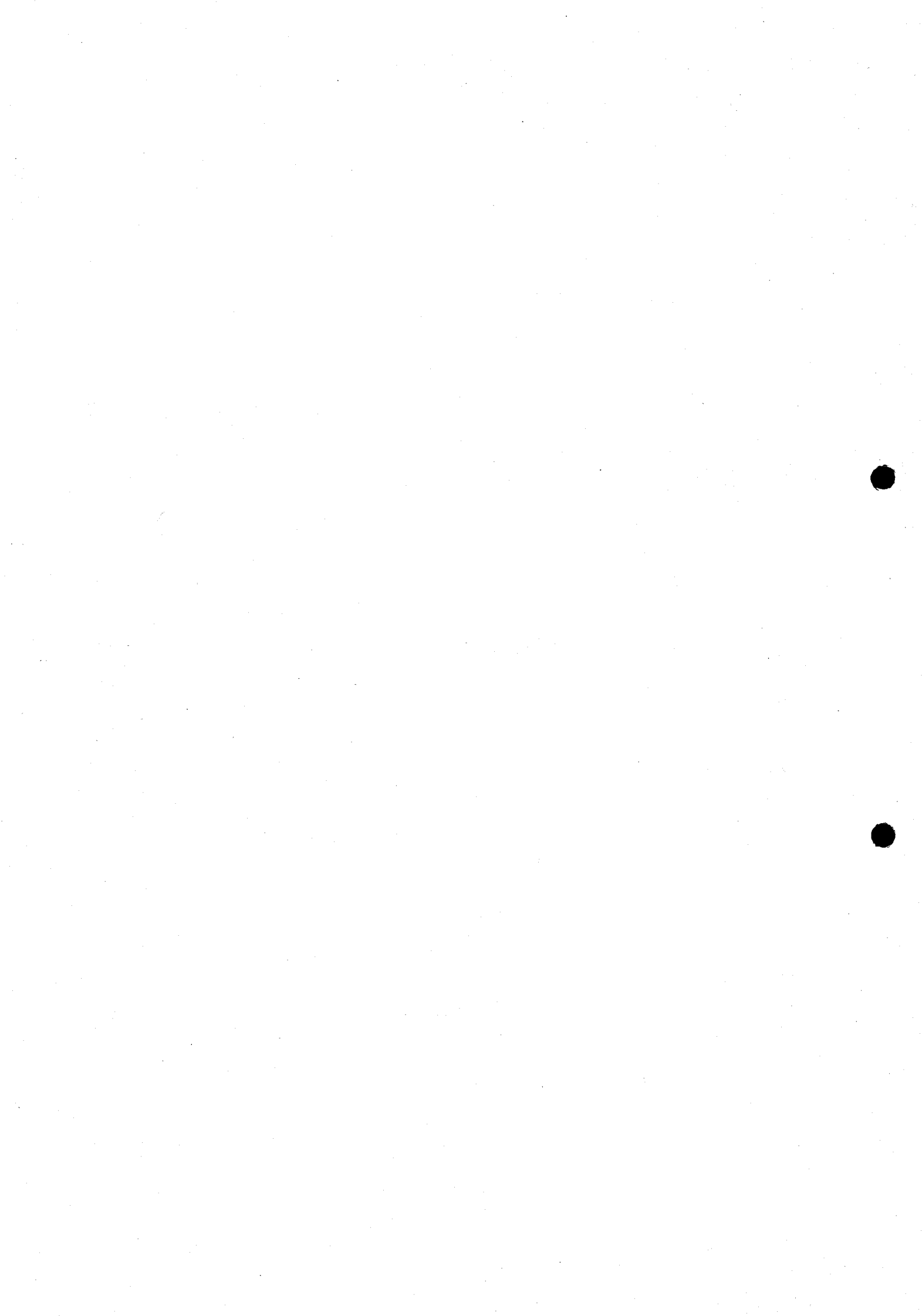
2.2 Oberflächengewässer

An Seen über 1 ha Größe sind neben dem Kratzsee und dem Weitsee noch der Scheibelsee und der Schillinger See zu erwähnen. Sie sind durch den Seebach verbunden und gemeinsam unter dem Namen Schnaitseen bekannt. Ein weiterer kleiner See liegt etwa 800 m nordöstlich von Frabertsham. Die Gesamtfläche der beschriebenen Wasserflächen beträgt etwa 12 ha.

Die Gerinne Mörnbach und Seebach, die das Untersuchungsgebiet nach Nordosten verlassen, versickern bereits nach wenigen Kilometern im Untergrund. Die übrigen Gerinne, die vom Nord-Süd verlaufenden Moränenkamm bei Schnaitsee nach Westen fließen, entwässern ihr Einzugsgebiet über den Murnbach ins Rosenheimer Becken. Der sich von Schnaitsee über Frabertsham nach Süden ziehende Moränenrücken wirkt als Wasserscheide zwischen dem Chiemseebecken und dem Rosenheimer Becken.

2.3 Geologischer Aufbau

Das untersuchte Gebiet wird geologisch dem Übergangsbereich zwischen dem ehemaligen Chiemseegletscher und dem ehemaligen Inngletscher zugeordnet. Die während der letzten Eiszeit abgelagerten Sedimente sind verantwortlich für die heutige kleinräumige Gliederung der Oberfläche im Untersuchungsgebiet (Jungmoränenlandschaft).



2.3.1 Tertiär

Im gesamten bearbeiteten Gebiet wird der Untergrund der quartären Sedimente von Tertiärgesteinen aufgebaut. Hydrogeologisch wirken die aus ockerbraunen Ton- bis Sandmergeln bestehenden Gesteine der oberen Süßwassermolasse wasserstauend und bestimmen durch das Relief ihrer Oberfläche den Grundwasserfluß. Sie sind im Untersuchungsgebiet durch die Quartärsedimente überdeckt und nur in der weiteren Umgebung an der Oberfläche anstehend (Kraiburg a. Inn, Halfing).

Aus Bohrungen ist bekannt, daß die Überdeckung der Tertiärsedimente mit jüngeren Sedimenten bis zu 80 m beträgt (Bohrung Obing B1/80).

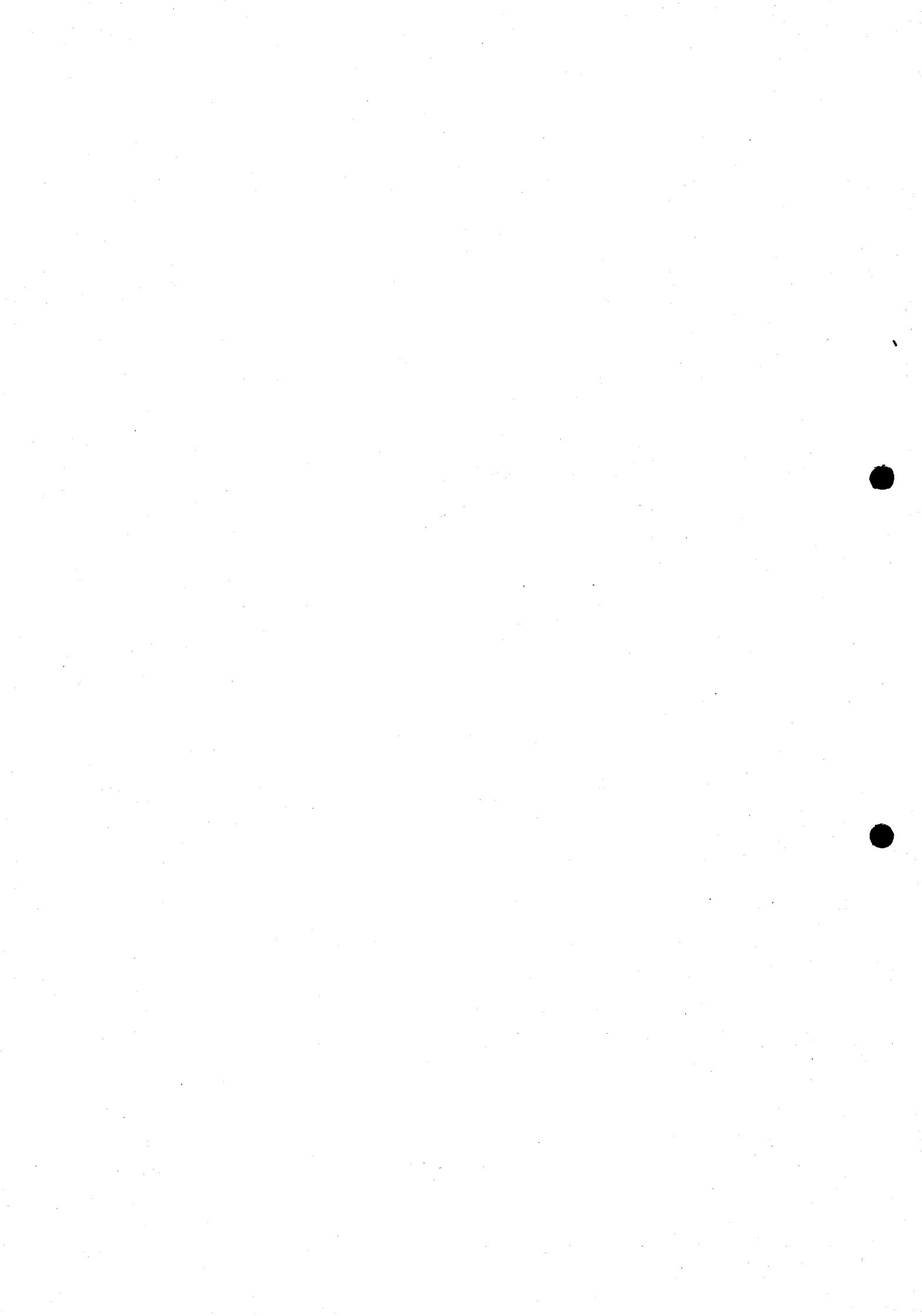
Die Oberkante der tertiären Sedimente liegt im allgemeinen unter 480 mNN. Aus dem Raum zwischen Schnaitsee/Frabertsham zieht eine tertiäre Hochlage nach Nordosten, die Höhen bis über 490 m aufweist.

2.3.2 Quartär

Auf die Tertiärsedimente folgen, sieht man einmal von nur lokal ausgebildeten Rinnenfüllungen ab, im Übergangsbereich zwischen Rosenheimer- und Chiemseebecken vor allem Sedimente des randlichen "Inngletschers". Mit der Entstehung im Gletscherumfeld verbunden ist die mehrphasige Akkumulation und Erosion von Sedimenten, wodurch ein kleinräumig gegliederter Wechsel von folgenden Sedimenten verursacht wird:

- Mindel/Günz - Moränen und Deckenschotter
- Ribmoränen und Rinnenfüllungen
- Würmmoränen (=Jungmoränen) und Rinnenfüllungen
- Postglaziale Talfüllungen

Die im Mindel/Günz-Glazial abgelagerten Deckenschotter bilden mit den mit ihnen verzahnten Moränensedimenten die ältesten



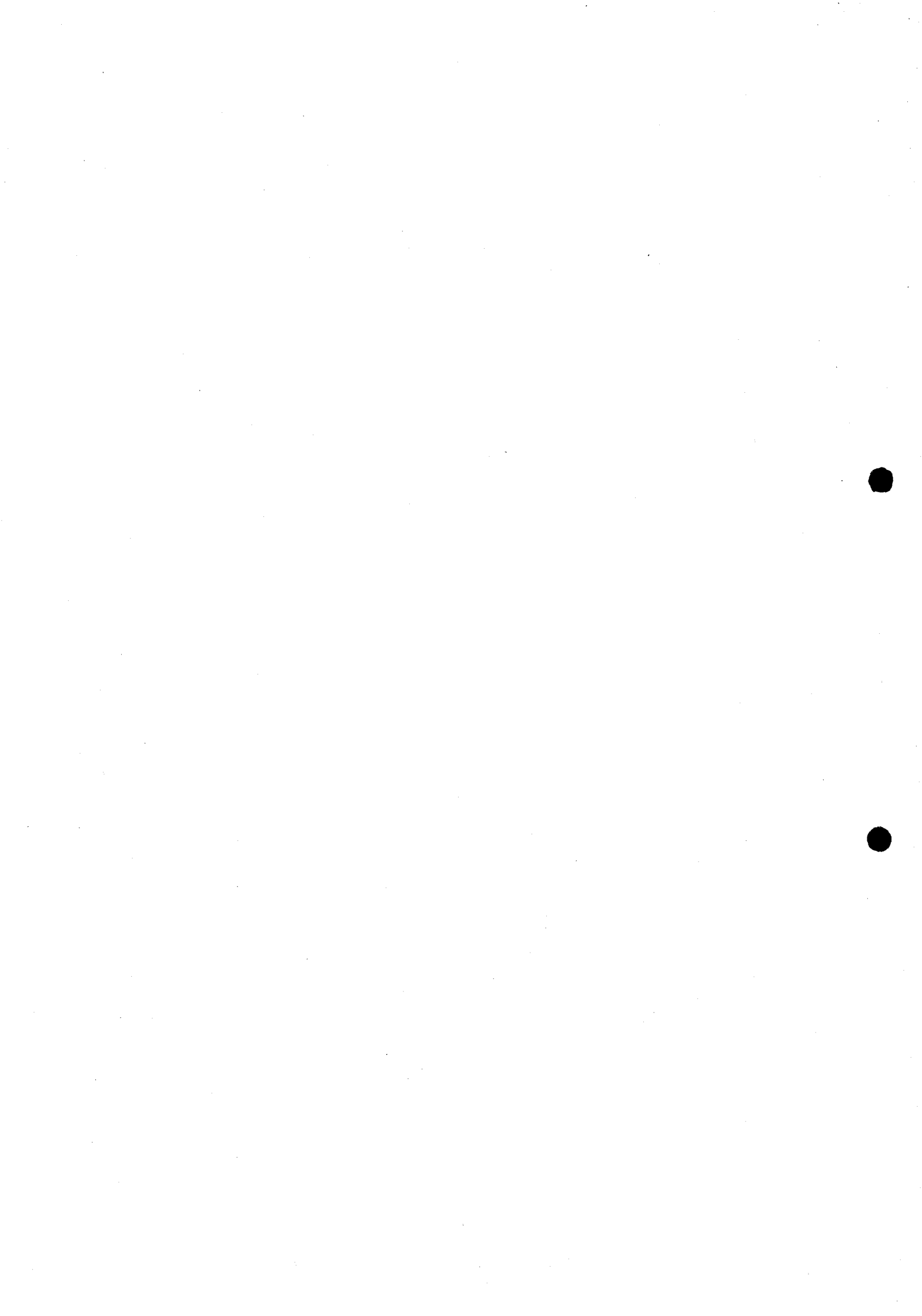
glazialen Schichten. Die fluvioglazial abgelagerten Deckenschotter, die heute meist in Form von Konglomeraten ("Nagelfluh") auftreten, bilden nördlich von Schnaitsee morphologisch in Erscheinung tretende Härtlinge aus. Die unregelmäßig geschichteten Kiese enthalten lagenhaft wechselnde Sandgehalte und werden bis zu 50 m mächtig. Sie sind flächig von Lößauflagen und Rißmoränenablagerungen überdeckt. Letztere bestehen nach DOPPLER (1982) aus kiesigem, verlehnten Geschiebemergel.

Südlich von Schnaitsee sind an der Oberfläche die jüngeren Sedimente des Würmglazials verbreitet. Das Jungmoränengebiet, wird östlich von Schnaitsee von einem über Kendling nach Kleinornach verlaufenden Moränenbogen begrenzt. Westlich des Ortes reicht es noch weiter nach Norden. Wie einzelne Vorkommen (z.B. bei Stockham) zeigen, sind die älteren Schotter von jüngeren Sedimenten überdeckt worden.

Die Sedimente in diesem Gebiet bestehen aus Moränensedimenten und aus Kiesen, die sich horizontal und vertikal verzahnen. Das Moränenmaterial ist an der Oberfläche im allgemeinen bereits durch die morphologisch in Erscheinung tretenden Moränenwälle feststellbar. Hinzu kommt bei flächiger Verbreitung die wasserstauende Wirkung, die durch den hohen Anteil an feinkörnigen Bestandteilen bedingt ist und in Geländesenken die Ausbildung von Mooren und Feuchtflächen ermöglicht. Im übrigen ist das Moränenmaterial unsortiert, weist also ein weites Korngrößenspektrum auf. TROLL beschrieb bereits 1924, daß der von Seon bis Schnaitsee ziehende Moränenbogen besonders kantiges und grobes Findlingsmaterial aufweist und damit als Obermoräne anzusehen ist.

Wie das Profil von Brunnen III zeigt, kann am Fuß der Würmablagerungen Seeton vertreten sein, der eine wichtige Rolle als Wasserstauer spielt.

Die vorgenannten Sedimente werden ebenso wie die älteren quartären Sedimente von Rinnen durchzogen, an denen das ursprüngliche Material ausgeräumt und von überwiegend gut was-



serleitenden Kiesen und Sanden (Niederterrassenschotter) ersetzt wurde.

Die bedeutendste dieser Rinnen zieht von Obing über Sandgrub nach Waldhausen und setzt sich im Tal des Fraundorfer Bachs bzw. Seebachs fort. Im Osten lassen sich weitere parallel dazu verlaufende Rinnen feststellen, die ebenfalls das Gebiet in nordöstliche Richtung entwässern (z.B. Mörnbach, Schabinger Tal). Westlich von Schnaitsee sind die kieserfüllten Entwässerungsrinnen nach Norden ausgerichtet. Als Beispiel ist hier vor allem das von Pfaffenham über Kirchloibersdorf verlaufende Tal des Seebachs zu erwähnen.

Die Mächtigkeit der Kiese beträgt bis zu 80,0 m.

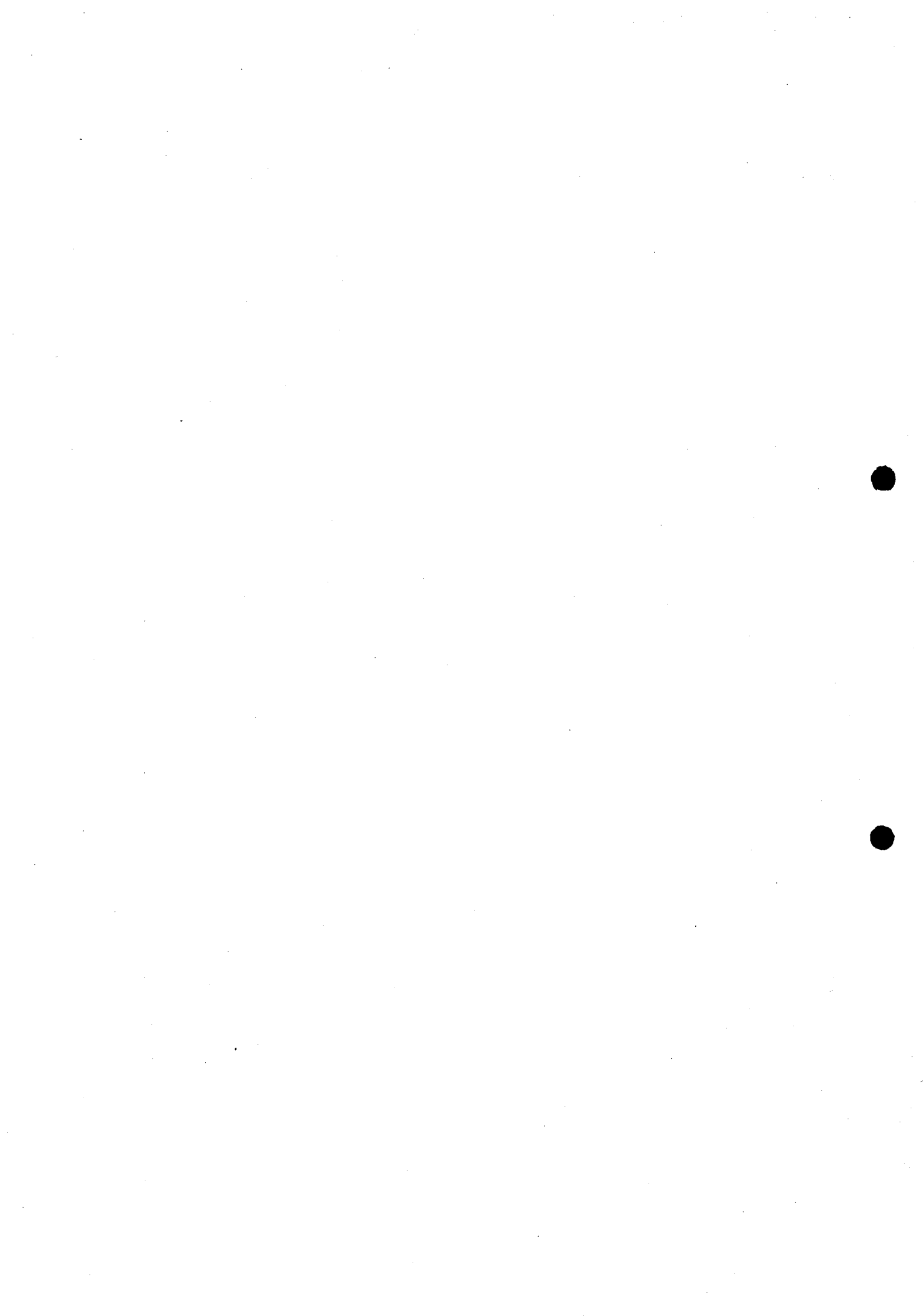
Durch die Oberflächenmorphologie des Geländes und des Untergrunds und ein- bzw. auflagernde Feinsedimente, kann die Mächtigkeit der Kiese auf kurze Entfernung stark schwanken.

2.3.3 Böden

Die Bodenschätzungskarte, die vom Bayer. Geologischen Landesamt auf Grund von Unterlagen der Oberfinanzdirektion herausgegeben wird, gibt einen Nachweis über Vorkommen und Ertragsfähigkeit der Böden. In der Bodenschätzungskarte sind die Bodenarten und Zustandsstufen als wichtige Kriterien für die Kennzeichnung des landwirtschaftlich nutzbaren Bodens erfaßt.

Zur Auswertung kam die Bodenschätzungskarte Blatt 7940 Obing. Die wesentlichen Flächenanteile in der Umgebung des Brunnen III und nach Süden an der Staatsstraße 2360 entlang sind als sandiger Lehm überwiegend mit Ackernutzung kartiert. Westlich von Seppenberg und südlich von Ruppertsham sind vor allem Lehm Böden, ebenfalls mit Ackernutzung, verbreitet. Die weite Verbreitung der Lehm Böden ist auf die Verbreitung von Grundmoränendecke bzw. Lößaufwehung zurückzuführen.

In Waldnähe, z.B. östlich von Frabertsham aber auch auf den Moränenrücken, deutet die überwiegende Grünlandnutzung bereits



die schlechteren Böden an. Hier sind die Standorte zu feucht oder die Bodenbildung zu wenig mächtig für eine Nutzung als Ackerland.

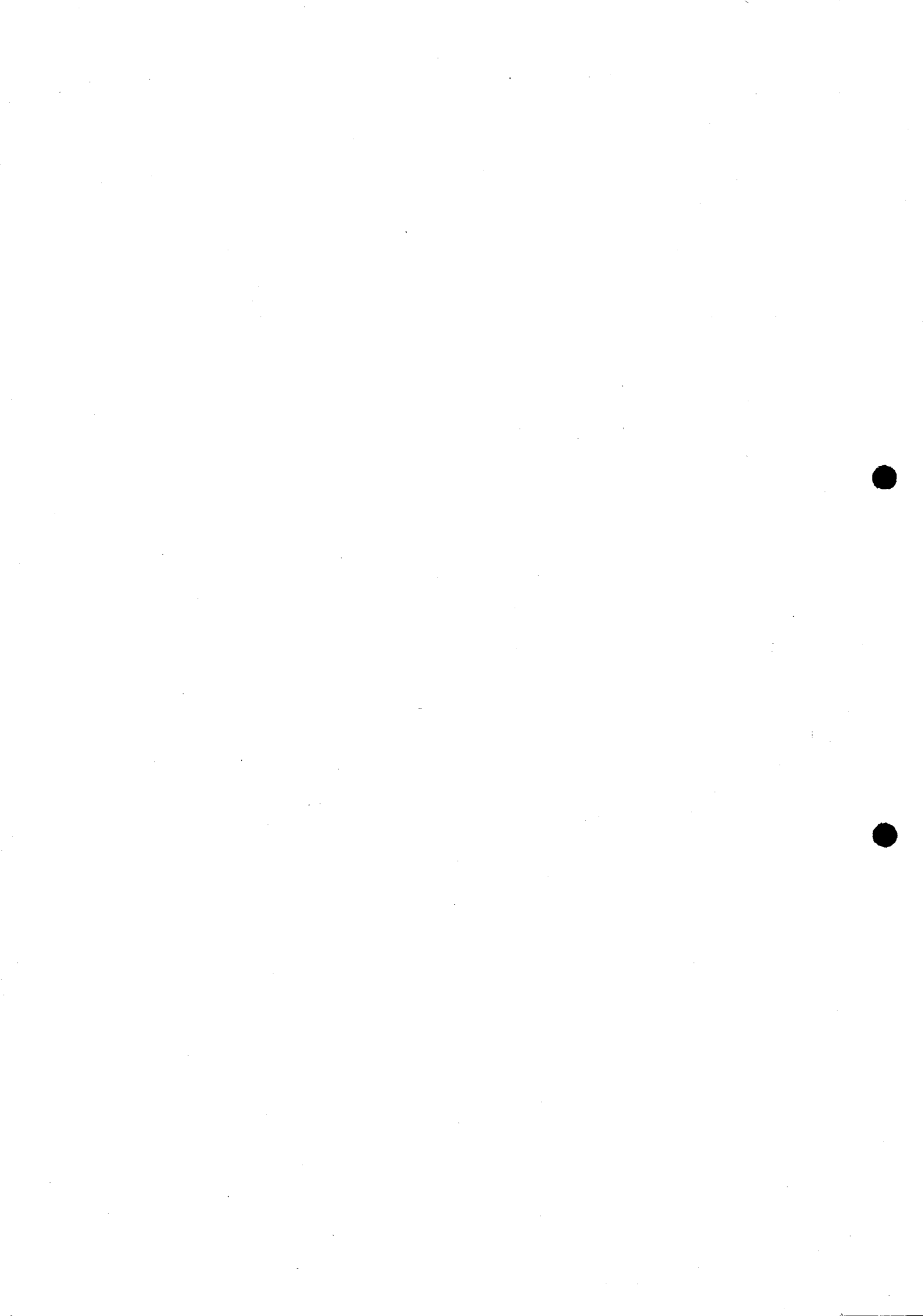
2.4 Flächennutzung

Die Nutzungsart wurde den Signaturen der Bodenschätzungskarte entnommen sowie aus Unterlagen des statistischen Landesamtes München ermittelt.

Dabei zeigte sich im vermuteten Anstrombereich (siehe Kap.4.2) ein deutliches Übergewicht der Ackernutzung gegenüber der Grünlandnutzung. Der Anteil der Waldfläche beträgt ca. 30 %. Insgesamt ergibt die Auswertung der Bodenschätzungskarte Hinweise auf eine intensive Landnutzung in Brunnennähe. Die unterschiedlichen Böden lassen eine Differenzierung in bezug auf die Gefährdung durch flächenhaften Schadstoffeintrag in einem noch einzugrenzenden Einzugsgebiet zu.

Im vermuteten Anstromgebiet der Brunnen dominieren Streusiedlungen in Form von landwirtschaftlichen Anwesen.

Die generelle Beurteilung der Flächennutzung der Gemeinde Schnaitsee zeigt in weiten Bereichen hohe Übereinstimmung mit den Flächennutzungsdaten der Gemeinde Obing, die ebenfalls im angenommenen Einzugsgebiet liegt.

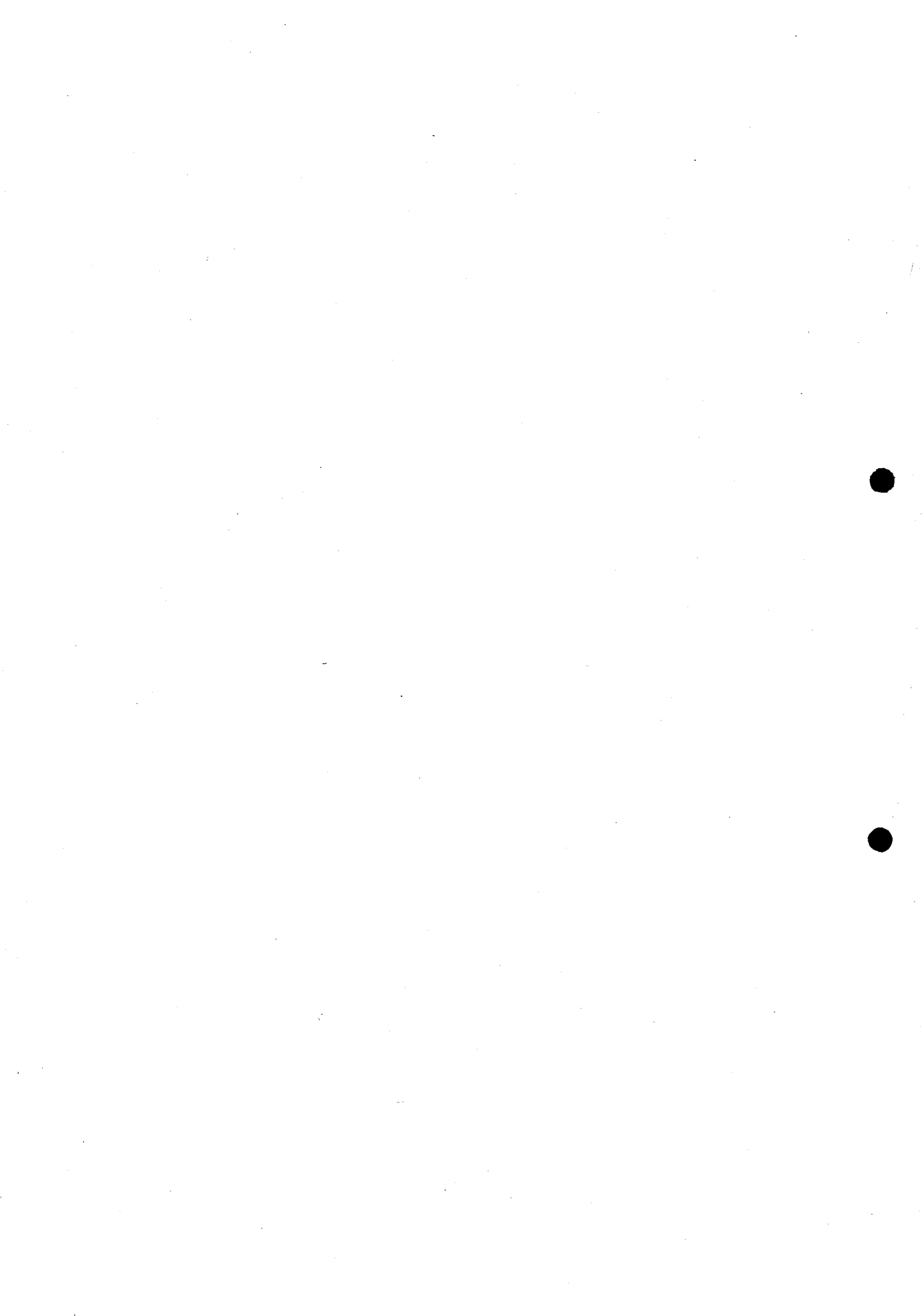


Flächennutzungsdaten im vermuteten Anstrombereich der Brunnen
von Schnaitsee

	Obing		Schnaitsee	
	1979	1987	1979	1987
φ Betriebsgr. ha LF	16	16	16	16
WF/LF %	25	25	25	25
AF/LF %	41	38	50	53
DG/LF %	59	62	50	47
HF/AF %	1	<1	<1	<1
FF/AF %	39	56	45	50
Mais/FF %	84	76	72	70
Getr./AF %	56	43	55	47
Feldg./AF %	3	0	0	0
GV	6219	6747	8622	9503
DE	5279	5729	7383	8140
GV/ha	2,0	2,3	2,0	2,3
DE/ha	1,7	2,0	1,7	2,0

Erläuterung der Abkürzungen:

- BF = Betriebsfläche (gesamte Fläche der land- und forstwirtschaftlichen Betriebe)
 WF = Waldfläche LF = landwirt. genutzte Fläche
 AF = Ackerfläche SK = Sonderkulturen
 DG = Dauergrünland HF = Hackfrucht
 SM = (Silo-)Mais Getr. = Getreide
 Gem. = Gemüse/Gartengewächse
 FF = Fütterfläche (gesamte Ackerfutter ohne DG aber incl. Mais)
 GV = Großvieheinheit (1 GV = 500 kg Lebendgewicht der Nutztiere)
 DE = Dungeinheit (1 DE = Düngermenge von 80 kg Stickstoff pro Jahr in Form von Exkrementen)



Beurteilung - Vergleich 1979/1987

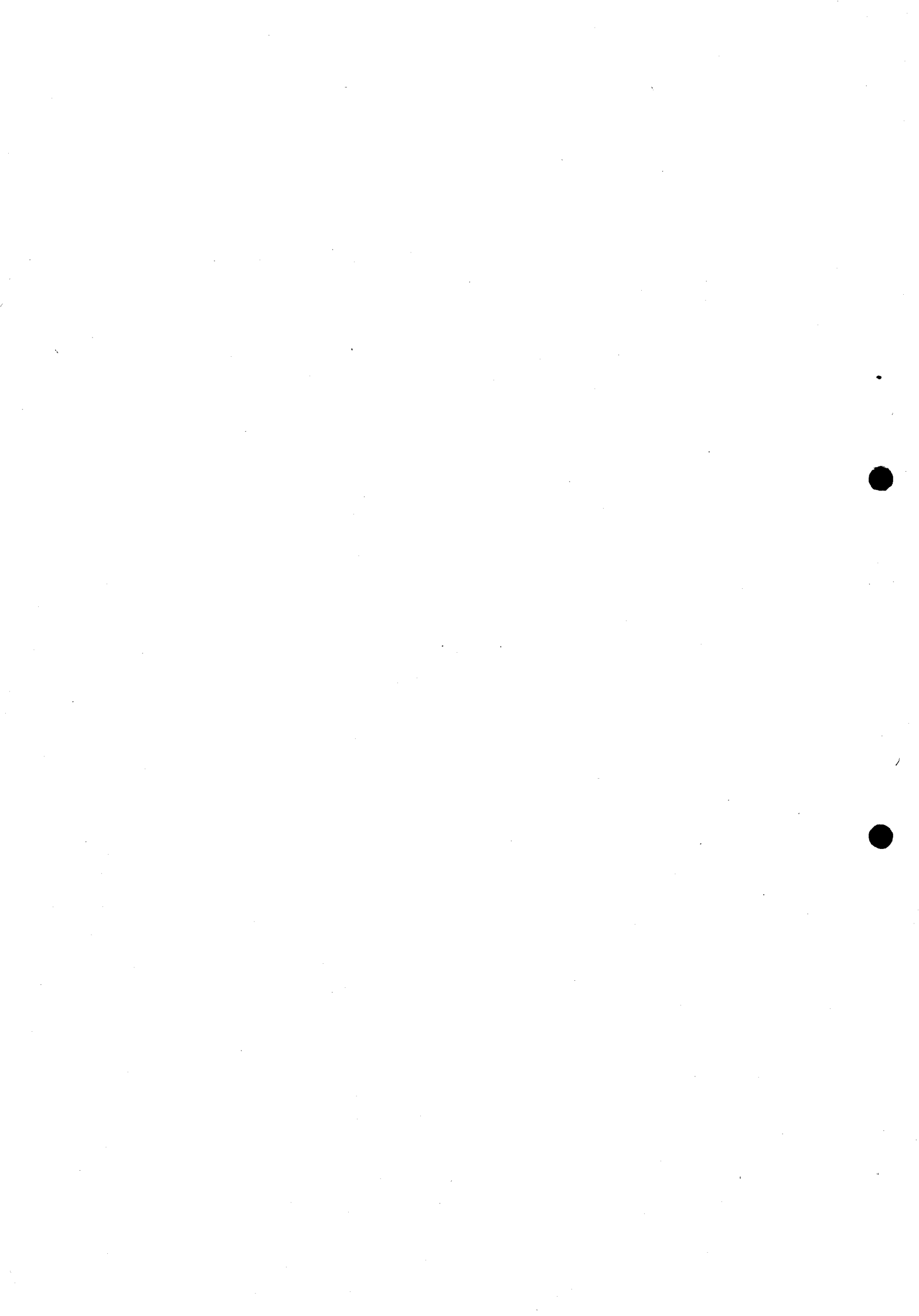
Die Auswertung der statistischen Daten gibt neben den Flächenanteilen für bestimmte Nutzungsarten auch die Entwicklung der letzten Jahren wieder. Kurz zusammengefaßt ergeben sich folgende Trends:

- mittlere Betriebsgröße: 16 ha LF; konstant
- knapp 70 % der LF in Betrieben >20 ha LF
- Anteil der Waldfläche konstant bei 25% der LF
- durchschnittl. Grünlandanteil an der LF bei 50 %; konstant
- sehr wenig Hackfruchtanbau (<1%), vereinzelt Rüben
- Anteil der Futterpflanzen an der Ackerfläche ansteigend (20% mehr), d.h. mehr Maisanbau (70 - 80 % der Futterfläche ist Grün-(Silo) mais)
- Getreideanbau zugunsten Feldfutterbau eingeschränkt um ca.20%
- 1987 kein Gemüseanbau
- hoher Viehbesatz mit steigender Tendenz, überwiegend Rinder (Mast, Milch)

Insgesamt sind die statistischen Daten der beiden Gemeinden aus Wasserwirtschaftlicher Hinsicht wegen des hohen Grünlandanteils als günstig, wegen des steigenden Viehbesatzes (→ viel Wirtschaftsdünger, intensiver Maisanbau) als ungünstig zu bewerten.

Abbau von Bodenschätzen

Im Regionalplan der Region Oberbayern Ost Ausgabe 1974 ist für die Gemeinde Schnaitsee ein Kiesabbau eingezeichnet. Es handelt sich dabei um den inzwischen aufgelassenen Abbau rund 500 m südlich des Brunnen III. Die im Regionalplan Oberbayern Ost Ausgabe 1988 bei Kling, 2,5 km westlich von Schnaitsee, eingezeichnete Vorbehaltsfläche für Kiesabbau liegt nicht mehr im angenommenen Einzugsgebiet (vgl.Kap.4.2).



Als weitere Nutzung von Bodenschätzen ist im oben aufgeführten Regionalplan von 1974 eine Konzession zur Ausbeutung von Bitumen angeführt. Hierunter fällt die Förderung von Erdgas, das in der Gemeinde Schnaitsee von der Mobil Oil Ag bei Flötzing ausgebeutet wird. Ein weiterer Bohrpunkt ist für den Raum Schilling/Lichteneck geplant. Wasserwirtschaftlich hat das Vorhandensein dieser Lagerstätten für die Wasserfassungen von Schnaitsee keine Bedeutung, da die Erschließungspunkte durch die Senke der Schnaitseen vom Brunnenstandort getrennt sind und zudem die Grundwasserfließrichtung vom Brunnenstandort aus nach Norden bis Nordwesten zeigt. Ein Eintrag von dieser Seite her kann damit sicher ausgeschlossen werden.

Deponieflächen, Altlasten

Die Müllkippe der Gemeinde Schnaitsee ist bereits im Regionalplan von 1975 als aufgelassenen beschrieben. Sie lag bei Gattenham. Weitere mögliche Altlasten liegen im Bereich der ehemaligen Kiesabbau, so z.B. in der oben bereits erwähnten Kiesgrube 500 m südlich des Brunnen III.

Siedlungsflächen

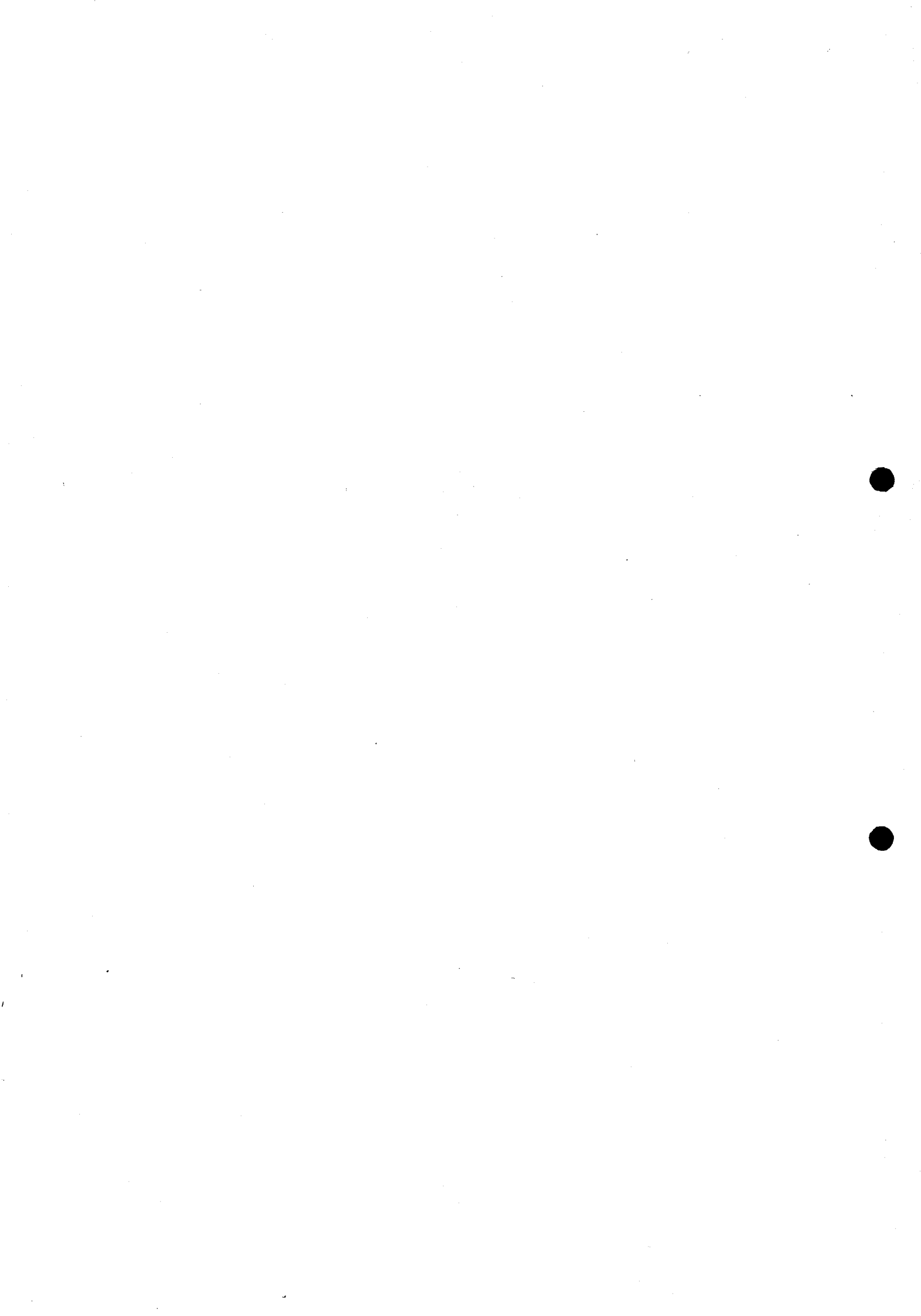
Im vermuteten Anstrombereich der Brunnen besteht keine geschlossene Bebauung. Die nächsten Einzelgehöfte sind 650 m (Edenreit) bzw. 850 m (Eggerding, Ginzing) entfernt. Das nächstgelegene Wohnbaugebiet bei Allerding (1 km NW-lich des Br.III) ist durch die Senke der Schnaitseen orographisch und hydrologisch vom Brunnenstandort getrennt.

Verkehrsflächen

Die Bundesstraße 304 (Wasserburg-Altenmarkt) quert den vermuteten Anstrombereich der Brunnen im Süden in einer Entfernung von 2 km.

Kanalisation, Abwasser

Die Einzelgehöfte im Untersuchungsgebiet versickern ihre Abwässer jeweils in eigenen Versitzgruben. Bei Neubauten wird



inzwischen der Bau von Kleinkläranlagen gefordert.

Für den Ort Frabertsham wird zur Zeit von der Gemeinde Obing aus ein Kanal für das anfallende Abwasser gebaut.

3 Hydrogeologische Verhältnisse

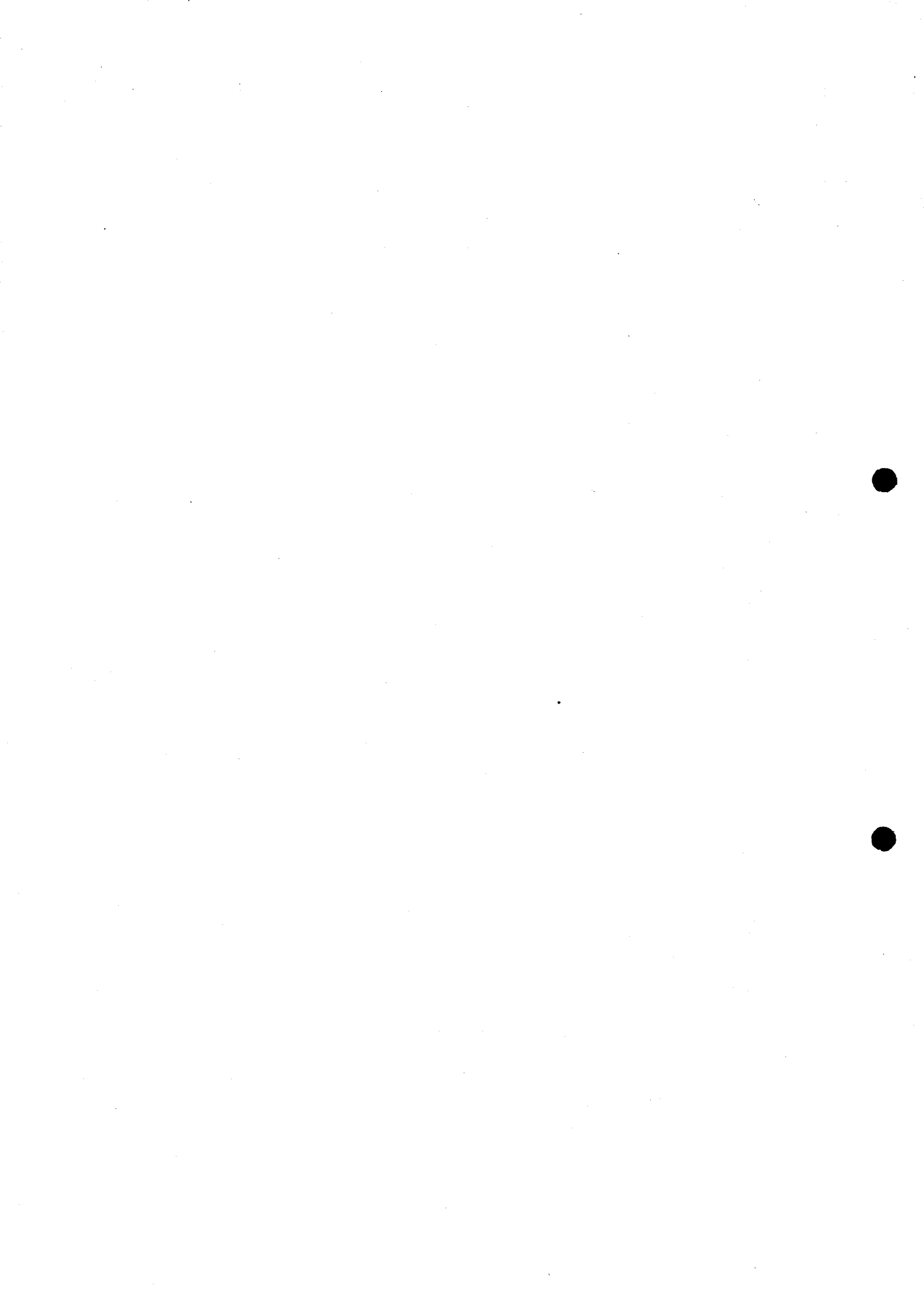
Wasser aus dem tertiären Untergrund wird in der Gemeinde Schnaitsee nicht gefördert. Das Tertiär spielt nur insofern eine Rolle, als durch die Morphologie der wasserstauenden Tertiäroberfläche unterirdische Wasserscheiden und sammelnde Rinnen für die darauf abgelagerten Quartärsedimente wirksam sind.

3.1 Quartäres Grundwasserstockwerk

Die Aufnahme der Brunnendaten in der Gemeinde Schnaitsee ergab neben der Nutzung von Oberflächengewässern/Quellen, die hier nicht weiter untersucht wird, eine kleinräumig gegliederte Grundwasserlandschaft innerhalb der Quartären Schichten.

Es lassen sich folgende Grundwasserkörper bzw. -leiter unterscheiden:

- **Oberflächennahe Grundwasserlinsen** (Schabinghof, Hattal, Ruppertsham u.a.), die räumlich begrenzt sind und nur im Jungmoränengebiet angetroffen werden.
- **Hauptgrundwasserstockwerk (Deckenschotter)** mit Brunnen-tiefen zwischen 24 und über 50 m. (Seppenberg, Schmidham usw.) mit flächenhafter Verbreitung im Norden von Schnaitsee und auch im Untergrund der Würmsedimente.
- **Würm- und postglaziale Schotterrinnen** mit besonders er-giebigen GW-Vorkommen (z.B. Brunnen III, Grub) räumlich durch die Flanken ehemaliger Schmelzwassertäler begrenzt mit weiter Nord-Süd-Erstreckung.

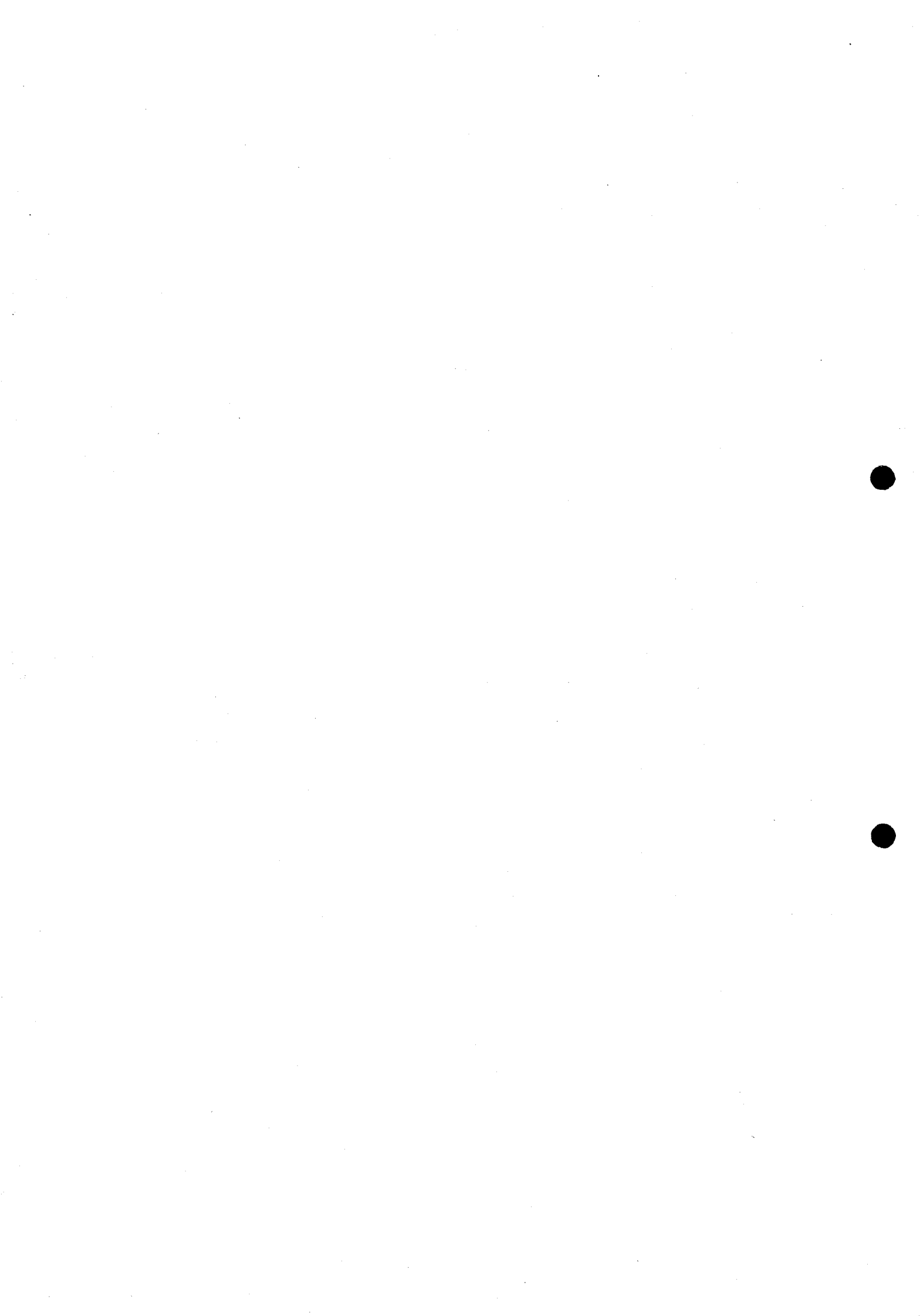


Die Mächtigkeit der einzelnen Grundwasserstockwerke kann wegen der kleinräumigen Änderung der Sedimentationsbedingungen auf kurze Entfernung schwanken, jedoch zeichnet sich generell folgendes Bild ab:

Die oberflächennahen Grundwasserkörper sind meist in einer Tiefe von 6 bis 10 m erschließbar, wobei die Mächtigkeit der Wasserführung maximal 1,5 m beträgt. Die Vorkommen sind nicht sehr ergiebig ($< 1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) und können an manchen Brunnen innerhalb weniger Stunden Pumpzeit leergepumpt werden (Ruppertsham), oder fallen gelegentlich trocken (Henning). In der Mehrzahl der Fälle sind diese Grundwasservorkommen im Untersuchungsgebiet an nur lokal vorhandene Sand- oder Kieslinsen gebunden, die sich vom umgebenden Moränenmaterial durch bessere Wasserleitfähigkeit bzw. höheres Porenvolumen unterscheiden. Hierbei sind im umgebenden Material die Porenräume vorwiegend wassergesättigt.

Nur vereinzelt treten auch sogenannte hängende Grundwasserstockwerke auf. Sie setzen innerhalb eines gut durchlässigen Aquifers (z.B. Deckenschotter) regional begrenzte, lagig ausgebildete Stauer (Tone, Nagelfluhbänke) innerhalb der wasserungesättigten Zone voraus. An diesen sammelt sich Sickerwasser, das über dem eigentlichen Grundwasserstockwerk "hängt". Sie sind daran erkennbar, daß der Wasserspiegel auf einzelne Niederschlagsereignisse schnell reagiert (Gattenham). An den Rändern tritt das Wasser des schwebenden Stockwerks über und nährt das tiefere Hauptgrundwasserstockwerk.

Das Hauptgrundwasserstockwerk findet sich über der Sohle der quartären Deckenschotter die in Tiefen von 24 bis über 50 m angetroffen wird. Die sandigen Kiese werden teilweise von Nagelfluhbänken durchzogen. Von Bedeutung für die Wasserwegsamkeit ist auch das Auftreten von gelegentlich eingeschalteten Lehmdecken, deren Entstehung je nach Lage auf eine Grundmoränendecke zurückgeführt oder als inzwischen überdeckte Bodenbildung gedeutet wird. Der Wasserspiegel in diesen Kiesen wird teilweise erst 30,0 m unter Gelände angetroffen.



Erwähnenswert sind noch die jungquartären, kiesigen Rinnenfüllungen, die wegen der hohen Ergiebigkeit von Brunnen III vermutlich dort angetroffen wurden. Sie unterscheiden sich vom Hauptgrundwasserstockwerk dadurch, daß hier an der Oberfläche nur geringmächtige Lehmüberdeckungen (<1m) ausgebildet und im Sediment Nagelfluhbänke bisher nicht bekannt geworden sind. Zusammen mit der großen Längserstreckung des Einzugsgebiets ergeben diese Eigenschaften eine im Vergleich zu den Deckenschottern höhere Durchlässigkeit und Ergiebigkeit dieser Schotterstränge. Die Mächtigkeit an Brunnen III beträgt etwa 20 m wovon ca. 15 m wassererfüllt sind.

3.2 Hydrodynamik

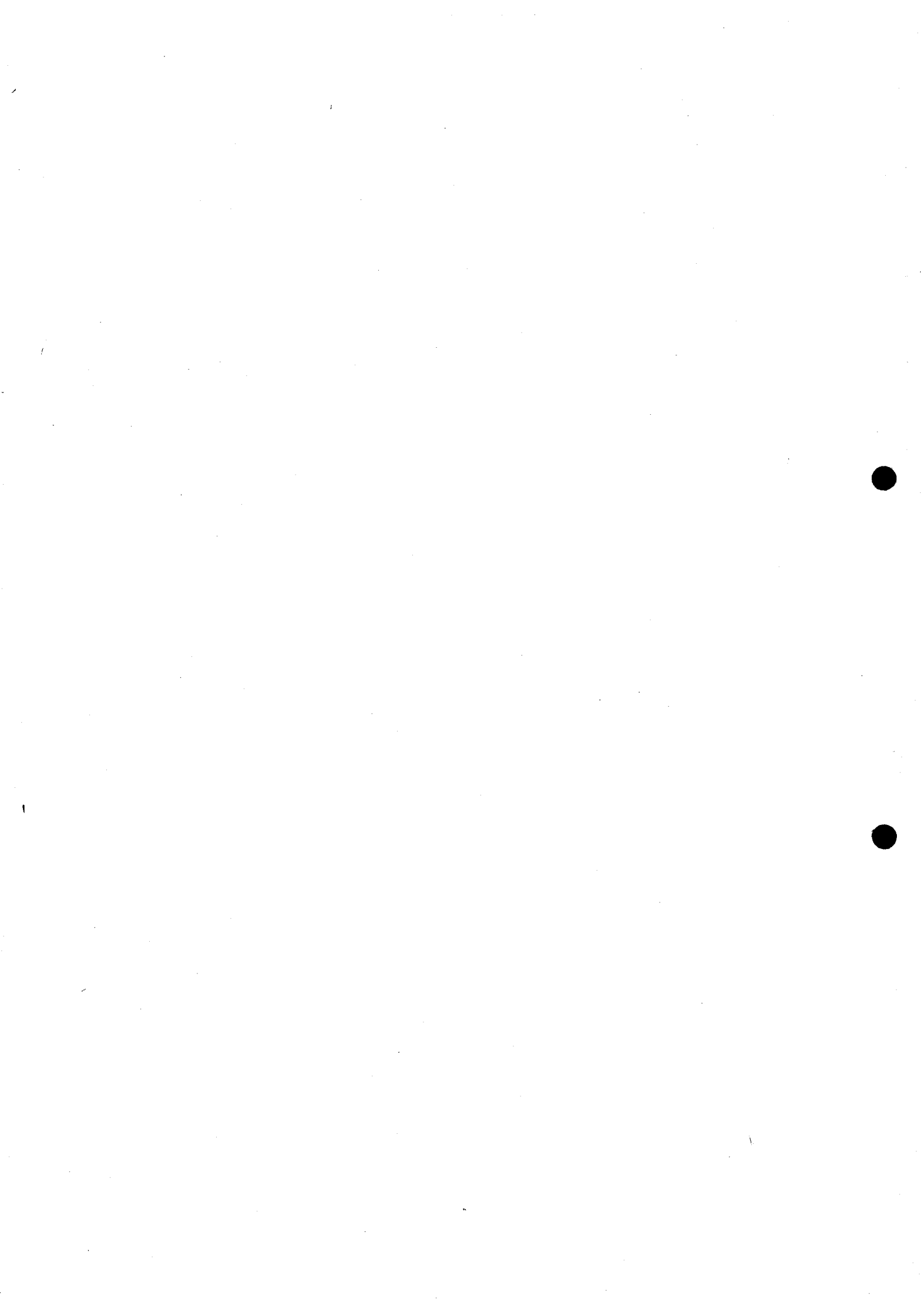
Die Bewegung des Wassers im Untergrund setzt sich aus drei Teilen zusammen:

1. Tiefensickerung des Wassers durch die ungesättigte Zone bis zum Grundwasserleiter und/oder
2. Flächenhafte Tiefenverlagerung durch die Grundwasserhemmer¹⁾ nach dem "leaky-Prinzip" in Moränengebieten. Sowie
3. Bewegung des Grundwassers (gesättigte Zone) im Aquifer.

1) Zeitfaktor!

Ungesättigte Zone

Für eine Abschätzung des Eintrags von Stoffen und den Ablauf der Grundwasserneubildung ist die Kenntnis der Durchlässigkeiten von ungesättigten Deckschichten über der Grundwasser-oberfläche eine wichtige Voraussetzung. Im Jungmoränengebiet südwestlich von Schnaitsee wurde bei der Anlage des Brunnen III der Wasserspiegel in einer Teufe von 7,20 m angetroffen. Die Deckschichten bestehen hier aus etwa 1 m mächtiger Lehmauflage, sowie aus sandigen Kiesen verschiedener Körnung. Für die lehmige Bedeckung der Kiese wird eine durchschnittliche jährliche Tiefensickerung zwischen 0,3 und 0,7 m im Jahr angesetzt. Für die sandigen Kiese kann man im ungesät-



tigten Zustand (nicht alle Poren wassererfüllt) eine Sicker-
geschwindigkeit von 3 - 5 m pro Jahr ansetzen.

Entscheidend für die Grundwasserneubildung sind die Verhält-
nisse bei langandauernden bzw. ergiebigen Regenperioden. ^{oder Schneedecke}
(Winterzeit)

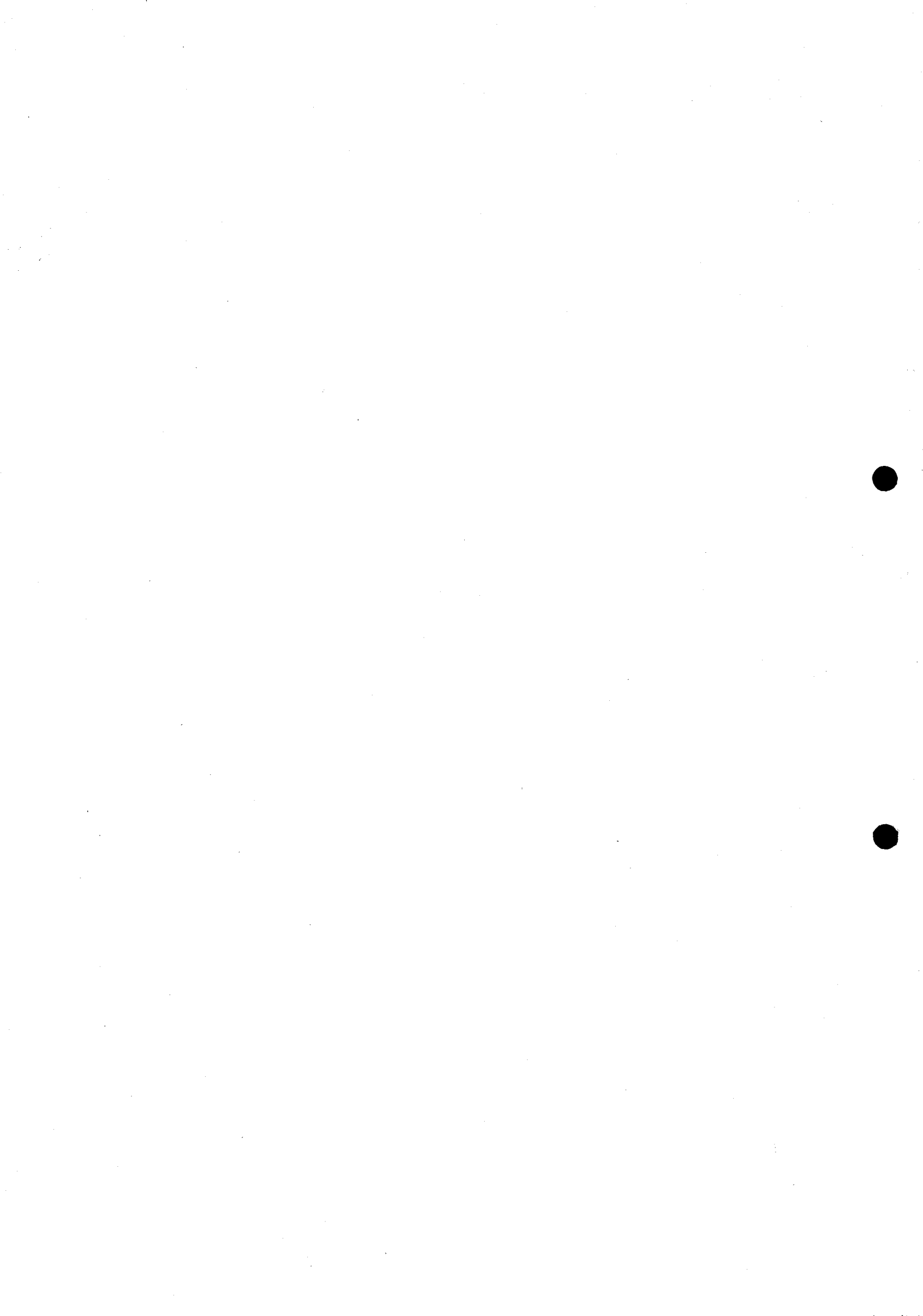
Hierbei treten kurzzeitig gesättigte Verhältnisse auf und die
Sickerfronten bewegen sich schneller in die Tiefe. Da die
Mächtigkeit der lehmigen Deckschichten um 1 m und die Mächtig-
keit der Kiese über dem Grundwasserspiegel im Schnitt 5 bis
9 m beträgt, kann man von einer durchschnittlichen **Verweil-**
dauer des Sickerwassers in den Deckschichten **zwischen 1 und 3**
Jahren ausgehen.

An Stellen wo die Deckschichten künstlich entfernt wurden
(Kiesgruben) können Schadstoffe auch in kürzerer Zeit ins
Grundwasser eindringen.

Leaky-Aquifer

Die Moränensedimente sind bei bindiger Ausbildung (hoher Fein-
kornanteil) wie ein Leaky-Aquifer zu behandeln. Als Leaky-
Aquifere werden Aquifere bezeichnet, die von einer halbdurch-
lässigen (semipermeablen) Schicht begrenzt sind, die eine
zwar sehr geringe, aber doch nicht vernachlässigbare Durch-
lässigkeit besitzt. Die Durchlässigkeit von Moränensedimenten
ist nach GROTTENTHALER (1986) bei kiesig-schluffiger Moräne
als gering bis mittel zu werten ($k_f = 1,2 \cdot 10^{-7}$ bis $4,6 \cdot 10^{-6}$
 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$). Die Grundwasserneubildung erfolgt hier flächenhaft
über die Trennschicht aus gering wasserdurchlässigen Moränen-
sedimenten.

Die Größenordnung des Grundwasserdurchfluß durch die Trenn-
schicht läßt sich nach dem "leaky"-Aquifer-Prinzip mit Hilfe
der Gl. 2 abschätzen.



$$G = \frac{k_f \cdot F \cdot \delta h}{H_2} \quad (\text{Gl. 2})$$

mit G: Größe der Grundwasserneubildung
k_f: Durchlässigkeitsbeiwert der Trennschicht
δh: Potentialdifferenz (flächengewogenes Mittel)
H₂: Mächtigkeit der Trennschichten
F: Ausdehnung der Fläche

Die Berechnung der Grundwasserneubildung beruht mangels geeigneter Datengrundlagen auf folgenden Annahmen: der k_f-Wert beträgt 8·10⁻⁶ m·s⁻¹, die Trennschichten (Geschiebelehm, Grundmoräne o.ä.) sind zwischen 5 und 10 m mächtig und die Potentialdifferenz beträgt 5 m.

Damit ergibt sich eine Grundwasserneubildung um 2,5 l·s⁻¹ je Quadratkilometer.

Dieser Wert ist nur als Anhaltspunkt für den ungünstigsten Fall zu verstehen, da der k_f-Wert stellenweise bei sandiger Ausbildung der Moränensedimente bzw. Deckschichten bis zum Faktor 100 günstiger sein kann.

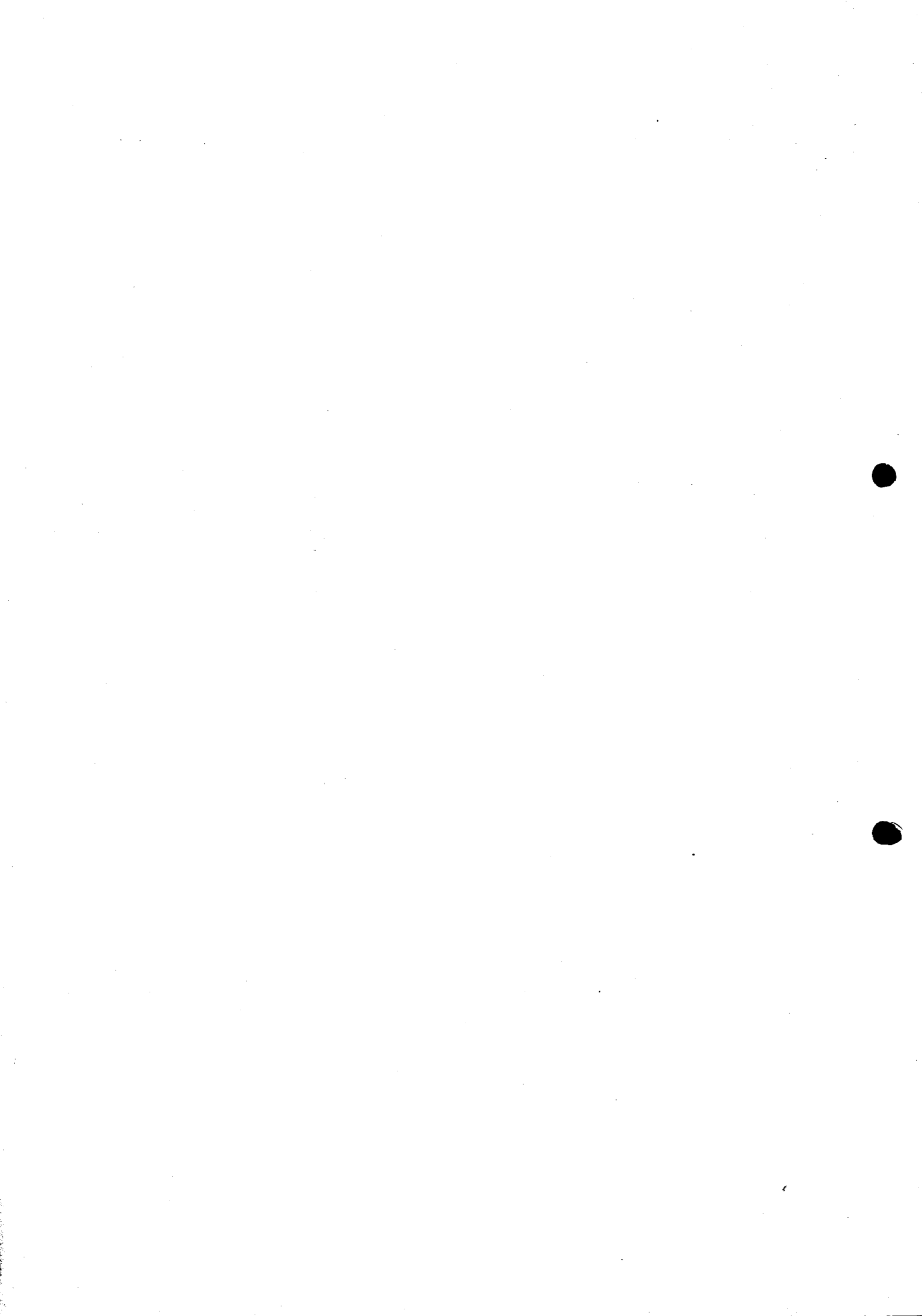
Gesättigte Zone des Aquifers

Für die Wasserbewegung in der gesättigten Zone können die in den Pumpversuchen ermittelten hydraulischen Parameter herangezogen werden.

Die mittlere Mächtigkeit des Aquifers beträgt 20,5 m. Davon sind die unteren 12 - 14 m von Grundwasser erfüllt.

Auswertung der hydraulischen Daten

Vom Bohrbrunnen III der Gemeinde Schnaitsee liegt ein Pumpversuchsdiagramm der Fa. Eckart & Söhne, Landshut vor. Ein mehrtägiger Pumpversuch fand im November 1970 (108 Std.) im Anschluß an die Fertigstellung statt.

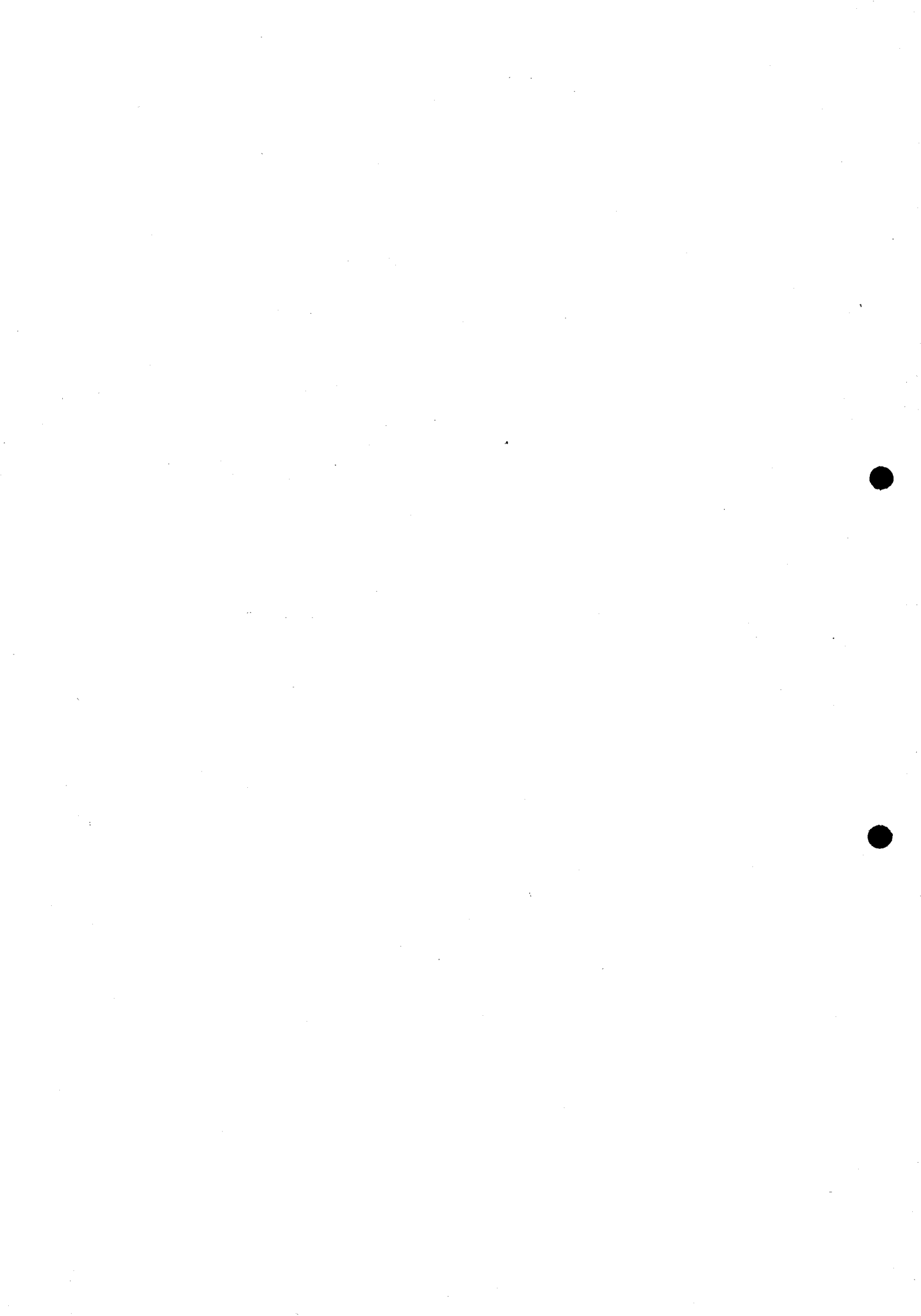


In der Tabelle 3 wurden die durch den Wasserrechtsbescheid vom 30.9.82 bewilligten Pumpleistungen berücksichtigt.

Mit den Daten aus dem Pumpversuch wurde unter Anwendung verschiedener Berechnungsmethoden der Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) berechnet. Es wurde dabei die Formel nach BIESKE (Gl.3) mit verschiedenen Entnahmemengen angewandt.

$$k_f = 2 \cdot \frac{Q_2 - Q_1}{h_1^2 - h_2^2} \quad (\text{Gl.3})$$

mit Q_1 = Entnahmemenge 1 (ca. 1/3 vom Q_2) (m^3/s)
 Q_2 = Entnahmemenge 2 (m^3/s)
 h_1 = Wasserstand im Brunnen bei Q_1 (m)
 h_2 = Wasserstand im Brunnen bei Q_2 (m)

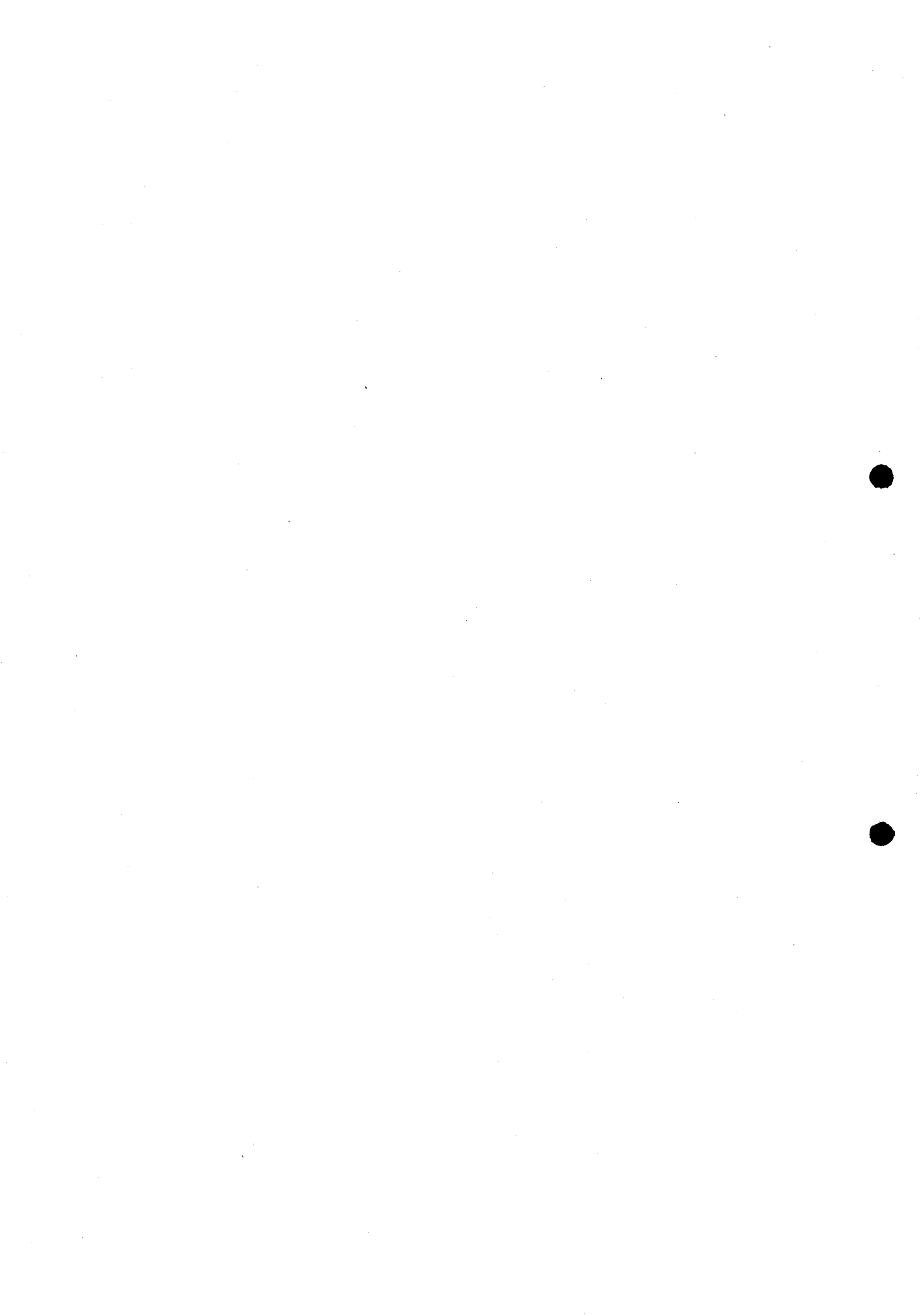


In der Tabelle 3 wurden die durch den Wasserrechtsbescheid vom 30.9.82 bewilligten Pumpleistungen berücksichtigt. Das Gefälle mußte wegen fehlender geeigneter Meßstellen anhand der topographischen Karte aus den vorhandenen Quellaustritten geschätzt werden.

Mit den Daten aus dem Pumpversuch wurde unter Anwendung verschiedener Berechnungsmethoden der Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) berechnet. Es wurde dabei die Formel nach BIESKE (Gl.3) mit verschiedenen Entnahmemengen angewandt.

$$k_f = 2 \cdot \frac{Q_2 - Q_1}{h_1^2 - h_2^2} \quad (\text{Gl.3})$$

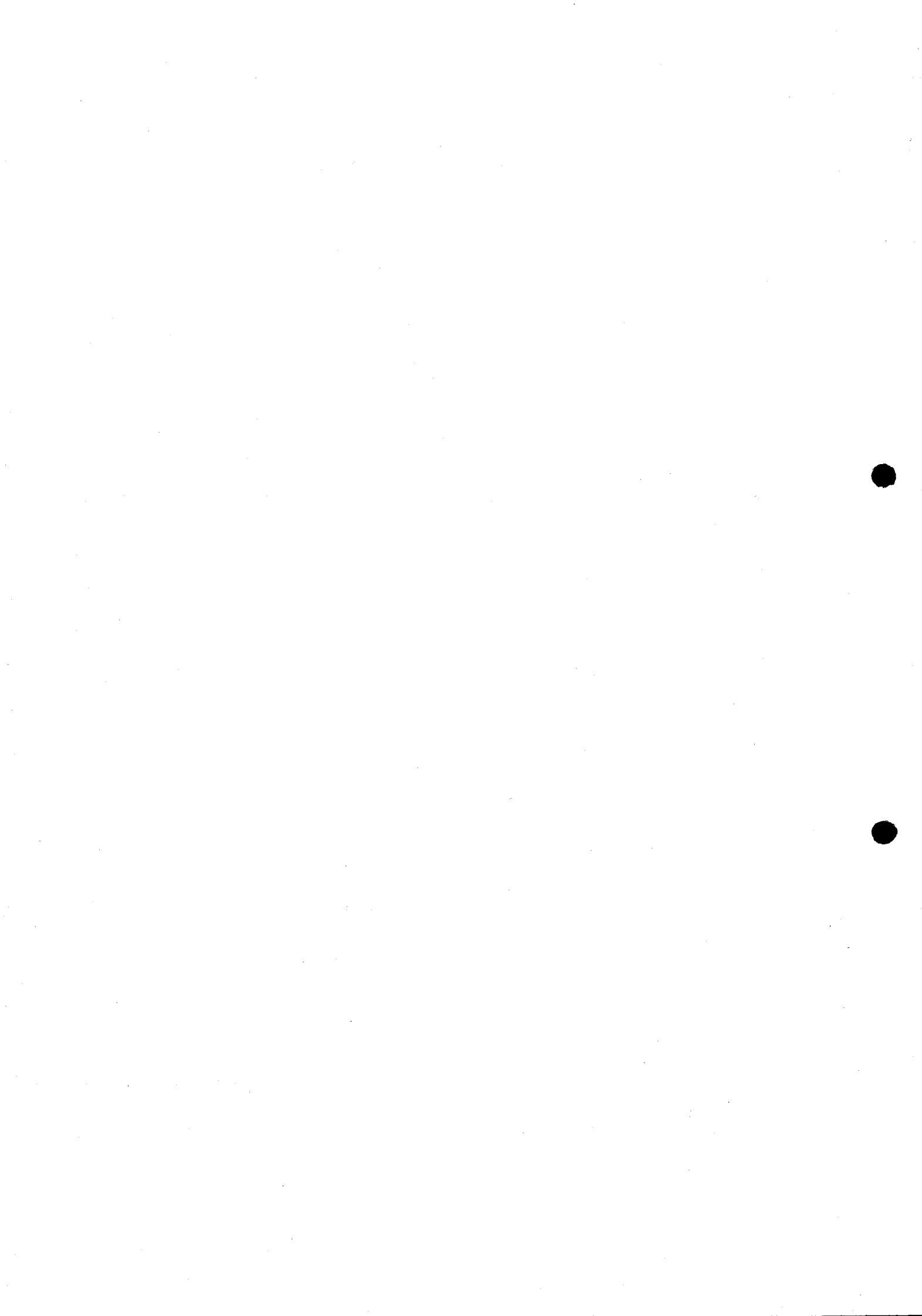
mit Q_1 = Entnahmemenge 1 (ca. 1/3 vom Q_2) (m^3/s)
 Q_2 = Entnahmemenge 2 (m^3/s)
 h_1 = Wasserstand im Brunnen bei Q_1 (m)
 h_2 = Wasserstand im Brunnen bei Q_2 (m)



Tab. 3: Hydrogeologische Daten aus der Pumpversuchsauswertung

WATEC GmbH		V. 0290/1
Schnaitsee Brunnen III		PV v.5.11.70-10.11.70
<u>Berechnungsgrundlagen</u>		
GW-Mächtigkeit (m)	: 14.63	GW-Gefälle geschätzt (o/oo): 6.00
Aquifermächtigkeit (m)	: 20.60	Filterlänge (m) : 15.00
Aquifer: ungespannt		
Brunnendurchmesser (m)	: 0.900	
Entnahmemenge 1 ($l \cdot s^{-1}$)	: 20.00	
Absenkung 1 im Brunnen (m)	: 0.450	
Entnahmemenge 2 ($l \cdot s^{-1}$)	: 56.50	
Absenkung 2 im Brunnen (m)	: 2.20	
kf-Wert nach BIESKE	: $7.84E-04 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	
kf-Wert nach DAHLHAUS	: $3.09E-03 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	
Auswertung mit kf-Wert von BIESKE und Entnahmemenge 2		
Transmissivität ($\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)	: 0.016	
Fassungsvermögen ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	: 0.079	
Abstandsgeschwindigkeit ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	: $3,35 \cdot 10^{-5}$	[= $1,45 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$]
50-Tage-Linie (m)	: 72,6	
Kulminationspunkt (m)	: 130,44	(nach WIEDERHOLD)
Halbe Entnahmebreite (m)	: 410,59	
Effektive Porosität	: 0,14	(nach MAROTZ)
Reichweite des Entnahmetrichters:		
nach KUSAKIN (m)	: 135.46	

Die k_f -Werte liegen hier im Bereich von $7,8 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Wegen fehlender Meßmöglichkeiten im Brunnenvorfeld wurde ein Gefälle von 6 ‰ angenommen (analog dem Wasserspiegelgefälle zwischen Grub und Eggerding). Mit diesem geschätzten Gefälle im Aquifer von 6 ‰ ergibt sich eine Abstandsgeschwindigkeit von $3,35 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ($\approx 3 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$). Rechnet man diese Geschwindigkeit auf 50 Tage um, so bedeutet das eine



mittlere Wegstrecke von 145,2 m.

Bei der aus dem Pumpversuch ermittelten Abstandsgeschwindigkeit handelt es sich um eine Abschätzung. Genauere Werte zur Grundwasserfließgeschwindigkeit könnten nur durch entsprechende Untersuchungen (Markierungsversuche) ermittelt werden.

Die Aussagen über die wasserleitenden Eigenschaften des Untergrunds gelten genaugenommen nur für den Brunnen selbst. Im Umfeld des Brunnens ist aufgrund der kleinräumigen Inhomogenitäten innerhalb von periglazial entstandenen Sedimenten mit schnell wechselnden Aquifereigenschaften zu rechnen.

Zur Angabe einer Strömungsrichtung im Aquifer fehlen geeignete Meßstellen bzw. verlässliche Daten. Aus der hydrogeologischen Situation (Verlauf der Entwässerungsrinnen) kann man auf eine generelle Grundwasserfließrichtung von Süden nach Norden schließen. Sichere Angaben über die tatsächliche Fließrichtung sind erst nach der Erstellung bzw. Einrichtung geeigneter Grundwassermeßstellen im Brunnenumfeld möglich.

3.3 Vorhandene Grundwasseraufschlüsse

Die Erhebung der Grundwassermeßstellen und Aufschlüsse ergab neben den von der Wasserversorgung der Gemeinde Schnaitsee genutzten Brunnen eine Reihe von Hausbrunnen (s.Tab.7).

Weitere künstliche Grundwasseraufschlüsse sind inzwischen aufgelassen. Jedoch war bei vielen Grundbesitzern noch die Lage und der Wasserspiegel von inzwischen verfüllten Brunnen bekannt.

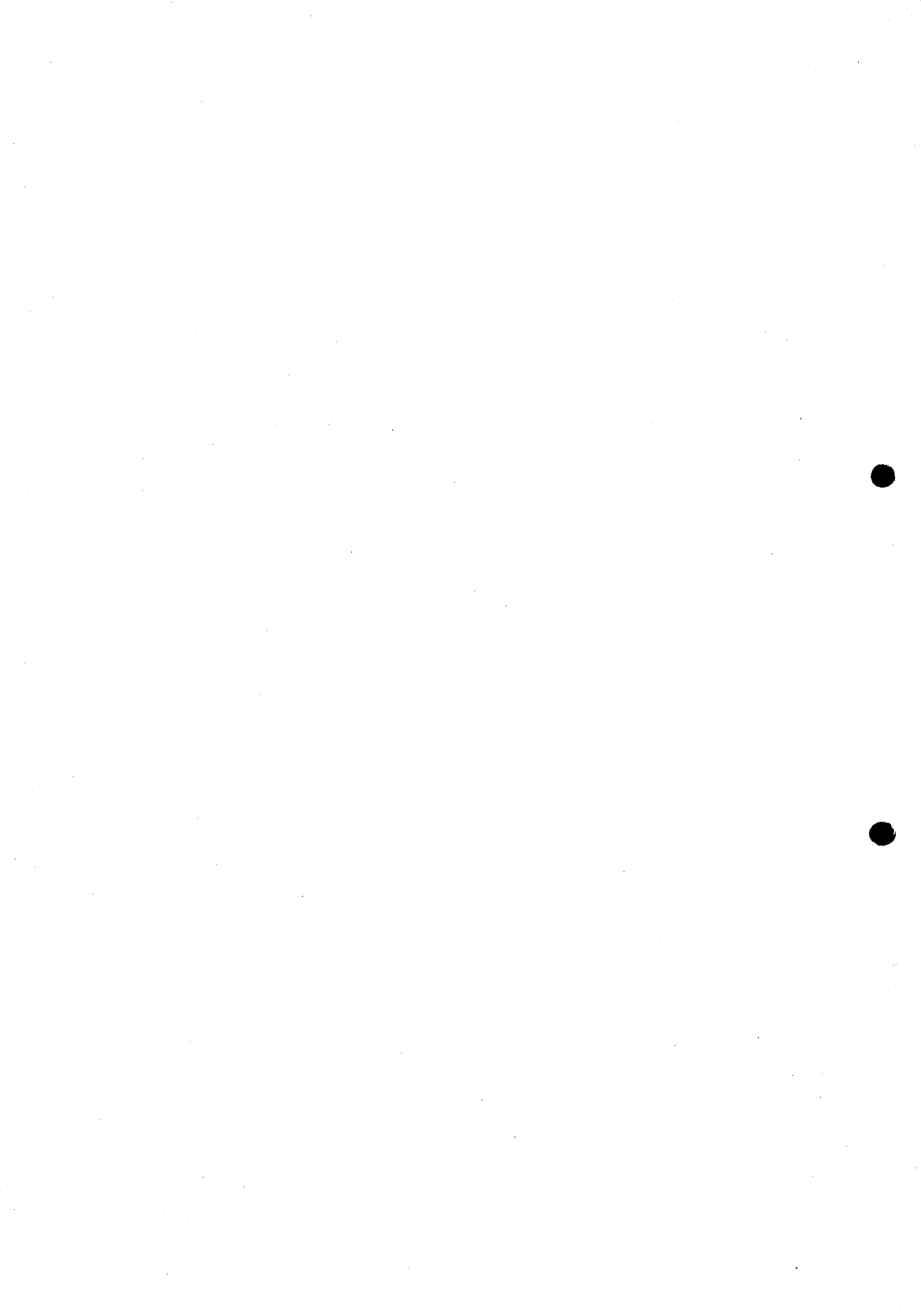
Neben diesen in der Tabelle aufgeführten Meßstellen gehen in die Betrachtung die Fließgewässer Seebach sowie mehrere Quellaustritte mit ein.

Tabelle 4: Grundwassermeßstellen in der Umgebung der Wasserfassungen der Gemeinde Schnaitsee

Nr	Meßstelle	Rechtswert	Hochwert	Geländehöhe	Brunnenteufe[m]	WS mNN ca.	GW-System
1	Brunnen I	453200	532530	544,0	?	520,2	D
2	Brunnen II	453203	532531	545,50	?	518,25	D
3	Brunnen III	452715	532383	555,0	25	530	G/D
4	Schnaitsee	452788	532487	551,40	14,5	546,25	D
5	Allerding	452680	532450	564	4,0	562,6	D
6	Gallertsham	452720	532170	615	12	603	M
7	Eggerding	452622	532403	568	18	550	D
8	Freinberg	452580	532313	578	50	528	D
9	Grub	452598	532297	574	29	557,2	D
10	Henning	452870	532452	582	3,8	579,6	L
11	Fachendorf	452907	532432	585	8,5	577,8	L
12	Rupertsham	452850	532408	577	5,5	575,5	L
13	Maurach	4530750	5323588	565	<10	559	L
14	Zeismering	4530550	5322635	575	77	516,3	D
15	Sinzing				5	585	L
16	Salming	4531170	5325070	560,0	24,2	537,1	D
17	Kirchstätt	4531975	5324663	557,0	40	517	D
18	Hattal	452585	532330	567	7	560	M
	Allersing	452603	532435	567	21-22	546	D
	Seppenbergaufgelassen *)				30		
	Gattenhamaufgelassen				9		
	Schmidhamaufgelassen				45		
	Kratzbergaufgelassen				30		
	Edenreit aufgelassen				25		
	Ginzing aufgelassen				11		
Gde. Obing							
19	Irlham	452895	531983	582	90	492	D
20	Obing Br 1	452950	531824	575	57	518	D
21	Wolfegg	452710	531965	638	18	620	D
	Allertshamaufgelassen				>15		
Gde. Amerang							
	Reit 1	aufgelassen			42		
	Scherer	aufgelassen			27		

L= Lokales Grundwasservorkommen, oberflächennah;
M= Würmmoräne; D= Deckenschotter; G= Glaziale Hauptrinne

*) Anmerkung: als aufgelassen wurden Hausbrunnen bezeichnet, die entweder verfüllt sind, oder aus anderen Gründen für eine Messung nicht mehr zugänglich sind.



3.4 Chemismus des Grundwassers

Die physikalisch-chemischen Analysen des Grundwassers reichen für die gemeindliche Wasserversorgung bis in das Jahr 1977 zurück.

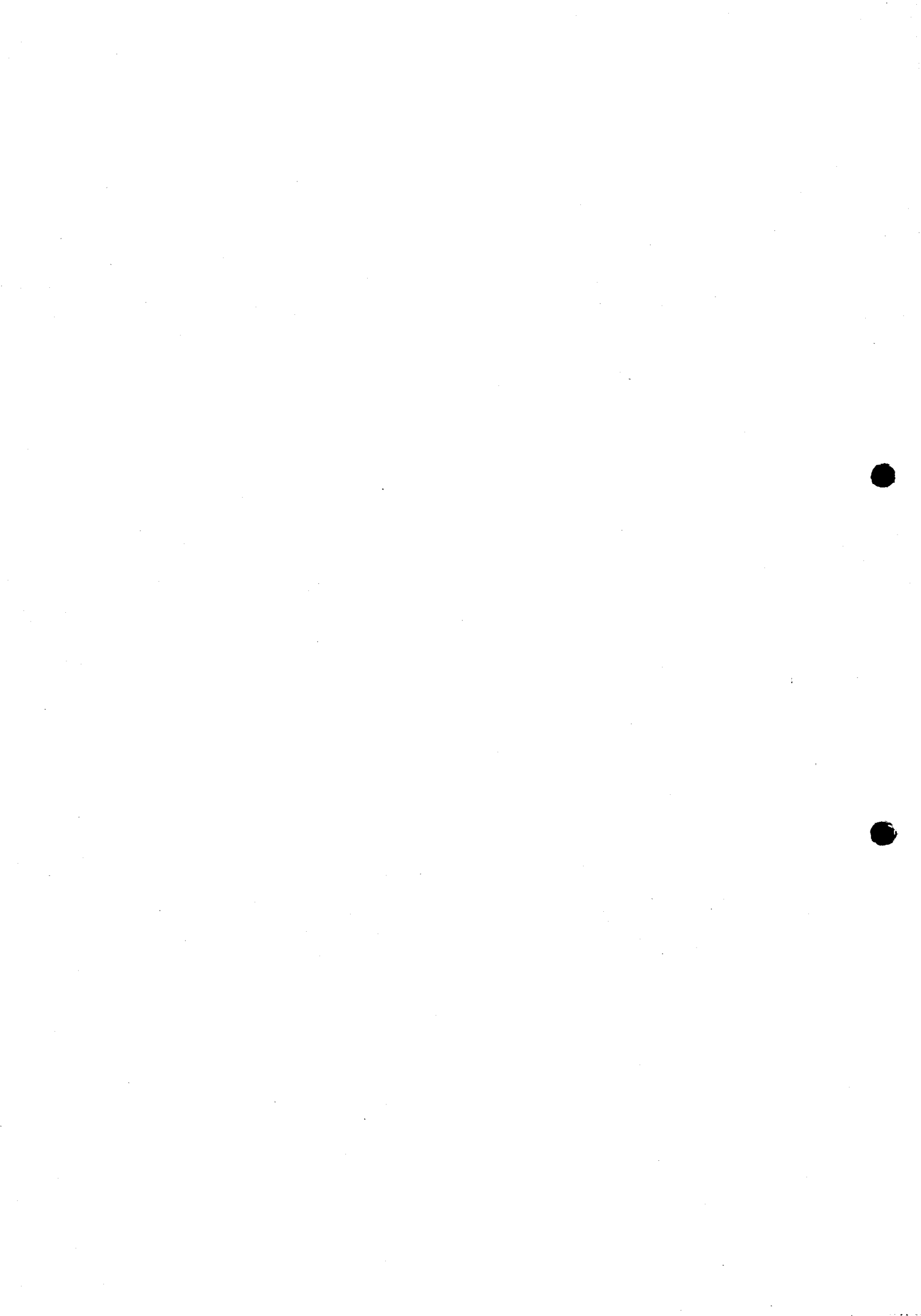
Nr.	Datum	Nitrat [mg·l ⁻¹]	Härte [°dH]
1	12.12.77	8,34	12,3
2	18. 3.80	11,1	14,1
3	22.11.82	8,6	13,5
4	22.11.83	12,8	14,9
5	5. 7.85	12,1	15,2
6	21.11.86	14,2	15,8
7	2. 3.88	12,6	15,7
8	5. 4.89	12,9	15,0
9	9.11.89	14,8	17,6

Es zeigt sich eine allmähliche Zunahme des Nitratgehaltes von 8,3 auf zuletzt 14,8 mg·l⁻¹ und parallel dazu eine Erhöhung der Härtegrade, die durch den Abbau von NO₃ zu N₂ hervorgerufen wird.

Die Gesamt-Härte liegt zwischen 12,3 und 17,6°dH. Das Wasser ist damit als etwas hart einzustufen. (Härtebereich 2-3 nach §7, Wasch- und Reinigungsmittelgesetz)

Die Leitfähigkeit wurde nicht bei allen Probenahmen bestimmt und lag zwischen 510 und 530 µS·cm⁻¹.

Nur bei der Probenahme am 9.11.1970 wurden der Sulfatgehalt (15 mg/l) und der Sauerstoffgehalt bestimmt. Letzterer lag bei 6,3 mg/l. Damit ist das Wasser an Sauerstoff untersättigt. Ebenfalls eine Untersättigung an Sauerstoff zeigte das Wasser der inzwischen stillgelegten Brunnen I und II von Schnaitsee. Hier lag im Februar 1968 der Gehalt an freiem Sauerstoff bei 2,7 bzw. 0,6 mg·l⁻¹. Der festgestellte geringe Nitratwert von 3,0 mg·l⁻¹ an Brunnen I ist ebenfalls ein Indikator für redu-



ziertes Wasser, das häufig in Gebieten mit schlecht durchlüfteten Ablagerungen (Moränen) bzw. Gebieten mit hoher bakterieller Umsetzung (Moor) vorkommt.

Eine Abhängigkeit der Nitratgehalte von Grundwasserhoch- und niedrigständen kann wegen der zu großen Abstände zwischen den einzelnen chemischen Analysen bislang nicht beurteilt werden.

Die Grundwasserbelastung weist auf die Landwirtschaft als Hauptnutzer der nicht bewaldeten Flächen im Grundwassereinzugsgebiet hin. Pflanzenbehandlungsmittel im Brunnenwasser wurden bislang nicht nachgewiesen.

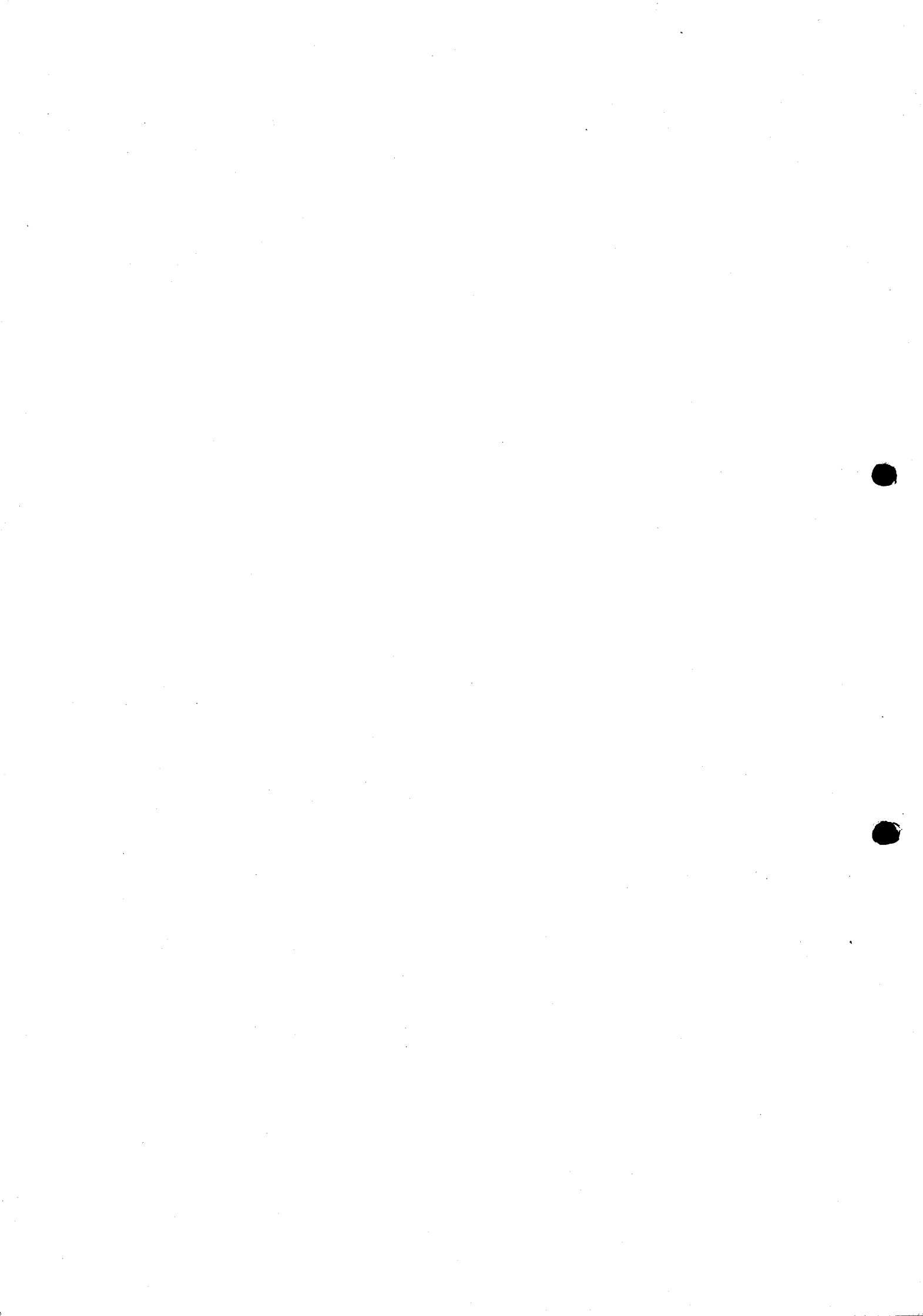
4 Beurteilung des Gewinnungsgebietes von Schnaitsee

Die Trinkwasserversorgung der Gemeinde Schnaitsee gewinnt ihr Wasser aus quartären Kiesen im Süden der Schnaitseen. Das Grundwasser wird aus dem im Jahr 1970 erstellten Bohrbrunnen III, der 2 km südlich des Ortes liegt, entnommen. Seither ist die Förderung aus den 1 km weiter nördlich gelegenen Brunnen I und II eingestellt.

Der Wasserrechtsbescheid des Landratsamtes Traunstein vom 30.9.82 erlaubt die Entnahme von maximal $32 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ und bis zu max. $140\,000 \text{ m}^3$ im Jahr aus dem Brunnen III auf dem Flurstück 3706 der Gemarkung Schnaitsee.

Die Erlaubnis ist bis zum 31.08.2012 befristet.

Die bewilligte Fördermenge von $140\,000 \text{ m}^3$ wird regelmäßig überschritten. Die jährliche Förderung betrug in den letzten Jahren jeweils über $190\,000 \text{ m}^3$. Hier ist eine Anpassung des Wasserrechts an den gegebenen Wasserbedarf vonnöten.



4.1 Allgemeine Verhältnisse am Brunnenstandort

Die Wassergewinnungsanlage der Gemeinde Schnaitsee befindet sich ca. 400 m südlich des Kratzsees in einem ca. 45 ha großen Schutzgebiet im Bereich des Eggerdinger Holzes.

Im Schichtprofil der Brunnen erkennt man den Aufbau des Aquifers aus sandigen Kiesen. Die Mächtigkeit des Aquifers beträgt im Mittel 20,5 m. Die Sohle besteht aus Seetonen die mindestens 5 m mächtig sind. Die Überdeckung besteht aus 1 m mächtigem Lehm.

Schutzgebiet

Das Schutzgebiet des Bohrbrunnen III von Schnaitsee hat eine Nord-Süd-Erstreckung von 770 m. In Ost-West-Richtung ist es etwa 700 m breit. Die weitere Schutzzone umfaßt eine Fläche von 45 ha, wovon 13 ha der engeren Schutzzone zugerechnet werden.

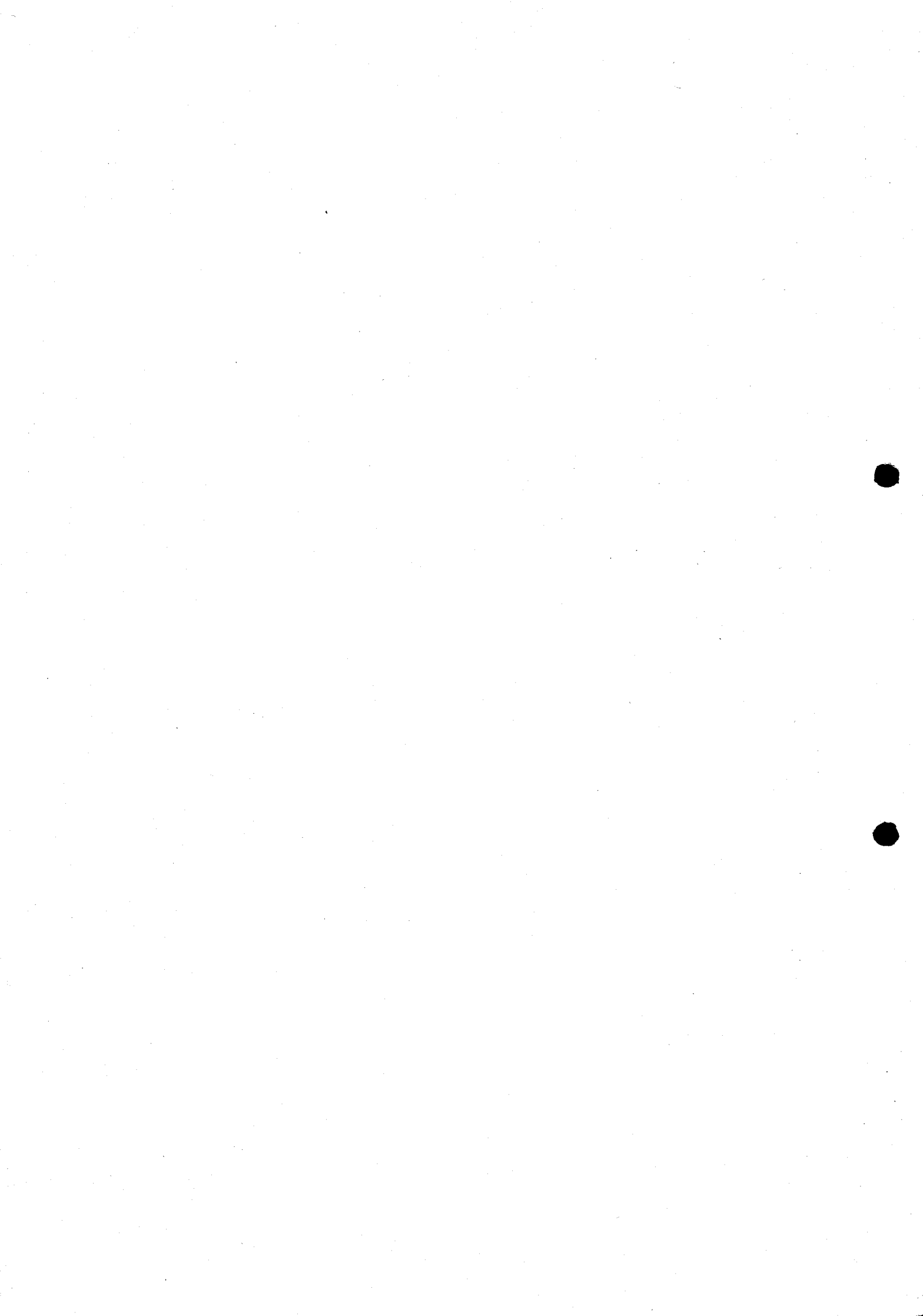
Die engere Schutzzone ist bewaldet. Bis auf die Nordostecke ist die weitere Schutzzone ebenfalls bewaldet.

Der unbewaldete Teil des Schutzgebiets wird laut Bodenschätzungskarte als Grünland genutzt.

In der engeren Schutzzone ca. 50 m nördlich des Pumpenhauses entspringt der Zulauf des Kratzsees.

Technische Daten

Die Ausbauzeichnungen des Brunnen III zeigt den folgenden Aufbau des Bohrbrunnens: (vgl. auch Brunnenplan i. Anhang).



Tab. 5: Technische Daten zum Brunnenausbau

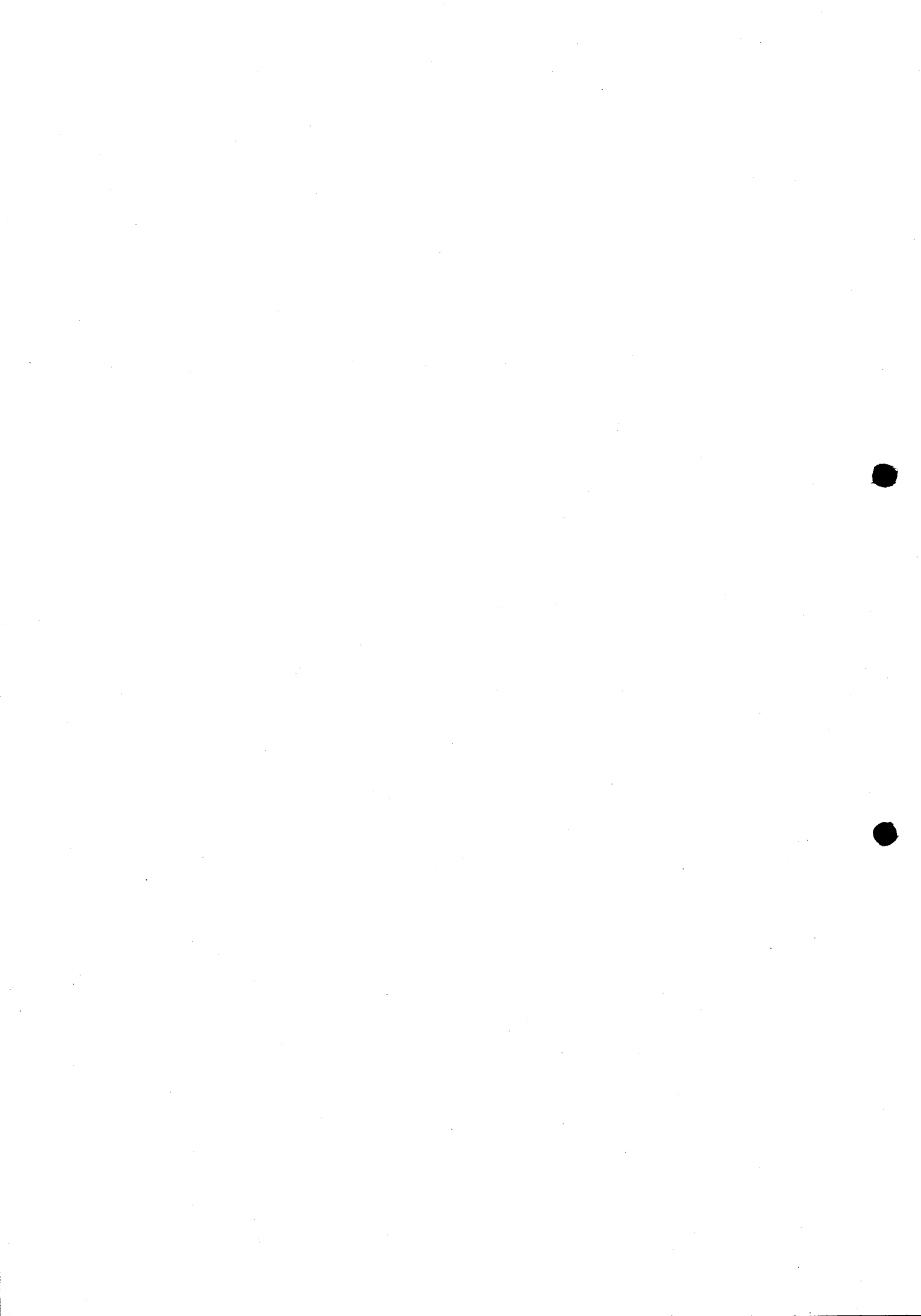
Brunnenanlage von Schnaitsee	Brunnen III
Baujahr	1970
Bohrtiefe u. GOK [m]	26,00
Ausbautiefe u. GOK [m]	25,00
MOK (am Brunnenkopf) [m NN]	552,41
GOK (Geländeoberk.) [m NN]	554,31
Wasserspiegel u. GOK [m]	7,22
[m NN]	547,09
Bohrendurchmesser [mm]	800
Quarzsandschüttung ϕ [mm]	4-6
Rohrdurchmesser (NW) [mm]	400
Abdichtung bis u.GOK [m]	6,00
Abdichtungsmaterial	plast. Beton
Sperrohr-UK u.GOK [m]	6,50
Filterrohr Länge [m]	15,0
-"- Rilsan-Filterrohre ϕ	400
Sumpfrohr mit Boden, Länge	3,5

Der Grundwasserstand von 7,22 m unter Gelände am Brunnen III wurde zu Beginn des Schlußpumpversuchs im November 1970 ermittelt. Bei einem Nivellement im August 1984 wurde der Ruhewasserspiegel in einer Höhe von 547,29 mNN bestimmt. Die jährliche Schwankung des Wasserspiegels beträgt 0,15 m.

Das geförderte Wasser wird über eine PVC-Leitung (NW 150) dem Hochbehälter bei Obernhof zugeleitet, der ca. 1,3 km nördlich vom Ortszentrum Schnaitsee auf einer Höhe von 631,10 mNN liegt und ein Fassungsvermögen von 400 m³ aufweist.

4.2 Einzugsgebiet

Die langfristige mittlere Grundwasserneubildung aus der hydrologischen Bilanz beträgt 17,5 l·s⁻¹·km⁻¹ (vgl. Kap. 2.1). Für die maximal bewilligte jährliche Entnahme von 140 000 m³ (4,4



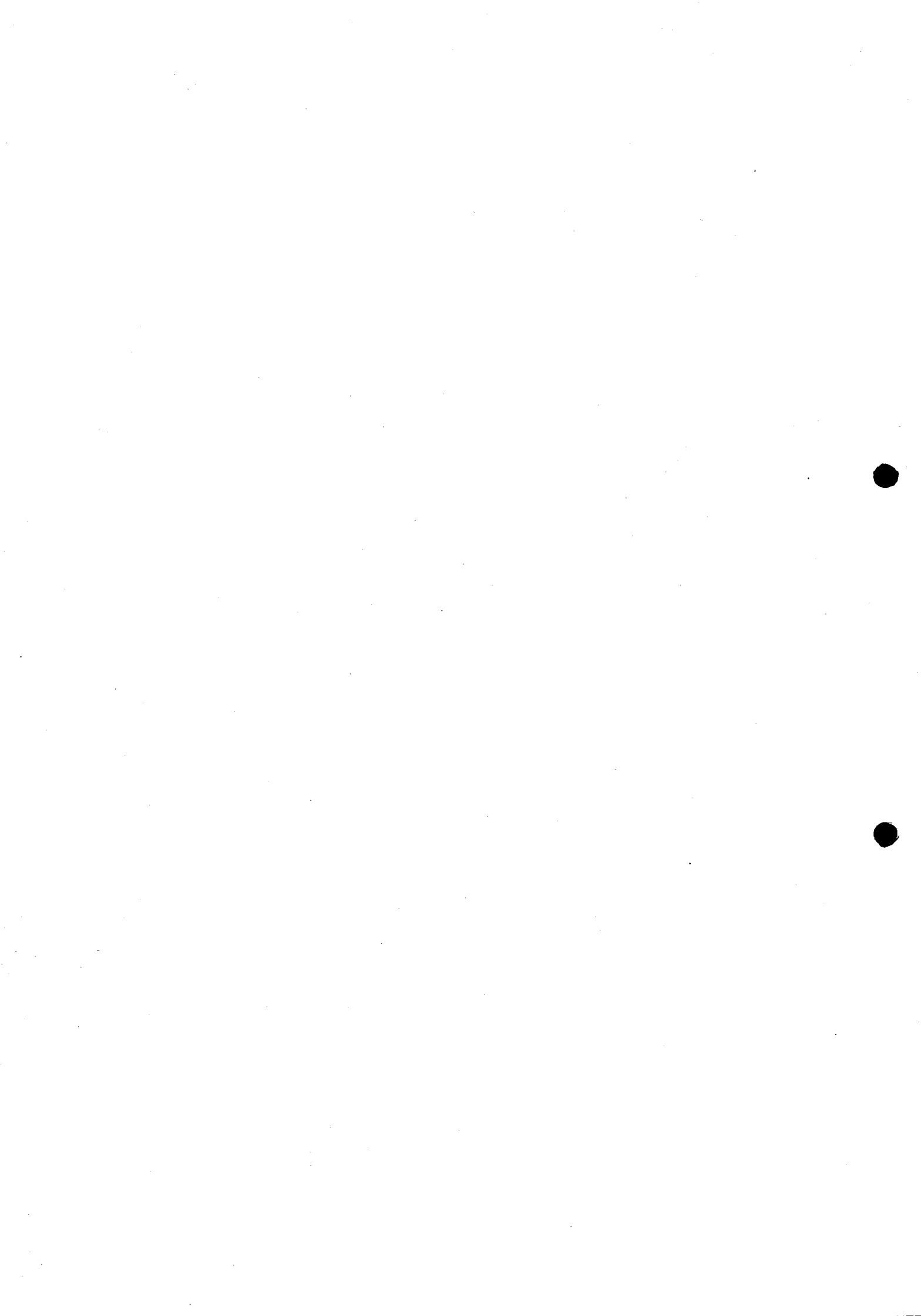
$1 \cdot s^{-1}$) beträgt die Größe des rechnerisch benötigten Neubildungsgebietes 39 ha. Das ausgewiesene Wasserschutzgebietes umfaßt ca. $0,45 \text{ km}^2$ und reicht damit für die beantragte Entnahmemenge aus.

Die tatsächlich betriebene Förderung beträgt dagegen knapp $200\,000 \text{ m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$ ($6,3 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$). Wird die unter Berücksichtigung der Durchlässigkeit von Moränensedimenten ermittelte Grundwasserneubildung als Rechengrundlage herangezogen, so wird eine Neubildungsfläche von $0,54 \text{ km}^2$ benötigt. Damit umfaßt das ausgewiesene Schutzgebiet nur etwa 80 % der für die Neubildung des abpumpbaren Grundwassers benötigten Fläche.

Legt man den in der Pumpversuchsauswertung bestimmten Wert für die halbe Entnahmebreite ($\approx 410 \text{ m}$) zugrunde, so ergibt sich rein rechnerisch eine Längserstreckung des benötigten Neubildungsgebiets von $1,3 \text{ km}$. Für die Verhältnisse in der Natur gibt diese Formel jedoch nur erste Anhaltswerte, da sie nicht auf Inhomogenitäten durch Änderungen im Aquiferaufbau eingeht. Weitere Unsicherheiten betreffen, wie bereits bei der Pumpversuchsauswertung erwähnt, das Gefälle. Hier sind genauere Aussagen erst mit weiteren Grundwassermeßstellen möglich.

Die Lage des für die Wasserqualität im Brunnen relevanten Neubildungsstreifens ist in südlicher bis südwestlicher Verlängerung des Schutzgebietes zu vermuten. Für eine genaue Festlegung werden mehrere geeignete Meßstellen zum Einmessen der Grundwasseroberfläche benötigt.

Wegen der bisher nicht bestimmbar Anstromrichtung ist auch die Größe des Einzugsgebiets bislang nicht abschätzbar. Hinzu kommen Unsicherheiten wegen des kleinräumigen Oberflächenreliefs und des stark inhomogenen Aquiferaufbaus. Jedoch lassen sich Gebiete ausgrenzen, die nicht zum Einzugsgebiet gehören. Durch die Höhenlage des Bohransatzpunktes bzw. des



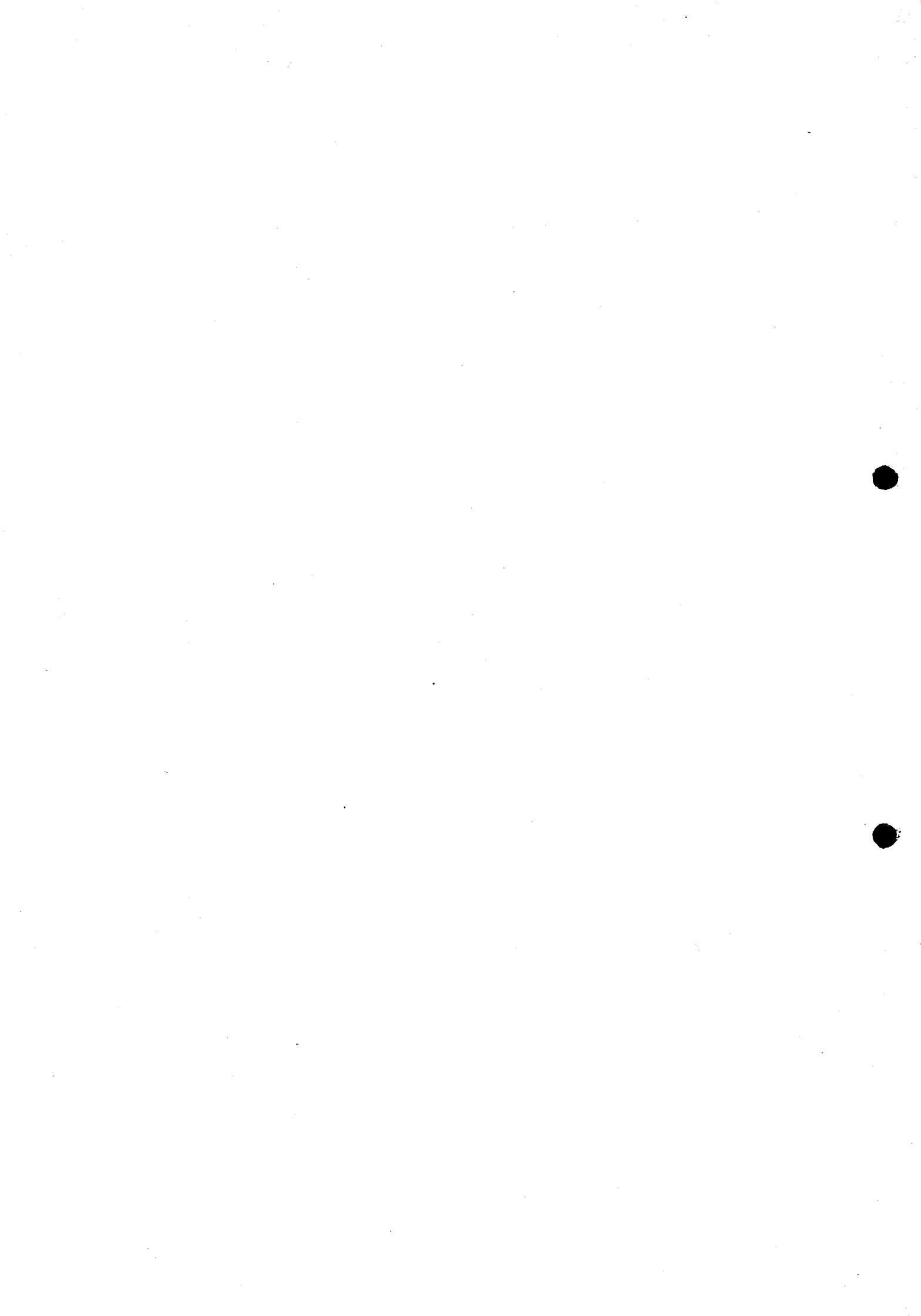
dort angetroffenen Wasserspiegels von 547 mNN ist bedingt, daß alle Flächen unter diesem Niveau als mögliches Einzugsgebiet entfallen. Damit scheiden z.B. alle Flächen aus, die westlicher als Kirchensur liegen, da hier der Murnbach bzw. das Rosenheimer Becken bereits unter dem Niveau von 530 mNN liegen.

Die aus den Bohrmeisterprotokollen bekannten Deckschichten bestehen am Brunnen III aus 1,3 m Lehm und Feinkies sowie aus ca. 6 m Kiesen der ungesättigten Zone des Aquifers. Durch die geringe Mächtigkeit der Lehmschicht und dem hohen Anteil an gut durchlässigem Material ist nur ein mäßiger Schutz des Grundwassers vor an der Oberfläche eingebrachten Schadstoffen gegeben, da die mittlere Sickergeschwindigkeit in den Deckschichten von bis zu $5 \text{ m} \cdot \text{a}^{-1}$ bei starker Grundwasserneubildung deutlich erhöht wird.

4.3 Gefährdungspotential und Grundwasserschutz

Das ausgewiesene Schutzgebiet ist auf einen Wasserzustrom aus südlicher Richtung ausgelegt. Die Größe der engeren Schutzzone (Zone 2) des Wasserschutzgebietes bemißt sich nach dem in 50 Tagen vom Grundwasserstrom zurückgelegten Weg und dient vor allem dem Schutz vor mikrobiologischen Verunreinigungen. Aufgrund der berechneten Kf-Werte und des Gefälles ist die Grenze der Schutzzone 2 mindestens 140 m oberstromig vom Brunnenstandort zu fordern. Da die Begrenzung dieser Schutzzone in südlicher Richtung (SW bis SE) mindestens 150 m beträgt und zudem aus wasserwirtschaftlicher Sicht günstige Landnutzung (Waldbestände) im Umfeld der Brunnen vorherrscht, ist trotz der ungewissen Zustromrichtung diese Zone für den Grundwasserschutz ausreichend bemessen.

Der Schutz vor schwer abbaubaren Verunreinigungen ist auf lange Sicht nicht ausreichend. Das ausgewiesene Schutzgebiet



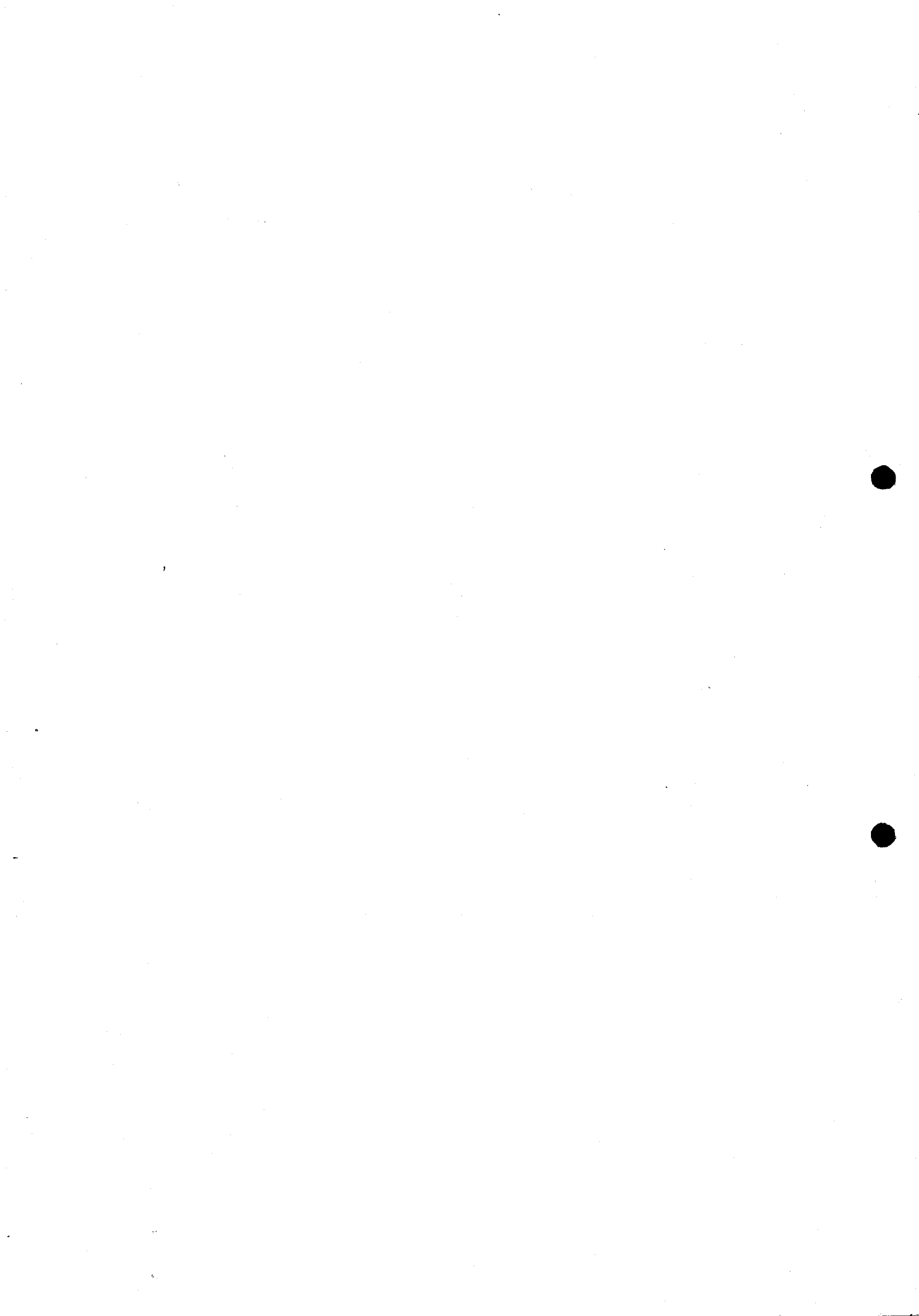
(Zone III) umfaßt nur ca. 80 % der Neubildungsfläche, die für die regelmäßig geförderte Wassermenge benötigt wird. Bis zur Abklärung des Einzugsgebietes können zu den potentiellen Gefahrenherden bei punktuellm Eintrag (B 304, Müllablagerungen, Gewerbebetriebe) noch keine Risikoabschätzungen abgegeben werden.

Bei Beurteilung des Gefährdungspotentials aus der Landwirtschaft spielt das Nitrat in der Wasserfassung von Schnaitsee bislang keine relevante Rolle (evtl. schon mikrobiologisch im Boden reduziert). Beim flächenhaftem Eintrag von schwer abbaubaren Schadstoffen (z.B. Pestizide der Landwirtschaft) wirken sich die großen Waldareale rings um die Brunnen günstig aus, jedoch sollten wegen der langen "Überlebensdauer" der Pestizide im Boden regelmäßig Kontrolluntersuchungen auf diese Stoffe stattfinden.

5 Maßnahmenkatalog

Aufbauend auf den Ergebnissen der vorliegenden Vorstudie werden die weiteren Maßnahmen entsprechend der derzeitigen Datenlage jeweils für folgende Ziele gegliedert:

1. Einrichtung von Meßstellen u. Einmessen bestehender Meßstellen/ Stichtagsmessung zur Bestimmung der Grundwasserfließrichtung und des Einzugsgebietes.
2. Chemisches Untersuchungsprogramm zur Grundwasserbelastung und zur Erfassung von Tendenzen/ Veränderungen u.ä.
3. Erfassung der Deckschichten, landwirtschaftlichen Flächennutzung als Grundlage der Schutzzonenausweisung.
4. Wasserrechtsantrag zur Neuausweisung des Schutzgebiets



5.1 Untersuchungen zur Grundwasserbelastung und zur Einzugsgebietsabgrenzung

Die vorläufige Ermittlung des Grundwassereinzugsgebietes ergab nur in Richtung Westen eindeutig nicht zum Einzugsgebiet gehörige Flächen. In den übrigen Richtungen läßt sich die Grenze des Einzugsgebietes bislang nicht ermitteln. Die Interpretation der wenigen vorhandenen Daten führt zur Vermutung des Einzugsgebiets in südlicher Richtung.

Mit einem geeigneten Meßnetz kann der Grundwasserfluß für verschiedene Grundwasserstände und verschiedene Abflußsituationen der Oberflächengewässer bestimmt werden.

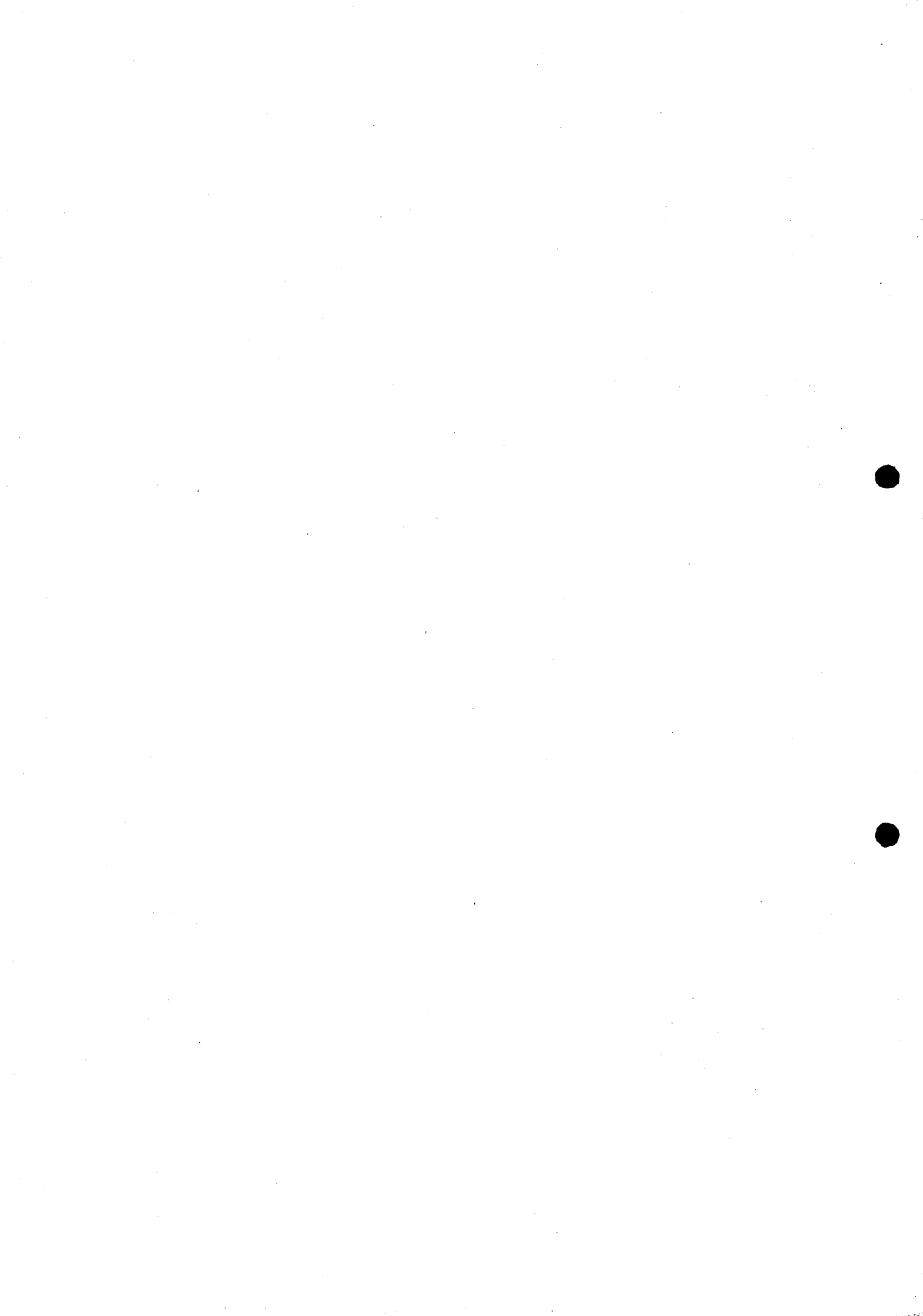
Einrichtung von Grundwassermeßstellen

Die im Verlauf dieser Vorstudie ermittelten Meßstellen sind zu überprüfen und einzumessen (Meßpunktnivellement). Sollten bislang noch nicht erfaßte Grundwasseraufschlüsse bekannt werden, so sind auch diese auf ihre Verwendung im Meßnetz zu überprüfen.

An den vorhandenen Quellen (z.B. Kratzseezulauf) sind Schüttungsmessungen durchzuführen und ebenfalls das Nivellement zu bestimmen.

In Brunnenumgebung bestehen im Süden und Osten keine geeigneten Meßstellen. Hier ist die Errichtung von mindestens 2 Meßstellen anzuraten, die etwa in einer Entfernung von 500 m gelegen sind. (vgl. Lageplan in der Anlage).

Diese Grundwassermeßstellen fungieren zum einen als Vorfeldmeßstellen zur frühzeitigen Erkennung von Belastungen im Zu-strombereich der Brunnen und zum zweiten können damit mit den Daten der übrigen Meßstellen (Hausbrunnen u. Quellen) die genauen Grundwasserfließrichtungen bei verschiedenen Grundwasserständen ermittelt werden. Dadurch wird eine optimale Anpassung der Sicherungsmaßnahmen auf das tatsächliche Ein-



zugsgebiet erst ermöglicht.

Empfohlen wird die Errichtung von mindestens 2 Grundwassermeßstellen, die zusammen mit dem Wasserspiegel am Brunnen ein hydrologisches Dreieck zur Bestimmung der Grundwasserfließrichtung ergeben. Sollte mit zwei Meßstellen die genaue Bestimmung der Fließrichtung noch nicht möglich sein (z.B. Aquifer ist am Bohrpunkt ohne Wasserführung), so kann die Errichtung einer 3. Meßstelle nötig werden.

Die Bohrtiefe für diese Grundwassermeßstellen ($\phi=5''$) wird je nach Antreffen der Tertiäroberkante bzw. der stauenden Seetone auf durchschnittlich 25 m angesetzt.

Daneben fallen Kosten an für den Ausbau, das Klarpumpen und die Pegelkappen, sowie das Einmessen der neuen und das Einmessen aller übrigen Meßstellen (soweit notwendig).

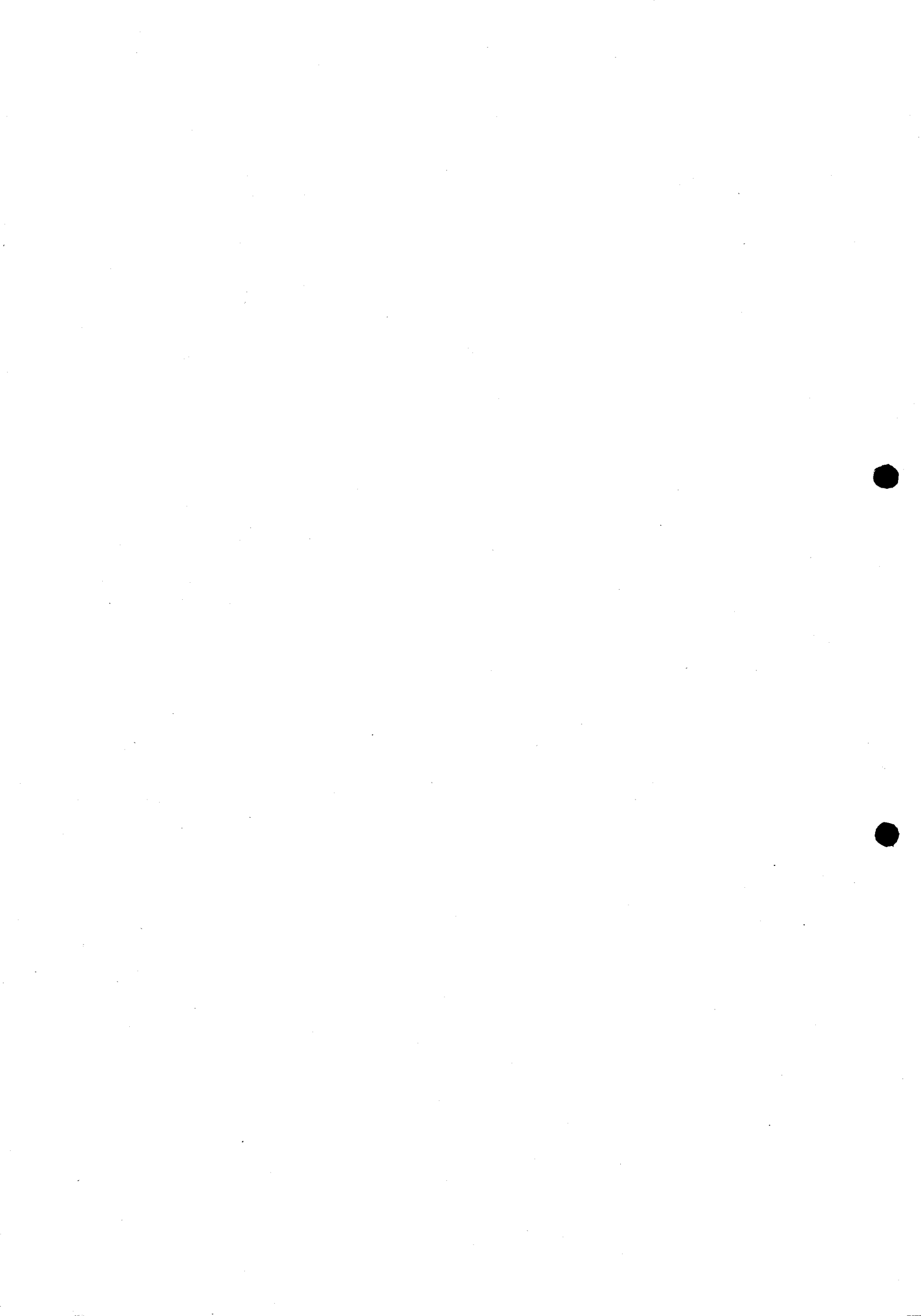
Durchführung eines hydrologisch/hydrochemischen Meßprogramms

Für die Brunnen und die erkundeten Meßstellen ist ein Meßprogramm durchzuführen, das folgende Parameter beinhaltet:

1. Einmessen der Grundwasseroberfläche im Rahmen zweier Stichtagsmessungen (Hoch- und Niedrigwasser) an allen Grundwassermeßstellen
2. Bestimmung der Hauptionenkonzentration und wichtiger chem.-physikalischer Eigenschaften an ausgewählten Grundwassermeßstellen unter besonderer Berücksichtigung nutzungsrelevanter Parameter (Härte (GH u. KH), NO_3 , SO_4 , Cl, TOC (TotalOrganicCarbon), Triazine) alle vier Monate zur Dokumentation der Entwicklung.

Deckschichtenaufnahme

Die Aufnahme der Deckschichten ermöglicht die Ausscheidung von besonders gefährdeten Flächen (Gefährdungspotentialkarte)



und dient als Grundlage für die Ausweisung der einzelnen Schutzzonen, bzw. der dort zu beachtenden Nutzungsweise.

5.2 Einzugsgebietsabgrenzung

Mit den Daten der Stichtagsmessungen an allen Grundwassermeßstellen werden Grundwassergleichenpläne gezeichnet, mit denen Trennstromlinien (Grenzlinien des Einzugsgebietes) für verschiedene Wasserstände ausgeschieden werden können.

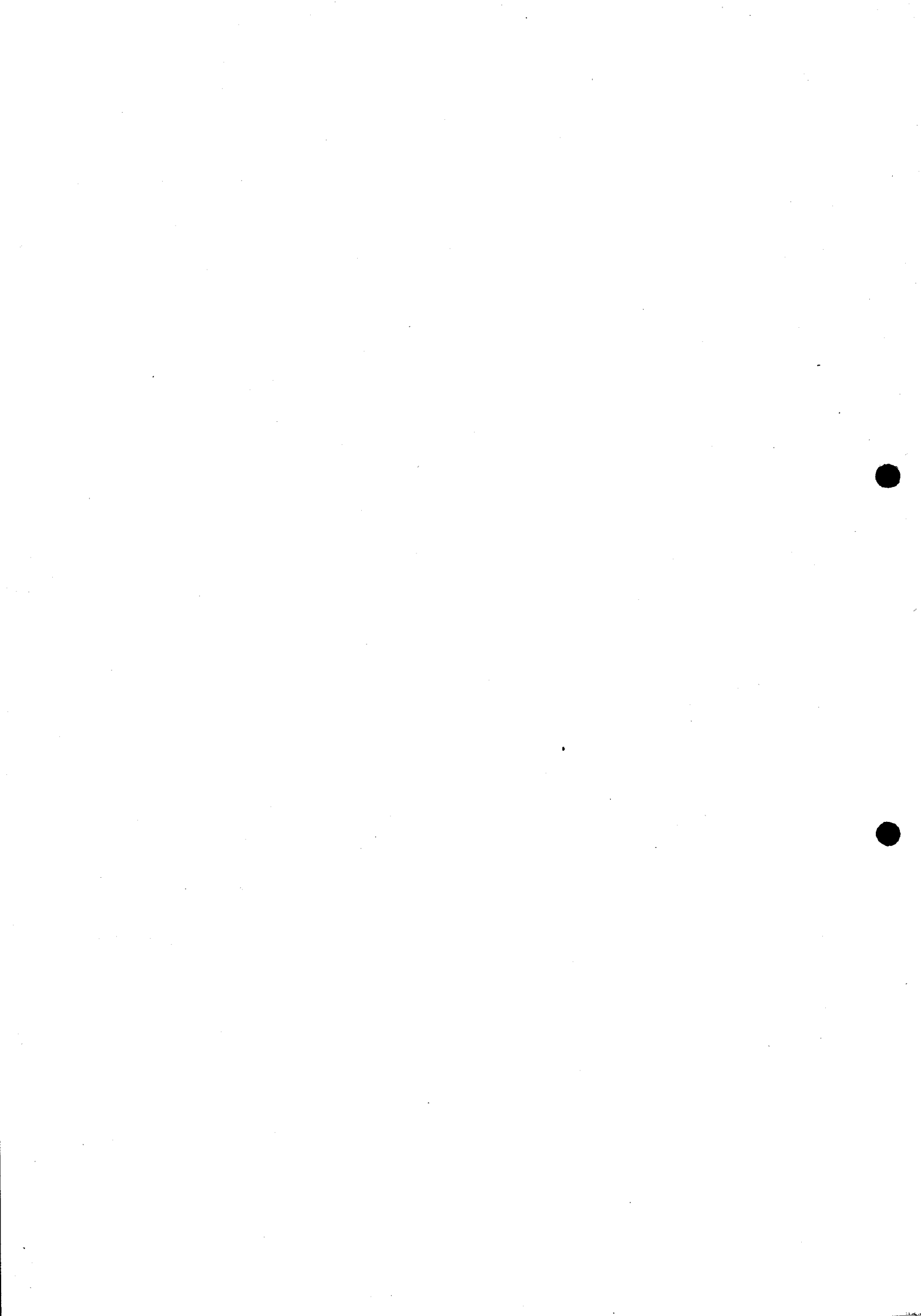
Mit den Daten aus den oben aufgeführten Untersuchungen (Grundwassergleichenplan und Deckschichtenaufnahme) erfolgt eine genauere Eingrenzung des Einzugsgebietes und des Raumes in dem die Infrastruktur zu überprüfen ist.

5.3 Erfassung von Betriebsstrukturen und Altlasten

Für eine Beurteilung des Stoffeintrags aus landwirtschaftlichen und Gewerbebetrieben ist die Kenntnis der im Gebiet wirtschaftenden Betriebe und deren Produkte eine entscheidende Voraussetzung. Dazu dient die Einrichtung eines Betriebskatalogs, in dem die wasserwirtschaftlich relevanten Betriebsstrukturen erfaßt werden. Angaben über verwendete Treibstoffe bzw. angewandte chemische Mittel finden hierbei besondere Beachtung.

Eine Aufnahme von möglichen Altlasten (z.B. wilde Müllkippen) im Bereich ehemaliger Kiesgruben ergänzt die Erhebung.

Im Rahmen der Auswertung werden die erhobenen Daten in ihrer Gesamtheit auf ihre wasserwirtschaftliche Relevanz für den Brunnenstandort überprüft.



5.4 Schutzzonenausweisung

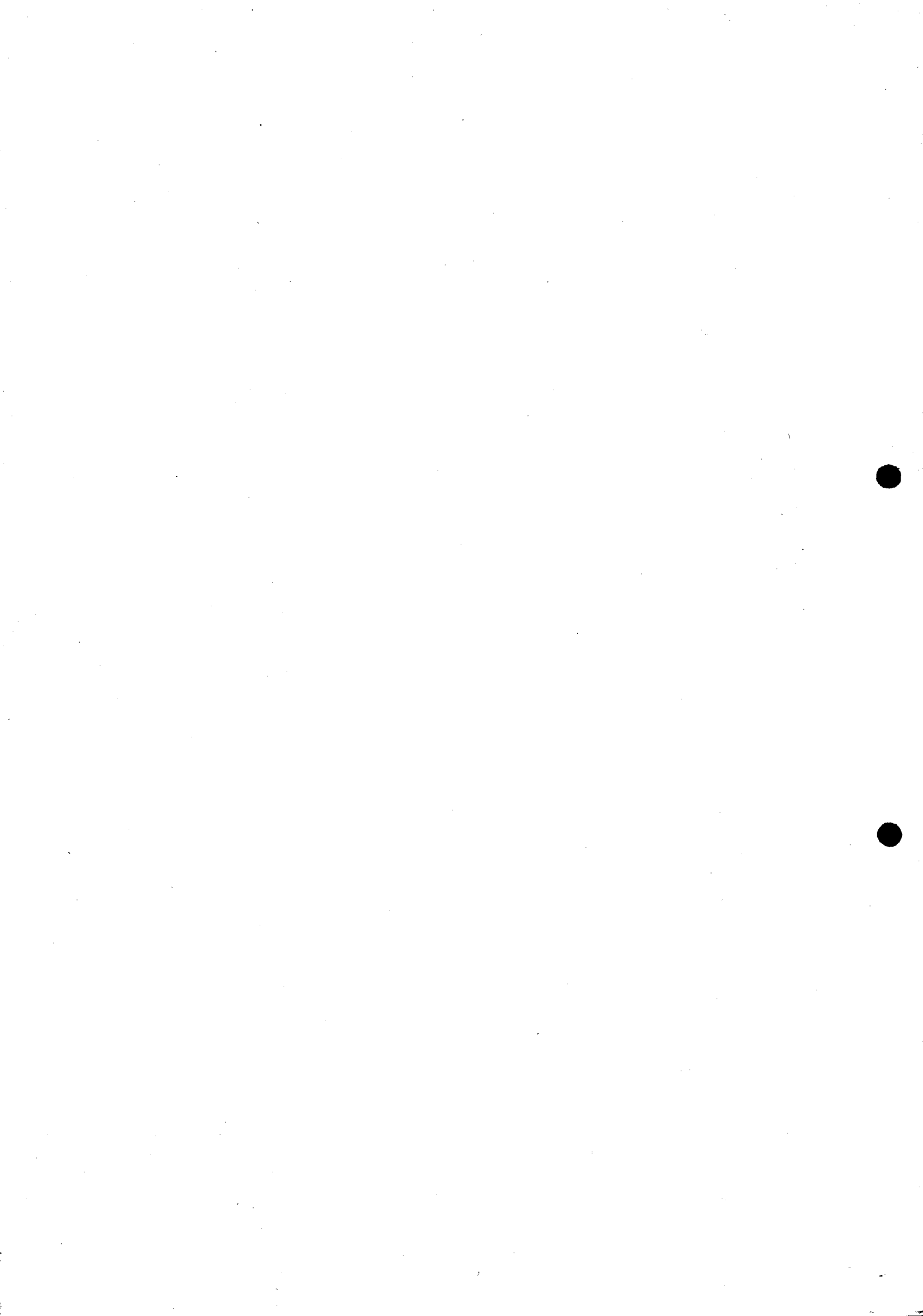
Mit den Daten aus Grundwassergleichenkarte mit Trennstromlinien, der Deckschichtenaufnahme und der darauf basierenden Einzugsgebietsabgrenzung und den Ergebnissen der hydrochemischen Untersuchungen kann als nächster Schritt eine Schutzzonenausweisung erfolgen.

Die Auflagen zur Schutzzonenausweisung werden auf die Mächtigkeit und Ausbildung der Deckschichten abgestimmt.

6 Kostenschätzung

Die im folgenden wiedergegebene Aufwandsschätzung wurde aufgrund der zur Basisstudie verfügbaren Daten erstellt. Da sich im Laufe der Untersuchungen neue Erkenntnisse ergeben können, ist das Untersuchungsprogramm gegebenenfalls zu modifizieren. Die folgenden Punkte umfassen neben der Datenerhebung jeweils die Zusammenstellung der Ergebnisse in Form eines Gutachtens.

1. Einrichtung von 2 Grundwassermeßstellen
Erstellung eines Meßnetzes
Untersuchungen zum Grundwasserfließweg
Chemisches Untersuchungsprogramm
Eingrenzung des Einzugsgebietes.
DM 40.500.-
2. Kartierung der Deckschichten
Hydrogeolog. Flächenbewertung
Erstellung Gefährdungspotentialkarte
DM 9.500.-
3. Konzepterstellung für Umweltkataster
Erstellung eines Auflagenkatalogs
Erhebung der Raumnutzung (Immissionen aus
Landwirtschaft/Siedlung/Verkehr)



Beratung der Landwirte

DM 12.000.-

3. Schutzzonenneugliederung

Flurnummernerfassung

Antrag auf Neuausweisung des Schutzgebietes.

DM 7.000.-

Die Gesamtkosten der vorgeschlagenen Maßnahmen belaufen sich auf ca. 69.000.- DM. Bei Errichtung einer dritten Meßstelle entstehen zusätzliche Kosten in Höhe von ca. DM 13.000,--.

7. Zusammenfassung

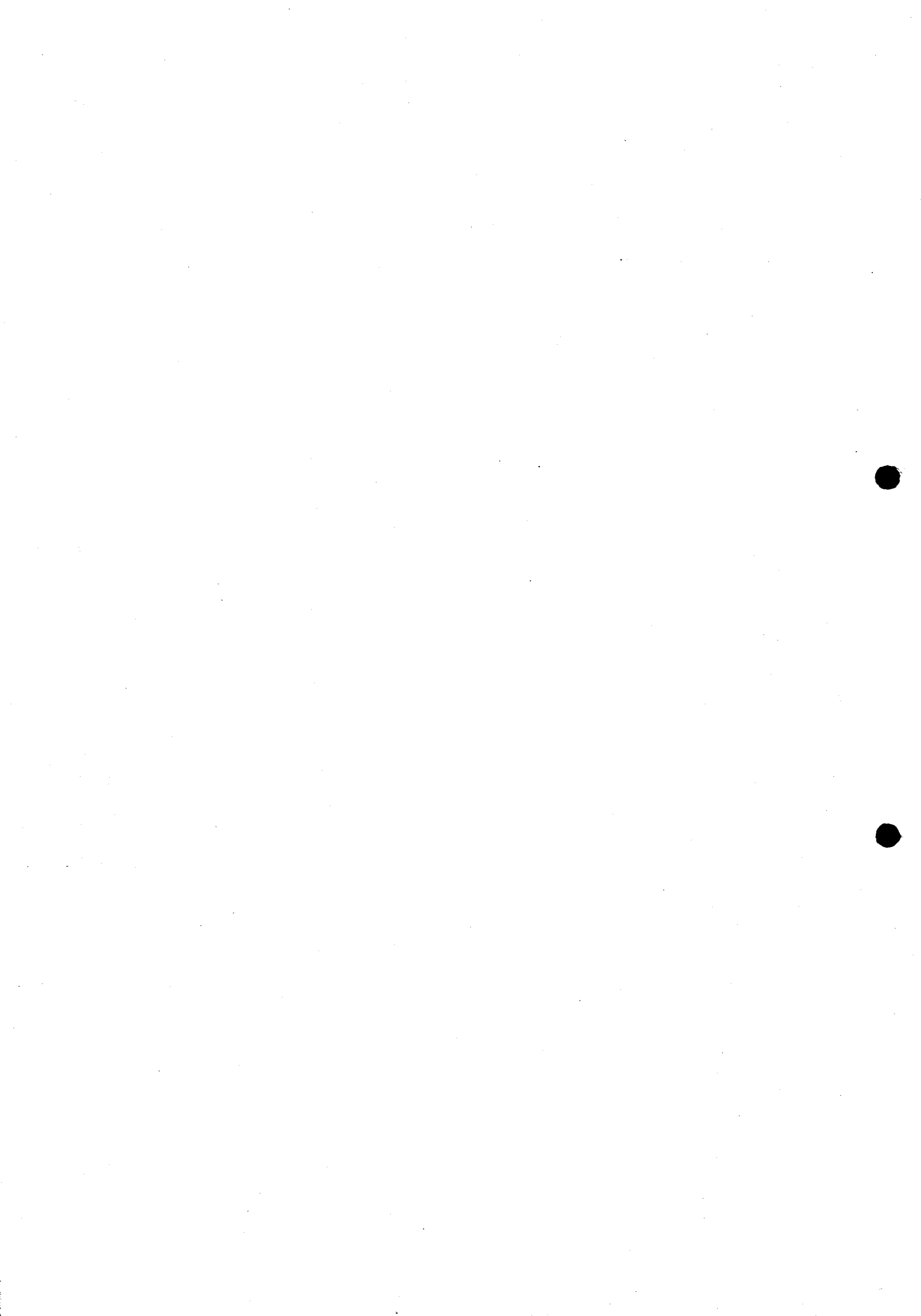
1. Die Gemeinde Schnaitsee betreibt in ihrem Wassergewinnungsgebiet, das etwa 2 km südlich des Ortskerns liegt, einen Bohrbrunnen mit einer Tiefe von 25 m.

Im Rahmen dieser Vorstudie wurden die vorhandenen Daten ausgewertet und aufgrund einer regionalen Systemanalyse Maßnahmen zum langfristigen Schutz der Trinkwasserqualität von Schnaitsee konzipiert.

2. Die hydrometeorologischen Standortverhältnisse führen nach der hydrologischen Bilanz bei einem durchschnittlichen Niederschlag von 1100 mm/a und einer Verdunstung von ca. $600 \text{ mm} \cdot \text{a}^{-1}$ zu einem Gesamtabfluß von $580 \text{ mm} \cdot \text{a}^{-1}$ ($18,4 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^2$).

Wegen der flächenhaften Verbreitung von stauenden Lehmdecken (Moräne bzw. Löß) ist die mittlere Grundwasserspende im vermuteten Anstrombereich auf $11,7 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ verringert.

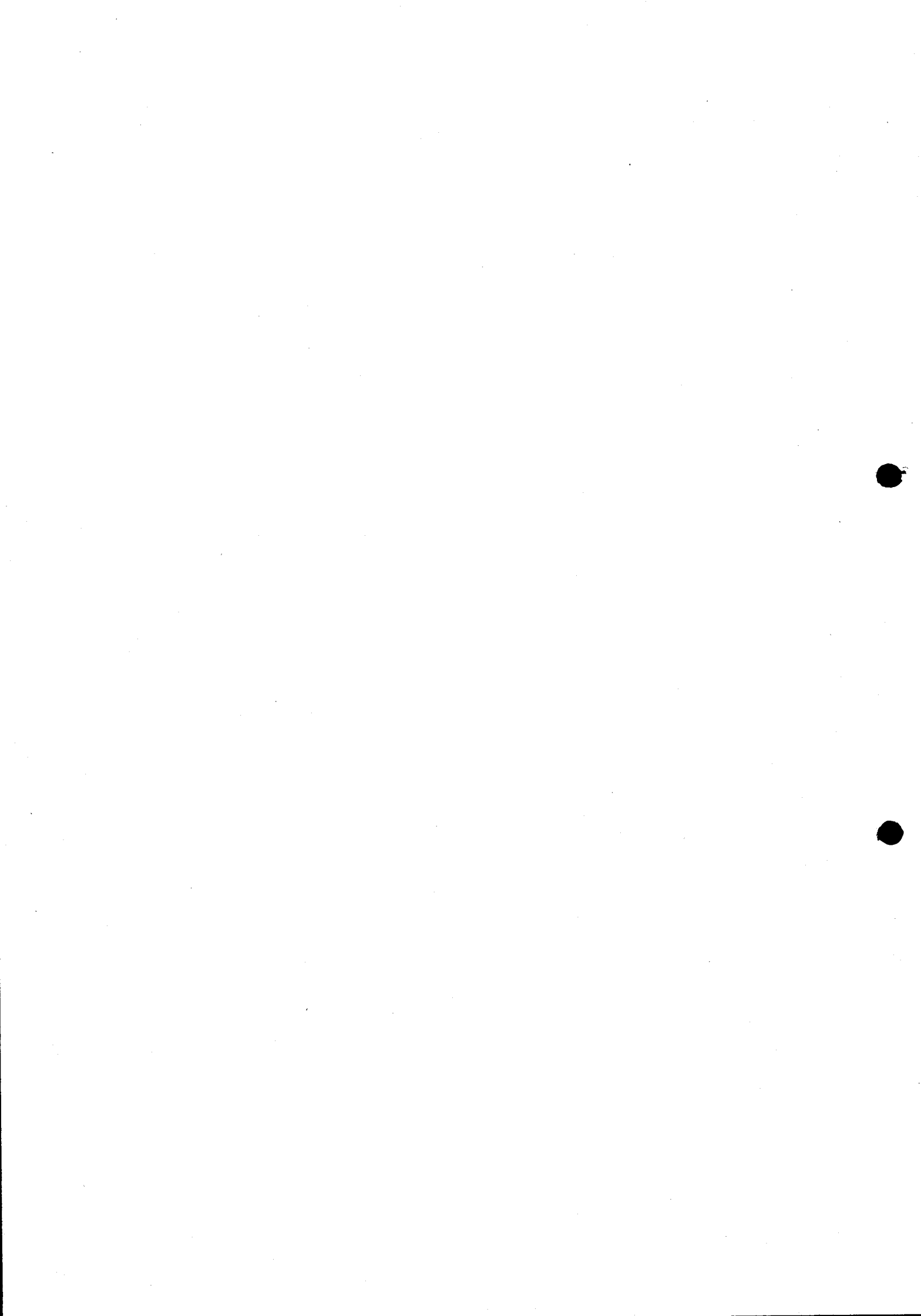
3. Der aus Sanden und Tonmergeln der tertiären Oberen Süßwassermolasse (Flinz) aufgebaute tiefere Untergrund besitzt



eine durch Rinnen geprägte Oberfläche, die vollständig von Sedimenten des Inn- bzw. Chiemsee-Gletschers (Quartär) überdeckt wurden.

Die Mächtigkeit der Quartärsedimente beträgt zwischen 50 m und 120 m und weist ein breites Spektrum unterschiedlicher Kornzusammensetzung auf. Die Hauptglieder der quartären Ablagerungsfolge sind Deckenschotter (=Hauptaquifer bis 50 m mächtig), Seetone, Hochterrassenschotter und Grundmoräne mit nachfolgender Überdeckung durch würmzeitliche (Jung-)Moränen und zugehörige wasserführende Schotterfüllungen der dazwischen liegenden Schmelzwasserrinnen.

4. Durch die Einschaltung von wasserstauenden Schichten wie Nagelfluhbänke und schluffige Moränenablagerungen innerhalb der Quartären Sedimente ist eine kleinräumige Stockwerksgliederung der Grundwasserlandschaft vorgegeben. Zahlreiche Hausbrunnen im Untersuchungsgebiet nutzen die nur lokal ausgebildete Grundwasserlinsen innerhalb der Jungmoränen. Der Brunnen III von Schnaitsee erschließt das Wasser einer mit Niederterrassenschotter aufgefüllten Rinne. Der unterlagernde Wasserstauer wird von Seetonen oder bei Hochlage des Tertiärs von Flinzmergeln gebildet. Das Hauptgrundwasserstockwerk ist bis zu 28 m mit Wasser erfüllt. Bei einer Hochlage des stauenden Untergrunds kann die Grundwasserführung bis gegen null Meter zurückgehen.
5. Die Bodenverhältnisse sind sehr stark von der Verbreitung der schluffigen Moränensedimente und den kiesigen Schmelzwasserablagerungen abhängig. Die Ackernutzung beschränkt sich weitgehend auf Areale mit Grundmoränenüberdeckung in flachen Lagen. Auf den rein kiesigen Böden ist die Humusschicht oft nur wenige dm dick, so daß die Grünlandnutzung wie auch bei den Moränenrücken überwiegt. Exponierte und steile Lagen auf den Moränen werden im allgemeinen als Waldstandort genutzt.

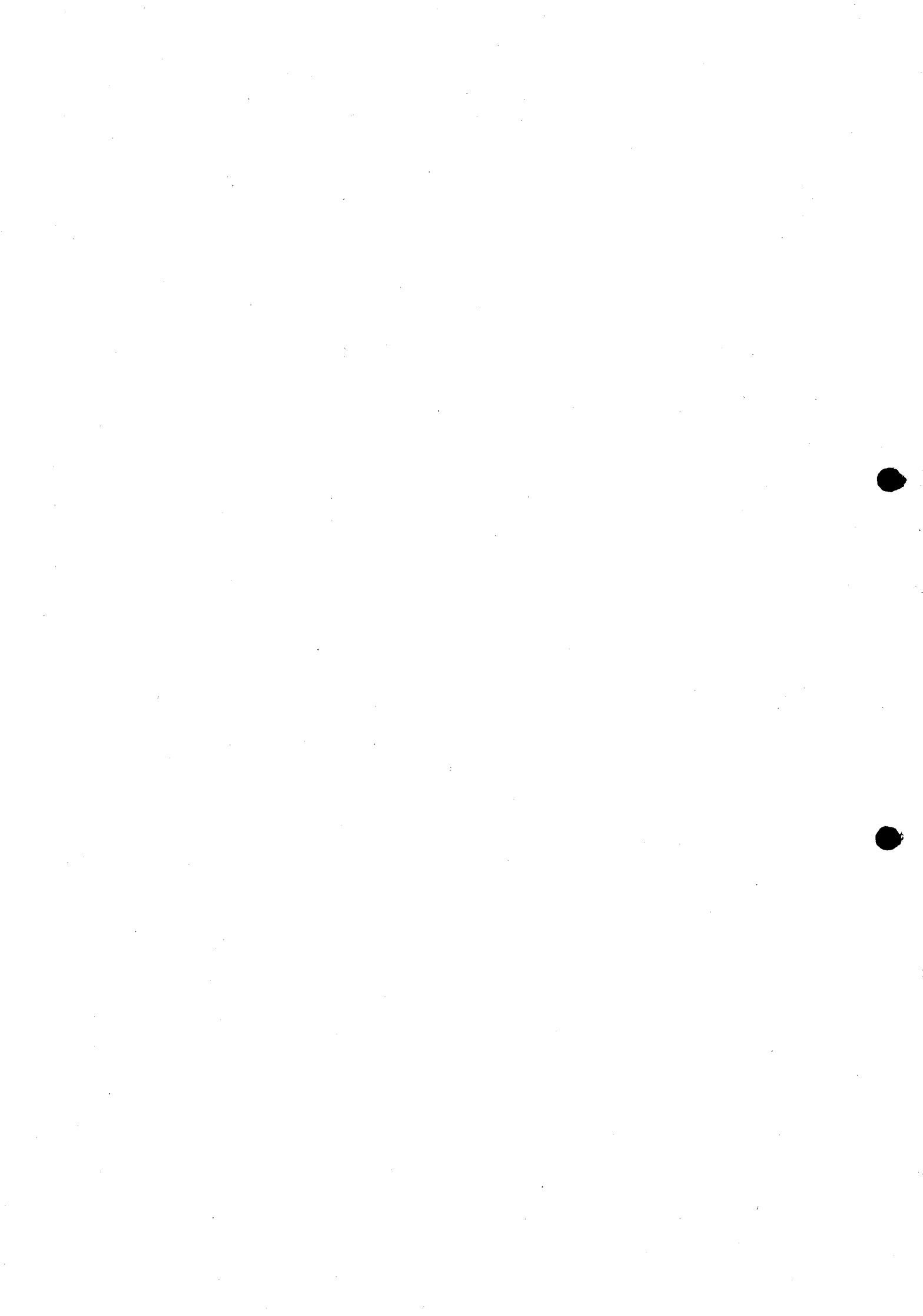


6. Das bisher ausgewiesene Schutzgebiet beinhaltet rund 42 ha, also nur rund 80 % des benötigten Neubildungsgebiets, das sich aufgrund der jährlichen Entnahmemenge von bis zu 200.000 m³ auf rund 0,54 km² im Jahresmittel berechnet. Die Abgrenzung des Einzugsgebietes ist wegen des Fehlens von geeigneten Meßstellen bislang nicht möglich.

Hierzu ist die Einrichtung von Grundwasserbeobachtungsstellen und Durchführung chemischer Untersuchungen abzuwarten.

8. Das vermutete Einzugsgebiet liegt im Süden von Brunnen III von Schnaitsee und weist auf Grund der Ausbildung der Deckschichten (stellenweise hohe Durchlässigkeit) und der geringen Flurabstände (<8 m) ein hohes Gefährdungspotential auf.
7. Die aus wasserwirtschaftlicher Sicht günstige Landbewirtschaftung (hoher Waldanteil, kaum Ackerflächen) in der Nähe des Brunnens wirkt sich günstig auf das Grundwasser aus. Die Nitratkonzentration am Brunnen III beträgt rund 15 mg·l⁻¹.
9. Zur Sicherung der Wasserqualität in Schnaitsee wurden weitere Maßnahmen konzipiert. Es empfiehlt sich folgende Vorgehensweise:

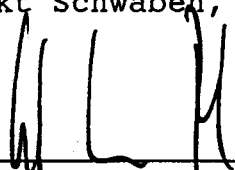
Im vermuteten Anstrombereich der Brunnen werden 2-3 Grundwassermeßstellen erstellt und zusammen mit den bestehenden Hausbrunnen wird ein Meßnetz eingerichtet. Mittels Stichtagsmessungen werden Daten für Grundwassergleichenpläne erhoben, auf deren Grundlage Trennstromlinien ausscheidbar sind. Damit und mit einer Deckschichtenaufnahme wird das Einzugsgebiet abgegrenzt. Mittels eines chemischen Untersuchungsprogramms und eines Betriebskatasters werden



siedlungsbedingte Gefahren eingegrenzt und eine Gefährdungspotentialkarte erstellt. Auf dieser Grundlage erfolgt schließlich die Neuausweisung des Schutzgebietes.

10. Die Kosten für die vorgeschlagenen Maßnahmen sind mit ca. DM 69.00,-- zu veranschlagen bzw. mit ca. DM 82.000,-
- bei drei neu zu erstellenden Grundwassermeßstellen.

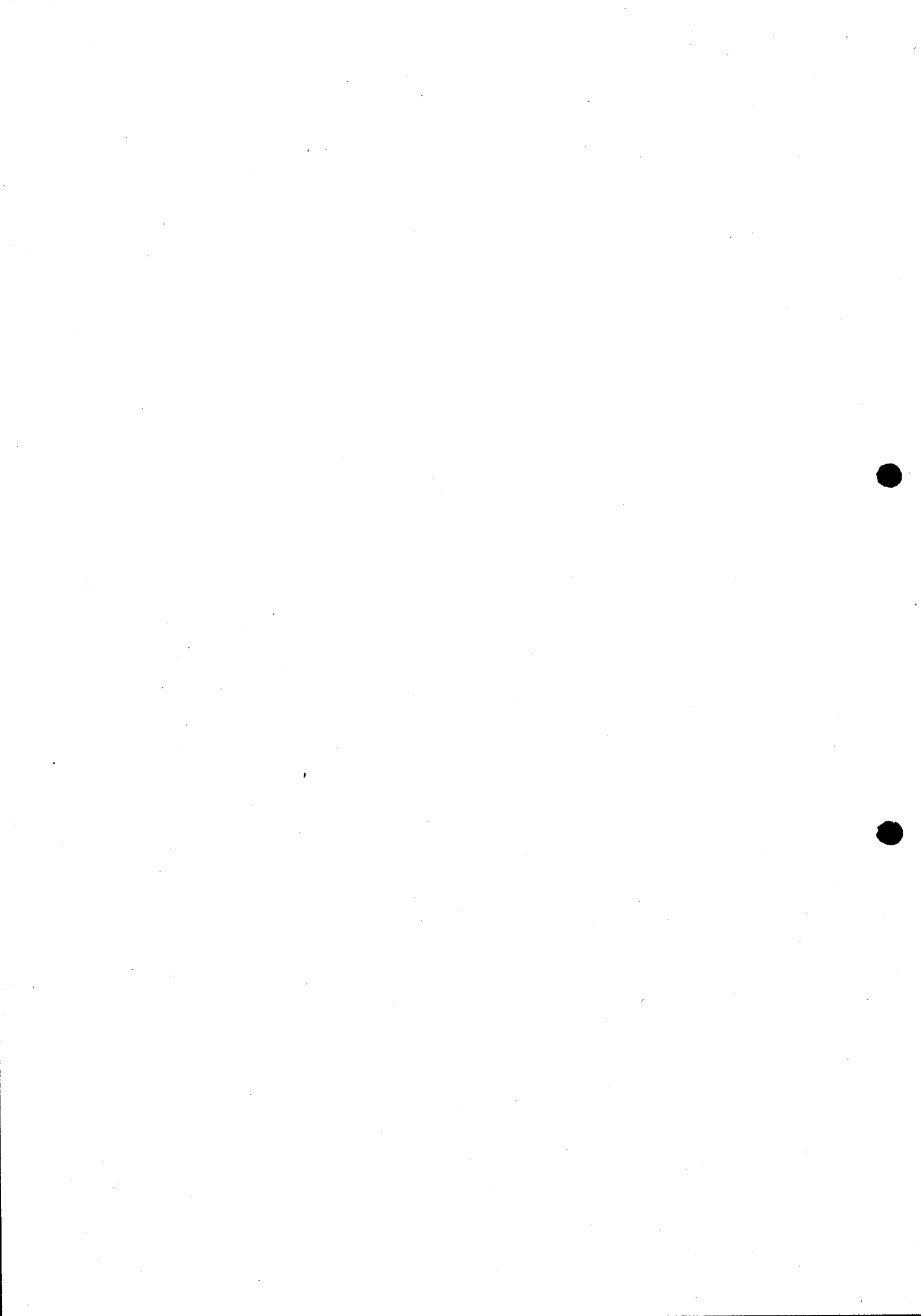
Markt Schwaben, den 01.02.1991



WATEC GmbH, Dr. K.-H. Prösl

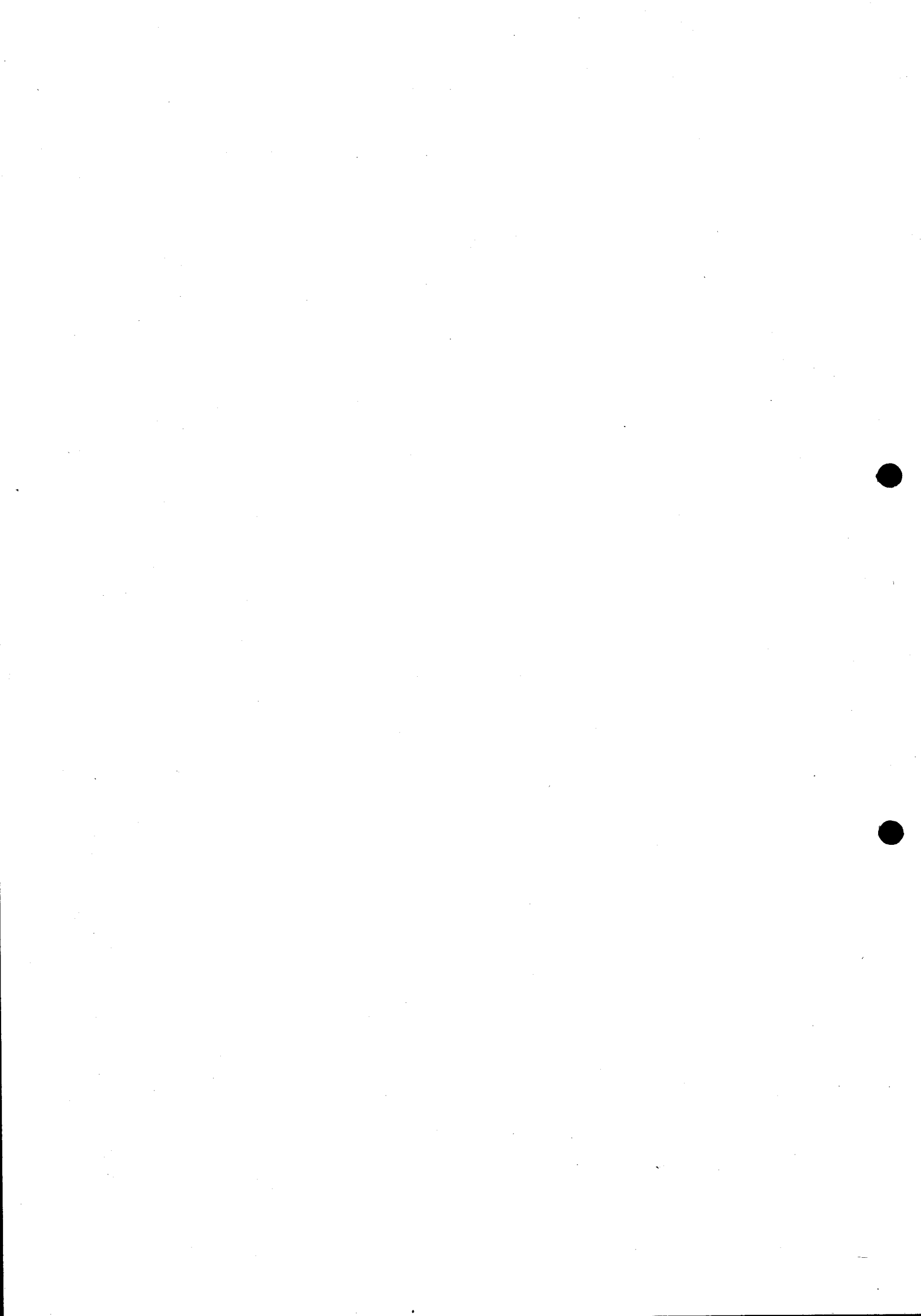
Abteilung Hydrogeologie/Umwelttechnik

Diese Studie umfaßt 41 Seiten.



Literatur

- BAYER. LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1990): Leitlinien für die Ermittlung der Einzugsgebiete von Grundwassererschließungen und für die Konzeption erster Sanierungsmaßnahmen bei Schadstoffbelastungen. - Sachgebiet 13, Bayer.LA f.WW, München.
- BAYER. LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1978): Verzeichnis der Bach- und Flußgebiete in Bayern mit einem Gewässeratlas 1:200 000. - Bayer.LA f.WW, München.
- BAYER. LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1982): Bestandskarte der Wassergewinnungsanlagen und der Trinkwasserschutzgebiete 1: 50 000. - Bayer.LA f.WW, München.
- BAYER. STATISTISCHES LANDESAMT (1981): Betriebsstruktur der Landwirtschaft in Bayern 1979. - Heft 385 der Beiträge zur Statistik Bayerns. - Bayer. Stat. LA, München.
- GERB, L. (1956): Grundwassertypen. - In: TRAUB, F.(1956): Erläuterungen zu Blatt München, Hydrogeologische Übersichtskarte 1:500 000. - B.-Anst.f.Landeskde, Remagen.
- GROTTENTHALER, W. (1986): Jungmoränen (Jungpleistozän). - In: FETZER et.al.(1986): Erläuterungen zur Standortlichen Bodenkarte von Bayern 1:50 000; München-Augsburg und Umgebung. - S.36-41, Bayer. Geol. Landesamt, München.
- WASSERWIRTSCHAFTLICHE RAHMENUNTERSUCHUNG Donau und Main (1980): Hydrogeologie. [Bearbeiter A.DOBNER & H.WEINIG]. - Bayer. Geol. LA, München.
- TROLL, K. (1924): Der diluviale Inn-Chiemsee-Gletscher - Das geographische Bild eines typischen Alpenvorlandgletschers. - 1 Beil.: Geol.Kt., J.Engelhorn's Nachf., Stuttgart.



WROBEL, J.-P. (1982): Grundwasser in Moränengebieten -
Hydro-geologische Untersuchungen für die wasserwirt-
schaftliche Rahmenplanung., 39 S., Bayer. Geol. Landesamt,
München.

WROBEL, J.-P. (1983): Hydrogeologische Karte von Bayern -
Erläuterungen zu Blatt L8140 Traunstein.- Bayer. Geol. LA,
München.

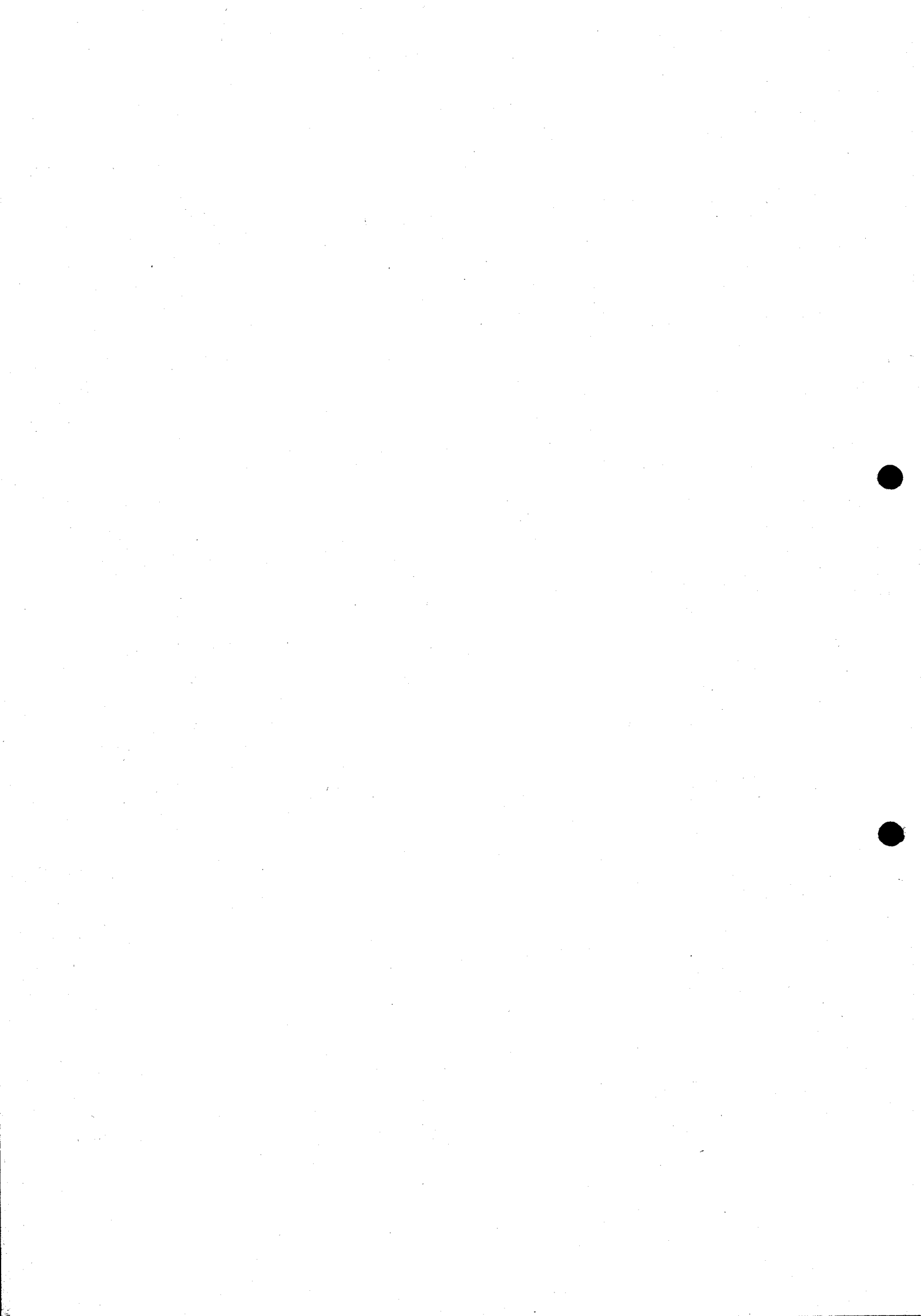
Anhang:

Profil und Ausbau der bestehenden Brunnen

Lageplan der Meßstellen

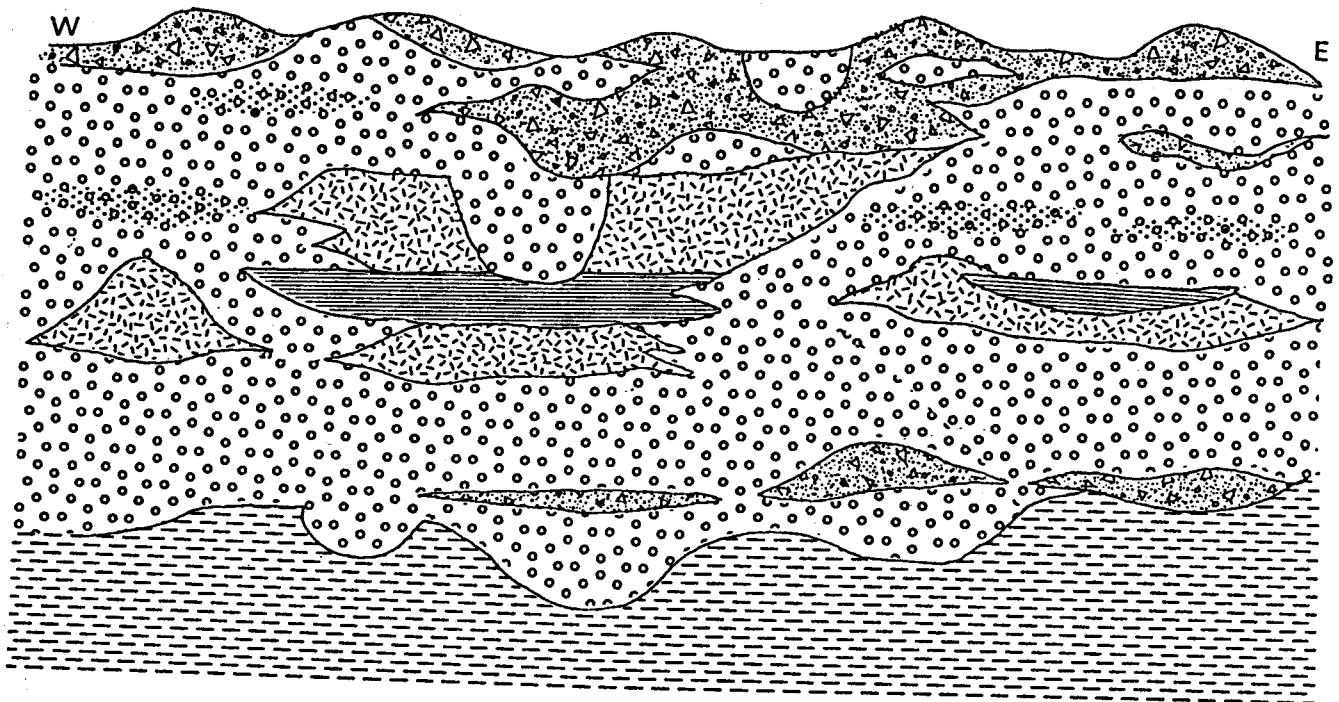
Ablagerungsfolge

Übersichtskarte der Rinnenstrukturen



Schematisches geologisches Profil südlich von Schnaitsee:

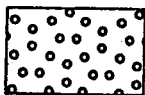
Schottermächtigkeit bis ca. 50 m;
Profillänge etwa 3 km



Moränenmaterial
(meist wasserstauend)



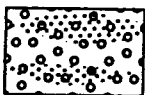
Seeton
(wasserstauend)



Schotter und Rinnen-
füllung, ungliedert



Flinz (Tertiär)
(wasserstauend)



Nagelfluh

Anlage 3:
Ablagerungsfolge

