

Bibliothek der Geologischen Bundesanstalt Wissenschaftliches Archiv	
Inv.Nr.:	A 19975
Standort	R
Ordnungs-Nr.:	
Vertraulichkeit	3
AZ:	



 No 117

RegioKAT NEU

 Grund- und Trinkwasserwirtschaft

CHT 1997
 Projektes

GEOLOGIE
RIAN-STEYR-SIERNING

Geologie d. Raumes St. Pöten-Skyr-
 Häusler, Leopold
 Nr.: 117

10123

Entlehnt

Name	Datum
<i>[Signature]</i>	21.1.13
<i>[Signature]</i>	29.5.2013 ✓
DER (CBA)	24.6.2013
<i>[Signature]</i>	19.7.2013

Projektes der O.-Ö.L.-R.:
 7/2-1996-WMR/G:
SCHLIERGRUNDWÄSSER
NNS-PLATTE

n
 PH. LEOPOLD
 en, 5 Tabellen, 4 Karten



ntrum der Universität Wien
 10.1997

r. phil. habil. Hermann Häusler
 hilip Leopold
 ologie,
 der Universität Wien

Entlehnt

RA
Regional-
archiv
 Nr.: 1312




ENDBERICHT 1997
des Projektes

HYDROGEOLOGIE
DES RAUMES ST.FLORIAN-STEYR-SIERNING

Ostabschnitt des Projektes der O.-Ö.L.-R.:
BauW-II/LG-930007/2-1996-WMR/G:

HYDROGEOLOGIE DER SCHLIERGRUNDWÄSSER
DER TRAUN-ENNS-PLATTE

von
H. HÄUSLER & PH. LEOPOLD

50 Seiten, 19 Abbildungen, 5 Tabellen, 4 Karten



Institut für Geologie, Geozentrum der Universität Wien

Wien, 31.10.1997

Adressen:

Projektleiter:
Projektbearbeiter:

Univ.-Prof. Dr. phil. habil. Hermann Häusler
cand. geol. Philip Leopold

Institut für Geologie,
Geozentrum der Universität Wien
Althanstr.14
A-1090 Wien

Geol.B.-A. Wien



Inhaltsverzeichnis:

Vorwort	
Zusammenfassung	
1.0 Einleitung	1
1.1 Begriffsdefinition und Abkürzungen	1
1.2 Auftrag und Ziel der Untersuchungen	1
1.3 Das Untersuchungsgebiet	1
2.0 Datengrundlage	3
2.1 Ablauf der Untersuchungen	3
2.2 Literatur von Land und Gemeinden	3
2.3 Art der Beprobung	3
2.4 Meßtechnik	4
2.4.1. Meßgeräte	4
2.4.2. Chemische Schnelltests	5
3.0 Verdachtsflächen	7
3.1 Überblick	7
3.2 Gliederung der Tabelle 1	7
3.3 Zusammenhänge zwischen Grundwasser und Verdachtsflächen	7
4.0 Geologie und Tektonik	9
4.1 Überblick	9
4.2 Tertiäre Sedimente	9
4.2.1. Lithologie und stratigraphische Gliederung des Schliers	9
4.2.2. Tektonik des Schliers	11
4.3 Quartäre Sedimente	16
4.3.1. Fluviale Schotter	16
4.3.2. Tektonik im Quartär	18
4.3.3. Lößlehm	18
4.3.4. Holozäne-rezente Sedimente	19
5.0 Hydrogeologie	21
5.1 Überblick	21
5.2 Schlier	21
5.3 Quartäre Schotter	23
5.4 Lößlehm	24
5.5 Rezente Sedimente	24
5.6 Wechselwirkung der Aquifere	25
5.7 Grundwasserdynamik	26
6.0 Isotopengeophysikalische Untersuchungen	28
6.1 Überblick	28
6.2 Tritium	28
6.3 Sauerstoff-18	29

7.0 Hydrochemie	33
7.1 Überblick	33
7.2 Verteilung der Nitratbelastung	33
7.3 Hydrochemische Reaktionen	36
8.0 Klassifikation der untersuchten Wasserspenden	39
8.1 Überblick	39
8.2 Typ 1, Schotter-Wasser	40
8.3 Typ 2, Schlier-Wasser	40
8.4 Typ 3, Mischwasser	41
8.5 Typ 4, Talnahes Kluftwasser	42
9.0 Hydrogeologisches Modell	43
10.0 Vorschläge zur weiteren Bearbeitung	36
11.0 Literaturverzeichnis	48

Tabellen

- Tabelle 1: Kurzbeschreibung der bearbeiteten Verdachtsflächen
- Tabelle 2: Meßwerte der beprobten Wasserspenden
- Tabelle 3: Meßwerte ausgewählter Wasserspenden
- Tabelle 4: Klassifikation ausgewählter Wasserspenden
- Tabelle 5: Auszüge aus Laboranalysen von Wässern der Ortswasserversorgungen

Kartenbeilagen

- Beilage 1: Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes 1:20 000
- Beilage 2: Kompilierte Geologische Karte 1:20 000
- Beilage 3: Karte des Schlierreliefs 1:20 000
- Beilage 4: Karte der Nitratbelastung untersuchter Wasserspenden sowie deren Grundwasserspiegelhöhe 1:20 000

Vorwort

Der Endbericht über die **Hydrogeologie des Raumes St. FLORIAN - STEYR - SIERNING** stellt den Ostabschnitt des von der Oberösterreichischen Landesregierung BauW-II/LG-930007/2-1996-WMR/G beauftragten Projektes zur **Hydrogeologie der Schliergrundwässer der Traun-Enns-Platte** dar.

Ziel dieses Teilprojektes war eine **hydrogeologische Basisaufnahme** der Molassezone zwischen St. Florian und Steyr in Hinblick auf eine mögliche Differenzierung unterschiedlicher Grundwasserstockwerke, speziell einer **Beurteilung reiner Schlierwässer**.

Zweck des Projektes war die Schaffung objektiver Beurteilungsgrundlagen für die **Festlegung von Sanierungsgebieten** einerseits und für eine begründete **Einschränkung der wasserwirtschaftlichen Nutzung** andererseits.

Letztlich sollte die hydrogeologische Basisaufnahme eine brauchbare Grundlage für die Auswahl eines repräsentativen Basisnetzes für ein kostenintensives **isotopenphysikalisches Programm** liefern, dessen Ziel vor allem der Nachweis älterer Wässer, speziell des **Schlier-Kluftaquifers**, sein wird.

Mögliche Folgeprojekte könnten daher schon die konkrete **Festlegung von Schongebieten** in ausgewählten Teilgebieten bzw. eine hydrogeologisch begründete **Auswahl von repräsentativen Wasserspenden für das Wassergüte-Monitoring** im Rahmen der Wassergüte-Erhebungsverordnung betreffen.

Zusammenfassung:

Das Untersuchungsgebiet im Raum St. Florian - Steyr - Sierning erfaßt eine Fläche von etwa **140 km²** wobei **63 Wasserspenden**, die bis auf wenige Ausnahmen stets zur lokalen Wasserversorgung dienen, untersucht wurden. Das flächendeckende Untersuchungsprogramm umfaßte die Parameter Brunnentiefe, Abstichmaß, Wassertemperatur, Leitfähigkeit, Redoxpotential, pH-Wert, sowie Nitrat, Nitrit, Chlorid und Gesamthärte. Zwölf repräsentative Wasserspenden (10 Brunnen und 2 Quellen) wurden zu verschiedenen Jahreszeiten wiederholt beprobt, wobei weiters die Parameter Eisen, Mangan, Karbonathärte und gelöster Sauerstoff aufgenommen wurden. Diese 12 ausgesuchten Wasserspenden wurden des weiteren isotopengeophysikalisch auf den Gehalt an Tritium und Sauerstoff-18 untersucht.

Die **quartäre Bedeckung** des Untersuchungsgebietes erreicht Mächtigkeiten von max. 30 m und dünnt gegen Norden hin aus. Diese Überdeckung setzt sich aus fluviatilen Schottern, namentlich Günz-glaziale Ältere Deckenschotter und Mindel-glaziale Jüngere Deckenschotter, die von einer bis zu 10 m mächtigen Lösslehmdecke überlagert werden, zusammen. Das **präquartäre Basement bildet jungtertiärer Schlier**, der als glimmerreicher, feinsandig- und siltiger Mergel mit dünnen Sand- und Sandsteinlagen anzusprechen ist. Dieser tritt vor allem dort an die Oberfläche, wo durch die Erosion der Fließgewässer die quartären Sedimente ausgeräumt wurden. Im Norden vergrößern sich die Gebiete anstehenden Schliers, jedoch ist dieser ebenso von quartärem Lösslehm überdeckt.

Durch die Auswertung von ÖMV-Tiefbohrungen kann nachgewiesen werden, daß der Schlier durch tektonisch bedingte Bruchvorgänge stark zerlegt ist und teilweise beträchtliche vertikale Versatzbeträge aufweist. Die Ausbildung dieses Bruchsystems das von großer Tiefe bis an die Schlieroberkante reicht, steht in Zusammenhang mit einer kontinuierlichen, nordvergenten Bewegung des Alpenkörpers, die bis in jüngste Zeit anhält.

Hydrogeologisch fungieren die Deckenschotter als ein mächtiger, weit verbreiteter **Porenaquifer**, wobei die größte Grundwassermächtigkeit an der Basis der Schotter zu erwarten ist, da hier eine dichte Konglomeratisierung der Schotter weitgehend fehlt.

Der Schlier ist im oberflächennahen Bereich einerseits durch die präquartäre Verwitterung, andererseits durch eine mehrphasige Bruchbildung, die infolge der Überkonsolidierung des Sediments und der Öffnung zur freien Oberfläche hin entsteht, stark geküfnet. Dieser Kluftraum, der besonders im talnahen Bereich mächtig (bis zu 30 m) ausgebildet ist, bietet für das Grundwasser eine gute Wegigkeit. Die **Schlieroberkante** unter den quartären Schottern ist somit bloß als **relativer Stauer** anzusprechen. Während der Schlier somit im oberflächennahen Bereich als **Kluftaquifer** fungiert, sind in tieferen unverwitterten Bereich vermutlich Sandlinse- und Feinsandlagen für die Wasserwegigkeit verantwortlich.

Daraus folgt, daß der Eintrag des Grundwassers in den Kluftaquifer des Schliers überwiegend über den Hauptgrundwasserleiter aus den basalen Deckenschottern erfolgt. Somit kann über weite Bereiche von einem aus hydraulischer Sicht **zusammenhängenden Grundwasserkörper** gesprochen werden. Diese Feststellung ermöglicht es auch mittels computergestützter Datenverarbeitung ein dreidimensionales Modell der Grundwasseroberfläche des gesamten Untersuchungsgebiets zu generieren.

Die Ergebnisse der **isotopengeophysikalischen Untersuchungen** belegen die Argumentation eines über weite Teile zusammenhängenden Grundwasserkörpers. Es zeigt sich, daß 10 der 12 bearbeiteten Wasserproben die sowohl aus den Porenaquifer der Deckenschotter als auch dem Kluftaquifer des Schliers entnommen wurden, sehr ähnliche Tritiumwerte aufweisen, was auf einen **engen Zusammenhang der beiden Aquifere** schließen läßt. Insgesamt spiegeln diese Werte eine erstaunlich hohe „Mittlere Verweilzeit“ des Grundwassers im Untergrund wieder, nämlich 15 - 30 Jahre.

Die verbliebenen 2 Brunnen, die ihr Wasser aus tieferen Schichten des Schliers beziehen, zeigen deutlich niedrigere Tritiumwerte. Dies ist als ein Hinweis auf die Beimischung einer „**älteren**“ **tritiumfreien Komponente** anzusehen.

Die $\delta^{18}\text{O}$ Werte zeigen in einigen Proben eine ausgeprägte Anomalie, die weder durch jahreszeitliche Schwankungen, noch durch die geographische Höhe des Einzugsgebietes zu erklären ist. Diese Anomalie tritt ausschließlich in Wässern, die aus dem Schlier entnommen wurden auf, und ist am stärksten bei den zwei zuvor genannten Brunnen mit niedrigen Tritiumwerten ausgeprägt. Dies gilt als ein weiterer Hinweis, daß es zumindestens bei diesen zwei Brunnen zu einer beträchtlichen Beimischung von **Wasser aus einem völlig eigenständigen Aquifer** aus tieferen Schichten des Schliers kommt. In den Wässern der anderen Brunnen, die diese Anomalie zeigen, erfolgt die Beimischung in einem nur sehr geringen Ausmaß, da sie sich in den Tritiumwerten nicht widerspiegelt.

Anders verhalten sich jedoch die **hydrochemischen Eigenschaften** der Wässer aus den verschiedenen Aquiferen. Während Wasser, welches aus den quartären Schottern entnommen wird vor allem durch eine **erhebliche Kontamination mit Nitrat** gekennzeichnet ist, tritt diese Belastung in Wässern aus dem Kluftaquifer des Schliers teilweise erheblich zurück. Die hohen Nitratwerte sind durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung des Gebietes, die offenbar eine **regelmäßige Überdüngung** zur Folge hat, zu erklären. Der Bericht enthält eine Verteilungskarte der Nitratbelastung im Untersuchungsgebiet. Die Abnahme des Nitratgehaltes in Wässern aus dem Kluftaquifer des Schliers geht auf komplexe hydrochemische und mikrobiologische Vorgänge zurück. Im wesentlichen sind dies jedoch Reaktionen die auf die reduzierenden Verhältnisse im Schlier zurückzuführen sind, wodurch unter anderem Stickstoffverbindungen instabil werden.

Basierend auf den derzeit gültigen Grenzwert für Nitrat (50 mg/l) ergibt sich eine gefährdete Fläche von etwa 15 % oder 20 km². Legt man der Berechnung den ab Juli 1999 gültigen Grenzwert von 30 mg/l zugrunde, so beträgt der gefährdete Flächenanteil ca. 50% oder 70 km². Diese Werte basieren auf einer günstigen Nitratverteilung, da es sich um eine Herbstmessung im November 1996 handelt, realistischerweise muß von Frühjahr bis Sommer mit einer deutlich höheren Flächengefährdung gerechnet werden.

Gemäß der Auswertung des O. Ö. Verdachtsflächenkatasters ergibt sich bisher kein Hinweis auf eine Kontamination des Grundwassers im Bereich von Altstandorten oder Altablagerungen.

Aufgrund der kombinierten hydrogeologischen, hydrochemischen und isotopengeophysikalischen Ergebnisse, läßt sich folgende **Klassifikation der untersuchten Wasserspenden** in 4 Haupttypen durchführen:

Typ 1, Schotter-Wasser:

Grundwasser welches aus dem Porenaquifer der quartären Deckenschotter entnommen wird (bzw. aus diesem natürlich austritt), und durch hohe Nitratwerte, hohe Gehalte an gelöstem Sauerstoff, sowie die Abwesenheit von Eisen und Mangan gekennzeichnet ist.

• **Typ 2, Schlier-Wasser:**

Grundwasser welches aus Sandlinsen und Feinsandlagen tieferer Schichten des Schliers entnommen wird, signifikant niedrige Gehalte an gelöstem Sauerstoff und Tritium aufweist, jedoch hohe Eisen- und Mangan-Gehalte bei völliger Abwesenheit von Nitrat zeigt.

• **Typ 3, Mischwasser:**

Wasser welches aus Brunnen gefördert wird, die ihre Filterstrecken in beiden zuvor genannten Aquiferen besitzen, und somit eine Mischung von Typ 1 und Typ 2 darstellt.

• **Typ 4, Talnahes Kluftwasser:**

Grundwasser welches aus dem mächtigen geklüfteten Bereich des Schliers in Talnähe entnommen wird, oder aus diesem natürlich austritt. Dieses Wasser ist durch niedrige Nitratwerte, niedrige Eisen- und Mangan- Werte und schwankende Gehalte an gelöstem Sauerstoff gekennzeichnet.

Nach dieser Abgrenzung in 4 Typen erscheint es weiters möglich, ein vorläufiges **hydrogeologisches Modell** zu erstellen, das die Zusammenhänge der verschiedenen Aquifere erkennen läßt und diese auch graphisch in Form eines schematischen geologischen Profils darstellt. Der wesentliche Ansatzpunkt ist dabei der Eintrag von Wasser des Typs 1 in den, im talnahen Bereich mächtig ausgebildeten Kluftaquifer des Schliers. Bei genügend langer Verweilzeit kommt es in diesem Bereich zu einer hydrochemischen Veränderung und es wird Wasser des Typs 4 generiert.

Ein erster Überblick über eine Zuordnung der bisher bearbeiteten 63 Wasserspenden bildet die Grundlage für eine gezielte hydrochemische Grundwasser-Klassifizierung des Untersuchungsgebietes.

1.0 Einleitung

1.1 Begriffsdefinition und Abkürzungen

Die in dieser Arbeit verwendeten hydrographischen Fachausdrücke sind in der **ÖNORM B 2400 (Hydrologie)** definiert.

Im Text werden fallweise Abkürzungen verwendet, um Wortwiederholungen zu vermeiden. Alle Abkürzungen sind im Text erklärt, es soll hier jedoch eine Übersicht angegeben werden.

UG Untersuchungsgebiet

ÄDS Ältere Deckenschotter

JDS Jüngere Deckenschotter

MVZ Mittlere Verweilzeit des Wassers im Untergrund

1.2 Auftrag und Ziel der Untersuchungen

Die Kontrolle der Wasserqualität im Bereich des untersuchten Gebietes gestaltet sich sehr aufwendig. Während wenige größere Orte über eine Ortswasserleitung verfügen, sind die unzähligen Höfe und Einfamilienhäuser an diese Verteilungsnetzwerke nicht angeschlossen. Sie beziehen ihr Wasser aus Hausbrunnen. Eine Übersicht über den allgemeinen **Qualitätszustand von Wässern aus diesen Brunnen** ist ein Ziel dieser Arbeit.

Ein bekanntes Problem ist die hohe Nitratbelastung der Wässer. Ebenso bekannt ist jedoch, innerhalb dieses landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebietes, die gänzliche Nitratarmut geförderter Wässer einzelner Brunnen. Diese Brunnen beziehen ihr Wasser stets aus dem Kluftaquifer des präquartären Basements, dem Schlier. Eine Schutzgebietsabgrenzung für solche Brunnen stößt zum Teil auf erhebliche Schwierigkeiten, da das Einzugsgebiet und die Herkunft des Grundwassers oft unklar sind. Erkenntnisse zur **Hydrogeologie der Schliergrundwässer** sind daher das eigentliche Ziel der Arbeit.

Ermöglicht wird dies durch die Bearbeitung eines geographisch großen Untersuchungsgebietes, das jedoch durch einheitliche geologische Verhältnisse gekennzeichnet ist. Somit sind die hier beschriebenen Ergebnisse nicht als spezifisch, für einen bestimmten Brunnen oder eine definierte Quelle anzusehen. Die Arbeit ist vielmehr als breiter Überblick über die hydrogeologische Situation des Raumes St. Florian-Steyr-Sierning zu sehen.

1.3 Das Untersuchungsgebiet

Als erster Arbeitsschritt wurde versucht ein Untersuchungsgebiet einzugrenzen. Bei hydrogeologischen Untersuchungen hat es sich als sinnvoll erwiesen, eine derartige Begrenzung nach dem **Verlauf einer orographischen Wasserscheide** vorzunehmen. Als nördliche Begrenzung wurde der Verlauf des Ipfbaches, sowie ein kurzer Abschnitt des Verlaufes der Westautobahn herangezogen.

Geographisch liegt das UG somit zwischen Mkt. St. Florian im Norden und Sierning und Steyr im Süden. Die genaue Eingrenzung ist der Kartenbeilage 1 zu entnehmen.

Die Gemeinden Hofkirchen im Traunkreis und Wolfers liegen daher zur Gänze im UG. Die Gemeinden St. Florian, Hargelsberg und Niederneukirchen haben einen erheblichen Anteil am UG, während nur geringe Anteile der Gemeinden Enns, Kronstorf, Dietach, Steyr, Sierning, Schiedelberg und St. Marien sich noch innerhalb des UG befinden.

2.0 Datengrundlage

2.1 Ablauf der Untersuchungen

Nach der Eingrenzung des UG kam es im November/Dezember 1996 zu einer flächen-deckenden Beprobung der Wasserspenden, insbesondere der Hausbrunnen. Dieser erste Arbeitsabschnitt diente dazu, einen Überblick über die vorherrschenden Grundwasser-verhältnisse, sowie über die geographischen und geologischen Gegebenheiten zu erlan-gen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Tabelle 2 zusammengefaßt, die Lage der beprobten Wasserspenden ist der Kartenbeilage 1 zu entnehmen. Es wurden **insge-samt 63 Wasserspenden** beprobt, die Art der Beprobung (→2.3) und die Meßtechnik (→2.4) sind in den jeweiligen Kapiteln zusammengefaßt.

Auf Grundlage dieser Daten wurden 12, über das gesamte UG verteilte, Wasserspenden (zehn Brunnen und zwei Quellen) zur näheren und intensiveren Bearbeitung ausgewählt.

In einem zweiten Arbeitsabschnitt im Februar 1997 kam es zur ersten Wiederholungs-beprobung der ausgewählten Wasserspenden. Parallel dazu wurde eine breit angelegte Literatursuche sowohl auf dem Amt der O.Ö. Landesregierung in Linz, als auch auf den einzelnen Gemeinden betrieben (→2.2). Des weiteren wurde der O.Ö. Verdachts-flächenkataster eingesehen (→3.0).

Im dritten Arbeitsabschnitt im April/ Mai 1997 kam es zu einer weiteren Wiederholungs-beprobung sowie intensiver Geländearbeit.

2.2 Literatur von Land und Gemeinden:

Die Literatursuche bei Land und Gemeinden brachte **eine unheimliche Fülle an Daten**, Wasserbefunden- und analysen sowie unveröffentlichten Gutachten. Wenn diese hier im Einzelnen auch nicht alle angeführt sind, so sind sie doch unverzichtbar für das Ver-ständnis der örtlichen Gegebenheiten.

Wie bereits erwähnt wurde diese Suche auch auf einzelne Gemeindeämter ausgeweitet, nämlich die Gemeinden Wolfers, Hofkirchen i. Trkr., Hargelsberg, Niederneukirchen, St. Florian sowie auf das Stift St. Florian. Der Verfasser wurde auf allen Gemeindeämtern mit großer Bereitschaft zur Kooperation empfangen, da die Wasserqualität in allen erwähnten Gemeinden von zentraler Bedeutung ist. Es wurde dem Verfasser auch ermöglicht, **alle Brunnen die zur Ortswasserversorgung dienen** zu besichtigen und das Wasser mit eigenen Meßgeräten zu beproben.

Des weiteren trug ein mehrstündiges Gespräch mit Brunnenbauer Herrn Alfont Forster (St. Florian) viel zum Verständnis der regionalen Grundwassergegebenheiten bei.

2.3 Art der Beprobung:

Bei der Geländearbeit wurde darauf geachtet, daß im Zeitraum der Beprobung möglichst **stabile, niederschlagsfreie Witterungsbedingungen** herrschen. Dies sollte vor allem den Einfluß oberflächlicher Wässer auf Brunnen, so dieser vorhanden ist, möglichst gering halten. Beprobt wurde ausschließlich Wasser, welches mittels eines dafür vorgesehenen Entnahmegefäßes dem Brunnen entnommen wurde. Wie stichprobenartige Messungen

zeigten, kann ein Verbleib des Wassers im Windkessel oder in den Rohren die chemische Beschaffenheit des Wassers doch beträchtlich verändern. Das Entnahmegeräß ist ein mit Bleischrott beschwertes einseitig verschlossenes Rohr, das durch sein rasches Eintauchen eine Entnahme der obersten Wasserschicht verhindert.

So dies möglich war, wurde mit den Brunnenbesitzern ein eingehendes Gespräch geführt, dabei wurden spezifische Eigenschaften des Brunnens und des Wassers erörtert. Hierzu zählen Baujahr, eventuelles Nachgraben, Tiefe, Schwankungen des Wasserspiegels, Ergiebigkeit und Art des Untergrundes (Geologie) des Brunnens, sowie bereits bekannte Qualitätsmerkmale oder Trübungserscheinungen des Wassers. Des weiteren wurde nach Quellaustritten, Vernässungen, Drainagierungen oder anderen Merkmalen der unmittelbaren Umgebung gefragt.

2.4 Meßtechnik:

Die Tiefe des Grundwasserspiegels wurde mit einem Lichtlot gemessen, meist ab Brunnenoberkante. Das selbe Lichtlot wurde auch zur Messung der Brunnentiefe herangezogen, wobei das Aufsitzen des Meßkopfes am Brunnenboden gut spürbar ist. Falls dies bei sehr hohem Wasserstand (gespanntes Wasser) oder bei zu großer Tiefe nicht möglich war, wurde auf die Angaben des Besitzers zurückgegriffen. Die Höhenlage des Brunnens wurde aus dem jeweiligen Kartenblatt der ÖK 50 ermittelt.

Alle Messungen für physikalische und chemische Parameter des Wassers wurden als **Situ-Messungen** ausgeführt, das heißt sämtliche Parameter wurden vor Ort, unmittelbar nach der Probenentnahme durchgeführt.

2.4.1 Meßgeräte:

Folgende physikalisch/chemische Parameter wurden mit Meßgeräten erfaßt: Wassertemperatur ($^{\circ}\text{C}$), Leitfähigkeit ($\mu\text{S}/\text{cm}$), pH-Wert und Redoxpotential (mV).

Im ersten Arbeitsabschnitt (\rightarrow 2.1.) im November/Dezember 1996 wurden hierfür Geräte der Firma HANNA INSTRUMENTS verwendet. Das Leitfähigkeitsmeßgerät ist ein Gerät des Typs 3 mit automatischer Temperaturkompensation. Die werksmäßigen Angaben geben eine Genauigkeit von $\pm 2\%$ bei einer Auflösung von $10\ \mu\text{S}/\text{cm}$ an. Das Temperaturmeßgerät hat eine Auflösung von $0,1\ ^{\circ}\text{C}$, das Redoxpotentialmeßgerät eine Auflösung von $1\ \text{mV}$, und das pH-Meßgerät eine Genauigkeit von $\pm 0,2\ \text{pH}$ bei einer Auflösung von $0,1\ \text{pH}$.

Ab dem zweiten Arbeitsabschnitt (\rightarrow 2.1.) im Februar 1997 wurden Leitfähigkeits-, Temperatur- und pH-Meßgeräte der Firma WTW eingesetzt. Alle verwendeten WTW Geräte sind zertifiziert nach DIN ISO 9001.

Das Leitfähigkeitsmeßgerät ist das Gerät LF 318 mit einer Temperatur- und Leitfähigkeitsmeßzelle TETRACON[®] 325. Die Leitfähigkeitsmessung erfolgt mit einer Temperaturkompensation nach EN 27 888 mit der Referenztemperatur $25\ ^{\circ}\text{C}$, das Gerät ist wartungsfrei. Der Meßbereich liegt zwischen 0 und $1999\ \mu\text{S}/\text{cm}$, die Auflösung beträgt $1\ \mu\text{S}/\text{cm}$ bei einer Genauigkeit von $\pm 5\%$. Bei der Temperaturmessung liegt der Meßbereich zwischen $-5\ ^{\circ}\text{C}$ und $+100\ ^{\circ}\text{C}$ bei einer Auflösung von $0,1\ \text{K}$ und einer Genauigkeit von $\pm 0,2\ \text{K}$.

Das pH- Meßgerät ist ein Mikroprozessor pH- Meter des Types PH 320 mit der pH Einstabmeßkette mit integriertem Temperaturfühler SENTIX 97T. Für die pH- Messung liegt der Meßbereich zwischen -2 und +16 bei einer Auflösung von 0,01 und einer Genauigkeit von $0,01 \pm 1$ Digit. Bei der Temperaturmessung liegt der Meßbereich zwischen -5°C und 99,9°C bei einer Auflösung von 0,1 K und einer Genauigkeit von $0,1 \text{ K} \pm 1$ Digit.

Ab dem dritten Arbeitsabschnitt (\rightarrow 2.1.) im April/Mai 1997 wurde außerdem ein WTW Sauerstoffmeßgerät zur Bestimmung des Gehaltes an gelöstem Sauerstoff in mg/l eingesetzt. Das Gerät ist ein Mikroprozessor Oximeter des Typs OXI 320 mit dem Sauerstoffsensor (membranbedeckter galvanischer Sensor) CELLOX 325 mit automatischer Temperaturkompensation. Der Meßbereich liegt zwischen 0 und 50 mg/l O₂ bei einer Auflösung von 0,1 mg/l und einer Genauigkeit von $\pm 0,5\%$ vom Meßwert.

Alle verwendeten und in diesem Kapitel angeführten Geräte sind nach Angabe der Bedienungsanleitung vorschriftsmäßig kalibriert worden. Die hier angeführten Daten sind aus den jeweiligen Bedienungsanleitungen entnommen.

2.4.2 Chemische Schnelltests:

In allen drei Arbeitsabschnitten wurden folgende chemische Schnelltests der Firma MERCK verwendet:

Für die Nitratbestimmung wurde ein MERCK RQflex Reflektometer mit REFLECTO-QUANT[®] Analysestäbchen eingesetzt. Das Gerät arbeitet auf dem Prinzip der Remissionsphotometrie mit einer photometrischen Genauigkeit von 0,5% relativer Remission. Die Analysestäbchen haben einen Empfindlichkeitsbereich von 5 bis 225 mg/l Nitrat.

Die Nitritbestimmung wurde mit dem AQUAMERCK[®] System nach kolorimetrischer Methode (Art.Nr.:11118) vorgenommen. Die Abstufung erfolgt dabei nach folgender Einteilung: 0 - 0,05 - 0,1 - 0,25 - 0,5 - 1,0 mg/l Nitrit.

Die Chloridbestimmung wurde mit dem MICROQUANT[®] System nach kolorimetrischer Methode (Art. Nr.:14753) vorgenommen. Die Abstufung erfolgt dabei nach folgender Einteilung: 0 - 3 - 6 - 10 - 18 - 30 - 60 - 100 - 180 - 300 mg/l Chlorid.

Die Bestimmung der Gesamthärte (= Summe der Erdalkalien) wurde mit dem AQUAMERCK[®] System titrimetrisch durchgeführt (Art.Nr.:8011). Dabei entspricht ein Tropfen Titrierlösung 1°dH.

Die Bestimmung der Carbonathärte wurde mit dem AQUAMERCK[®] System titrimetrisch durchgeführt (Art.Nr.:8048). Dabei entspricht ein Teilstrich der Titrierpipette 0,2°dH.

Ab dem dritten Arbeitsabschnitt (\rightarrow 2.1) im April/Mai 1997 wurden außerdem folgende chemische Schnelltests der Firma VISOCOLOR[®] verwendet:

Der Eisengehalt ($\sum \text{Fe}^{2+/3+}$) wurde mit dem Test Art.Nr.:914039 bestimmt. Es ist dies ein kolorimetrischer Test nach der Triazin(e)- Methode. Die Abstufung erfolgt dabei nach folgender Einteilung: 0,0 - 0,1 - 0,2 - 0,4 - 0,5 - 1,0 - 2,0 mg/l Eisen.

Weiters wurde zur Eisenbestimmung auch der hochauflösende Test Art. Nr.:920040 verwendet. Es ist dies ein kolorimetrischer Test, wobei die Abstufung nach folgender Einteilung erfolgt: 0,0 - 0,01 - 0,02 - 0,03 - 0,04 - 0,05 - 0,07 - 0,1 - 0,15 - 0,2 mg/l Eisen.

Der Mangangehalt wurde mit dem hochauflösenden Test Art.Nr.:920 055 bestimmt. Es ist dies ein kolorimetrischer Test, wobei die Abstufung nach folgender Einteilung erfolgt: 0,0 - 0,03 - 0,06 - 0,1 - 0,15 - 0,2 - 0,25 - 0,3 - 0,4 - 0,5 mg/l Mangan.

3.0 Verdachtsflächen

3.1 Überblick

Die Verdachtsflächen wurden in diese Arbeit mit einbezogen, um im Kartenwerk nicht nur einen geographischen Überblick über die Grundwassersituation zu haben, sondern auch über **mögliche Herkunftsorte der Verunreinigung des Grundwassers**. Es wurde daher auch nicht versucht, die Verdachtsflächen im Einzelnen zu begehen, beproben oder zu interpretieren, es wurde lediglich auf Angaben des O.Ö. Verdachtsflächenkatasters zurückgegriffen. Dieser wurde für alle im UG liegenden Gemeinden im Februar 1997 eingesehen.

Neben der geographischen Lage soll in dieser Arbeit jedoch auch kurz auf die Charakteristik der einzelnen Verdachtsflächen eingegangen werden. Die Tabelle 1 im Anhang der Arbeit gibt einen Überblick über die für das UG relevanten Verdachtsflächen. Die Gliederung der Tabelle 1 soll im folgenden Abschnitt behandelt werden.

3.2 Gliederung der Tabelle 1

In der ersten Spalte ist die interne Nummerierung des Verfassers angegeben, diese Nummerierung ist auch dem beigelegten Kartenwerk zu entnehmen. Die Verdachtsflächen V1 bis V17 liegen innerhalb des UG, die Verdachtsflächen V20 bis V24 liegen knapp außerhalb des UG und sind daher in die Bearbeitung noch miteinbezogen worden.

In der zweiten Spalte ist die interne Nummer des O.Ö. Verdachtsflächenkatasters angegeben. Für nähere Informationen ist unter dieser Nummer zu recherchieren. Der O.Ö. Verdachtsflächenkataster ist in Altstandorte und Altablagerungen gegliedert. Die Verdachtsfläche V20 ist der einzige angeführte Altstandort, alle anderen sind Altablagerungen.

In der dritten Spalte ist die Gemeinde angegeben, in welcher die Verdachtsfläche liegt.

In der vierten Spalte ist eine zentrale Information des Verdachtsflächenkatasters wiedergegeben, nämlich ob **eine Grundwasserverunreinigung nicht auszuschließen ist**.

In der fünften Spalte sind **gefährliche Inhaltsstoffe** vermerkt. Diese sind teilweise nachgewiesen, teilweise auch vermutet. Die Inhaltsstoffe Aushubmaterial, Abraum, Bauschutt und Hausmüll sind hier nicht angeführt, da sie in nahezu allen Altablagerungen vorhanden sind.

In der sechsten Spalte schließlich sind Bemerkungen des Verfassers angeführt, welche dazu dienen sollen, weitere wichtige Informationen kurz zusammenzufassen.

3.3 Zusammenhänge zwischen Grundwasser und Verdachtsflächen:

Es konnte bei der Beprobung von Wasserspenden innerhalb des UG **keine Kontamination** die nachweislich von Altstandorten oder Altablagerungen ausgeht beobachtet werden. Es ist aber darauf hinzuweisen, daß kontaminationsspezifische Parameter wie Schwermetalle oder bakteriologische Untersuchungen nicht durchgeführt wurden. Es gab jedoch auch keine Hinweise der Bevölkerung (→2.3.) auf eine derartige Kontamination.

Lediglich bei der **Altablagerung V11 der Gemeinde Hargelsberg** kam der Verdacht auf, daß eine bakteriologische Kontamination von einzelnen Hausbrunnen in Firsching mit der westlich davon gelegenen Deponie in Zusammenhang steht. Dieser Verdacht war Gegenstand umfangreicher von der Gemeinde Hargelsberg in Auftrag gegebenen Untersuchungen. Die Untersuchungen (WINKLER, 1997) kamen jedoch zu dem Schluß, daß ein Zusammenhang der Kontamination mit der Deponie (V11) auszuschließen ist. Weitere Untersuchungen um die tatsächliche Verursachung zu finden, sind noch im Gange.

4.0 Geologie und Tektonik

4.1 Überblick

Es soll hier ein **Überblick über die geologische Situation** im UG gegeben werden. Die hydrogeologischen Eigenschaften der einzelnen Schichtglieder werden im Kapitel 5 eingehend behandelt.

Das UG ist, wie die Traun-Enns-Platte im Allgemeinen, durch eine **mächtige, quartäre Überdeckung** gekennzeichnet. Im UG sind dies fluviatile Schotter, Moränenmaterial ist nicht anstehend. Die Schotter sind von einer bis zu 10 m mächtigen Lößlehm-Decke bedeckt. Da der Lößlehm eine gute Bodenbildung ermöglicht, ist er für die intensive, landwirtschaftliche Nutzung des Gebietes verantwortlich. Das präquartäre Basement ist im gegenständlichen Fall **jungtertiärer Schlier**.

Die Karte 2 der Kartenbeilagen ist als geologische Karte ausgeführt (KOHL, 1990). Auf der Karte 3 ist das „Schlier-Relief unter eiszeitlichen Schottern“ (FLÖGL, 1983) eingetragen. Die Isolinien der Schlieroberkante wurden aus RAG- und ÖMV-Schußbohrungen sowie RAG-Tiefbohrungen ermittelt.

Es soll nun auf die einzelnen Schichtglieder vom Liegenden zum Hangenden und auf die Tektonik des Schliers näher eingegangen werden.

4.2 Tertiäre Sedimente

4.2.1 Lithologie und stratigraphische Gliederung des Schliers

Versucht man, die sedimentäre Entwicklung der Oberösterreichischen Molasse im Tertiär zusammenzufassen, so kann man zwischen Rupelien und oberem Otnangien einen Zyklus der Sedimentation von marinem Schlier festlegen (JANOSCHEK, 1963). Unter Schlier wird eine **spezielle Tonmergelfazies** verstanden, die hauptsächlich aus sandigen, glimmerigen, meist gut geschichteten Tonmergeln aufgebaut ist (BRAUMÜLLER, 1961).

Abbildung 1 gibt einen Überblick über die stratigraphische Gliederung der Molasse zwischen Inn und Amstettener Bergland, wobei die Sedimente des UG stratigraphisch noch zu jenen des Bad Haller Beckens zu zählen sind. Die Basis dieses sedimentären Zykluses bilden oligozäne Tonmergel des Rupeliens bzw. der Oberen und Unteren Puchkirchner Serie des Egeriens (MALZER et al., 1993). Für das UG relevant ist jedoch der miozäne Schlier der Haller Serie (Eggenburgien) und der basalen Innviertler Serie (Unteres Otnangien). Diese Sedimente sind lithologisch sehr einheitlich ausgebildet, trotzdem sind von verschiedenen Autoren (BRAUMÜLLER, 1961; FAUPL & ROETZEL, 1987; KUFFNER, 1994) im Wortlaut voneinander abweichende Definitionen für die Lithologie des miozänen Schliers verwendet worden. Der Verfasser will hier versuchen, eine Definition, die sich aus den angeführten Quellen zusammensetzt wiederzugeben. Der miozäne Schlier ist als glimmerreicher, feinsandig- und siltiger Mergel, mit dünnen Sand und Sandsteinlagen anzusprechen.

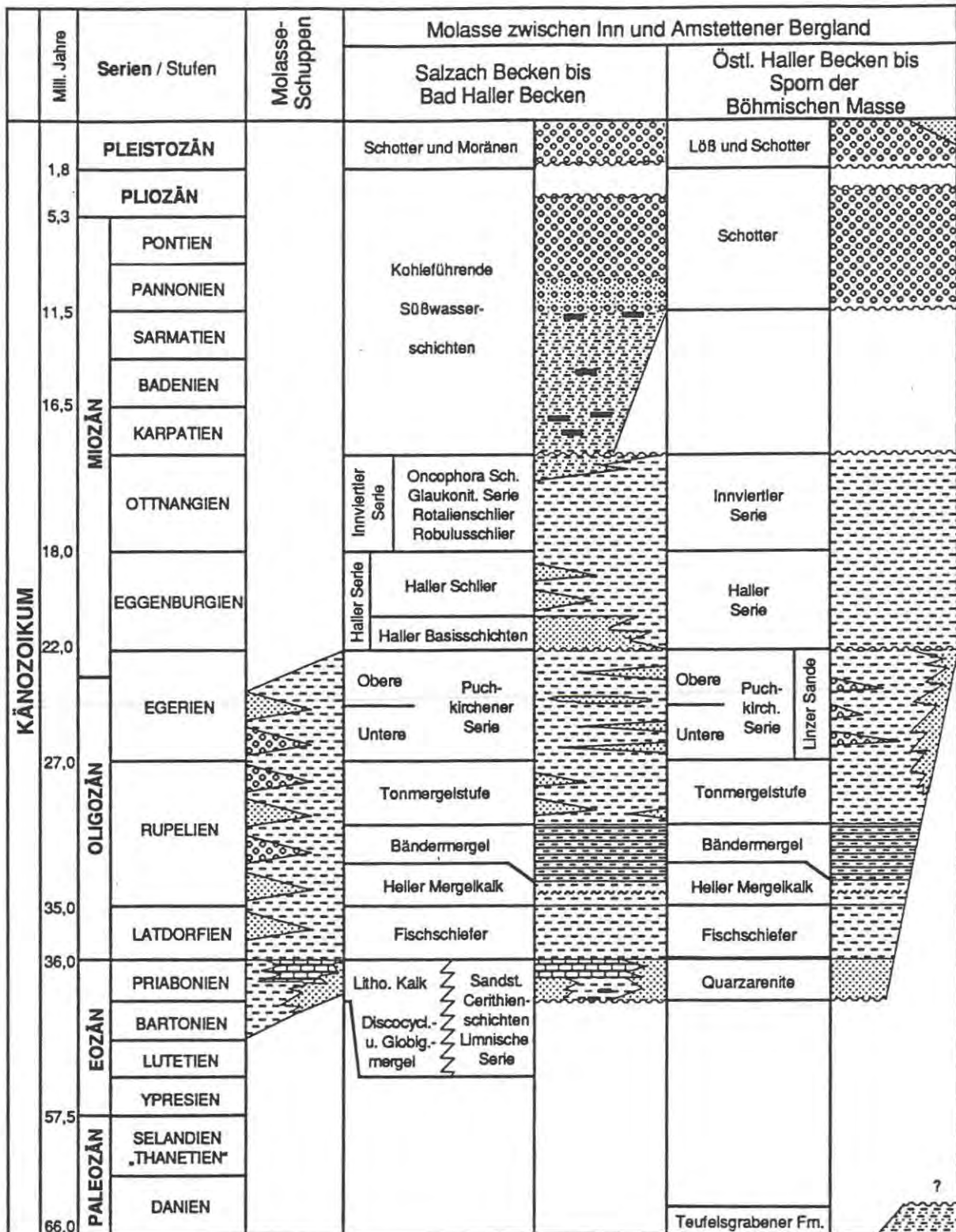


Abb. 1: Überblick über die stratigraphische Gliederung der Molasse zwischen Inn und Amstettener Bergland, wobei die Sedimente des UG stratigraphisch noch zu jenen des Bad Haller Beckens zu zählen sind (MALZER et al., 1993).

Eine lithologische Gliederung des miozänen Schliers, ist aufgrund der einheitlichen Lithologie nicht möglich. Stratigraphische Einheiten, die zum Verständnis der Tektonik von zentraler Bedeutung sind, sind daher nur durch mikropaläontologische Untersuchungen abzugrenzen. Diese Erkenntnis, die vor allem für die Erdölexploration von großer Wichtigkeit ist, führte schon sehr früh zu einer umfangreichen mikropaläontologischen Bearbeitung des Schliers.

Erstmalig konnte PETERS (1936), aufgrund der wenig vorhandenen Aufschlüsse, vor allem aber der Bohrungen, eine Gliederung des miozänen Schliers aufstellen, die in ihren Grundzügen bis heute Gültigkeit hat. Lediglich die Korrelation zu den verschiedenen Zeitstufen hat sich verändert. PETERS unterscheidet nach dem Auftreten von *Robolus inornatus* den sogenannten **Robolusschlier** vom basalen, bei Bad Hall auftretenden, **Haller Schlier**. Diese Haller Fauna läßt sich weiter unterteilen, in eine fossilarme Obere Haller Fauna und in eine fossilreichere Untere Haller Fauna. Diese Faunenabfolge (Robolus Fauna, Obere-, Untere Haller Fauna) konnte in zahlreichen Bohrungen belegt und deren Mächtigkeiten definiert werden.

Wie aus Abb. 1 ersichtlich ist, wird nach heutiger Ansicht (MALZER et al., 1993) der Robolus Schlier der Innviertler Serie zugeordnet und ist in das Untere Oligän zu stellen. Die Obere -, Untere Haller Serie ist in das Obere bzw. Untere Eocen zu stellen. Es ist aber darauf hinzuweisen, daß diese Grenzen bis dato weder paläontologisch noch lithologisch fixiert sind.

Auf die Verbreitung des Robolusschliers bzw. des Haller Schliers innerhalb des UG soll im nun folgenden Abschnitt eingegangen werden, da dies ohne einer Betrachtung der tektonischen Ereignisse nicht sinnvoll erscheint.

4.2.2 Tektonik des Schliers

Schon PETERS (1936) erkannte das Fehlen des Robolusschliers und der Oberen Haller Serie in der Bohrung Bad Hall Johannesquelle, während in weiter nördlich gelegenen Bohrungen (Wega Wels, Loots 1 bei Wölling, Loots 2 bei Gunskirchen) beide Serien in bis zu mehreren 100 m Mächtigkeit vorliegen. Des Weiteren beschreibt er eine **Änderung des Einfallens des Schliers im Bad Haller Raum**, welche an Aufschlüssen in Krems-, bzw. Sulzbachtal beobachtet wurde. Während im nördlichen Bereich ein kontinuierliches Einfallen des Schliers mit etwa 5 - 10° nach Norden zu beobachten ist, kippt der Schlier etwas südlich von Bad Hall bei der Zehrmühle bis zum Flyschrand steil nach Süden (20 - 30° Südfallen).

Eine detailliertere Bearbeitung dieser Phänomene, die durch weitere Bohrungen der RAG (Rohöl - Gewinnungs AG) ermöglicht wurde, hat BRAUMÜLLER (1959) durchgeführt. BRAUMÜLLER beschreibt eine intensive Faltung und Verschuppung der Sedimente an der Grenze des Oligozäns zum Miozän. Diese führten zu der Ausbildung einer sich über 20 km, den Alpenrand ungefähr parallel verlaufenden Antiklinale, die er Bad Haller Antiklinale nannte. Diese Faltung erfaßt auch noch das Egerien der Puchkirchner Serie und führt zu einer intensiven Verschuppung an der Südflanke der Bad Haller Antiklinale zu einer nach N überkippten Synklinale.

Die Nordgrenze dieser Schuppenzone ist die sogenannte **Zehrmühlenlinie**, eine steilstehende Aufschiebung von wechselnder Sprunghöhe, die jedoch nach Ergebnissen der Reflexionsseismik den Beckenuntergrund nicht erreicht. Die Zehrmühlenlinie hat ihren

Namen von der schon oben erwähnten Zehrmühle am Sulzbach. Hier ist der Schlier entlang des Bachbettes und im Bachbett selbst stellenweise freigelegt. Der Verfasser besuchte gemeinsam mit W. Straka (Bearbeiter des Westabschnittes des Projektes) diese Lokalität. Bei einer Wanderung durch das Bachbett war die plötzliche Änderung des Einfallens des Schliers außerordentlich gut zu erkennen.

Über dieses unregelmäßige Relief transgrediert das Eggenburgien der Haller Serie. Da die **nordvergente Bewegung des Alpenkörpers** auch zu diesem Zeitpunkt noch nicht zum Stillstand gekommen ist, kommt es zu einer Verschiebung der Hauptbeckenachse bzw. der Zone größter Mächtigkeit für das Eggenburgien um mindestens 4 km nach Norden. Die Ausbildung dieser neuen, zentralen Synklinale steht offenbar ursächlich mit der Entstehung des Bad Haller Bruchsystems im Zusammenhang. Die Nordflanke der Bad Haller Antiklinale ist in mehreren nordgerichteten Abschiebungen mit **Sprunghöhen bis zu 150 m** in die Tiefe abgesenkt. Vermutlich sind diese Störungen noch synsedimentär in Bezug auf das Eggenburgien. Ältere, südgerichtete Abschiebungen des Egeriens werden durch sie noch verstellt.

Abbildung 2 zeigt ein in etwa N - S verlaufendes Profil von BRAUMÜLLER, (1959) durch den Südrand der Molassezone auf der Höhe zwischen Steyr und Sierning, etwa 1 km westlich von Christkindl.

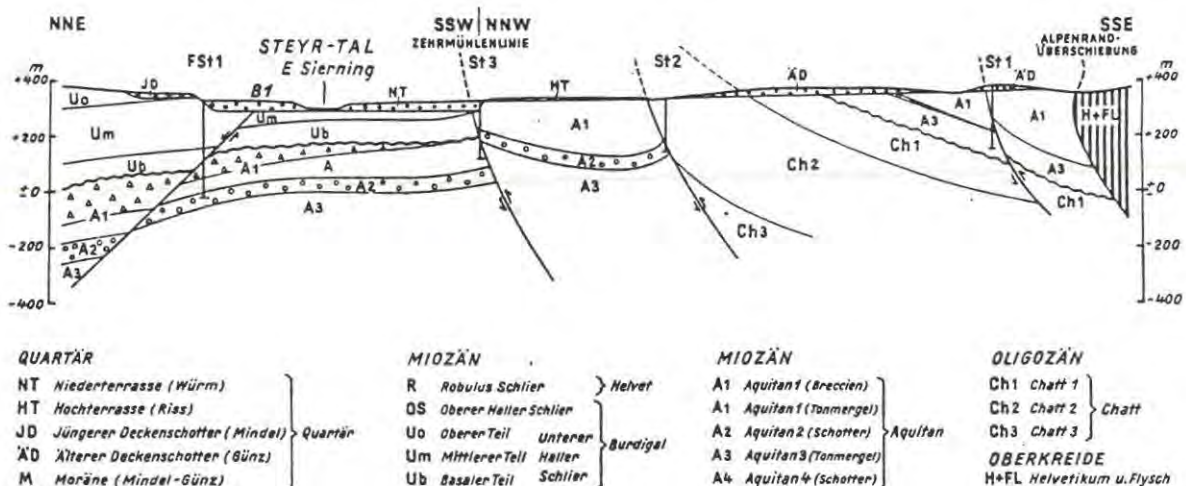


Abb. 2: Ein in etwa N - S verlaufendes Profil durch den Südrand der Molassezone auf der Höhe zwischen Steyr und Sierning, etwa 1 km westlich von Christkindl. (BRAUMÜLLER, 1959)

Für den Süden des UG ergibt sich daraus folgendes Bild:

Die Zehrmühlenlinie verläuft noch südlich des UG in WE Richtung, etwa entlang der Linie Sierning-Steyr. Das Bad Haller Bruchsystem erfaßt jedoch noch den äußersten Süden des UG. Einer der Brüche, welche ebenfalls in WE Richtung verlaufen, durchzieht das Gebiet etwa auf der Höhe von Pachsallern, ein weiterer knapp nördlich davon. Es ist daher im äußersten Süden des UG Schlier des mittleren Teils der Unteren Haller Serie bis zu den zuvor beschriebenen Brüchen anstehend. Weiter nördlich, etwa bis Wolferrn, ist im Ostteil Schlier des oberen Teils der Unteren Haller Serie und im Westteil Schlier der Oberen Haller Serie anstehend. Die Ost-Westgrenze, die hier einen Fazieswechsel widerspiegelt, verläuft etwa entlang der Linie Oberwolferrn-Pachsallern. Erst nördlich von Wolferrn ist Robolusschlier des Ottnangiens anstehend (BRAUMÜLLER, 1959).

Es bestehen nun aber berechnete Annahmen, daß sich das Bad Haller Bruchsystem auch gegen Norden fortsetzt. Der Verfasser kann dies im Folgenden durch Bearbeitung der ÖMV-Bohrungen Wirnzberg, Harmannsdorf, Thann und Teufelsgraben (Quelle der ÖMV Bohrprofile: Amt der OÖ Landesregierung) belegen. Abbildung 3, Abb. 4 und Abb. 5 zeigen eine Gegenüberstellung der absoluten Teufen und der scheinbaren Mächtigkeiten angefahrener, stratigraphischer Einheiten in den einzelnen näher bearbeiteten Bohrungen. Sämtliche Angaben der absoluten Teufen sind durch Mikrofossilien belegt. Abbildung 6 zeigt die Lage und die relative Entfernung der drei näher betrachteten Bohrungen Wirnzberg 5a (WI5), Harmannsdorf 1 (HA1) und Thann 1 (TH1). Die drei Bohrungen sind in einem Dreieck angeordnet, wobei HA1 den nördlichsten Punkt bildet und WI5 und TH1 eine etwa WE verlaufende Linie bilden.

Absolute Teufe des Erstauftretens	Ottnangien Innviertler Serie	Eggenburgien Haller Serie	Egerien, Ob. Puchkirchner Serie	Egerien, Unt. Puchkirchner Serie
WI5	+364	+274	-92	-248
HA1	-	+334	+127	-51
Differenz:	-	60	219	299
Scheinbare Mächtigkeit				
WI5	90	368	160	97
HA1	-	207	178	125
Differenz:	90	161	18	28

Abb. 3: Unterschiede in der absoluten Teufe und in der scheinbaren Mächtigkeit der stratigraphischen Einheiten (in Meter) zwischen den Bohrungen Wirnzberg 5a (WI5) und Harmannsdorf 1 (HA1).

Absolute Teufe des Erstauftretens	Ottnangien Innviertler Serie	Eggenburgien Haller Serie	Egerien, Ob. Puchkirchner Serie	Egerien, Unt. Puchkirchner Serie
HA1	-	+334	+127	-51
TH1	+344	+315	+95	-102
Differenz:	-	19	32	51
Scheinbare Mächtigkeit				
HA1	-	207	178	125
TH1	29	220	197	49
Differenz:	29	13	19	76

Abb. 4: Unterschiede in der absoluten Teufe und in der scheinbaren Mächtigkeit der stratigraphischen Einheiten (in Meter) zwischen den Bohrungen Harmannsdorf 1 (HA1) und Thann 1 (TH1).

Absolute Teufe des Erstauftretens	Ottnangien Innviertler Serie	Eggenburgien Haller Serie	Egerien, Ob. Puchkirchner Serie	Egerien, Unt. Puchkirchner Serie
WI5	+364	+274	-92	-248
TH1	+344	+315	+95	-102
Differenz:	20	41	187	146
Scheinbare Mächtigkeit				
WI5	90	368	160	97
TH1	29	220	197	49
Differenz:	61	148	37	48

Abb. 5: Unterschiede in der absoluten Teufe und in der scheinbaren Mächtigkeit der stratigraphischen Einheiten (in Meter) zwischen den Bohrungen Wirnzberg 5a (WI5) und Thann 1 (TH1).

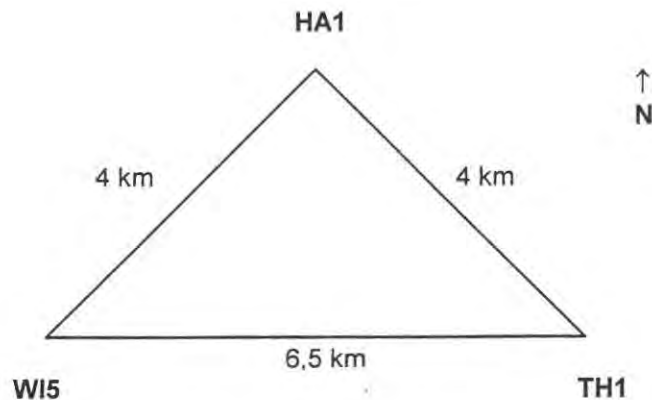


Abb. 6: Relative Entfernung der drei näher bearbeiteten ÖMV Bohrungen Wirnzberg 5a (WI5), Harmannsdorf 1 (HA1) und Thann 1 (Th1)

Auf den ersten Blick auffallend, ist das **Fehlen der Innviertler Serie in HA1**. Auch die Mächtigkeit der Haller Serie ist gegenüber WI5 weit geringer. Die größten Teufenunterschiede im Auftreten der verschiedenen Serien zeigen sich prinzipiell im Vergleich mit WI5 (Abb. 3, Abb. 5). HA1 und TH1 (Abb.4) zeigen eher geringere Differenzen.

Offensichtlich kam es im Oligozän zu einer **Reaktivierung von Bruchsystemen**, die zuvor, im Zusammenhang mit der Überschiebung älterer Molassesedimente und dem Beckenuntergrund durch den Alpenkörper, angelegt worden sind. Anders ist die Verstellung, auch der jüngsten tertiären Sedimente innerhalb derart kurzer Distanzen, nicht zu erklären. Diese Reaktivierung älterer Bruchsysteme, die dadurch heute **bis an die Schlieroberfläche** reichen, ist durchaus mit der Ausbildung des zuvor beschriebenen Bad Haller Bruchsystems in Zusammenhang zu stellen. Da eine genaue Zeitabfolge, die den Ablauf der Ausbildung derartiger Bruchsysteme beschreibt schwierig zu erstellen ist, ist auch die vertikale Versatzweite der Brüche im oberflächennahen Bereich, schwer zu definieren.

Abb. 3 veranschaulicht jedoch, daß der Versatz an der Basis der Haller Serie mit 219 m weit größer ist, als an der Oberkante der Haller Serie (60m). In gleichem Maße nimmt aber auch die Mächtigkeit der Haller Serie um 161 m ab. Geht man nun davon aus, daß in beiden Fällen die Haller Serie etwa gleich mächtig war, wie es auch bei den Serien des Egeriens der Fall ist, so wäre die Differenz der scheinbaren Mächtigkeit der Differenz der absoluten Teufe hinzuzuzählen. Dies ergäbe eine vertikale Versatzweite von $60 + 161 = 221$ m und würde damit dem Versatz an der Basis der Haller Serie (219 m) entsprechen.

Geht man jedoch davon aus, daß die Puchkirchner Serie zur Zeit der Ablagerung der Haller Serie bereits als Hochscholle ausgebildet war und die Mächtigkeit der Haller Sedimente dadurch in diesem Bereich bereits sedimentär geringer ausgebildet worden ist, ergibt sich ein verändertes Bild. Dafür spricht die Tatsache, daß es in TH1 bei einer nur geringen Mächtigkeitsdifferenz (13 m) der Haller Serie zu HA1 (Abb. 4) zu einer Ablagerung der Innviertler Serie gekommen ist. Der Versatz würde sich dann aus $60 + 90$ (Mächtigkeit der Innviertler Serie in WI5) bzw. $60 + 29$ (Mächtigkeit der Innviertler Serie in TH1), also 90 bis 150 m ergeben.

Diese zwei Modelle gehen davon aus, daß es in allen Fällen zu einer Ablagerung der Innviertler Serie gekommen ist und diese von dem Bruchsystem miterfaßt worden ist. Dies führte in Folge zu einer geringeren Sedimentationsrate der Innviertler Serie oder durch die Ausbildung einer Hochfläche zu verstärkter Erosion. Eine dritte Möglichkeit wäre, daß es im Bereich von HA1 gar nicht zu einer Sedimentation der Innviertler Serie gekommen ist, da die Haller Serie zu diesem Zeitpunkt bereits als Hochfläche über dem Meeresspiegel vorlag. Dies hätte aber schon frühzeitig zu einer verstärkten Erosion geführt und es ergäbe sich daraus ebenfalls ein Versatz, der weit größer als 60 m ist.

Zusammenfassend ist Folgendes festzustellen:

Auch im nördlich, an den zuvor beschriebenen südlichen Teil, angrenzenden Teil des UG liegt **keinesfalls einheitlicher, ungestörter Schlier** vor. Nördlich von Wolfern ist Robolusschlier der Innviertler Serie in unterschiedlicher Mächtigkeit anstehend. Die Mächtigkeit variiert zwischen 105 m in der Bohrung Wirnzberg 3 und 20 m in der Bohrung Thann 8. Im Gebiet um Harmannsdorf und Hofkirchen i.Trkr. fehlt der Robolusschlier zur Gänze (Bohrungen Harmannsdorf 1,2 u.3) und es ist daher Schlier der Haller Serie anstehend. Diese Unterschiede sind durch **tektonisch bedingte Bruchvorgänge**, die bis an die Schlieroberkante reichen, zu erklären. Für diese Brüche kann ein maximaler Gesamtbetrag des vertikalen Versatzes von 90 -150 m innerhalb einer horizontalen Entfernung von 4 km angegeben werden. Eine genauere Lokalisierung des Bruchsystems ist durch eine weitere Bearbeitung zu erwarten (→10 Ausblick).

Weiter im Norden liegen dem Verfasser keine Bohrdaten vor, die eine genauere stratigraphische Einschätzung des Schliers ermöglichen. Es ist jedoch mit einer weiteren Wechsellagerung von Robolusschlier und Schlier der Haller Serie zu rechnen.

Daß sich tertiäre Strukturen im Schlier auch an der Oberfläche trotz der Schotterbedeckung nachweisen lassen, zeigt die Ausarbeitung von Landsat-Bildlineamenten von BUCHROITHNER, (1984). Abbildung 7 zeigt diese Satellitenbilddauswertung im Bereich des untersuchten Gebietes. Eine weiterführende Bearbeitung auf der Basis von Satellitenbildern stellt daher eine sinnvolle Ergänzung zu den derzeitigen hydrogeologischen Untersuchungen dar (→10).

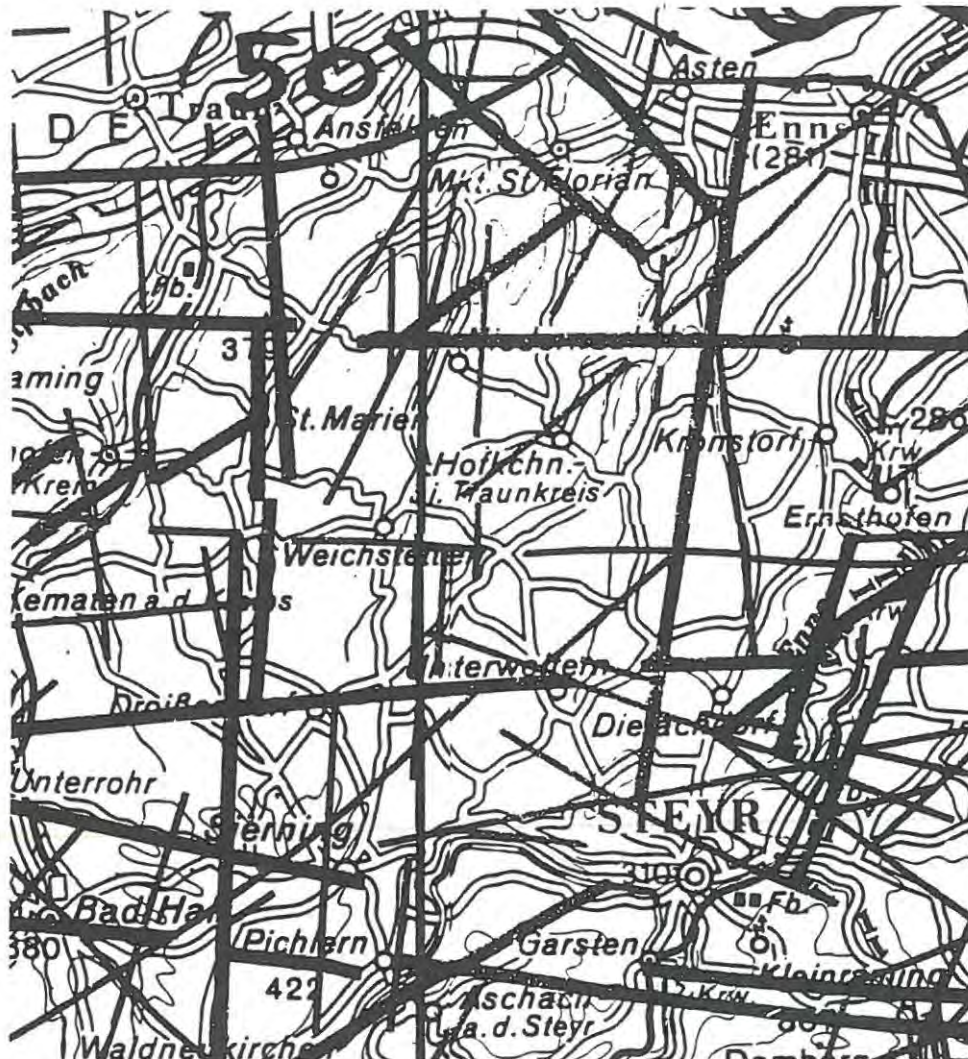


Abb. 7: Auszug aus der Karte der Landsat-Bildlineamente von Österreich (BUCHROITHNER, 1984)

4.3 Quartäre Sedimente

4.3.1 Fluviale Schotter

Die quartäre Überdeckung des Schliers bilden im UG fast ausschließlich Günz-glaziale **Ältere Deckenschotter (ÄDS)** und Mindel-glaziale **Jüngere Deckenschotter (JDS)**. Lediglich an der SE-Begrenzung des UG ist ein schmaler Streifen von Prägünz-Schottern erhalten, die sogenannten Schotter von Enzengarn. Im äußersten NO des UG streicht ein kleiner Keil Hochterrasse noch in das UG. Diese beiden Vorkommen sind aber für die zu bearbeitende Fragestellung ohne Bedeutung.

Die Deckenschotter erreichen eine maximale **Mächtigkeit von bis zu 30 Meter**, wobei diese generell gegen Norden hin abnimmt. Im talnahen Bereich, wo es bereits in den Interglazialen zu einer Ausräumung der Schotter kam, fehlen sie naturgemäß. Dabei

kommt es zur Ausbildung des für die gesamte Traun-Enns-Platte so typischer Landschaftsbildes, ein stellenweise über weite Strecken ebenes Plateau, in das sich Fließgewässer tief eingeschnitten haben und somit eine charakteristische Hügellandschaft erzeugt haben.

Bei einem Blick auf die geologische Karte (Kartenbeilage 2), stellt sich dem Betrachter unweigerlich die Frage, wie es zu der Bildung des Sedimentes kam, das heute in Form von ÄDS unheimlich große Areale mit beträchtlicher Mächtigkeit bedeckt. Die Sedimente der anderen hochglazialen Ereignisse (Mindel, Riss, Würm) bleiben in ihrer Ausbreitung und Mächtigkeit weit hinter Günz-Glazial zurück. Ein Grund dafür dürfte der prinzipiell weite Vorstoß der Günz-Gletscher in das Vorland der Traun-Enns-Platte sein, wie an den günzzeitlichen Endmoränen von Sattledt zu erkennen ist.

KOHL (1974) geht aber weiters davon aus, daß es bei der Aufschotterung im Günz-Glazial zu einer Aufarbeitung und Umlagerung älterer, also von prägünz Schottern, gekommen ist. Somit würden die ÄDS mehr oder weniger nur die jüngste Form eines Umlagerungsprozesses darstellen. Damit wären die unterschiedlichen Sedimentmengen, im Vergleich zu späteren Vereisungen, erklärbar, da die Sedimente der ÄDS über einen weit längeren Zeitraum gebildet worden sind, als das eigentliche Günz-Glazial andauerte (VAN HUSEN, 1981).

Die Deckenschotter weisen einen **hohen Anteil an kalkigen Komponenten** auf. Während vor allem an der Basis der ÄDS, auch starker zentralalpiner Einfluß, in Form von Komponenten des Kristallins, erkennbar ist, ist der kalkalpine Einfluß in den JDS noch stärker ausgeprägt. Auch sandige Lagen, oder stark verwitterte, zerbrochene Komponenten, sind in den ÄDS zu finden (VOHRYZKA, 1980). Der hohe kalkalpine Einfluß und der damit verbundene hohe Anteil an Karbonaten in den Deckenschottern, führt im Zuge der Durchströmung der Schotter mit Niederschlagswasser zu einer Lösung bzw. Ausfällung des Kalkes und es kommt somit zur Bildung eines hochfesten, über die Korngrenzen brechenden **Konglomerates**.

Als Beispiel sei der aufgelassene Steinbruch nahe Lichtkogel (=Verdachtsfläche V16) angeführt, wo dieses Konglomerat als Baustein auch gewonnen wurde. Gut zu erkennen ist die unterschiedlich starke Verkittung der einzelnen Komponenten, die jedoch lagenweise gänzlich fehlt. Diese unverfestigten Lagen sind dann meist feinkörniger ausgebildet, oftmals zeigen sie auch eine gradierte Schichtung.

Die geologische Karte (Kartenbeilage 2) läßt auch klar ein anderes Phänomen erkennen, nämlich das JDS in einem in etwa NNW verlaufenden Streifen umrahmt von ÄDS durch das gesamte UG ziehen. Ein Blick auf die Karte des Schlierreliefs (Kartenbeilage 3) zeigt, daß auch hier die Richtung dieses JDS-Streifens als Eintiefung im Schlier dokumentiert ist. Diese Eintiefung wird als **„Rinne von Wolfen“** (KOHL, 1974) bezeichnet.

Die Entstehung dieser Rinne ist noch nicht endgültig geklärt. VAN HUSEN (1975) geht davon aus, daß die Steyr mindestens bereits zur Zeit der Zerstörung der ÄDS die breite Furche südlich Enzengarn benutzte und bei Steyr in die Enns mündete. Somit entspricht die Rinne nur bedingt einem prämindelzeitlichen Abfluß der Steyr. Die Wiederaufschotterung der Rinne dürfte nach VAN HUSEN (1975) durch eine zeitweise Überschüttung einer nördlich von Pachsallern gelegenen Wasserscheide im Schliersockel durch die Steyr am Ende der Akkumulation der JDS zu stellen sein.

4.3.2 Tektonik im Quartär

Die **nordvergente Bewegung** des Kalkalpen-Flyschkörpers scheint auch im Quartär nicht zum Stillstand gekommen zu sein.

VAN HUSEN (1975) hat im Zuge der Bearbeitung der quartären Entwicklung des Steyrtales eine Verstellung des präglazialen Talbodens nachgewiesen, die er zuvor auch schon im Ennstal beobachtet hatte (VAN HUSEN, 1971).

Im Steyrtal zeigt sich folgende Situation: Beim Verlauf des Talbodens im Längsprofil fällt auf, daß er bis zum Nordrand der Flyschzone ständig den gleichen Abstand zum heutigen Flußverlauf einhält. In der Molassezone ist dann eine um rund 20 Meter tiefere Lage zu beobachten. Beide Teile sind aber sicher durch ihre Bedeckung mit Schottern und Konglomeraten gleichen Verwitterungsgrades und Aufbaues zu parallelisieren. Da aber die Hochterrasse ohne Unterbrechung und ohne Verstellung knapp unter dem Niveau des Talbodens durchzieht, ist eine Verstellung des Talbodens während seiner Zerschneidung im Mindel/Riss Interglazial anzunehmen (VAN HUSEN, 1975).

Weiters ist ein rascheres Ansteigen des Talbodens innerhalb des Alpenkörpers gegen Süden zu beobachten, als der Verlauf der heutigen Felssohle widerspiegelt. Beide Beobachtungen weisen auf eine **stetige Heraushebung des Alpenkörpers** in seiner Zentralzone (Hohe-Niedere Tauern) hin, wobei für die scharfe Verstellung an der Flysch-Molasse Grenze ein weiteres Abgleiten der Kalkalpen nach Norden, das im Falle des Steyrtales auch noch die Flyschzone beeinflusste, verantwortlich zu machen ist (VAN HUSEN, 1981).

Es ist daher durchaus vorstellbar, daß es auch innerhalb der Molasse zu kleineren **Bewegungen an bereits vorgegebenen Brüchen** kam (→ 4.2.2.). Somit wäre die Aktivität, der zuvor beschriebenen Bruchsysteme des Tertiärs, möglicherweise bis ins Quartär fortzusetzen. Aufgrund der ungünstigen Aufschlußverhältnisse ist dies jedoch schwer im Gelände zu belegen.

4.3.3 Lößlehm

Das Vorhandensein weitläufiger, vegetationsloser Flächen im Vorfeld der Gletscher in Zeiten intensiver Vereisung bietet günstige Voraussetzungen für eine starke **äolische Umlagerung des freiliegenden Sedimentes**. Am stärksten sind diese im Bereich der verwilderten Flüsse. Hier fehlt die Vegetationsbedeckung völlig. Da ein großer Teil des Flußbettes nur während der Frühjahrshochwässer durchflossen wird, liegen über weite Teile des Jahres ausgedehnte Flächen völlig trocken. Das Sediment ist der **Ausblasung (Deflation)** frei zugänglich. Infolgedessen, sind entlang der großen Täler Mitteleuropas weitverbreitete Aufwehungen äolischer Sedimente anzutreffen. Bei dieser Windablagerung werden die schluffigen Sedimente als Löß bezeichnet (EHLERS, 1994).

Da diese Windablagerung stets die oberste Deckschicht ausbildet, kommt es in Warmzeiten (Interglaziale bzw. Holozän) zur **Bodenbildung im Löß**. RICKEN (1983) gibt folgende zusammenfassende Übersicht über den Ablauf der Bodenbildung im Löß unter warmzeitlichem, humidem Klima:

1. Entkalkung des primären Lößmaterials
2. Freisetzung von Fe-Oxiden (Verbraunung)
3. Chemische Tonbildung (Entstehung von Tonlamellen im Profil)
4. Tonverlagerung. Dabei entsteht ein aufgehellter, schluffiger oberer Horizont mit Tonverarmung und ein unterer, brauner und verdichteter Tonanreicherungshorizont.
5. Pseudovergleyung (durch Staunässe) als Folge der Verdichtung.

Diese Erkenntnisse sind auch gut auf das UG übertragbar. Die quartären Sedimente und stellenweise auch der Schlier, sind flächendeckend von Lößlehm bedeckt und bilden somit in weiten Teilen des UG den C-Horizont für die nacheiszeitliche Bodenbildung.

BLASCHKE et al. (1994) konnten bei Sondierungsuntersuchungen des Oberbodens im Einzugsgebiet der Quelle Dietachdorf (östlich von Wolfers) folgende vier, für alle Sondierungen geltenden, Ergebnisse der vorgenommenen Bodenbeurteilung anführen.

- das fast gänzliche Fehlen größerer Kornfraktionen
- der nur geringe Anteil von Feinsand
- das Überwiegen des Anteils von Schluff, zum Teil auch Ton
- die hohe Lagerungsdichte

Die Mächtigkeit der Lößlehmbedeckung variiert stark, da es durch **periglaziale Solifluktion** zu einer Verlagerung des Sedimentes gekommen ist. Für ein derartiges Bodenfließen reicht schon eine Hangneigung von etwa 2° aus (EHLERS, 1994). So werden im UG stellenweise maximale Mächtigkeiten des Lößlehms von bis zu 10 m erreicht, anderenorts dünnt die Bedeckung auf wenige dm aus.

4.3.4 Holozäne - rezente Sedimente

Im UG von rezenten Sedimenten oder Talfüllungen zu sprechen, ist nur bedingt richtig. Es handelt sich dabei eher um quartäre Schotter und Lehme, die durch die heutigen Fließgewässer umgelagert und entlang deren Ufer sedimentiert worden sind.

Zu einer veränderten Entwicklung ist es aber jedenfalls im Verlauf des Ipfbaches zwischen Niederneukirchen und UG-Grenze sowie entlang des Kroisbaches zwischen Hausleiten und UG-Grenze gekommen. Die tatsächliche Talsohle im Schlier liegt hier nämlich weit tiefer, als der heutige Verlauf der Bäche widerspiegelt. Es ist hier offensichtlich im Zusammenhang mit der Zerschneidung der Niederterrassenschotter im Donautal zur **Aufstauung der Unterläufe der beiden Bäche** gekommen. Die damit verbundene Herabsetzung der Fließgeschwindigkeit, bot die Voraussetzung zur **Ablagerung** sehr feinkörniger Sedimente. Dies sind vor allem Tone und Schluffe, untergeordnet auch Sande und Schotter (WIESER, 1958). Der Verfasser möchte diese Sedimente in Analogie zu der von der örtlichen Bevölkerung verwendeten Bezeichnung, als Tegel ansprechen. Da aber unter dem Begriff Tegel ein spezielles, tertiäres Sediment im Wiener Raum verstanden wird, ist hier wohl besser die Bezeichnung Pseudo-Tegel angebracht. Bei einer Baustelle in der Nähe der Glockengießerei bei St. Florian, war der Pseudotegel kurze Zeit gut aufgeschlossen. Er ist als ungeschichtetes, sehr feinkörniges (tonig, schluffig), standfestes Sediment hellgrauer Färbung zu beschreiben.

Das Auftreten des Pseudo-Tegels ist morphologisch, im zuvor beschriebenen Raum, in Form einer sehr **breit ausgebildeten Talsohle** gut zu erkennen. Der Ipfbach zeigt in dieser breiten Talsohle eine starke Mäandrierung.

5.0 Hydrogeologie

5.1 Überblick

Nachdem in Kapitel 4 auf die rein geologischen Eigenschaften der einzelnen Schichtglieder eingegangen worden ist, sollen hier nun die hydrogeologischen Eigenschaften näher betrachtet werden. Dabei soll in Analogie zum vorhergehenden Kapitel zuerst auf jedes einzelne Schichtglied eingegangen werden. Im Anschluß soll ein Überblick über das gesamte hydrogeologische System und über die Wirkungsweise bzw. Wechselwirkung der einzelnen Aquifere gegeben werden.

5.2 Schlier

Aus hydrogeologischer Sicht fungiert der **Schlier als Kluftaquifer**, wobei die Klüftung (und somit auch die Wasserwegigkeit) sehr unterschiedlich ausgeprägt sein kann.

Da der Schlier vor der Bedeckung mit eiszeitlichen Schottern die eigentliche Geländeoberkante darstellte, ist es an dessen Oberfläche zu einer **tiefgründigen Verwitterung** und Bodenbildung gekommen. Diese Verwitterungsschwarte des Schliers ist heute unter den quartären Schottern noch vorhanden. Von einem Paläoboden ist aber zumindest flächendeckend nicht zu sprechen, da der eigentliche Bodenhorizont durch oft mehrmalige Überfahung mit eiszeitlichen Schottern sicher erodiert worden ist. Dort, wo eine quartäre Überdeckung heute fehlt, bildet die Verwitterungsschwarte den C-Horizont rezenter Böden (BLASCHKE et al, 1994).

In dieser Verwitterungszone, bzw. auch oft noch weit tiefreichend als die eigentliche Verwitterungsschwarte, zeigt der Schlier eine **intensive Klüftung**. Die Bildung dieser geklüfteten Zone ist aus tektonischer Sicht wie folgt zu erklären: Der gesunde unverwitterte Schlier reagiert aufgrund seiner Lithologie (→ 4.2.1) auf mechanische Beanspruchung wie ein Festgestein. Abbildung 8 zeigt eine zeitliche Spannungsverteilung des Schliers von der tertiären Sedimentation bis zur nacheiszeitlichen Talbildung nach HÄUSLER (1966).

In einer ersten Phase kam es zu einer Spannungsbildung und zu einem **Bruch des Schliers durch Belastung**. Im Zuge der Diagenese bzw. der heute erodierten ehemaligen tertiären Überlagerung, kam es zur Ausbildung vertikaler Spannungen und im Zuge der Tektonik zur Ausbildung von Radial- bzw. Tangentialspannungen. Man könnte dies als eine Überkonsolidierung des Schliers bezeichnen. In einer zweiten Phase, die bis heute anhält, kommt es zu Spannungen und zum **Bruch des Schliers durch Entlastung**, die vor allem durch die Abnahme der Vertikalspannung (Erosion) und die damit verbundene Ausbildung von Zugspannungen zu erklären sind. Auch eine nachwirkende tektonische Spannung, die sich aus aktiver tektonischer Spannung und im Gesteinsgefüge fixierter (eingefrorener) tektonischer Spannungsreste zusammensetzt, beeinflusst diese Bruchbildung (HÄUSLER, 1966).

ZEITLICHE SPANNUNGSVERTEILUNG σ_v AUF DIE VERGLEICHSEBENE AUS SCHIEFERTON IN 236m MEERESHÖHE

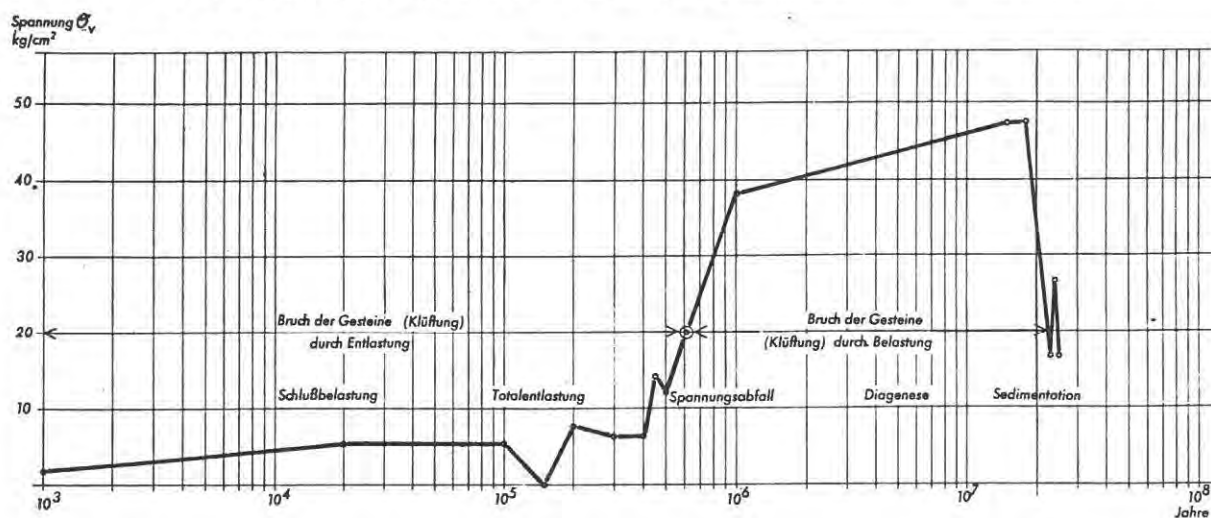


Abb. 8: Zeitliche Spannungsverteilung der vertikalen Hauptspannung σ_v des Schliers von der tertiären Sedimentation bis zur nacheiszeitlichen Talbildung. Einfach logarithmische Darstellung. Erste Phase der Bruchbildung durch Belastung, zweite Phase der Bruchbildung durch Entlastung. (HÄUSLER, 1966)

Der Schlier tendiert also im oberflächen nahen Bereich, zu der Ausbildung einer verstärkten Klüftung, die in erster Linie oberflächenparallel aber auch \pm vertikal ausgebildet ist. Je mehr freie Oberfläche dem Schlier gegeben wird, desto intensiver und tieferreichender wird diese Klüftung. Daher erreicht diese Zone verstärkter Klüftung im talnahen Bereich, eine Mächtigkeit von bis zu 30 Meter, während auf flachen Plateaus die Mächtigkeit entsprechend geringer (≤ 10 Meter) anzunehmen ist (VOHRYZKA, 1980). Die Ausbildung von Tälern steht wiederum teilweise im ursächlichen Zusammenhang mit Störungen (\rightarrow 4.2.2.), da sich im allgemeinen die Entwicklung eines Gewässernetzes an vorgegebene Schwächezonen hält.

Diese intensive Klüftung führt auch zu einer **verbesserten Wasserwegigkeit**, die damit zu einer verstärkten Verwitterung des Schliers führt. Die Mächtigkeit des geklüfteten Schliers, ist vor allem im talnahen Bereich größer, als die Mächtigkeit jener Zone, die als eigentliche Verwitterungsschwarte anzusprechen ist. Im allgemeinen wird dieser geklüftete Schlier im Volksmund treffend auch als brauner (Farbänderung durch erhöhte Wasserwegigkeit) oder stehender (verstärktes Auftreten von vertikalen Klüften) Schlier bezeichnet.

Für die Verwitterungsschwarte des Schliers, wird im Endbericht eines Forschungsprojektes, im Zuge dessen auch Bereiche innerhalb des UG bearbeitet wurden, ein **k-Wert von $a \times 10^{-6}$** angegeben (BLASCHKE et al., 1994).

Grundsätzlich andere hydrogeologische Eigenschaften weist der **unverwitterte Schlier** auf. Hier sind vor allem **dünne Feinsand- und Sandlagen** für eine relativ gute horizontale Wasserwegigkeit verantwortlich. Die \pm vertikale Klüftung ist weit geringer ausgeprägt, aber doch vorhanden. Diese ermöglicht den Eintrag des Wassers in den Aquifer, sowie die Kommunikation zwischen den einzelnen Sandlagen.

Der unverwitterte Schlier wird im Volksmund auch als blauer oder liegender (kaum vertikale Klüfte) Schlier bezeichnet.

Eine allgemeine Angabe des k_f -Wertes erscheint hier nicht sinnvoll, da eine sehr große Abhängigkeit der Durchlässigkeit von der Schichtung und durch die lokalen geologischen Verhältnisse gegeben ist.

5.3 Quartäre Schotter

Die quartäre Schotterbedeckung baut zweifellos den am **häufigsten genutzten Aquifer** auf. Sowohl die Durchlässigkeit, als auch die Grundwassermächtigkeit ist hier weit günstiger ausgebildet, da es sich um einen **Porenaquifer** handelt.

Die Konglomeratisierung der Schotter führt aber dazu, daß eine gute Wasserwegigkeit nur lagenweise vorhanden ist, nämlich dort, wo die einzelnen Komponenten nicht verkittet sind (→4.3.1.). Erreichen diese Lagen eine ausreichende flächenhafte Ausdehnung innerhalb des Konglomerates, so spricht man von sogenannten „schwebenden Grundwasserstockwerken“. Diese Stockwerke sind, gemessen am heutigen Bedarf, für lokale Wasserversorgungen fast nur von historischer Bedeutung, da sie starken jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen.

Die Durchlässigkeit der Konglomerate ist sehr schlecht ausgebildet, ist aber lokal durch Karsterscheinungen, die auf den hohen Karbonatgehalt (bis 90%) zurückzuführen sind, sicher erhöht (VOHRYZKA, 1980).

Den eigentlichen **Hauptgrundwasserleiter** bilden mächtigere, durchgehend unverfestigte Lagen an der **Basis der Deckenschotter**. Auf die Thematik der grundwasserstauenden Funktion des Schliers wird noch näher eingegangen (→5.6). In erster Näherung ist der Schlier aber zumindest als lokaler Grundwasserstauer für die gut wasserwegigen Schotterlagen an der Basis der Deckenschotter anzugeben. Daher ist auch das Relief der Schlieroberkante (Kartenbeilage 3) für die Wasserführung des Hauptgrundwasserleiters von zentraler Bedeutung.

Ein gutes Beispiel dafür, bietet die „Rinne von Wolfern“ (→4.3.1). Durch die rinnenartige Ausbildung des präquartären Untergrundes sammelt sich das Grundwasser eines weit größeren Einzugsgebietes im zentralen Bereich der Rinne. Charakteristisch ist dabei das Auftreten ungewöhnlich stark schüttender Quellen (z.B.: Glückquelle bei Simsenberg, 22 l/s) an der nördlichen Begrenzung der Rinne, wo die Talsohle die Schlieroberkante erreicht. Auch die Grundwassermächtigkeit ist beträchtlich, im Brunnen der Ortswasserleitung Wolfern (BWO) ist diese 7,4 m. Dagegen scheint die Absenkung des Grundwasserspiegels im Zuge eines Pumpversuchs im Wolfener Brunnen um 2,3 m bei einer konstanten Entnahmemenge von 15 l/s (!) gering (WIESER, 1976).

Auch eine erste grobe Abschätzung der Grundwasserneubildung, im Vergleich zum Abfluß des durch das Schlierrelief bzw. dem Auftreten von Jüngeren Deckenschottern begrenzten Gebietes, wurde vorgenommen. Das Einzugsgebiet des Grundwassers in den Jüngeren Deckenschottern kann mit etwa 15 km² angenommen werden. Bei einer jährlichen Niederschlagsmenge von 950 - 1000 mm, kann unter der Annahme, daß ein Drittel verdunstet, ein Drittel abfließt und ein Drittel in das Grundwasser versickert, mit einem jährlichen Wassernachschub von 5 Mill. m³ gerechnet werden, dies ergäbe 140 l/s. Die Messung der Quellen, die mit der Wolfener Rinne in Zusammenhang stehen, haben eine Gesamtmenge der Quellschüttung von 100 l/s ergeben. Weitere 20 - 30 l/s werden aus bisher gebauten Brunnen gefördert (WIESER, 1976). Die Grundwasser-

neubildung und der Abfluß bzw. die Entnahme halten sich also fast die Waage und sprechen somit für die Richtigkeit der Abgrenzung einer derartigen unterirdischen Wasserscheide.

BLASCHKE et al. (1994) geben für die Durchlässigkeit der wasserführenden Schichten in den Deckenschottern einen **k_r-Wert von $a \times 10^{-4}$ m/s** an.

5.4 Lößlehm

Der zuvor (→ 4.3.3) beschriebene Aufbau des Lößlehmes läßt **prinzipiell keine sehr hohe Durchlässigkeit** zu. Ganz im Gegenteil, bei Starkregenereignissen oder langandauernden Niederschlägen, konnte der Verfasser eine starke Vernässung der landwirtschaftlich genutzten Flächen feststellen. Der Untergrund war offensichtlich nicht imstande, das Wasser rasch genug aufzunehmen und es kam zu einem verstärkten, oberflächlichen Abfluß. Die so entstandenen Trübestrome machten teilweise Straßen nur erschwert passierbar. Dies ist aber keinesfalls allein auf die Verdichtung des Bodens durch den Einsatz schwerer landwirtschaftlicher Maschinen zurückzuführen, da den Landwirten das Problem seit jeher bekannt ist und sie daher versuchen diesen Einfluß so gering wie möglich zu halten. Weiters führten Bäche innerhalb kurzer Zeit einen stark erhöhten Anteil an Schwebstoffen.

Auch die Untersuchungsergebnisse von BLASCHKE et al. (1994) weisen insgesamt auf einen sehr feinkörnigen, nur wenig durchlässigen Boden hin. Dabei ist weiters erwähnenswert, daß das für die freie Wasserbewegung „Nutzbare Porenvolumen“ in mehreren untersuchten Proben extrem klein war. Es lag zwischen 2,2% und 17,9%. Es kann also davon ausgegangen werden, daß die Verweildauer des eingetragenen Niederschlagswassers innerhalb des Lößlehms, so dieser ausreichende Mächtigkeit aufweist, sehr groß ist.

Weiters konnte der Verfasser beobachten, daß die durch Solifluktionerscheinungen noch weiter verdichtete Lößlehmdecke ein oberflächliches Austreten von Grundwasser über weite Strecken verhindert. Das Wasser aus Grundwasserhorizonten, welches aus Brunnenbeprobungen dokumentiert ist, kann in einem, in unmittelbarer Brunnennähe verlaufenden Taleinschnitt (der weit tiefer reicht als die Grundwasseroberfläche), nicht austreten. Offensichtlich steht dies im Zusammenhang mit der Ausbildung von „Wasserlosen Dellen“, wie sie in der geologischen Karte (Kartenbeilage 2) dokumentiert sind.

BLASCHKE et al. (1994) geben für den Lößlehm einen minimalen **k_r-Wert von $a \times 10^{-7}$ m/s** an, stellenweise sind jedoch sicherlich höhere, möglicherweise aber auch noch geringere Werte zu erwarten.

5.5 Rezente Sedimente

Die rezenten Talfüllungen entlang des Verlaufes oberflächlicher Fließgewässer, führen im Großen und Ganzen zu einer **Abdichtung der Gewässer gegenüber dem Grundwasser**. Die Bäche haben sich somit weitgehend selbst abgedichtet. So steht Wasser, das aus vereinzelt Brunnen, die sich in unmittelbarer Bachnähe befinden, entnommen wird, in keinerlei nachweislichem Zusammenhang mit dem Wasser der Fließgewässer.

Ebenso stellt der zuvor beschriebene Pseudo-Tegel (→ 4.3.4) eine undurchlässige Barriere sowohl für das Grundwasser als auch für oberflächliche Fließgewässer dar. Durch seine flächenhafte Ausdehnung verhindert er aber auch das Eindringen von Niederschlagswasser und verursacht oberflächliche Staunässe. Diese Flächen sind erst in jüngster Zeit durch Drainagierungen landwirtschaftlich nutzbar gemacht worden. Geblieben ist jedoch ein gänzlich fehlendes der Bebauung auf Flächen deren Untergrund durch Pseudo-Tegel gebildet wird. In historischer Zeit herrschte hier nicht nur die Gefahr von Hochwässern, sondern auch die Staunässe bot wohl keine gute Voraussetzung für eine Besiedelung. Somit ist auch die langgestreckte Form des Marktes St. Florian zu erklären, da die zur Bebauung geeignete Fläche durch die steile Kante der Deckenschotter und durch den Pseudo-Tegel scharf begrenzt ist.

Der Pseudo-Tegel ist also als undurchlässig anzusprechen.

5.6 Wechselwirkung der Aquifere

Die entscheidende Frage, die zum Verständnis der Wechselwirkung zwischen dem Aquifer des Schotter und dem des Schliers führt, ist jene: Inwieweit fungiert der **Schlier als Grundwasserstauer**? Diese Frage kann auch in dieser Arbeit nicht restlos geklärt werden, vor allem schon deswegen nicht, weil sich die lokalen Verhältnisse innerhalb kürzester Distanzen völlig verändern können. Eines sei jedoch vorweggenommen: Nach Ansicht des Verfassers sind die Verhältnisse keinesfalls so zu erklären, daß der Schlier flächendeckend als Grundwasserstauer für den Hauptgrundwasserleiter in den basalen Schottern auftritt.

Zweifelloso kommt es an dieser Grenze zu einer **Herabsetzung des k-Wertes**, die allein schon aus dem Übergang von einem Poren- in einen Kluftaquifer resultiert. Jedoch konnten BLASCHKE et al (1994) zeigen, daß die Grundwassermächtigkeit in den basalen Schottern des Plateaus von Schwödiau (im SE des UG), welches das Einzugsgebiet der untersuchten Quelle Dietachdorf darstellt, nicht ausreicht, um den vorhandenen Zufluß zur Quelle zu ermöglichen. Die einzig mögliche Schlußfolgerung besteht nun darin, daß der unterirdische Abfluß auch in Klüften des Schliers erfolgt. Die zuvor (→5.2.) beschriebenen Entspannungsklüfte des Schliers bieten eine ausreichende Erklärung für dieses Phänomen. Somit ist auch das Austreten relativ stark und regelmäßig schüttender Quellen aus Schlierspalten zu erklären. Lokal ist es jedoch sicher auch so, daß die Verwitterungsschwarte bzw. eine reliktsch vorhandene Lehmbedeckung des Schliers, diesen in einen dichten Horizont verwandelt. Auch die Mächtigkeit des geklüfteten Schliers ist unterschiedlich stark ausgebildet. Die Schlieroberkante ist somit wohl am besten als **lokaler, relativer Stauer** anzusprechen.

Der Wassereintrag in Sandlinsen des ungeklüfteten Schliers, scheint über wenige, aber doch vorhandene, ± vertikale Klüfte aus dem stark wasserführenden Bereich des geklüfteten Schliers zu erfolgen. Möglicherweise, ist eine verstärkte vertikale Wasserwegigkeit an Störungen im Schlier (→4.2.2.) zu erwarten. Da das Grundwasser tieferliegender Stockwerke (geklüfteter und ungeklüfteter Schlier) oftmals in gespannter Form in Brunnen vorliegt, liegt die Schlußfolgerung nahe, daß zwischen allen drei Aquifere (Schotter und beide Schliertypen) **ein hydraulischer Zusammenhang** besteht.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß der Eintrag des Grundwassers in den Schlier vorwiegend im Untergrund, über den, den Schlier überlagernden, Hauptgrundwasserleiter der basalen Schotter erfolgt. Dort wo die Schotterbedeckung fehlt (Kartenbeilage

2) und der Schlier nur von einer meist nur geringmächtigen Lößlehmbedeckung überlagert ist, ist prinzipiell auch ein Grundwassereintrag von Niederschlagswasser über den Lößlehm denkbar. Jedoch ist festzustellen, daß viele dieser „schotterfreien“ Flächen erst in jüngster Zeit durch Drainagierungen für landwirtschaftliche Zwecke nutzbar gemacht worden sind. Davor waren diese Flächen oftmals ungenützte, sogenannte „saure Wiesen“. Dies läßt auf einen erschwerten Eintrag von Niederschlagswasser in den Untergrund schließen, der die Entstehung von Staunässe zur Folge hat. Eine denkbare Erklärung hierfür wäre, daß sich am Übergang geklüfteter Schlier - Lößlehm, aufgrund fehlenden Porenraumes kein eigentlicher Grundwasserhorizont ausbilden kann, und somit der Eintrag in den Kufthaquifer weitgehend erschwert ist. Aus mündlichen Informationen über Brunnengrabungsarbeiten ist zu entnehmen, daß an diesem Übergang zwar eine vernässte Zone anzutreffen ist, aber der „braune“ Schlier darunter oft völlig trocken ist. Erst in tieferen Zonen trifft man dann auf reichliches, oft gespanntes oder artesisches Grundwasser. Möglicherweise ist in jenen Gebieten wo eine quartäre Schotterüberdeckung fehlt, die dichte Verwitterungsschwarte des Schliers noch besser erhalten, oder sie hat sich, während der Interglaziale, wieder gut entwickeln können.

Es ist also davon auszugehen, daß auch in Gebieten wo die Schotterüberdeckung fehlt, der eigentliche Grundwassereintrag in die Klüfte und Linsen des Schliers vorwiegend in Gebieten erfolgt ist, wo ein Hauptgrundwasserleiter in basalen Schottern vorhanden ist. Ein geringer Teil des Eintrages erfolgt aber sicher lokal. Daher scheint auch die Abgrenzung eines Schutzgebietes für Brunnen, die bei fehlender Schotterüberdeckung in den Schlier einbinden, durchaus sinnvoll.

5.7 Grundwasserdynamik

Im vorherigen Kapitel (→5.6) konnte gezeigt werden, daß die Schlieroberkante als lokaler, relativer Stauer anzusprechen ist. Somit zeichnet sich auch das Relief der Schlieroberkante im wesentlichen für die Grundwasserfließrichtung, zumindest im Hauptgrundwasserleiter der basalen Schotter, verantwortlich.

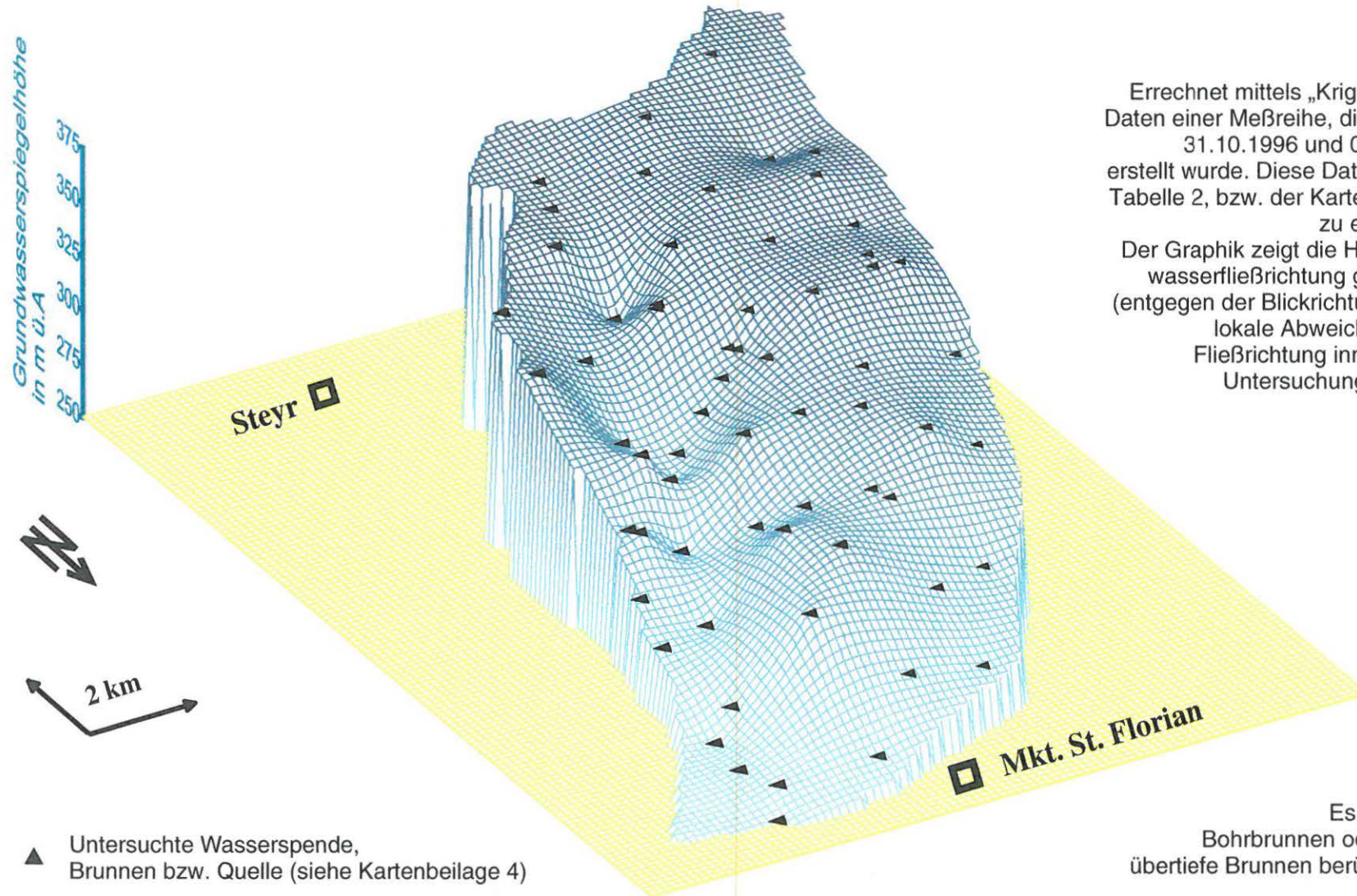
Sehr gute Aussagen über die lokale Grundwasserdynamik und -mächtigkeit im UG liefern die Karten von FLÖGL (1988). Deshalb soll diese Problematik in der vorliegenden Arbeit auch nur am Rande bearbeitet werden. Durch die Größe des bearbeiteten Gebietes ist auch die Probendichte zu gering geblieben, um ein zuverlässiges Grundwassermodell zu erstellen.

Trotzdem wurden bei der flächendeckenden Beprobung im November/Dezember 1996 (→2.1) auch die Höhe des Grundwasserspiegels mittels Lichtlot erfaßt (→2.4). Diese Daten sollen nun nicht unberücksichtigt bleiben.

Für die Bestimmung der Höhenlage der einzelnen Brunnen bzw. Quellen mußte auf das jeweilige Kartenblatt der ÖK 50 zurückgegriffen werden, da eine geodätische Lagebestimmung (gegebenenfalls auch mittels GPS) den Untersuchungsrahmen weit überschreiten würde. Es läßt sich aus diesen Daten aber, wenn auch mit einer gewissen Ungenauigkeit behaftet, die Grundwasserspiegelhöhe in m ü. A. für jede einzelne Wasserspende bestimmen. Diese Daten sind der Tabelle 2 zu entnehmen. Weiters sind sie in der Kartenbeilage 4 vermerkt, um einen geographischen Bezug zu gewährleisten.

Aus diesen Daten läßt sich nun mittels computergestützter Datenverarbeitung ein **drei-dimensionales Modell der Grundwasseroberfläche** errechnen. Dies ist insofern zulässig, da bereits bei der flächendeckenden Beprobung darauf geachtet wurde, keine übertiefen

Dreidimensionales Modell der Grundwasseroberfläche Blickrichtung Süd-Süd-West



Errechnet mittels „Kriging“ aus 63 Daten einer Meßreihe, die zwischen 31.10.1996 und 05. 12 1996 erstellt wurde. Diese Daten sind der Tabelle 2, bzw. der Kartenbeilage 4 zu entnehmen.

Der Graphik zeigt die Hauptgrundwasserfließrichtung gegen NNE (entgegen der Blickrichtung), sowie lokale Abweichungen der Fließrichtung innerhalb des Untersuchungsgebietes.

▲ Untersuchte Wasserspende, Brunnen bzw. Quelle (siehe Kartenbeilage 4)

Es sind keine Bohrbrunnen oder andere übertiefe Brunnen berücksichtigt.

Abb. 9: Dreidimensionales Modell der Grundwasseroberfläche, errechnet mittels "Kriging" aus Daten der Grundwasserspiegelhöhen von November 1996.

Bohrbrunnen (> 40 m) zu erfassen, die ihr Wasser trotz einer mächtigen Schotterüberdeckung aus tieferen Grundwasserstockwerken des Schliers beziehen.

Im allgemeinen kann daher von einem überregional zusammenhängenden Grundwasserkörper gesprochen werden, der alleine schon durch die einheitlichen geologischen Verhältnisse bedingt ist. Im vorherigen Abschnitt (→5.6.) konnte auch ein hydraulischer Zusammenhang zwischen Kluft-(Schlier) und Poren-(Schotter) Grundwässern aufgezeigt werden. Somit wird der Grundwasserkörper lediglich durch in den Schlier erodierte Fließgewässer zerschnitten.

Das Programmpaket SURFER® Version 6.02. ermöglicht nach der Digitalisierung der geographischen Lage der Wasserspenden, der Begrenzung des UG sowie der Grundwasserspiegelhöhe, die Modellierung der Grundwasseroberfläche im UG. Als Berechnungsmethode wurde Kriging gewählt. Abbildung 9 zeigt dieses Modell. Die beste Betrachtungsmöglichkeit für das dreidimensionale Modell bietet eine Blickrichtung gegen Süd-Süd-West. Somit erscheint der Ort Mkt. St. Florian dem Betrachter am nächsten, während Steyr (und auch Sierning - hier überdeckt) im Hintergrund liegen. Für eine bessere geographische Orientierung bietet sich die Kartenbeilage 4 an. Die Blickrichtung ist somit gegen die Hauptgrundwasserfließrichtung, die etwa NE bis NNE verläuft, wie aus der Abb.9 klar zu entnehmen ist. Weiters zeigt das Modell lokale Abweichungen der Fließrichtung, die vor allem durch die Talmorphologie und das Schlierrelief bedingt ist.

Auffällig sind auch zwei stark übertiefte Punkte im Süden, die im Zusammenhang mit der „Rinne von Wolfers“ (→4.3.1, →5.3) stehen könnten. Warum diese Schlierrinne nicht wesentlich deutlicher im Modell zu erkennen ist, mag daran liegen, daß andere Brunnen im Bereich der Rinne den basalen Hauptgrundwasserleiter erreichen, da dieser erst in einer Tiefe von 30 m oder mehr anzutreffen ist. Demnach wird in diesen Brunnen Wasser aus schwebenden Grundwasserstockwerken (→5.3) gefördert.

Die chemischen und isotopengeophysikalischen Eigenschaften der Wässer aus den verschiedenen Aquiferen soll in den nun folgenden Kapiteln behandelt werden.

6.0 Isotopengeophysikalische Untersuchungen

6.1 Überblick

Zwischen 02/12/1996 und 05/12/1996 wurden von den 12 ausgewählten Wasserspenden (→ 2.1) Proben für isotopengeophysikalische Untersuchungen entnommen. Die Proben wurden auf **Tritium- und Sauerstoff-18- Gehalt** untersucht. Die Bearbeitung dieser Proben wurde vom Österreichischen Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal Ges.m.b.H., Abteilung Isotopengeophysik (Leiter: Hofrat Dr. Rank), durchgeführt. Herr Dr. Rank war freundlicherweise auch bei der Interpretation der Daten behilflich. Da im Zuge der zur Verfügung stehenden Mitteln für das Gesamtprojekt nur eine einmalige isotopengeophysikalische Beprobung möglich ist, sind nur eingeschränkte Aussagen über die Ergebnisse dieser Untersuchungen möglich. Für genauere Aussagen wären Wiederholungsbeprobungen in Form eines Jahresganges notwendig, da beide Werte im Niederschlag ausgeprägte jahreszeitliche Schwankungen aufweisen. Trotzdem lassen sich, vor allem aufgrund der langjährigen Erfahrung der Abteilung Isotopengeophysik des Arsens, grundlegende Aussagen über die gesamte hydrogeologische Situation treffen, die für die Interpretation aller gesammelter Daten von zentraler Bedeutung sind.

Die gemessenen Werte der isotopengeophysikalischen Untersuchungen sind der Tabelle 3 zu entnehmen. In der Tabelle sind auch wichtige physikalische und chemische Werte der einzelnen Wasserspenden zusammengefaßt, um einen Überblick über die Hydrochemie der isotopengeophysikalisch untersuchten Wässer zu geben. Auf die Hydrochemie wird jedoch noch eingehend im nächsten Kapitel (→7.0) eingegangen.

6.2 Tritium:

Tritium (^3H), ein radioaktives Isotop des Wasserstoffes, entsteht einerseits in geringen Mengen durch die kosmische Strahlung in der Stratosphäre (ca. 5 TE/a), andererseits bewirkten die atmosphärischen Kernwaffenversuche seit 1952 eine weltweite künstliche „Markierung“ des natürlichen Wasserkreislaufes. Maximalwerte wurden dabei in den Jahren 1962/63 erreicht, wo auch ein Höhepunkt der Kernwaffenversuche zu verzeichnen war. Danach wurden diese Versuche gestoppt, und somit nimmt seither der Tritiumgehalt der Niederschlagswässer ab. Derzeit nähert sich dieser wieder nahezu dem Wert, der vor 1952 gemessen wurde, da Tritium eine Halbwertszeit von 12,43 a hat. Grundwässer die praktisch kein Tritium enthalten, müssen also vor 1952 in den Untergrund infiltriert worden sein. Der Tritiumgehalt wird in der Konzentrationseinheit TE (Tritium-Einheiten) angegeben.

Tritiummessungen erlauben unter günstigen Voraussetzungen die **Berechnungen der „Mittleren Verweilzeit“ (MVZ)** der Grundwässer. Da diese im gegenständlichen Fall nicht gegeben sind (→ 2.1) und außerdem die untersuchten Proben in einem sehr großen Gebiet mit unterschiedlichen Einzugsgebieten liegen, sind keine exakten Aussagen möglich.

Es kann jedoch für die gemessenen Werte, die zwischen 25 TE und 32 TE liegen **eine MVZ zwischen 15 und 30 Jahren** angenommen werden. Bedingt durch diese relativ hohe MVZ ist auch davon auszugehen, daß kaum jahreszeitliche Schwankungen der Werte im Grundwasser zu erwarten sind, da es im Aquifer zu einer guten Durchmischung der Wässer, die zu unterschiedlichen Jahreszeiten eingetragen worden sind, kommt. Trotzdem steht eine hohe MVZ nicht im Widerspruch zu einem gewissen Anteil

des Grundwassers, das weit „jünger“ ist. Es ist also keinesfalls so, daß oberflächliche Kontaminationen erst in 15 bis 30 Jahren das Grundwasser erreichen.

Die Tatsache aber, daß Grundwässer mit gänzlich unterschiedlicher Hydrochemie (→Tabelle 3) und unterschiedlichen Einzugsgebieten (→Kartenbeilage 1), in etwa gleiche Tritiumwerte haben, führt zu folgender Erkenntnis: Die Grundwässer der verschiedenen Aquifere (Schotter - Schlier), welche durch die unterschiedliche Hydrochemie belegt sind (→7.0), haben praktisch die selbe MVZ im Untergrund. Es ist dies ein weiterer Beweis für die Annahme, daß der Eintrag des Grundwassers in den geklüfteten Schlier unmittelbar über dem Hauptgrundwasserleiter der basalen Schotter erfolgen muß (→5.6). Die Tritiummessungen zeigen also, daß **ein enger Zusammenhang zwischen diesen beiden Aquiferen** besteht, obwohl es unter Umständen zu einer beträchtlichen Änderung der Hydrochemie kommen kann (→7.0).

Bei drei beprobten Brunnen sind die TE-Werte jedoch weit geringer, nämlich 8,6, 17,8 und 12,9 TE, als bei den bisher beschriebenen Wasserspenden, deren Werte zwischen 25 und 32 TE gelegen sind. Dies läßt auf eine **weit höhere MVZ** der Wässer dieser Brunnen schließen, da aufgrund der Hydrochemie (→7.0) eine sehr geringe MVZ, die ebenfalls die Ursache für derartig niedrige TE-Werte sein könnte, auszuschließen ist. Möglicherweise handelt es sich dabei auch um Mischwässer. Es kommt dabei zu der Mischung einer „alten“ **tritiumfreien Komponente** mit einer relativ „jüngeren“ Komponente, die somit für den Tritiumeintrag verantwortlich zu machen ist (→5.6). Einen besseren Einblick geben hier die Ergebnisse der Sauerstoff-18 Untersuchungen.

6.3 Sauerstoff-18

Das stabile Isotop Sauerstoff-18 (^{18}O) wird im Verhältnis zu Sauerstoff-16 (^{16}O) mittels Massenspektrometer gemessen. Die Angabe erfolgt als Relativwert zu einem Standard (Meerwasser, V-SMOW), welches das schwerste und damit ^{18}O -reichste Wasser ist, in Promille (‰). Somit kommt es zur Angabe des stets negativen $\delta^{18}\text{O}$ (‰) - Wertes.

Im Zuge des Wasserkreislaufes kommt es immer wieder zu Isotopen-Fraktionierungsprozessen, vor allem dort, wo Phasenumwandlungen stattfinden. Dies führt zu einer Abhängigkeit des $\delta^{18}\text{O}$ - Gehaltes im Niederschlag von verschiedensten Faktoren. Ohne auf diese im einzelnen jetzt näher einzugehen, sind dies der Kontinentaleffekt, der Mengeneffekt sowie der Breiten- und Temperatureffekt.

Für die gegenständlichen Untersuchungen ist jedoch der Höheneffekt von Bedeutung, für welchen drei Faktoren verantwortlich sein können: Die Temperaturabnahme mit zunehmender Höhe, das Ausregnen der schweren Moleküle beim Aufsteigen von feuchten Luftmassen an einem Hang und die teilweise Verdunstung der fallenden Tropfen, die mit zunehmender Fallhöhe zur Anreicherung an schweren Molekülen führt (RANK, 1988). Somit kommt es zu einer Abhängigkeit des $\delta^{18}\text{O}$ - Gehaltes im Niederschlag von der geographischen Höhe, wobei der Wert umso höher wird, je größer die Fallhöhe des Tropfens ist, das heißt, je orographisch tiefer ein Gebiet liegt. Für eine erste Abschätzung ist davon auszugehen, daß sich der $\delta^{18}\text{O}$ - Gehalt pro 100m Höhendifferenz um 0,25 ‰ verändert.

Eine schematische Übersicht der Schwankungen des $\delta^{18}\text{O}$ - Gehaltes in Zusammenhang mit der geographischen Höhe gibt Abb. 10.

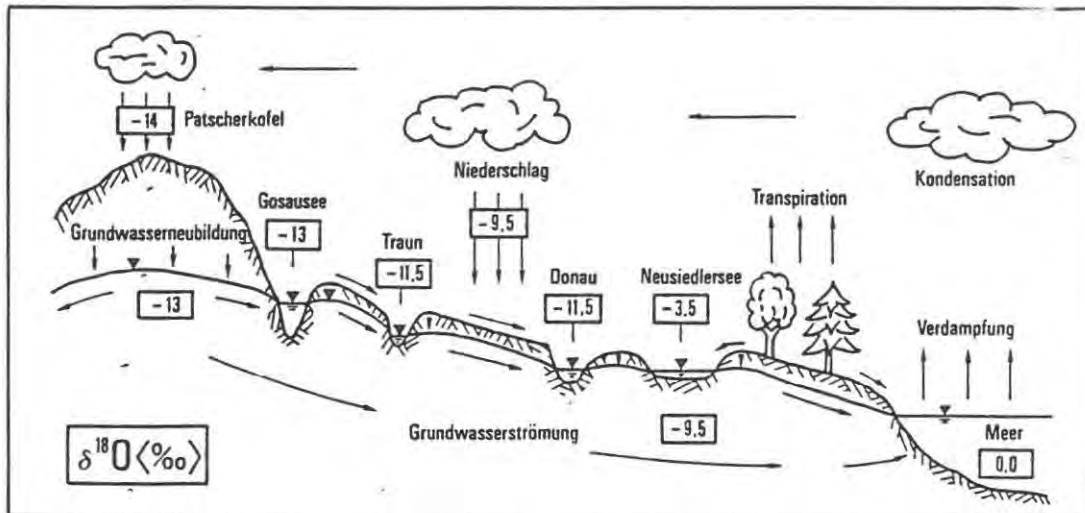


Abb. 10: Schematische Übersicht der Schwankungen des $\delta^{18}\text{O}$ - Gehaltes in Zusammenhang mit der geographischen Höhe (RANK, 1988)

Somit kann umgekehrt, bei bekanntem $\delta^{18}\text{O}$ - Gehalt des Grundwassers ein **Rückschluß auf die mittlere Höhe des Einzugsgebietes** gezogen werden. Jedoch zeigt auch der $\delta^{18}\text{O}$ - Gehalt im Niederschlag einen deutlichen Jahresgang und erschwert somit einen derartigen Rückschluß bei einer bloß einmaligen Beprobung. Wie schon zuvor ($\rightarrow 6.2$), kann aber auch hier ein Trend abgelesen werden. Abbildung 11 zeigt eine Zuordnung jener Wasserspenden, deren Tritiumgehalt zwischen 25 und 32 TE liegt (\rightarrow Tabelle 3, $\rightarrow 6.2$), zu den aus $\delta^{18}\text{O}$ - Gehalten ermittelten, möglichen mittleren Höhen der Einzugsgebiete. Es wurde hierfür die zuvor beschriebene Beziehung ($\Delta 0,25\text{‰ } \delta^{18}\text{O}/100\text{m}$) eingesetzt, wobei als Referenzpunkt die Quelle 12/1 mit einem mittleren Einzugsgebiet von 350 m Höhe angenommen wird. Diese Abschätzung erfolgte aus der Kartenbeilage 1, und ist bei genauerer Betrachtung gut nachvollziehbar.

Es zeigt sich nun, daß die Wasserspenden 19/4, 35/1 und 30/1 durchaus ein Einzugsgebiet ergeben, das realistisch erscheint. Die errechneten Einzugsgebiete von 18/2, 18/5, und 24/2 erscheinen etwas überhöht, während die Einzugsgebiete von 18/4 und 7/1 viel zu niedrig, nämlich niedriger als der eigentliche Standort des Brunnens, liegen würden. Diese Abweichungen sind möglicherweise durch eine übermäßige Anreicherung von Niederschlagswasser im Grundwasser, das zu unterschiedlichen Jahreszeiten abregnet ist, zu erklären. Klarheit kann hier nur eine weit ausgedehnte $\delta^{18}\text{O}$ - Untersuchung über einen längeren Zeitraum schaffen.

Keinesfalls zu erklären sind jedoch die $\delta^{18}\text{O}$ - Gehalte der drei Wasserspenden 9/1, 15/1 und 17/2, deren Wasser auch die geringsten Tritiumgehalte aufweisen ($\rightarrow 6.2$). In diesem Zusammenhang kann von einer **echten Anomalie der $\delta^{18}\text{O}$ - Gehalte** gesprochen werden, da diese Werte noch höher sind als jene der Wasserspende 7/1. Weiters muß aufgrund der höheren MVZ des Wassers im Untergrund von einer guten Durchmischung ausgegangen werden, somit ist diese Anomalie nicht nur durch den zuvor beschriebenen Effekt jahreszeitlicher Schwankungen zu erklären.

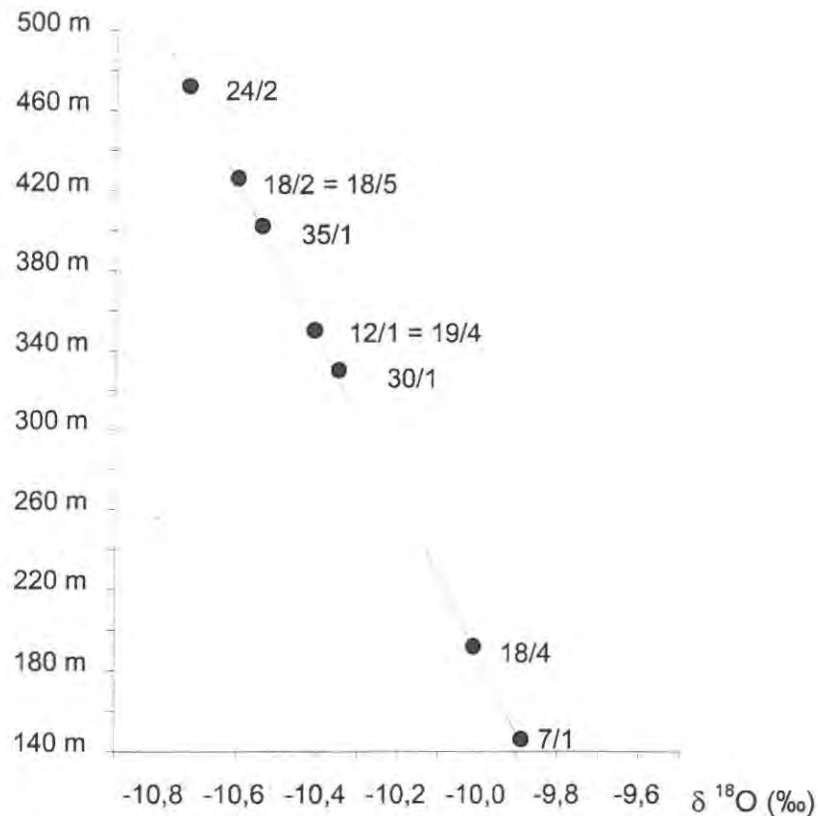


Abb. 11: Zuordnung der Wasserspenden mit Tritiumwerten zwischen 25 und 32 TE, zu dem aus $\delta^{18}\text{O}$ - Gehalten ermittelten, möglichen, mittleren Höhe der Einzugsgebiete. Die Steigung der Geraden resultiert aus der Beziehung $\Delta 0,25\text{‰ } \delta^{18}\text{O}/100\text{m}$. Der Referenzpunkt ist die Quelle 12/1 mit der Höhe des mittleren Einzugsgebietes von 350 m.

Um eine Erklärung dieser Anomalie zu finden, sind jedenfalls weitere isotopengeophysikalische Untersuchungen nötig, wobei ein möglicher erster Schritt die Messungen des Deuterium (^2H)- und Kohlenstoff-14 (^{14}C)- Gehaltes wäre.

In einer ausgedehnten Diskussion mit Hr. Dr. Rank ($\rightarrow 6.1$) kam es zu einer ersten Vermutung, wie diese Anomalie, die bisher in Österreich einzigartig ist, zu erklären ist. Diese Erklärung ist jedoch als hypothetisch anzusehen, da ja weitere Untersuchungen noch ausständig sind.

Eine mögliche Erklärung wäre, daß ein gewisser Anteil des aus diesem Brunnen geförderten Grundwassers nicht mit meteorischen Wässern in Verbindung steht. Dies wäre also ein **abgeschlossener, eigenständiger Aquifer**, wobei der Eintrag dieses Wassers nicht mit dem modernen Wasserkreislauf in Zusammenhang zu stellen ist und damit weit in der Vergangenheit zu suchen ist.

Prinzipiell sind derart alte Wässer innerhalb der O.Ö. Molassezone nicht ungewöhnlich, und sind auch schon von mehreren Autoren beschrieben und bearbeitet worden, wie z.B. von GOLDBRUNNER (1988). Jedoch zeigen derart alte Wässer stets eine Erniedrigung des $\delta^{18}\text{O}$ - Gehaltes gegenüber dem moderner Wässer. Dies ist auf veränderte klimatische Bedingungen zurückzuführen. Sie weisen auf ein Klima hin, welches kälter als das heutige ist. Somit sind diese Wässer in Zusammenhang mit dem Abschmelzen der Gletscher der letzten Eiszeit (Würm-Glazial) zu stellen, da hier große Wassermengen

unter weit geringeren Temperaturen als heute zur Verfügung standen. Derartige Anomalien sind auch durch ^{14}C - Datierungen belegt.

Im gegenständlichen Fall sind aber klimatische Bedingungen anzunehmen, die **ein weit wärmeres Klima als heute** darstellen, da die untersuchten Wässer eine Erhöhung des $\delta^{18}\text{O}$ - Gehaltes, gegenüber dem moderner Wässer, zeigen. Perioden deutlich wärmeren Klimas liegen aber in der Erdgeschichte noch weiter zurück, als deutlich kältere Perioden. Prinzipiell sind aber auch klimatische Schwankungen im Holozän als Verursacher nicht auszuschließen.

Für die prinzipielle Richtigkeit der $\delta^{18}\text{O}$ - Untersuchungsergebnisse spricht die Tatsache, daß diese Anomalie schon zuvor von SPENDLINGWIMMER (1988) beobachtet worden ist. Im Zuge einer Deponiestandortfrage wurden isotopenhydrologische Untersuchungen am Standort Ziehesberger Graben durchgeführt, welcher sich nur unweit des vom Verfasser beprobten Brunnens 9/1 befindet, dessen Wasser die ausgeprägteste $\delta^{18}\text{O}$ - Anomalie zeigt. Die Untersuchung von Wässern aus Brunnen, die in unmittelbarer Nachbarschaft zu dem Brunnen 9/1 liegen, sind nicht nur aus hydrochemischer Sicht (typische Schlier-Kluftgrundwässer, $\rightarrow 7.0$) vergleichbar, sondern sie zeigen vor allem auch vergleichbare $\delta^{18}\text{O}$ - Werte von $-9,65 \pm 0,05 \text{ ‰}$. Es zeigt sich also, daß dieser durchaus ungewöhnliche Wert zumindest in den letzten zehn Jahren konstant geblieben ist. Dies ist damit ein weiterer Hinweis, daß es sich tatsächlich um den Einfluß eines eigenständigen Aquiferes handelt.

7.0 Hydrochemie

7.1 Überblick

Die Ergebnisse der hydrochemischen Untersuchungen sind der Tabelle 2 zu entnehmen. Die Art der Beprobung, sowie die Meßtechnik wurde bereits in Kapitel 2 (Datengrundlage) erläutert.

Die Untersuchung von 63 Wasserspenden im UG, sowie die Bearbeitung aller anderen Datengrundlagen (→2.1) zeigen, daß **bedeutende hydrochemische Unterschiede** zwischen den einzelnen Wasserspenden erkennbar sind. Diese Unterschiede haben einen **eindeutigen Bezug zur Geologie**. Es zeigt sich, daß Grundwasser, welches dem Poren-aquifer der quartären Schotter entnommen wird (→5.3), oder aus diesen natürlich austritt, prinzipiell eine andere chemische Beschaffenheit hat, als Grundwasser, welches dem Kluftaquifer des tertiären Schliers (→5.2) entnommen wird, oder aus diesen natürlich austritt.

Der auffälligste Unterschied zeigt sich dabei bei der Verteilung der Nitratbelastung der Wässer, obwohl dieser Inhaltsstoff kein natürlicher ist, sondern viel mehr auf anthropogenen Einfluß zurückzuführen ist. Auch andere hydrochemische Eigenschaften zeigen deutliche Unterschiede, auf welche später noch eingegangen wird. Bei der Nitratverteilung zeigt sich, daß Schotter-Wässer eine meist erhebliche Nitratbelastung zeigen, wobei Spitzenwerte bis über 100 mg/l erreicht werden. Wässer des Schliers zeigen jedoch viel geringere Belastungen und in einigen Fällen ist Nitrat überhaupt nicht nachweisbar.

Im folgenden soll nun zuerst auf die zentrale Problematik der Nitratbelastung und deren Verteilung eingegangen werden (→7.2). Danach sollen anhand von zwei typischen Vertretern der Brunnen, die ihr Wasser aus den entsprechenden Aquiferen beziehen, hydrochemische Reaktionen erläutert werden, die zu einer derart unterschiedlichen Hydrochemie führen (→7.3).

7.2 Verteilung der Nitratbelastung

Wie schon in der Einleitung erwähnt (→1.2), ist das UG ein **landwirtschaftlich intensiv genutztes Gebiet** und gilt als sogenanntes Waldmangelgebiet. Diese intensive Nutzung zeigt Auswirkung auf die gesamte Umwelt, insbesondere aber, auf die Qualität des Grundwassers. Unter anderem ist seit Ende der 70er Jahre ein teilweise **rapider Anstieg der Nitratbelastung** des Grundwassers zu vermerken.

Eine gute Dokumentation dieser Entwicklung liefert die Ganglinie des Nitratgehaltes der Quelle Dietachdorf (BLASCHKE et al., 1994), welche in Abb.12 wiedergegeben ist. Die Quelle liegt bei Niedergleink, etwa 2,5 km östlich von Wolfers. (siehe auch Kartenbeilage 1).

Es ist ein Anstieg von 14 mg/l (1954) über 18 mg/l (1967), 22 mg/l (Mittel zweier Messungen 1975) und 40 mg/l (1985) auf rund 52 mg/l (Mittel von acht Messungen 1994) zu verzeichnen.

Bereits im Jahre 1983 wird in der „Grundlagenstudie Nitratbelastung des Grundwassers“ des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft (KEMMERLING, 1983) in einer Nitratkarte von Österreich der Raum Wels/Steyr (und damit auch das UG), neben dem niederösterreichischen Marchfeld, als **größte Fläche Österreichs mit einer Belastung >50 mg/l geführt**.

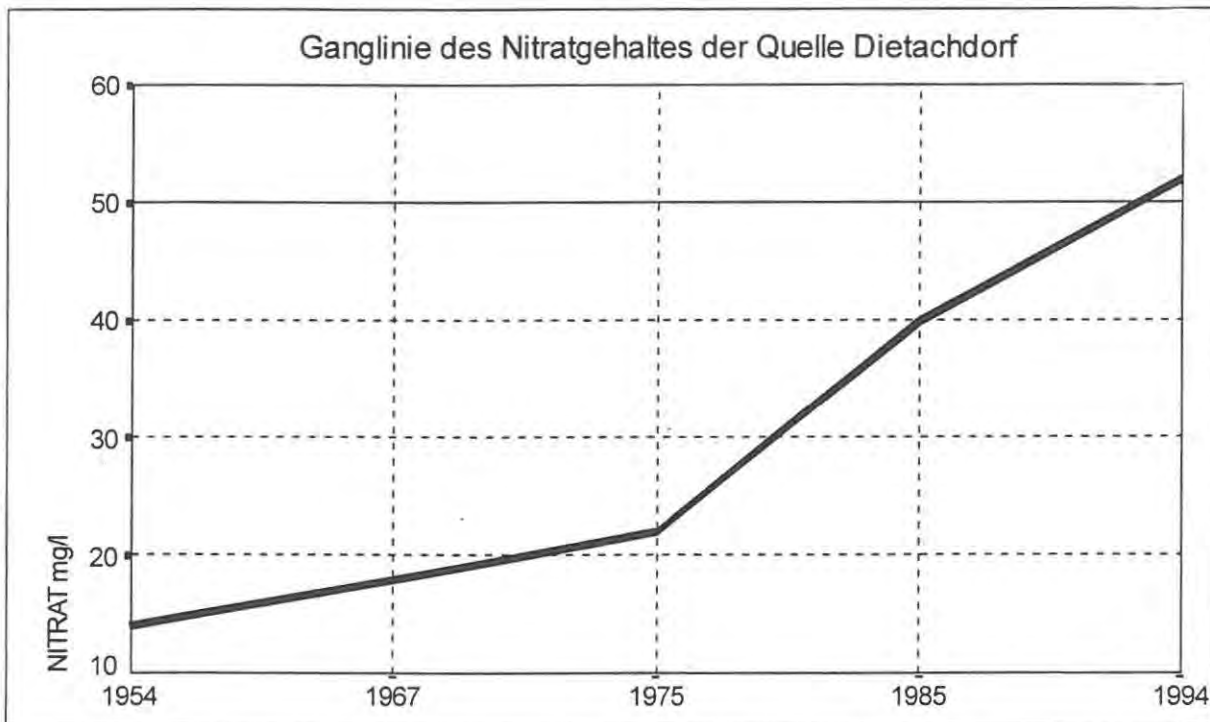


Abb. 12: Ganglinie des Nitratgehaltes der Quelle Dietachdorf (nach BLASCHKE et al., 1994)

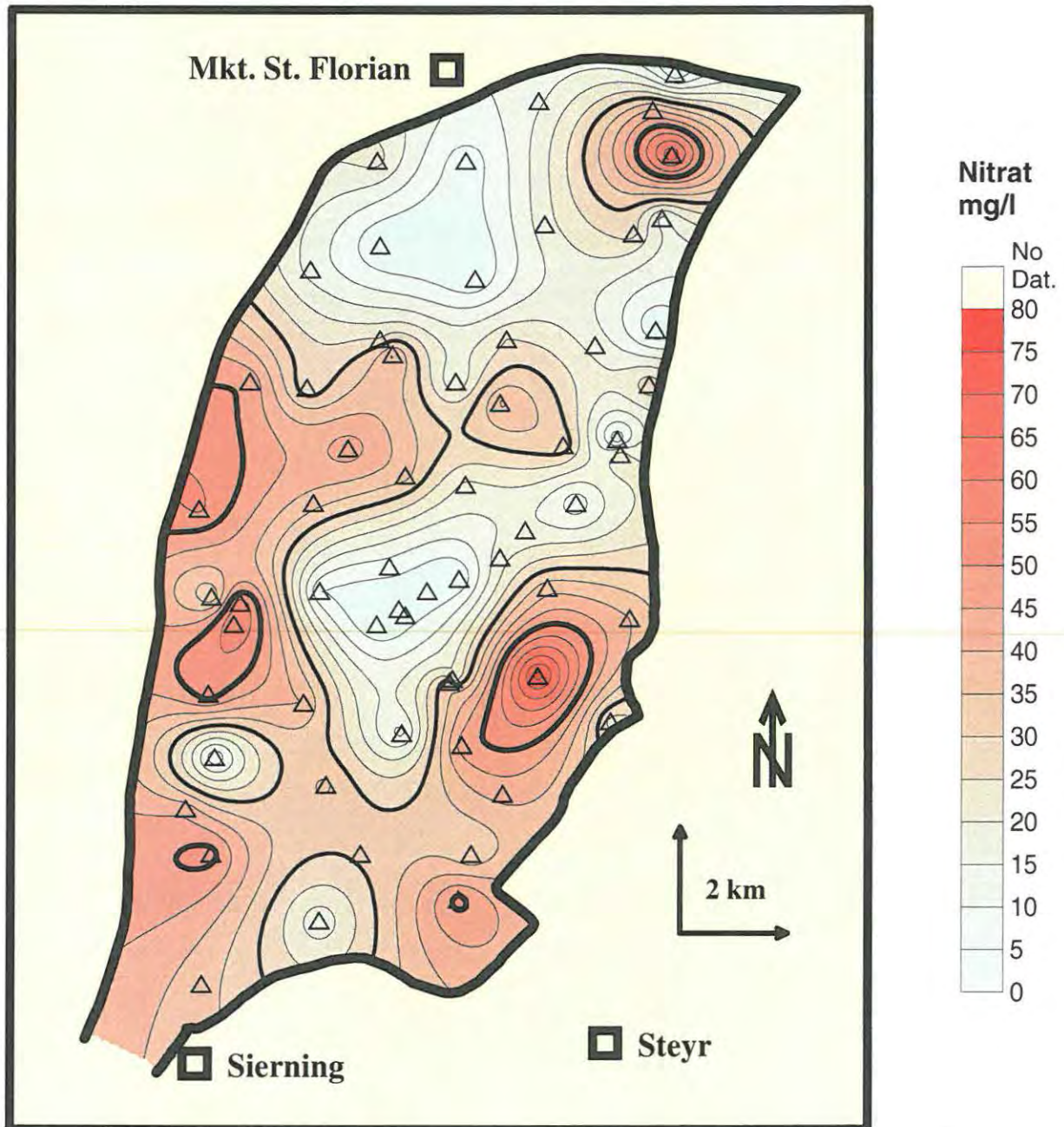
Abbildung 13 zeigt eine Karte der Verteilung der Nitratbelastung im UG von November 1996. Diese Karte wurde aus den Daten der flächendeckenden Beprobung der Wasserspenden im November/Dezember 1996 erstellt (→2.1). Die Daten sind der Tabelle 2 bzw. der Kartenbeilage 4 zu entnehmen. Bei der Berechnung wurden ähnliche Methoden angewandt, wie bei der Modellierung der Grundwasseroberfläche (→5.7), auch die geographische Datengrundlage ist ident. Die Karte wurde ebenso im Programmpaket SURFER® Version 6.02. erstellt, als Berechnungsmethode diente Kriging.

Es sei auch hier wiederum darauf hingewiesen, daß eine derartige Interpolation im Prinzip zulässig ist, da im kleinen Maßstab von einem zusammenhängenden Grundwasserkörper gesprochen werden kann (→5.7). Es wurde bereits bei der Datenerhebung darauf geachtet, flachliegende Brunnen zu beproben (max. 40m Brunnentiefe bei entsprechender Mächtigkeit des Quartärs), und keine übertiefen Bohrbrunnen zu erfassen. Trotzdem ist diese Karte nicht als „Grundwasserkarte“ anzusehen, aus welcher zuverlässige Rückschlüsse auf bisher nicht beprobte Gebiete gezogen werden können. Dazu ist die Probendichte zu gering und die Probennahme erstreckt sich über einen zu langen Zeitraum. Die Karte ist vielmehr als Visualisierung der Meßdaten zu sehen, die einen raschen Überblick geben soll und auch möglicherweise Trends aufzeigen kann.

Auf den ersten Blick fällt die eingangs (→7.1) schon erwähnte Schwankungsbreite der Verteilung auf. Während große Gebiete gering bis nicht belastet sind, weisen andere Gebiete Maximalwerte bis zu 80 mg/l auf. Ein Blick auf die geologische Karte (Kartenbeilage 2) läßt erkennen, daß gering bis nicht belastete Gebiete durchwegs durch eine fehlende oder geringmächtige Überdeckung mit quartären Schottern gekennzeichnet sind bzw. Schlier anstehend ist. Umgekehrt zeigen aber nicht alle Tallagen mit anstehendem Schlier Nitratarmut, was sicher durch lokale hydrogeologische Verhält-

Verteilung der Nitratbelastung im Untersuchungsgebiet vom November 1996

Errechnet mittels "Kriging" aus 63 Daten einer Meßreihe, die zwischen 31.10.1996 und 05.12.1996 erstellt wurde. Diese Daten sind der Tabelle 2 bzw. der Kartenbeilage 4 zu entnehmen. Es sind keine Bohrbrunnen oder andere übertiefe Brunnen berücksichtigt.



- △ Untersuchte Wasserspende, Brunnen bzw. Quelle (siehe Kartenbeilage 4)
- Begrenzung des Untersuchungsgebietes
- Grenzlinie 50 mg/l Nitrat
- Grenzlinie 30 mg/l Nitrat

Abb.13: Verteilung der Nitratbelastung in 63 flachliegenden Brunnen und Quellen vom November 1996.

nisse (der Schlier ist nicht ausreichend geklüftet, und daher wenig wasserführend) und durch eine ungenügende Probendichte zu erklären ist.

Die Gebiete mit hoher Belastung zeigen richtiggehende Zentren der Maximalbelastung. Diese lokalen Maxima sind plausibel wie folgt zu erklären.

Den Stickstoffeintrag in den Untergrund unterscheidet KEMMERLING (1983) in

- **punktförmig bzw. kleinflächig konzentrierte Belastungsquellen**
- **diffuse, großflächige Belastungsquellen.**

Als kleinflächig konzentrierte Belastungsquellen kommen in diesem Fall am ehesten undichte Gülle- bzw. Senkgruben in Frage, sowie sicher auch einzelne Felder, die besonders intensiv gedüngt werden. Dieser übermäßige Stickstoffeintrag könnte somit für lokale Nitratmaxima im Grundwasser verantwortlich sein.

Als großflächige, diffuse Belastungsquelle ist im gegebenen Fall wohl die Versorgung des Bodens mit Stickstoff durch Düngung (mineralisch oder organisch) in einem Ausmaß, das durch die Pflanzen nicht mehr verarbeitet werden kann, anzugeben. Dies führt wohl zu den immer noch hohen Werten der Nitratbelastung abseits der Maxima.

Es gilt festzuhalten, daß eine derartige computergestützte Ausarbeitung, vor allem bei wiederholter Anwendung zu verschiedenen Jahreszeiten einen guten Überblick über die Verteilung der Nitratbelastung sowie lokaler Maxima und Minima gibt. Bei einer langfristigen Beobachtung werden möglicherweise auch die Mechanismen des Stofftransportes im Grundwasser verständlicher und somit können auch Zentren des Stickstoffeintrags besser lokalisiert werden. Sind die Probenpunkte bereits bekannt und die jeweiligen Besitzer von einer Wiederholungsbeprobung informiert und ist weiters das benötigte Datenmuster bereits erstellt, so ist der Aufwand für die wiederholte Erstellung einer derartigen Karte relativ gering.

Ein derartiges „Nitrat-Monitoring“ könnte sich als sehr hilfreich bei der Planung und Anwendung sehr viel aufwendigerer Methoden, wie etwa eine Stickstoffbilanzierung eines gewissen Einzugsgebietes, erweisen.

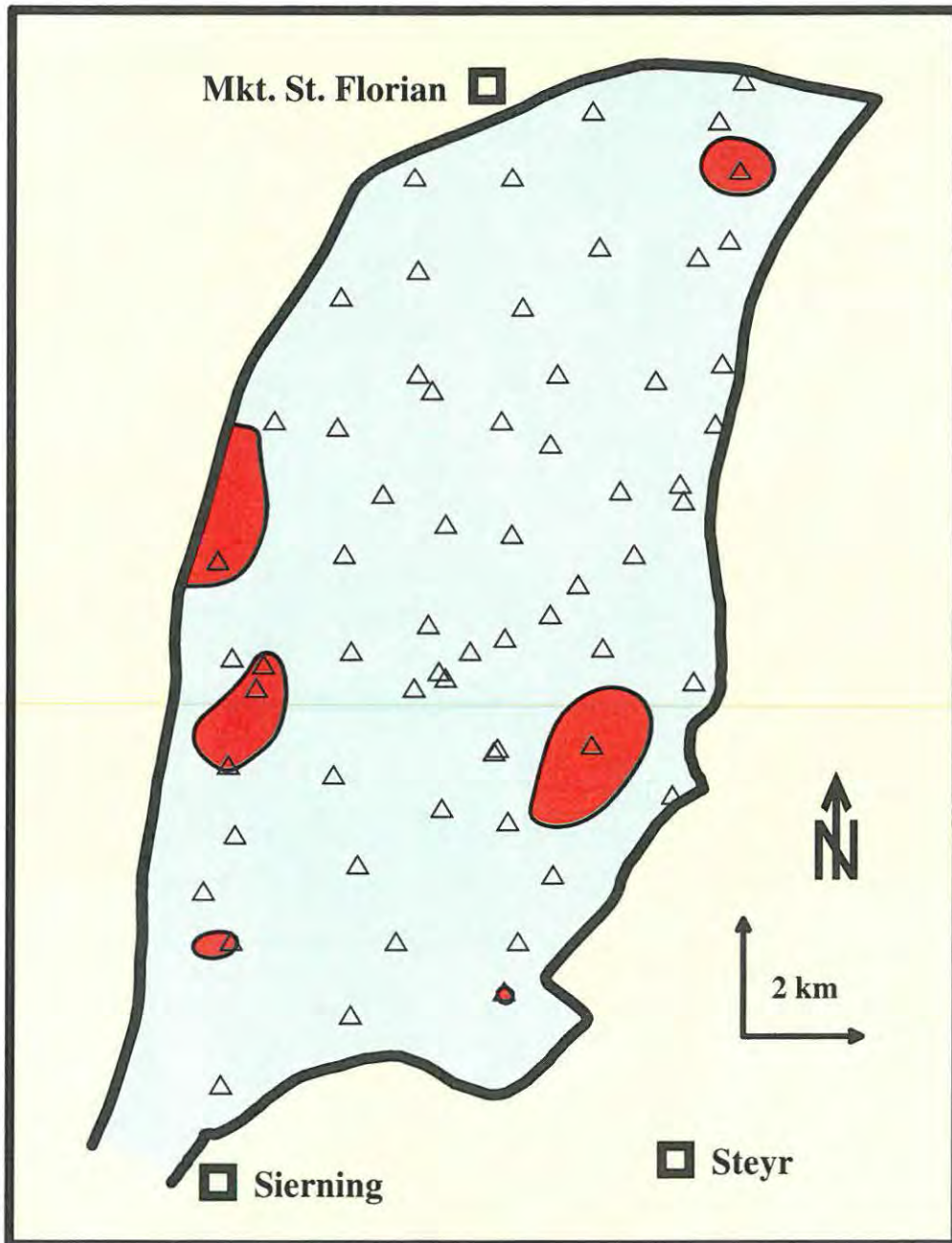
Abbildung 14 gibt eine veränderte Darstellungform der Nitratverteilungskarte der Abb. 13 wieder. Die Datengrundlage bleibt jedoch ident. In Abb.14 ist die Abstufung der Verteilung nicht kontinuierlich dargestellt, sondern lediglich in zwei Parameter geteilt, nämlich kleiner (grün) und größer (rot) als 50 mg/l. Diese Unterscheidung erfolgt nach dem geltenden Grenzwert 50 mg/l, daher ist die Unterscheidung unbedenklich (grün) und bedenklich (rot) ebenso zulässig.

Auffällig ist dabei, daß die als bedenklich auszuweisenden Gebiete verstreut liegen und jeweils nur kleine Areale abdecken, was die Vorstellung von vor allem lokal eingetragenen, übermäßigen Stickstoffmengen untermauert.

Eine ganz andere Situation stellt sich jedoch dar, wenn man eine derartige Unterteilung in zwei Parameter nach dem ab 1. Juli 1999 vorgesehenen Grenzwert von 50 mg/l Nitrat vornimmt (Trinkwasser - Nitratverordnung des Bundeskanzleramtes vom 30. November 1989, BGBl Nr.557). Dies verdeutlicht Abb.15 (die Datengrundlage ist mit Abb.13 und Abb.14 wiederum ident). Die nun als bedenklich auszuweisenden Gebiete nehmen einen weit größeren Flächenanteil ein und zeigen auch einen deutlicheren Zusammenhang. Hier tritt nun der großflächige Eintrag von Stickstoff durch Überdüngung in weit größerem Ausmaß in Erscheinung.

Klassifizierung der Nitratbelastung im Untersuchungsgebiet nach geltendem Grenzwert von 50 mg/l

Errechnet mittels "Kriging" aus 63 Daten einer Meßreihe, die zwischen 31.10.1996 und 05.12.1996 erstellt wurde. Diese Daten sind der Tabelle 2 bzw. der Kartenbeilage 4 zu entnehmen. Es sind keine Bohrbrunnen oder andere übertiefe Brunnen berücksichtigt.



Legende:




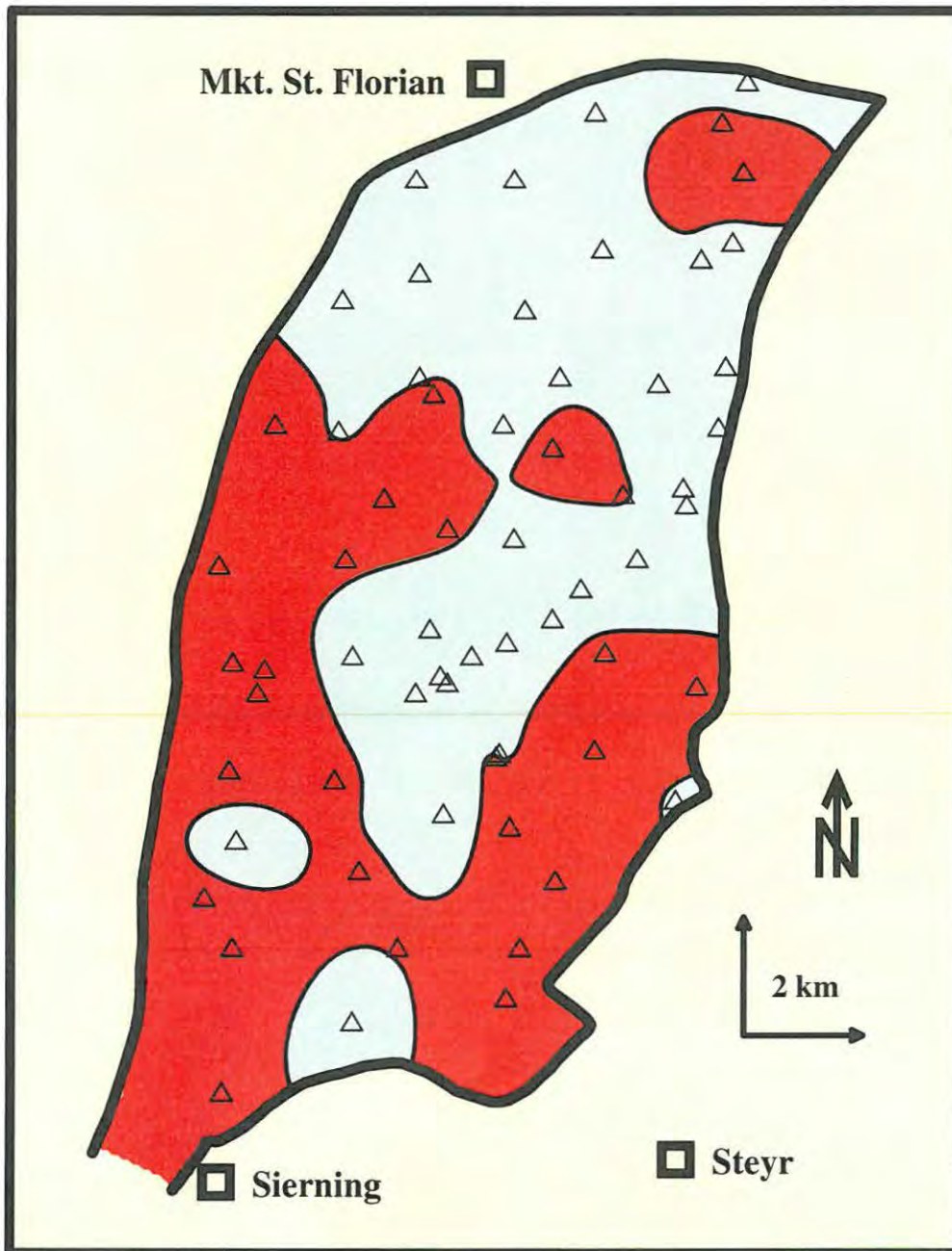
- | | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Grundwasser mit
0 bis 50 mg/l Nitrat belastet | Grundwasser mit
mehr als 50 mg/l Nitrat belastet | keine Daten |
| △ Untersuchte Wasserspende, Brunnen bzw. Quelle (siehe Kartenbeilage 4) | | |
| — Begrenzung des Untersuchungsgebietes | | |

Abb.14: Klassifizierung der Nitratbelastung vom November 1996 nach geltendem Grenzwert von 50 mg/l.

Klassifizierung der Nitratbelastung im Untersuchungsgebiet, nach ab Juli 1999 vorgesehenem Grenzwert von 30 mg/l

Errechnet mittels "Kriging" aus 63 Daten einer Meßreihe,
die zwischen 31.10.1996 und 05.12.1996 erstellt wurde.
Diese Daten sind der Tabelle 2 bzw. der Kartenbeilage 4 zu entnehmen.
Es sind keine Bohrbrunnen oder andere übertiefe Brunnen berücksichtigt.



Legende:






- | | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Grundwasser mit
0 bis 30 mg/l Nitrat belastet | Grundwasser mit
mehr als 30 mg/l Nitrat belastet | keine Daten |
|  | Untersuchte Wasserspende, Brunnen bzw. Quelle (siehe Kartenbeilage 4) | |
|  | Begrenzung des Untersuchungsgebietes | |

Abb.15: Klassifizierung der Nitratbelastung unter der Annahme des ab Juli 1999 vorgesehenen Grenzwerts von 30 mg/l.

Aus diesem Gesichtspunkt scheint somit eine Senkung des Grenzwertes mit dem langfristigen Ziel, den großflächigen Stickstoffeintrag in das Grundwasser zu vermindern, durchaus sinnvoll.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, daß die im November/Dezember 1996 gemessenen Nitratwerte, bezogen auf jahreszeitliche Schwankungen, sicherlich ein Minimum darstellen. Es ist daher damit zu rechnen, daß bei vielen Wasserspenden im Falle einer Wiederholungsbeprobung in den Sommermonaten ein deutlicher Anstieg der Werte zu erwarten ist. Es würden sich somit auch die in den Abbildungen 14 und 15 als bedenklich eingestuften Gebiete, flächenhaft ausdehnen.

Schon um diese Veränderungen zu erfassen, wären Wiederholungsbeprobungen aller bisher erfaßten Wasserspenden durchaus sinnvoll.

7.3 Hydrochemische Reaktionen

In den vorhergehenden Kapiteln 5 und 6 konnte gezeigt werden, daß ein enger Zusammenhang zwischen dem Porenaquifer der quartären Schotter und dem Kluftaquifer des hangenden Bereiches des tertiären Schliers besteht. Der Haupteintrag des Grundwassers in den Schlier erfolgt offenbar über den Hauptgrundwasserleiter in den basalen Schottern, die den Schlier über große Flächen überlagern. Somit sind die beiden Wässer im Prinzip als „ident“ anzusprechen. Es stellt sich daher die Frage, wie es zu einer derartigen chemischen Veränderung des Grundwassers kommen kann, die sich wie im nun Folgenden gezeigt wird, nicht nur in der Nitratbelastung widerspiegelt.

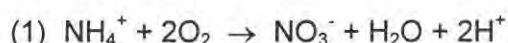
Um die prinzipiellen chemischen Reaktionen zu veranschaulichen, sollen zuerst zwei typische Vertreter der Brunnen, die ihr Wasser aus den entsprechenden Aquiferen beziehen, vorgestellt werden. Der Tabelle 2 und 3 sind beispielhaft die Werte der chemischen Parameter zweier untersuchter Wasserspenden entnommen. Diese sind einander in Abbildung 16 gegenübergestellt. Der Brunnen 35/1 liegt in der Gemeinde Sierning und ist ein alter gegrabener Brunnen, der schon seit vielen Generationen existiert. Er bezieht sein Wasser aus dem Hauptgrundwasserleiter der basalen Deckenschotter. Der Brunnen 17/2 (Gemeinde Hargelsberg) hingegen ist ein 13 m tiefer Bohrbrunnen, der in den geklüfteten Schlier einbindet, da in diesem Bereich eine quartäre Überdeckung mit Schottern fehlt. Das aus dem Brunnen 17/2 geförderte Wasser zeigt deutlich die zuvor beschriebene δO^{18} - Anomalie ($\rightarrow 6.3$). Trotzdem beinhaltet das Wasser auch eine beträchtliche Menge Tritium (12,9 TE), was auf einen nur geringen Anteil einer möglichen „älteren“ Komponente schließen läßt. Da sich das Wasser aus einem überwiegend „jungen“ Anteil zusammensetzt und trotzdem nitratfrei ist, ist es für die hier angestrebten Überlegungen repräsentativ.

Brunnen	Redox-potential mV	Sauerstoff gelöst mg/l	Gesamthärte °DH	Nichtkarbonathärte °DH	Eisen gesamt mg/l	Mangan gesamt mg/l	Nitrat mg/l	Nitrit mg/l
B 35/1	117	9,65	15	1	0,00	0,00	35	0,00
B 17/2	-065	2,01	16	1	0,50	0,10	0	0,00

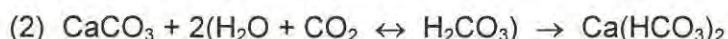
Abb. 16: Vergleich ausgesuchter chemischer Parameter der Brunnen 35/1 (Brunnen der in die quartäre Schotter einbindet) und 17/2 (Brunnen der in den tertiären Schlier einbindet). Die Daten wurden aufgenommen am 3/05/97 (B35/1) und am 2/05/97 (B17/2)

Die Grundlage zu den nun folgenden chemisch-biologischen Überlegungen bildet die Arbeit von HÜTTER (1994). Abbildung 16 zeigt, daß das Wasser aus den quartären Schottern einen oxidierenden Charakter hat (hoher Gehalt an gelöstem Sauerstoff und nur gering herabgesetztes Redoxpotential), und daher ein aerobes Milieu bildet. Es ist davon auszugehen, daß aufgrund des hohen anthropogenen Stickstoffeintrages der Nitratgehalt ohne beträchtliche natürliche Denitrifikationsleistung des Untergrundes noch viel höher wäre. Der Nitratabbau erfolgt durch heterotrophe Mikroben, welche jedoch als Voraussetzung das Vorhandensein von verwertbarer organischer Substanz, z.B. von Huminstoffen, die zusammen mit Nitrat aus der durchwurzelter Bodenzone ausgewaschen werden, benötigen. Bei Verarmung oder Erschöpfung der organischen Substratreserven, kann es zu Nitratdurchbrüchen kommen, wobei die Werte dann schlagartig ansteigen. Zu welchem Zeitpunkt dieser Vorgang in einem Grundwasser zu erwarten ist, hängt primär von der Höhe der Denitrifikationskapazität und der Höhe des Nitratreintrags in den Untergrund ab.

In derart nitratbelasteten, oxidierenden Grundwässern ist Ammonium, nicht zu erwarten. Ammonium wird im Boden überwiegend durch Mineralisation von organisch gebundenem Stickstoff gebildet und im Grundwasser durch Mikroorganismen nach Gleichung (1) zu Nitrat oxidiert.



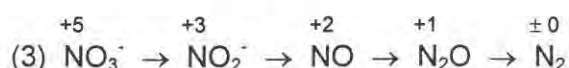
Die hohe Gesamthärte beider Wässer ist durch den hohen Anteil an kalkalpinen (marine Sedimente mit hohem Karbonat- und teilw. auch Sulfatgehalt) Komponenten in den Deckenschottern zu erklären. Die Lösung des Kalkes erfolgt dabei durch das über den Niederschlag eingetragene Kohlendioxid nach Gleichung (2), begünstigt durch die große reaktionsfähige Oberfläche (Phasengrenzenvervielfachung) eines Porenaquifers.



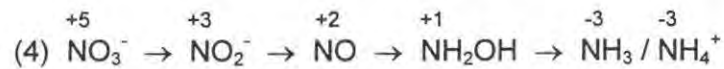
Erfolgt nun der Eintrag von Grundwasser mit einer derartigen chemischen Beschaffenheit in die Klüfte des Schliers, so ändert sich der Aquifer nicht nur aus hydraulischer Sicht, sondern auch aus geochemischer Sicht. In erster Linie kommt es dadurch zu einem vollständigen Verbrauch oder zu einer Reduzierung (→Abb. 16) des gelösten Sauerstoffes auf wenige mg/l. Chemische und insbesondere mikrobiologische Vorgänge sind dafür verantwortlich. Somit bildet hoch entwickeltes Grundwasser des Schliers ein anaerobes Milieu. Das Wasser liegt im reduzierenden Zustand vor, was auch zu einer drastischen Herabsetzung des Redoxpotentials führt. Die genauen Vorgänge die im gegenständlichen Fall zu einer derartigen Sauerstoffreduktion führen, sind beim derzeitigen Stand der Untersuchungen noch nicht geklärt.

Von entscheidender Bedeutung sind jedoch die Folgereaktionen, die ein derart reduzierendes Milieu mit sich bringt. So liegt Eisen im aeroben Milieu als praktisch unlösliches Fe^{3+} vor, kann jedoch bei entsprechender bakterieller O_2 -Zehrung im anaeroben Milieu zu leicht wasserlöslichem Fe^{2+} reduziert werden, wodurch hohe Fe^{2+} Konzentrationen entstehen können. Ähnliche Vorgänge führen zu einer Lösung des Mangans. Es ist somit die Fe-, Mn- Anreicherung, die außerdem typisch für reduzierende Grundwässer ist, in Wässern, die dem Schlier entnommen werden, zu erklären.

Weiters vermögen zahlreiche anaerobe Bakterien im sauerstoffarmen Milieu ($\text{O}_2 < 5\text{mg/l}$) nach Gleichung (3) Nitrat zunächst bis zum Nitrit abzubauen, welches dann mikrobiell bis zum Stickstoff reduziert wird (Denitrifikation).

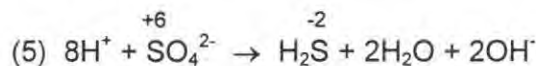


Andere Bakterien reduzieren unter strenger Anaerobie und entsprechend niedriger Redoxspannung ($E_h < 300$ mV) nach Gleichung (4) Nitrit zu Ammonium (Nitratammonifikation).



Somit ist auch die Abwesenheit von Nitrat in Wässern des Schliers erklärbar, Nitrit kann jedoch in manchen Fällen als Zwischenprodukt nachgewiesen werden. Ob die Anwesenheit von Ammonium, die in manchen Wässern aus Schlierbrunnen nachweisbar ist, auf eine derartige Nitratammonifikation, oder ob diese auf eine eventuelle Beimischung einer „älteren“ Komponente zurückzuführen ist, kann wohl nur im Einzelfall geklärt werden. Der vorwiegende Mechanismus des Nitratabbaus scheint doch jener der Denitrifikation zu sein.

Sinkt das Redoxpotential noch weiter, so kann es weiters zu einer mikrobiellen Sulfat-reduktion (Desulfureduktion) kommen. Sulfat ist in Wässern der quartären Schotter reichlich enthalten, wie die Laboranalysen in Tabelle 5 deutlich zeigen. Die Sulfatreduktion geschieht durch obligat anaerob lebende Bakteriengattungen bei Redoxspannungen von $E_h \leq 0$ mV nach Gleichung (5). Dabei wird Schwefelwasserstoff gebildet und die Redoxspannung weiter gesenkt.



Dies erklärt den manchmal auftretenden, kaum wahrnehmbaren Schwefelwasserstoffgeruch der Wässer die dem Schlier entnommen werden.

Im Falle des Brunnens 17/2 ist dieser Geruch sogar sehr deutlich wahrnehmbar, und war unter anderem der Auslöser für umfangreiche Untersuchungen, da eine Kontamination des Grundwassers durch die in der Nähe gelegene Deponie V11 befürchtet wurde (→3.3). Ein Zusammenhang mit der Deponie konnte jedoch nicht nachgewiesen werden (WINKLER, 1997). Da das Wasser des Brunnens, wie Abb. 16 zeigt, tatsächlich ein Redoxpotential weit unter Null aufweist, ist eine Reaktion nach der Gleichung (5) als Verursacher für den intensiven Geruch durchaus denkbar.

In dieser kurzen, sehr allgemein gehaltenen Zusammenfassung über chemische und mikrobiologische Vorgänge können nicht alle Fragen und beobachteten Phänomene sowie die komplexen Vorgänge im Untergrund geklärt werden. Die Ausführungen verdeutlichen jedoch, wie sich durch **chemische und mikrobiologische Vorgänge** die Hydrochemie eines aus hydraulischer Sicht zusammenhängenden Grundwasserkörpers verändern kann.

8.0 Klassifikation der untersuchten Wasserspenden

8.1. Überblick

Aufgrund der in diesem Bericht zusammengefaßten Erkenntnisse, erscheint es möglich, eine Klassifikation der Wasserspenden nach verschiedenen Typen durchzuführen. Da davon auszugehen ist, daß die beprobten Wasserspender für das gesamte UG als repräsentativ zu bezeichnen sind, kann diese Klassifikation auch weitgehend auf das gesamte UG, möglicherweise auch auf Gebiete gleichartigen geologischen Aufbaues innerhalb der Traun-Enns-Platte übertragen werden.

Es soll aber eingehend darauf hingewiesen werden, daß es sich dabei nicht unbedingt um eine Klassifikation des Grundwassers handelt, da eine Beprobung und damit Untersuchung einzelner, definierter Grundwasserleiter vor allem im Schlier kaum möglich ist. Brunnen die in den Schlier einbinden erfassen immer mehrere grundwasserleitende Schichten des Kluftaquifers. Die Wässer dieser Schichten können aber mit oftmals nur gering zunehmender Tiefe unterschiedliche Eigenschaften haben. Oftmals wird aber auch durch den bautechnischen Eingriff einer Brunnengrabung und die folgende, konstante Wasserentnahme erst die Wegigkeit für ein Wasser welches aus größerer Tiefe kommt geschaffen. Schlierbrunnen führen daher in den meisten Fällen, wie auch schon zuvor gezeigt werden konnte, ein Mischwasser (→6.3), das daher nicht unbedingt mit dem Begriff Grundwasser im engeren Sinn gleichzusetzen ist.

Für die Klassifikation werden die Unterscheidungsmerkmale **Nitrat (NO_3)**, **Summe von Eisen-Gesamt und Mangan ($\Sigma \text{Fe, Mn}$)**, **gelöster Sauerstoff (O_2)**, **Nichtkarbonathärte (NKH)** und **der Tritiumgehalt (^3H)** herangezogen. Die geochemischen Vorgänge, die zu den unterschiedlichen NO_3 -, ΣFe , Mn - und O_2 -Gehalten führen, wurden zuvor dargestellt (→7.1) und die Isotopenuntersuchungen (^3H) wurden in Kapitel 6 behandelt. Für die Änderung der NKH können Ionenaustauschvorgänge verantwortlich gemacht werden, deren genauer Mechanismus aufgrund fehlender, chemischer Laboranalysen nicht definiert werden kann. Alle diese Werte, abgesehen von den Nitratgehalten, stehen zum gegenwärtigen Stand der Untersuchungen (Stand Mai 1997) nur von 12 ausgewählten Wasserspenden zur Verfügung (→2.1). Aufgrund der einheitlichen geologischen (→4.0) Verhältnisse sind diese 12 Wasserspenden, nach Ansicht des Verfassers, jedoch als repräsentativ anzusehen. Tabelle 4 zeigt die für eine Klassifikation wichtigen Meßwerte dieser 12 Wasserspenden. Neben den zuvor erwähnten Unterscheidungsmerkmalen, ist in Tabelle 3 weiters vermerkt, ob artesisches, bzw. gespanntes Wasser vorliegt, da Schlierbrunnen oftmals derartige Verhältnisse aufgrund hydraulischer Gegebenheiten (→5.6) aufweisen. Des weiteren sind der Gesamtbetrag der Wassertemperaturänderung zwischen der Meßreihe im Februar 1997 und im Mai 1997 (ΔT), das Redoxpotential und die $\delta^{18}\text{O}$ - Werte, vermerkt. Auf diese Eigenschaften wird in der Beschreibung der einzelnen Typen eingegangen (→7.2.2 bis 7.2.5).

Die anderen aufgenommenen Meßwerte (→ Tabelle 2) Leitfähigkeit, pH-Wert, Chlorid- und Nitrit Werte, sowie die Gesamthärte werden aufgrund ihrer Einheitlichkeit nicht für eine Klassifikation herangezogen.

Bevor die Typen im einzelnen beschrieben werden, soll Abb. 17 einen Überblick über die erstellte Klassifikation, sowie die Schwankungsbereiche der Meßwerte geben.

Parameter	Typ1, Schotter-Wasser	Typ 2, Schlier-Wasser	Typ 3, Misch-wasser	Typ 4, Talnahes Klüftwasser
NO ₃ mg/l	hoch > 30	null 0	hoch > 30	niedrig 0 - 30
Σ Fe, Mn mg/l	null 0	hoch > 0,5	niedrig < 0,5	niedrig < 0,5
O ₂ mg/l	hoch 6 - 10	niedrig < 3	mittel 6 - 7	mittel 2 - 7
NKH °DH	hoch 2 - 6	niedrig 1	hoch 2 - 6	mittel 1 - 3
³ H TE	hoch 25 - 32	niedrig < 15	mittel 15 - 20	hoch 25 - 32

Abb. 17: Überblick über die erstellte Klassifikation von Wasserspenden in 4 Haupttypen (Typ1-Typ 4), sowie die Schwankungsbereiche der Parameter.

8.2 Typ 1, Schotter-Wasser

Wasser des Typs 1 wird prinzipiell aus Brunnen gefördert, die in die Deckenschotter einbinden und die Schlieroberkante nicht, oder gerade noch erreichen. Typisch sind hier **signifikant hohe Nitratwerte**, gänzlich fehlendes Eisen und Mangan, sowie hohe Sauerstoff-Werte. Das Redoxpotential ist allgemein doch relativ gering, was auf eine rege mikrobiologische Tätigkeit hinweist (→7.0). Die Isotopenuntersuchungen weisen, so das Wasser aus den basalen Hauptgrundwasserleiter der Deckenschotter stammt, auf eine MVZ von 15 - 30 Jahren hin (→6.0). Diese relativ hohe MVZ ist wahrscheinlich durch eine lange Verweildauer des Niederschlagwassers in den dichten Lößlehmen zu erklären(→5.4). Ebenso kommt es in den oberen Bodenschichten zur Nitratanreicherung, wobei der Stickstoff überwiegend als Folge von Überdüngung in den Boden eingebracht wird (→7.2).

Aufgrund seiner guten Wasserwegigkeit ist der basale Hauptgrundwasserleiter der Deckenschotter jener Aquifer, der für die regionale und lokale Wasserversorgungen am häufigsten genutzt wird. Die Deckenschotter bilden auch den flächenmäßig größten Teil des Untergrundes im UG.

Diesem Typ 1 gehören vor allem jene Wasserspenden an, deren Nitratbelastung relativ hoch ist (→Tabelle 2, Tabelle 4). Darunter fallen auch die Brunnen der Ortswasserversorgung Wolfers und Hofkirchen i. TrKr. (Tabelle 5).

Natürliche Austritte dieses Typus sind dort zu finden, wo Taleinschnitte die Schlier-Schotter-Grenze freilegen und die Lößlehmdecke so ausgedünnt ist, daß ein Quellaustritt möglich ist. Meist tritt das Quellwasser jedoch dann aus Schlierspalten aus, obwohl es alle Charakteristika eines typischen Schotter-Wassers zeigt. Der Eintrag in Schlierklüfte dürfte hier erst unmittelbar vor dem Quellaustritt erfolgen, der dadurch ermöglicht wird, daß der Schlier im talnahen Bereich verstärkte Klüftung zeigt (→5.2).

8.3 Typ 2, Schlier-Wasser

In Regionen, wo die Schotterüberdeckung zur Gänze fehlt und die Brunnen daher in Klüfte oder wasserwegige Sandlagen des Schliers einbinden, wird primär Wasser des Typs 2 gefördert. Der Grundwassereintrag erfolgt dabei nach Mechanismen, die im Kapitel 5.6 zusammengefaßt sind. Ebenso lassen sich daraus die gespannten Grundwasserverhältnisse ableiten. Mikrobielle und chemische Reaktionen (→7.3.) führen dabei zu einer völligen **Verarmung an Nitrat**, gleichzeitig aber zu einem signifikant hohen Gehalt an Eisen und Mangan. Die minimalen Sauerstoffgehalte und das niedrige Redox-

potential weisen auf deutlich reduzierende Verhältnisse der aus den Brunnen geförderten Wässer hin. Auffallend ist auch die geringe Nichtkarbonathärte. Es zeigt sich weiters, daß die Temperaturänderung des Wassers im Brunnen 9/1 (→Tabelle 4) sehr gering ist, verglichen mit den Werten der anderen Wasserspenden. Dies deutet darauf hin, daß hier ein Wasser gefördert wird, welches mit oberflächlichen Wässern nicht in Verbindung steht. Die Isotopenuntersuchungen der beiden Brunnen, die dem Typ 2 zugeordnet werden, deuten auf einen völlig eigenständigen Anteil des Wassers hin. Es ist davon auszugehen, daß dieser Anteil eine sehr hohe Verweilzeit im Untergrund aufweist, da diese Wässer die in Kapitel 6 beschriebene $\delta^{18}\text{O}$ - Anomalie zeigen. Die Wässer enthalten aber auch eine relativ „jüngere“ Komponente, da Tritium, wenn auch in geringeren Mengen als bei Wässern des Typs 1, doch nachweisbar ist. Der Brunnen 17/2 ist einer jener Brunnen, bei dem eine Kontamination durch die Verdachtsfläche V11 vermutet wurde (→3.3). Das Wasser dieses Brunnens war bakteriologisch stark belastet, wodurch ein weiterer Hinweis für eine „junge“ Komponente des Wassers gegeben ist.

Natürliche Austritte derartiger Schlierwässer sind bisher nicht beobachtet worden.

Ob es sich bei Wässern des Typs 2 in einzelnen Fällen tatsächlich auch um „Tiefengrundwasser“ im Sinne des ÖWWV Regelblattes 202 handeln könnte, kann erst durch weiterführende Untersuchungen geklärt werden.

Aus der Sicht der derzeitigen geologischen, hydrochemischen und isotopengeophysikalischen Ergebnisse, ist es jedoch sehr wahrscheinlich, daß bei einer weiteren Bearbeitung der Brunnen im UG Tiefengrundwasser gefunden werden kann, welches keinerlei Beimischung einer „jüngeren“ Komponente enthält.

Brunnen die hoch entwickeltes Schlier-Wasser des Typs 2 führen sind derzeit noch eher selten anzutreffen, verglichen mit der großen Anzahl von Brunnen deren Wasser dem Typ 1 zuzurechnen ist. Die Anzahl der Brunnen, die Wasser des Typs 2 fördern vergrößert sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt aber zunehmend. Um dem nitratbelasteten Schotter-Wasser zu entgehen werden immer öfter, vor allem von Besitzern neu errichteter Einfamilienhäuser, Bohrbrunnen in große Tiefe (bis zu 120m) abgeteuft. Dabei werden häufig auch die mächtigen, wasserführenden quartären Schichten durchörtert, wobei die Bohrung in diesem Bereich abgedichtet wird. Ihre Filterstrecke besitzen derartige Bohrbrunnen erst in weit tieferen Lagen des Schliers. Daher sind heute auch Brunnen, die Wasser des Typs 2 fördern in Gebieten zu finden, die auf den ersten Blick aufgrund ihrer mächtigen quartären Überdeckung dafür gar nicht in Frage kommen würden. Somit steigt aber auch die Anzahl von Brunnen, die aufgrund ihrer Tiefenreichweite möglicherweise auch Tiefengrundwässer fördern könnten.

Wie und ob sich diese Bautätigkeit auf mögliche eigenständige Aquifere im Schlier auswirkt, können gezielte, weiterführende Untersuchungen zeigen (→10).

8.4 Typ 3, Mischwasser

Dieser Typ ist wohl am wenigsten als eigener Grundwassertyp anzusprechen, da Wasser mit derartigem Chemismus nur durch **Mischung von Wasser des Typs 1 mit Wasser des Typ 2 innerhalb des Brunnens** oder in seiner unmittelbaren Umgebung entstehen kann. Es sind dies also Brunnen die ihr Wasser primär aus den quartären Schottern beziehen, diese aber durchörtern und somit auch noch Wasser des Schliers fördern. Somit kommt es zu einer erheblichen Nitratbelastung bei gleichzeitiger Anwesenheit von Eisen und Mangan. Auch alle anderen chemischen Parameter, wie auch die Tritiumgehalte, ergeben sich aus der Mischung von Wässern der beiden zuvor

beschriebenen Typen. Meist entstehen derartige Brunnen durch Nachgrabung eines Schotter-Brunnens aufgrund eines erhöhten Wasserbedarfs des Brunnenbesitzers.

Bisher konnte nur ein derartiger Brunnen nachgewiesen werden (15/1), dieser zeigt jedoch diese Mischung besonders deutlich. Es tritt hier sowohl die schon erwähnte $\delta^{18}\text{O}$ -Anomalie ($\rightarrow 6.3$), als auch ein ungewöhnlich hoher Nitratgehalt, auf.

Natürliche Austritte dieses Wassers sind nicht beobachtet worden und auch nicht zu erwarten.

8.5 Typ 4, Talnahes Kluftwasser

Bei Wasser des Typs 4 erfolgt die Mischung von Wasser des Typs 1 und von Wasser des Typs 2 nicht wie im Falle von Typ 3 erst im, oder in unmittelbarer Nähe des Brunnens, sondern im Untergrund selbst, das heißt in den Klüften des Schliers. Es ist als **weniger hoch entwickeltes Schlier-Wasser** als das Wasser des Typs 1 zu bezeichnen. Brunnen die ein derartiges Wasser fördern, liegen ausschließlich an flachen Talflanken wo die Schotterüberdeckung fehlt oder nur sehr geringmächtig ist. Diese Brunnen im talnahen Bereich fördern ihr Wasser daher aus Klüften des Schliers. Das Wasser zeichnet sich durch **geringe oder gänzlich fehlende Nitratbelastung** aus und ebenso geringe Eisen- und Mangangehalte. Sauerstoffwerte können stark schwanken, liegen jedoch im allgemeinen eindeutig unter jenen der Schotter-Wässer. Die Tritiumgehalte liegen durchwegs in dem Bereich, in dem sich auch Schotter-Wässer bewegen, wie schon im Abschnitt 6.2 beschrieben. Während die Nichtkarbonathärte geringer ist, ist das Redoxpotential doch wieder jenen der Schotter-Wässer ähnlich.

Die Genese dieser Wässer ist wie folgt vorzustellen. Im talnahen Bereich ist der geklüftete Schlier weit mächtiger ausgebildet als auf ebenen Flächen ($\rightarrow 5.2$). In diese Zone verbesserter Wasserwegigkeit kann nun sowohl Schotter-Wasser als auch bereits chemisch verändertes (denitrifiziertes, $\rightarrow 7.0$) Wasser des Schliers eindringen. Ist die Verweildauer des so entstandenen Mischwassers lang genug, so setzen auch hier wieder die in Kapitel 7 beschriebenen chemischen und mikrobiologischen Reaktionen ein, wobei der Nachschub aus den verschiedenen Aquiferen und die Reaktionen in einem Wechselspiel zueinander stehen.

Offensichtlich ist die Denitrifizierung eine Reaktion, die schon stattfindet bevor es überhaupt zu einer Eisen- und Mangananreicherung kommt. Daher ist auch eine Reihe wenig nitratbelasteter Brunnen ($< 30 \text{ mg/l}$) zu diesem Typus zu zählen. So auch die Brunnen der Ortswasserversorgung Markt St. Florian und Hargelsberg, sowie die Quellen der Ortswasserversorgung Niederneukirchen und des Stiftes St. Florian (Tabelle 5). Das Wasser aller dieser Wasserspenden tritt aus Schlierspalten aus. Andere Brunnen mit noch geringeren Nitratwerten ($< 10 \text{ mg/l}$) zeigen dann meist auch eine leichte Anreicherung mit Eisen und Mangan (Tabelle 4). Es sind jedoch auch Wässer zu beobachten die geringe Nitratwerte ($< 10 \text{ mg/l}$) aufweisen und trotzdem eisen- und mangantrei sind (Brunnen 7/1 in Tabelle 4). Für diese Wässer wäre folgende Genese vorstellbar: Die Zumischung von geringen Mengen eines sauerstoffreichen oxidierenden, Schotter-Wasser zu einem bereits höher entwickelten reduzierenden Wasser, bewirkt eine sekundäre Ausfällung von Eisen und Mangan, ohne jedoch die Nitratwerte zu erhöhen. Wie schon erwähnt, ist aber davon auszugehen, daß alle diese Reaktionen zueinander in Wechselwirkung stehen.

Natürliche Austritte sind in jenen Positionen zu erwarten, wie auch Quellen die ausschließlich Schotter-Wasser (Typ 1) führen, sie sind jedoch durch ihren Chemismus klar zu unterscheiden.

9.0 Hydrogeologisches Modell

Abschließend soll versucht werden, die bisher beschriebenen Ergebnisse zusammenzufassen und graphisch darzustellen. Dies führt zur Generierung eines hydrogeologischen Modells, welches in Abbildung 18 dargestellt ist.

Abbildung 18 zeigt ein **schematisches geologisches Profil**, indem alle für den Wasserkreislauf wichtige Einheiten vertreten sind (→4.0, 5.0). Das Liegende wird dabei durch geringfügig geklüfteten, schlecht durchlässigen Schlier (blauer, liegender Schlier) mit Einschaltungen von besser wasserwegigen Sandlagen gebildet. Dieser ist von einer unterschiedlich mächtigen Zone von stark geklüftetem gut durchlässigem Schlier bedeckt (brauner, stehender Schlier). Die Mächtigkeit des geklüfteten Schliers nimmt im talnahen Bereich stark zu. Vorherrschend sind dabei oberflächenparallele Klüfte. Es ist aber auch die Möglichkeit zur Ausbildung und Öffnung anderer Kluftrichtungen gegeben (→5.2). Insgesamt wird der Schlier in großen Gebieten des UG (Kartenbeilage 2) von gut durchlässigen quartären Schottern überdeckt. Sowohl Schotter als auch Schlier sind von einer Lößlehmdecke stark schwankender Mächtigkeit und Durchlässigkeit überzogen. In von Fließgewässern durchströmten Tälern kam es neben rezenter Sedimentation auch zur Ablagerung sehr feinkörniger Sedimente (→4.3.4), die hier lokal als Pseudo-Tegel bezeichnet werden, und als undurchlässig anzusprechen sind.

Niederschlagswasser muß, um in den Untergrund zu gelangen, zuerst die Lößlehmdecke durchdringen. Dieser Vorgang, kann geraume Zeit benötigen. Durch die stellenweise sehr dichte Struktur und große Mächtigkeit des Lößlehms, kann die Verweildauer des Wassers im Lößlehm durchaus einige Jahre betragen.

Dies ist aufgrund der Ergebnisse der isotopengeophysikalischen Untersuchungen (→6.0) anzunehmen. Ebenso ist auch in den Deckenschottern durch die Ausbildung dichter, hochfester Konglomerate (→4.3.1) keine gute vertikale Durchlässigkeit zu erwarten. An der Basis der Deckenschotter fehlt diese Konglomeratisierung jedoch meistens, und so kann sich hier der eigentliche Hauptgrundwasserleiter ausbilden (→5.3). Als relativer Stauer fungiert dabei der Schlier, wobei je nach örtlichen Begebenheiten auch ein Abfluß in den Klüften des aufgelockerten, stark geklüfteten (braunen) Schliers zu erwarten ist (→5.6). In diesem Fall ist der ungeklüftete (blaue) Schlier der eigentliche relative Stauer. Im talnahen Bereich nimmt nun die Mächtigkeit des geklüfteten Schliers stark zu (→5.2). Dadurch kann vermehrt Wasser der quartären Schotter in den geklüfteten Schlier eindringen, und es entsteht ein mächtiger Kluftgrundwasserleiter. Durch die Überdeckung mit Lößlehm, dessen Mächtigkeit teilweise durch Solifluktionsercheinungen noch erhöht ist, ist ein natürliches Austreten von Grundwasser entlang der Grenze Deckenschotter/Geklüfteter Schlier eher selten (→5.4). Möglicherweise steht hier auch kaum mehr eine Grundwassermächtigkeit im Porenaquifer zur Verfügung, da das Wasser bereits zur Gänze in die Klüfte des Schliers eingedrungen ist. Grundwasser kann nun auch, durch wenige aber doch vorhandene \pm vertikale Klüfte, in den ungeklüfteten Schlier eindringen (→5.2), wenn auch in nur bescheidenen Mengen. An horizontalen Klüften oder in Sandlagen, herrscht dann doch eine gute Wasserwegigkeit. Inwieweit dieses in den ungeklüfteten Schlier eingesickerte „junge“ Wasser nun mit einem eigenständigen „alten“ Wasser des Schliers mit sehr hoher Verweilzeit zur Mischung gelangt, kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur vermutet werden (→8.3). In jenen Gebieten, wo die Überlagerung mit Deckenschottern fehlt, ist der Grundwasser-eintrag in den Schlier als sehr gering anzunehmen, da sich kein eigentlicher Hauptgrundwasserleiter ausbilden kann. Dies hat meist die Bildung von Staunässe zur Folge (→5.6).

Hydrogeologisches Modell

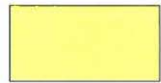
Legende:



rezente Sedimente, Pseudo-Tegel



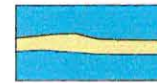
Lößlehm, lehmige Solifluktsdecke



Ältere-, Jüngere Deckenschotter



Schlier, stark geklüftet



Schlier, wenig geklüftet, mit Sandlage



Quelle, bzw. Wallerquelle

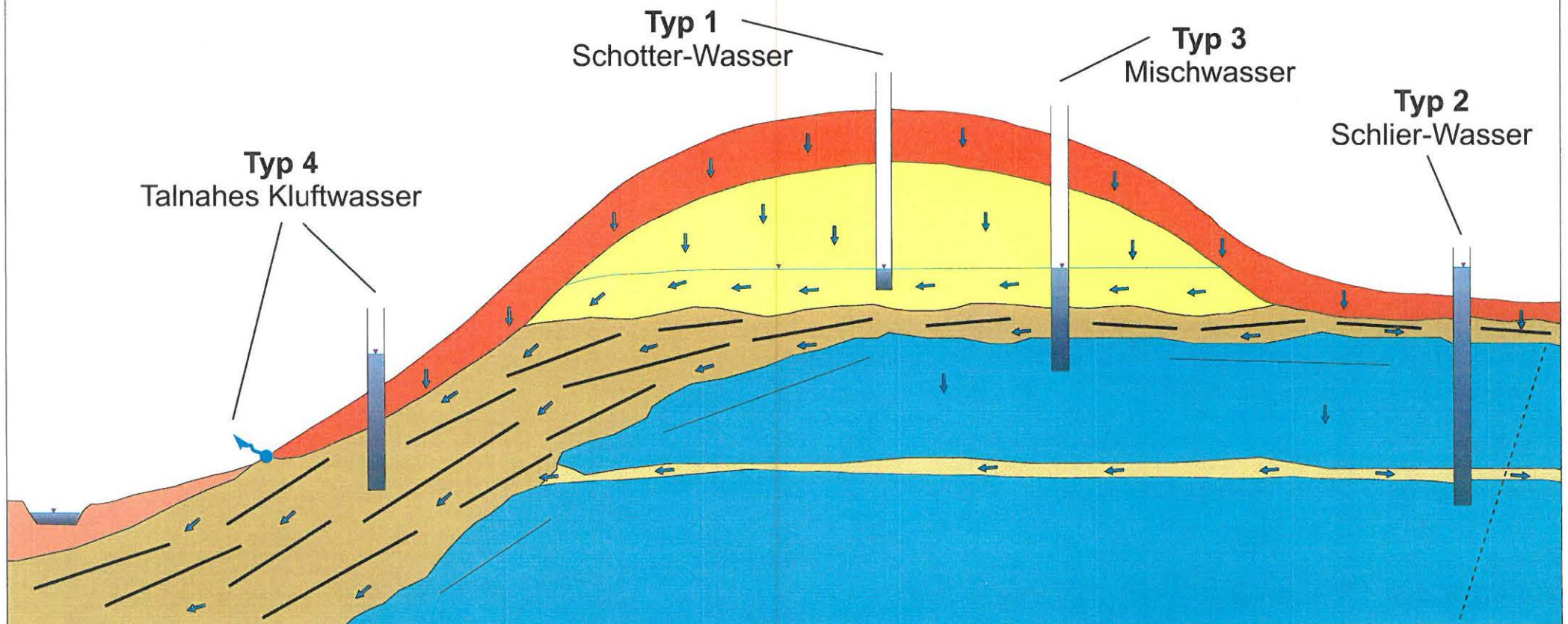


Abb. 18: Hydrogeologisches Modell. Die blauen Pfeile symbolisieren Bewegungsrichtungen des Grundwassers. Erläuterung der Typ - Klassifikation 1 bis 4 im Text.

Grundwasser das aus Brunnen den verschiedenen geologischen Einheiten entnommen wird, oder aus diesen natürlich austritt, ist, wie in der vorliegenden Arbeit gezeigt werden konnte, auch hydrochemisch (→7.) und teilweise auch isotopengeophysikalisch (→6) klar zu unterscheiden. Dies führt zu einer Einteilung der untersuchten Wässer in vier Typen, wie in Kapitel 8 beschrieben wurde. Abbildung 18 zeigt nun die Lage dieser Wasserspenden unterschiedlichen Typs innerhalb des schematischen geologischen Profils.

Wasser des Typs 1 (Schotter-Wasser) wird ausschließlich dem Hauptgrundwasserleiter der Deckenschotter entnommen. Aus wasserwegigen, horizontalen Klüften sowie aus Sandlagen des (blauen) Schliers wird Wasser mit einer gänzlich anderen Charakteristik entnommen und damit zum Typ 2 (Schlier-Wasser) zusammengefaßt. Hat ein Brunnen seine Filterstrecke in beiden zuvor beschriebenen Aquiferen, so fördert er ein Wasser des Typs 3 (Mischwasser). Dringt jedoch Grundwasser, das ursprünglich aus den quartären Schottern stammt im talnahen Bereich in die Zone des geklüfteten Schliers ein, so kommt es rasch zu tiefgreifenden hydrochemischen Veränderungen. Diese ermöglichen die Abgrenzung des Typs 4 (Talnahes Kluftwasser). Häufig tritt Wasser dieser Charakteristik auch in Quellen am Übergang zur Talfüllung zu Tage. Da alle beschriebenen Systeme in einem hydraulischen Zusammenhang stehen, erscheint es, wie Abb. 18 zeigt, auch verständlich, daß Brunnen die Wasser des Typs 2 oder 4 fördern, oft gespannte oder artesische Verhältnisse aufweisen.

Abschließend soll anhand einer weiteren Abbildung auf die derzeit noch hypothetische **Verteilung der klassifizierten 4 Haupttypen** innerhalb des UG eingegangen werden. Dazu muß aber jedem der untersuchten Wasserspenden ein Typ zugeordnet werden. Da viele Wasserspenden bloß einmalig mit einer relativ geringen Auswahl an Parametern beprobt wurden, gestaltet sich dies aufgrund der mangelnden Datengrundlage jedoch sehr schwierig. Um diese Darstellung jedoch als Diskussionsgrundlage für mögliche weitere Schritte der Bearbeitung erstellen zu können, wurde bei der Zuordnung der einzelnen Wasserspenden auf Erfahrungswerte, die im Zuge der intensiven Geländetätigkeit gewonnen wurden, zurückgegriffen.

Abbildung 19 zeigt die vermutete Verteilung der klassifizierten Typen 1-4 der untersuchten Wasserspenden. Die Darstellungsform sowie die Methodik der Berechnung ist in Analogie zu den zuvor präsentierten Abbildungen der Nitratverteilung (→Abb. 13, 14, 15) gewählt. Um einen besseren Überblick zu gewährleisten, wurde auf eine ähnliche Farbgebung zurückgegriffen, wie jene, mit welcher bereits in Abb. 18 die charakteristischen geologischen Einheiten ausgewiesen wurden.

Es zeigt sich, daß Wasserspenden die dem Typ 1 bzw. dem Typ 4 zugeordnet werden den größten Flächenanteil abdecken und Wässer des Typs 2 bzw. des Typs 3 stark in der Minderheit sind. Dies ergibt sich auch daraus, daß der Nachweis der zwei zuletzt genannten Typen sich am aufwendigsten gestaltet, und ohne isotopengeophysikalische Untersuchungen kaum erbracht werden kann. Es geht jedoch aus der Abb. 19 deutlich hervor, wo nitratärmere Wässer des Typs 4 prinzipiell zu erwarten sind, nämlich im Süden des Gemeindegebietes von St. Florian, im Nordwesten des Gemeindegebietes von Niederneukirchen, im äußersten Norden des Gemeindegebietes von Wolfers sowie im Norden um im Westen des Gemeindegebietes von Hargelsberg (→Kartenbeilage 1, 4). Schlier-Wässer des Typs 1 sind derzeit nur im Grenzgebiet zwischen Niederneukirchen und St. Florian im Bereich der „Au“ durch die Untersuchungen von SPENDLINGWIMMER (1988) und die vorliegenden Daten des Brunnes 9/1, sowie im

Bereich der Siedlung Firsching westlich von Hargelsberg (Brunnen 17/2) eindeutig nachgewiesen.

Eine exakte Zuordnung aller untersuchten Wasserspenden die auf einer großen Anzahl von Meßdaten basiert, kann jedenfalls nur durch eine weitere Bearbeitung erreicht werden. Somit soll, wie bereits schon erwähnt, die derzeit noch hypothetische Verteilung die in Abb. 19 wiedergegeben ist, primär als Diskussionsgrundlage für mögliche weiterführende Untersuchungen dienen.

10.0 Vorschläge zur weiteren Bearbeitung

Nach Ansicht der Verfasser ergeben sich mehrere Möglichkeiten, wie die präsentierten Ergebnisse der Untersuchungen sinnvoll **weiterbearbeitet** oder **ergänzt** werden können. Es bieten sich drei Schwerpunkte an, deren Themenbereiche durchaus auch zu kombinieren sind:

- Eine gebietsspezifische **Auswertung von Satellitenbildlineamenten** zur Erkennung tektonischer Strukturen, welche Rückschlüsse auf bevorzugte Wasserwegigkeiten vor allem „älterer“ Wässer im Schlier erlauben (→4.2.2.).
- Weiterführende hydrochemische und isotopengeophysikalische Untersuchungen um mögliche **Tiefengrundwässer im Schlier** zu lokalisieren, sowie deren derzeitige mögliche Übernutzung zu dokumentieren, um Grundlagen für die Abgrenzung von Schutz- und Schongebieten zu erhalten (→8.3.).
- **Nitrat-Monitoring** als Grundlage für weiterführende Untersuchungen zur Verringerung des Stickstoffeintrages in den Untergrund (→7.2.).
- Weitere hydrochemische Untersuchungen zur flächenhaften **Beurteilung der klassifizierten Grundwassertypen**, insbesondere des wasserwirtschaftlich relevanten Typs 4 (→9.0.).

Eine Ergänzung zur **Auswertung von Satellitenbildern** stellt weiters die Bearbeitung des Digitalen Höhenmodells (DHM) dar. Durch eine geologische Interpretation des DHM können junge Bruchstrukturen lokalisiert werden, die für die Wasserwegigkeit in allen Aquiferen von zentraler Bedeutung sind. Die Ergebnisse dieser Bearbeitung können auch direkt, etwa bei der Abgrenzung von Schutzgebieten, in der Praxis verarbeitet werden.

Die derzeitigen Ergebnisse der hydrochemischen und isotopengeophysikalischen Untersuchungen geben Hinweise darauf, daß sich im Schlier in relativer Oberflächennähe abgeschlossene Aquifere befinden, deren zugehörige **Wässer eine sehr hohe Verweilzeit im Untergrund** aufweisen. Derartige Tiefengrundwässer sind wasserwirtschaftlich, etwa für Notwasserversorgungen, von großer Bedeutung. Eine weiterführende Bearbeitung, die intensive Geländetätigkeit sowie vor allem hydrochemische und isotopengeophysikalische Untersuchungen umfaßt, könnte diese Wässer lokalisieren. Weiters werden Aussagen möglich, inwieweit **Tiefengrundwässer** derzeit von lokalen Wasserversorgungen schon genutzt werden und diese dadurch möglicherweise auch gefährdet sind.

Wiederholungsbeprobungen aller bisher erfaßten Wasserspenden im UG würden Aufschluß über **jahreszeitliche Veränderungen des Stoffeintrags** in das Grundwasser geben. Hier ist insbesondere der Stickstoffeintrag hervorzuheben, der derzeit die sicherlich größten Probleme bereitet. Mit Hilfe einer flächenbezogenen computergestützten Ausarbeitung können Nitratverteilungskarten für die verschiedenen Jahreszeiten erstellt werden (Nitrat-Monitoring). Diese Karten ermöglichen die **Lokalisierung von Zentren des Stickstoffeintrags**, sowie Aussagen über die Mechanismen des Stofftransportes im Grundwasser.

Durch eine flächendeckende Wiederholungsbeprobung kann weiters die Zuordnung der einzelnen Wasserspenden zu den klassifizierten Grundwassertypen entscheidend verbessert werden. Es kann dabei ein Schwerpunkt auf die Bearbeitung der Wässer des Typs

4 gesetzt werden, da **Typ 4-Wässer** aufgrund ihrer **Nitratarmut** durchaus auch von wasserwirtschaftlicher Interesse sind.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, daß die Verfasser im Zuge der Bearbeitung der fachspezifischen Literatur sowie anderer Projektergebnisse (trotz teilweise vielversprechender Projekttitel), **einen großen Mangel an Grundsatzwissen über die eigentlichen Mechanismen des Stickstoffeintrages** in den Untergrund, insbesondere unter den vorherrschenden geologischen Verhältnissen, feststellen mußten.

Auf der Grundlage der in diesem Bericht präsentierten Daten bietet sich auch ein Untersuchungsprogramm zur Bearbeitung dieser offenen Fragestellung an. So könnte eine chemische und isotopengeophysikalische Untersuchung von aus Bodenschürfen gewonnen Poren- und Sickerwasserproben bereits wesentliche Erkenntnisse liefern, die zur Klärung dieser überregional relevanten Fragestellung beitragen.

11. Literaturverzeichnis

- BLASCHKE, A. P., HAIDINGER, G., REITINGER, J., SCHMALFUSZ, R., STEINER, K.-H. (1994): Untersuchungen über den Mechanismus des Stickstoffeintrages in Kluftgrundwasser im Schlier im Raum Dietachdorf (Steyr - OÖ). -45 S., 12 Tab., Endbericht, Forschungsprojekt OA22 der Bund-Bundesland Kooperation; Institut für Hydraulik, Gewässerkunde & Wasserwirtschaft der TU Wien; Wien.
- BRAUMÜLLER, E. (1959): Der Südrand der Molassezone im Raum von Bad Hall. -Erdöl-Z. 5: 122-130; 3 Taf.; Wien-Hamburg.
- BRAUMÜLLER, E. (1961): Die paläogeographische Entwicklung des Molassebeckens in Oberösterreich und Salzburg. -Erdöl Zeitschrift, 77/11: 509-520, 2 Taf.; Wien-Hamburg.
- BUCHROITHNER, M.(1984): Karte der Landsat-Bildlineamente von Österreich 1:500.000. -Geologische Bundesanstalt; Wien.
- EHLERS J. (1994): Allgemeine und historische Quartärgeologie. -358 S., 176 Abb.; (F. Enke) Stuttgart.
- FAUPL, P. & ROETZEL, R. (1987): Gezeitenbeeinflusste Ablagerungen der Innviertler Gruppe (Ottangien) in der oberösterreichischen Molasse. -Jb. Geol. B.-A., 130/4: 415-447; 3 Tab.; Wien.
- FLÖGL, H. (1983): Schlier- und Flyschrelief unter eiszeitlichen Schottern. - Kartenbeilage, Wasserwirtschaftliches Grundsatzgutachten der Traun-Enns Platte, Amt der O.Ö. Landesreg., Abt. Wasserbau- Hydrographischer Dienst; Linz.
- FLÖGL, H. (1988): Grundwassermächtigkeit Überdeckung. -Kartenbeilage 6, Wasserwirtschaftliches Grundsatzkonzept Traun-Enns-Platte, Amt der O.Ö. Landesreg., Abt. Wasserbau- Wasserwirtschaftliche Planung; Linz.
- GOLDBRUNNER, J.E. (1988): Tiefengrundwässer im Oberösterreichischen Molassebecken und im Steirischen Becken. -Steir. Beitr. z. Hydrogeologie, 39, 1988, S. 5-94; Graz.
- HÄUSLER, H. (1966): Gesteinsverformung durch Spannungsänderungen an Probe-körpern aus den aquitanen Schiefertönen im Raum von Linz. -Naturkund. J.B. d. Stadt Linz Jg. 1966: 73-148, 48 Abb, Linz.
- HÜTTER, L. (1994): Wasser und Wasseruntersuchungen. -6. Aufl., 515 S. (Salle & Sauerländer); Frankfurt a. Main.
- JANOSCHEK, R. (1963): Das Tertiär in Österreich. -Mitt. Geol. Ges. 56. 1963/2: 319-360; 1 Tab., Wien.

- KEMMERLING, W. (1983): Grundlagenstudie Nitratbelastung des Grundwassers. -200 S. 54. Abb., Forschungsarbeiten Wasserwirtschaft Wasservorsorge, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft; Wien.
- KOHL, H. (1974): Die Entwicklung des quartären Flußnetzes im Bereich der Traun-Enns-Platte/OÖ. -Heidelbg. Geogr. Arbeiten, H. Graul-Festschr., S. 31-44, 3 Karten; Heidelberg.
- KOHL, H. (1990): Kompilierte Geologische Karte 1:20.000 des OÖ Zentral- und Donauraumes. -Berichte der Geologischen Bundesanstalt 20; Wien.
- KUFFNER, T. (1994): Zur Sedimentologie des "Sandstreifenschliers" der östlichen Molassezone. -Unveröff. Dipl.-Arbeit Formal- u. Naturwiss. Fak. Univ. Wien; 103 S., 50 Abb., 8 Tab., 4 Beilagen; Wien.
- MALZER, O., RÖGL, F., SEIFERT, P., WAGNER, L., WESSELY, G. & BRIX, F. (1993): Die Molassezone und deren Untergrund. -In BRIX, F., SCHULTZ, O. (Hrsg.) (1993): Erdöl und Erdgas in Österreich, 2. Aufl.: S. 281-301, (Naturhist. Museum Wien u. F. Berger, Horn); Wien.
- PETTERS, V. (1936): Geologische und mikropaläontologische Untersuchungen der Eurogasco im Schlier Oberösterreichs. -Petroleum 32/5, 3 S.; Berlin-Wien.
- RANK, D. (1988): Die Anwendung von Isotopenmethoden in Hydrologie, Hydrogeologie und Baugeologie. -Mitt. f. Baugeologie und Geomechanik, 1, 1988, S 213-232, 18 Abb.; Wien.
- RICKEN, W. (1983): Mittel- und jungpleistozäne Lößdecken im südwestlichen Harzvorland. -Catena Supplement 3, S 95-138, in EHLERS J. (1994): Allgemeine und historische Quartärgeologie, 358 S., 176 Abb.; (F. Enke) Stuttgart.
- SPENDLINGWIMMER, R. (1988): Hydrogeologische, Hydrochemische und Isotopenhydrologische Untersuchungen der Deponiestandorte Geitzenau, Ziehesberger Graben und Puchmayerhof. -36 S., 11 Tab., 43 Abb, Unveröffentlichtes Gutachten, Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal (Amt d. OÖ Landesreg.); Linz.
- VAN HUSEN D. (1971): Zum Quartär des unteren Ennstales von Großraming bis zur Donau. -Verh. Geol. B.-A., S 511-521, 2 Beil.; Wien.
- VAN HUSEN D. (1975): Die quartäre Entwicklung des Steyrtales und seiner Nebentäler. -Jahrb. OÖ Musealv. 120, S 271-289; Linz.
- VAN HUSEN D. (1981): Geologisch-sedimentologische Aspekte im Quartär von Oberösterreich. -Mitt. österr. geol. Ges., 74/75 1981/82, S 197-230, 8 Abb., 1 Tab.; Wien.
- VOHRZYKA, K. (1980): Erläuterungen zur Hydrogeologisch-ingenieurgeologischen Karte Enns-St. Florian. -29 S., Auszüge aus dem OÖ Wassergüteatlas, Amt der OÖ Landesreg, Abt. Wasser- und Energierecht; Linz.

WIESER, F. (1958): Geologisches Gutachten, Wasserversorgung Markt St. Florian. -6 S., 2 Kart., Unveröffentlichtes Gutachten, Amt der OÖ Landesreg., Linz.

WIESER, F. (1976): Hydrogeologisches Gutachten Simsenbergquellen, Stadtwerke Steyr. -7 S., 2 Kart., Unveröffentlichtes Gutachten, Amt der OÖ Landesreg., Linz.

WINKLER, H. (1997): Hydrogeologisches Gutachten, Grundwasseruntersuchungen und Grundwasserfärbeversuche im Raum Firsching in Hargelsberg. -5 S., 3 Kart., Unveröffentlichtes Gutachten, Gmde.-Amt Hargelsberg, Linz.

Tabellen

Tabelle 1:
Kurzbeschreibung der bearbeiteten Verdachtsflächen

Tabelle 2:
Meßwerte der beprobten Wasserspenden

Tabelle 3:
Meßwerte ausgewählter Wasserspenden

Tabelle 4:
Klassifikation ausgewählter Wasserspenden

Tabelle 5:
Auszüge aus Laboranalysen von Wässern der
Ortswasserversorgungen

Tabelle 1 Verdachtsflächen, Blatt 1

Kurzbeschreibung der bearbeiteten Verdachtsflächen

Verdachtsflächen innerhalb des Untersuchungsgebietes

Interne Nummer	Interne Nummer des Öd Verdachtsflächenkatasters	Gemeinde	Grundwasserverunreinigung nicht auszuschließen	Gefährliche Inhaltsstoffe (teilweise vermutet)	Bemerkung
V1	450 486	St. Florian	ja	Kriegsrelikte, Klärschlamm	Kriegsrelikte schwer abschätzbar
V2	450 487	St. Florian	ja	Lacke, Chemikalien, Kühlschränke, Metalle	
V3	450 601	St. Florian	ja	Metalle, Autos	
V4	451 072	St. Florian			
V5	450 490	Niederneukirchen	ja	Lacke, Mineral-, Speiseöle, Metalle, Chemikalien, Autos, Klärschlamm	wilde Deponie, sehr hoher Anteil an Giftstoffen, 2 Autos entfernt
V6	450 307	Niederneukirchen	ja	Kabel, Drähte, Metalle, Chemieabfälle	rekultivierte Deponie
V7	450 489	Niederneukirchen	ja		
V8	450 306	Niederneukirchen	ja	Lacke, Metalle, Chemikalien	rekultivierte Deponie
V9	451 008	Hofkirchen i. TrKr.	Ja	Autos	
V10	450 483	Hofkirchen i. TrKr.		Batterien, Lacke, Mineralöle, Aschen	
V11	450 059	Hargelsberg		Industrie- und Gewerbemüll	
V12	451 582	St. Marien			
V13	451 582	St. Marien			
V14	451 301	Kronstorf			
V15	450 571	Dietach	ja	Lacke, Mineralöle, Asche, Schlacken, Metalle	Nähe zum Simsenbergbach und Fischzucht. Gefahr von Rutschungen, Brände beobachtet
V16	451 723	Wolfertn			
V17	451 521/1	Wolfertn	ja	Autos, Batterien, Lacke, Mineralölprodukte, Metalle, Chemikalien	Nähe zur Brunnen der Ortswasserleitung

Unter der Rubrik „gefährliche“ Inhaltsstoffe“ sind die Inhaltsstoffe Aushubmaterial, Abraum, Bauschutt und Hausmüll nicht angeführt, da diese Inhaltsstoffe in nahezu allen angeführten Verdachtsflächen enthalten sind. Nähere Erläuterungen sind in Kapitel 3 zu finden.

Tabelle 1 Verdachtsflächen, Blatt 2

Kurzbeschreibung der bearbeiteten Verdachtsflächen

Verdachtsflächen knapp außerhalb des Untersuchungsgebietes

Interne Nummer	Interne Nummer des Öd Verdachtsflächenkatasters	Gemeinde	Grundwasserverunreinigung nicht auszuschließen	Gefährliche Inhaltsstoffe (teilweise vermutet)	Bemerkung
V20	460 168	St. Florian		Mineralölkontamination, Gießereialtsnade (Schwermetalle)	ist Altstandort, ehemalige Glockengießerei, hpts. Kontamination des Ipfbaches
V21	450 596	St. Florian	ja	Metallabfälle, Chemikalien, Autos	
V22	451 005	Enns			
V23	450 305	Enns	ja	Gipsabfälle, Kühlschränke, Öle, Metalle, Chemieabfälle, Sonderabfälle	Große Gefahr für das Grundwasser, eine Grundwasserverunreinigung ist sehr wahrscheinlich
V24	451 635	Kronstorf			

Unter der Rubrik „gefährliche“ Inhaltsstoffe“ sind die Inhaltsstoffe Aushubmaterial, Abraum, Bauschutt und Hausmüll nicht angeführt, da diese Inhaltsstoffe in nahezu allen angeführten Verdachtsflächen enthalten sind. Nähere Erläuterungen sind in Kapitel 3 zu finden.

Tabelle 2 Wasserspenden, Blatt 1

Meßwerte der beprobten Wasserspenden

Wasserspender Nr.	Datum	Höhenlage m	Brunnen- tiefe m	Abstich- maß m	GW.spiegel -höhe m	Wasser- temperatur °C	pH	Leit- fähigkeit MyS/cm	Nitrat mg/l	Nitrit mg/l	Chlorid mg/l	Redox- potential mV	Gesamt- härte °DH
B 6/1	3/11/96	275	11,7	2,25	272,8	12,5	7,30	800	22	0,05	60	145	28
B 7/1	31/10/96	280	6,0	1,25	278,8	11,2	7,20	940	2	0,00	30	179	24
	13/02/97	280	6,0	0,90	279,1	8,6	7,31	854	3	0,00	30	160	20
	2/05/97	280	6,0	1,10	278,9	10,0	7,26	818	7	0,00	30	159	20
B 7/2	31/10/96	270	11,9	9,47	260,5	10,2	7,70	780	14	0,00	18	157	18
B 8/1	4/11/96	270	-	11,32	258,7	10,0	7,70	880	41	0,00	18	-	21
B 8/2	4/11/96	265	11,1	6,80	258,2	10,3	7,90	1040	70	0,05	30	-	26
B 8/3	5/11/96	260	15,6	9,00	251,0	11,4	7,70	940	0	0,00	30	95	21
B 9/1	3/11/96	295	29,0	2,45	292,5	11,2	7,30	580	0	0,00	30	69	21
	9/02/97	295	29,0	2,45	292,5	10,9	7,40	738	0	0,00	30	45	19
	1/05/97	295	29,0	2,45	292,5	11,0	7,36	718	0	0,00	30	15	19
B 9/2	3/11/96	300	11,0	10,25	289,7	10,5	7,40	630	13	0,00	18	141	21
B 10/1	31/10/96	310	16,0	5,70	304,3	9,5	7,40	820	18	0,05	30	188	22
B 10/2	31/10/96	340	31,0	23,40	316,6	10,0	7,60	620	0	0,00	18	148	18
(Q)11/1	4/11/96	270	19,2	13,90	256,1	9,2	7,80	820	13	0,00	18	-	21
B 11/2	4/11/96	275	12,0	7,53	267,5	10,5	7,90	750	27	0,00	18	-	20
(Q) 30/1	2/12/96	320	3,0	2,00	318,0	9,3	7,40	680	49	0,00	18	210	19
	9/02/97	320	3,0	2,00	318,0	9,4	7,36	804	44	0,00	18	140	20
	2/05/97	320	3,0	2,00	318,0	9,9	7,34	780	43	0,00	30	132	19
B 12/1	3/11/96	350	22,0	17,50	332,5	9,9	7,60	520	26	0,10	30	147	17
B 12/2	4/11/96	320	13,1	3,80	316,2	12,7	7,90	730	25	0,05	30	280	16
Q 12/1	4/11/96	315	-	-	315,0	10,0	7,40	660	41	0,05	30	225	21
	9/02/97	315	-	-	315,0	9,6	7,33	804	41	0,05	30	127	18
	1/05/97	315	-	-	315,0	10,7	7,43	770	38	0,00	30	93	19

Für die Wasserspenden verwendete Abkürzungen: B = Brunnen, (Q) = als Brunnen gefaßte Quelle, Q = Quelle

Tabelle 2 Wasserspenden, Blatt 2

Meßwerte der beprobten Wasserspenden

Wasserspender Nr.	Datum	Höhenlage m	Brunnen-tiefe m	Abstichmaß m	GW.spiegel-höhe m	Wasser-temperatur °C	pH	Leit-fähigkeit MyS/cm	Nitrat mg/l	Nitrit mg/l	Chlorid mg/l	Redox-potential mV	Gesamt-härte °DH
B 13/1	31/10/96	320	16,0	4,20	315,8	9,7	7,40	600	25	0,05	6	167	15
B 13/2	31/10/96	320	16,0	8,40	311,6	10,2	7,60	680	15	0,05	10	154	15
B 13/3	5/11/96	310	10,2	7,60	302,4	10,7	8,30	720	41	0,00	18	140	20
(Q) 14/1	4/11/96	290	2,0	0,87	289,1	10,5	7,90	850	29	0,00	30	-	22
B 14/2	4/11/96	280	4,3	1,80	278,2	11,5	7,70	890	0	0,00	30	-	24
B 14/3	5/11/96	280	4,6	2,16	277,8	10,8	8,30	820	18	0,00	30	123	21
(Q) 31/1	2/12/96	340	13,0	11,50	328,5	8,8	7,30	680	56	0,00	18	193	19
B 15/1	4/11/96	345	16,4	11,30	333,7	10,6	7,30	740	48	0,05	18	195	23
	9/02/97	345	16,4	11,55	333,5	10,4	7,33	877	67	0,00	30	136	22
	2/05/97	345	16,4	11,45	333,4	11,1	7,58	838	45	0,00	18	171	19
B 15/2	4/11/96	350	25,0	12,50	337,5	10,7	7,30	790	37	0,05	10	290	21
B 15/3	6/11/96	350	22,0	18,45	331,5	9,2	8,20	600	37	0,00	18	132	16
B 16/1	1/11/96	355	35,0	28,90	326,1	10,8	7,90	620	6	0,00	6	160	13
B 16/2	1/11/96	305	13,0	3,80	301,2	-	8,20	670	16	0,00	10	147	14
B 16/3	1/11/96	330	8,0	2,37	327,6	-	7,80	640	19	0,00	8	153	18
B 16/4	5/11/96	290	12,9	2,40	287,6	10,3	7,80	610	34	0,00	18	151	17
B 17/1	5/11/96	305	10,1	2,07	302,9	11,0	8,30	500	23	0,00	10	153	12
B 17/2	5/12/96	310	13,0	1,50	308,5	11,4	7,20	620	0	0,00	30	41	18
	9/02/97	310	13,0	2,45	307,6	11,3	7,38	652	0	0,00	18	-020	17
	2/05/97	310	13,0	1,90	308,1	11,6	7,45	624	0	0,00	18	-065	16
B 32/1	2/12/96	345	7,5	-	-	9,6	7,10	770	60	0,05	30	196	25
Q 32/1	2/12/96	340	-	-	340,0	9,1	7,10	760	58	0,05	30	201	24

Für die Wasserspenden verwendete Abkürzungen: B = Brunnen, (Q) = als Brunnen gefaßte Quelle, Q = Quelle

Tabelle 2 Wasserspenden, Blatt 3

Meßwerte der beprobten Wasserspenden

Wasser- spender Nr.	Datum	Höhenlage m	Brunnen -tiefe m	Abstich- maß m	GW.spiegel -höhe m	Wasser- temperatur °C	pH	Leit- fähigkeit MyS/cm	Nitrat mg/l	Nitrit mg/l	Chlorid mg/l	Redox- potential mV	Gesamt- härte °DH
B 32/2	2/12/96	365	10,6	8,10	356,9	9,3	7,20	710	30	0,00	10	196	20
B 18/1	4/11/96	365	13,5	9,00	356,0	10,7	7,70	200	5	0,05	6	376	11
B 18/2	4/11/96	360	20,7	13,25	346,8	11,0	7,10	700	0	0,05	30	-	20
	8/02/97	360	20,7	13,60	346,4	11,0	7,30	887	0	0,00	30	150	19
	2/05/97	360	20,7	13,40	346,6	11,7	7,38	851	0	0,00	30	125	21
B 18/3	4/11/96	340	6,1	2,50	337,5	11,8	7,80	420	8	0,05	6	-	11
B 18/4	5/11/96	335	5,4	2,50	332,5	11,7	7,20	680	1	0,05	18	139	21
	8/02/97	335	5,4	2,40	332,6	9,1	7,34	840	2	0,00	30	144	21
	2/05/97	335	5,4	4,70	330,3	10,3	7,25	817	0	0,00	18	97	19
B 18/5	5/11/96	335	7,5	1,50	333,5	11,5	7,20	780	3	0,00	18	124	21
	8/02/97	335	7,5	1,95	333,0	8,1	-	934	6	0,00	30	152	20
	02/05/97	335	7,5	2,00	333,0	10,4	7,16	895	6	0,00	18	113	20
B 19/1	2/11/96	320	8,5	3,60	316,4	-	8,10	310	0	0,00	3	160	9
B 19/2	2/11/96	340	40,0	30,60	309,4	12,0	7,50	710	38	0,00	18	146	21
B 19/3	6/11/96	310	6,5	3,90	306,1	12,9	7,80	470	18	0,00	10	-	13
B 19/4	6/11/96	330	10,7	3,00	327,0	11,5	7,20	540	2	0,05	18	-	22
	8/02/97	330	10,7	3,90	326,1	10,1	7,24	855	4	0,05	18	146	21
	2/05/97	330	10,7	2,7	327,3	10,6	7,34	803	0	0,00	18	123	19
B 20/1	3/11/96	350	9,2	3,68	346,3	12,3	7,80	410	40	0,00	10	192	9
B 33/1	2/12/96	370	21,8	16,50	353,5	10,2	7,20	620	54	0,00	18	237	18
B 33/2	2/12/96	380	17,0	14,20	365,8	9,3	7,50	590	5	0,00	6	236	19
B 21/1	5/11/96	370	20,0	14,75	355,3	9,3	7,60	670	40	0,05	18	238	18
B 21/2	5/11/96	365	9,7	6,00	359,0	10,4	7,50	560	8	0,10	10	179	16

Für die Wasserspenden verwendete Abkürzungen: B = Brunnen, (Q) = als Brunnen gefaßte Quelle, Q = Quelle

Tabelle 2 Wasserspenden, Blatt 4

Meßwerte der beprobten Wasserspenden

Wasserspender Nr.	Datum	Höhenlage m	Brunnen-tiefe m	Abstichmaß m	GW.spiegel-höhe m	Wasser-temperatur °C	pH	Leit-fähigkeit MyS/cm	Nitrat mg/l	Nitrit mg/l	Chlorid mg/l	Redox-potential mV	Gesamt-härte °DH
B 22/1	2/11/96	350	-	20,10	329,9	-	7,60	700	78	0,00	18	157	20
B 22/2	2/11/96	350	5,6	3,60	346,4	-	7,80	580	35	0,05	6	175	15
B 22/3	2/11/96	350	11,0	4,70	345,3	-	7,90	480	19	0,00	6	196	11
B 22/4	2/11/96	350	29,5	25,50	324,5	-	7,60	610	48	0,00	10	179	18
B 23/1	3/11/96	365	13,5	13,30	351,7	10,0	8,10	470	23	0,00	6	190	13
B 34/1	3/12/96	390	41,0	38,00	352	10,3	7,30	630	52	0,00	18	155	18
B 34/2	3/12/96	380	19,0	17,20	362,8	9,5	7,50	660	43	0,05	18	155	20
B 24/1	5/11/96	370	8,0	4,30	365,7	10,5	7,80	630	36	0,05	18	215	18
B 24/2	5/11/96	380	22,0	17,30	362,7	9,4	7,40	560	31	0,05	18	152	17
	8/02/97	380	22,0	17,60	362,4	9,3	7,50	695	34	0,00	18	146	18
	3/05/97	380	22,0	-	-	10,0	7,54	674	36	0,05	18	114	17
B 25/1	3/11/96	360	-	2,76	357,2	11,0	7,70	740	42	0,00	18	178	19
B 25/2	6/11/96	360	6,7	2,00	358,0	11,5	7,80	660	30	0,05	18	153	16
B 35/1	3/12/96	400	32,0	25,10	374,9	9,0	7,30	570	37	0,00	18	159	18
	8/02/97	400	32,0	25,20	374,8	9,2	7,50	717	36	0,00	18	137	19
	3/05/97	400	32,0	27,85	372,2	9,6	7,53	644	35	0,00	18	117	15
B 27/1	5/11/96	380	12,0	8,70	371,3	9,9	-	-	16	0,05	3	146	11
B 28/1	3/11/96	370	-	9,90	360,1	10,2	7,50	710	52	0,00	30	175	21

Für die Wasserspenden verwendete Abkürzungen: B = Brunnen, (Q) = als Brunnen gefaßte Quelle, Q = Quelle

Tabelle 3 ausgewählte Wasserspenden

Meßwerte ausgewählter Wasserspenden

geordnet nach $\delta^{18}\text{O}$ (‰) - Werten in absteigender Reihenfolge
 Probennahme für die Isotopenuntersuchungen zwischen 02/12/1996 und 05/12/1996
 alle anderen Meßwerte: Beprobung zwischen 01/05/1997 und 03/05/1997

Wasserspenden Nr.	Arteser, bzw. gespanntes Grundwasser +/-	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	^3H in TE	O_2 gelöst in mg/l	Redox-potential	ΔT Febr./ Mai in °C	Fe ($\Sigma \text{Fe}^{2+/3+}$) in mg/l	Mn in mg/l	NO_3 in mg/l	NKH Nicht-karbonathärte in °DH
B 9/1	+	-9,61	8,6	2,75	015	0,1	1,00	0,03	0	1
B 15/1	-	-9,68	17,8	6,68	169	0,7	0,10	0,00	45	3
B 17/2	+	-9,70	12,9	2,01	-065	0,3	0,50	0,10	0	1
B 7/1	+	-9,89	25,1	2,29	159	1,4	0,00	0,00	7	1
B 18/4	+	-10,04	29,8	3,13	097	1,2	0,02	0,20	0	1
(Q) 30/1	-	-10,36	25,9	6,62	132	0,5	0,00	0,00	43	3
B 19/4	+	-10,40	30,0	4,15	123	0,5	0,10	0,03	0	1
Q 12/1	-	-10,41	29,2	7,43	093	1,1	0,00	0,00	38	4
B 35/1	-	-10,54	30,9	9,65	117	0,4	0,00	0,00	35	1
B 18/5	+	-10,60	27,6	7,16	113	2,3	0,05	0,20	6	1
B 18/2	-	-10,60	32,0	7,38	125	0,7	0,15	0,10	0	2
B 24/2	-	-10,72	28,5	9,80	114	0,7	0,00	0,00	36	2

Für die Wasserspenden verwendete Abkürzungen: B = Brunnen, (Q) = als Brunnen gefaßte Quelle, Q = Quelle

Tabelle 4 Klassifikation der Wasserspenden

Klassifikation ausgewählter Wasserspenden

geordnet nach Σ Fe, Mn - Werten (**1.Schlüssel**), bzw. bei Gleichheit nach O_2 gelöst - Werten (**2. Schlüssel**) in aufsteigender, bzw. absteigender, Reihenfolge
 Probennahme für die Isotopenuntersuchungen zwischen 02/12/1996 und 05/12/1996
 Meßwerte in Klammern (): Beprobung zwischen 08/02/1997 und 13/02/1997
 alle anderen Meßwerte: Beprobung zwischen 01/05/1997 und 03/05/1997

Typ	Wasser- spenden Nr.	Arteser, bzw. gesp. G.W. +/-	$\delta^{18}O$ (‰)	3H in TE	O_2 gelöst in mg/l	Redox- potential in mV	ΔT Febr./ Mai in °C	Fe ($\Sigma Fe^{2+/3+}$) in mg/l	Mn in mg/l	Σ Fe, Mn in mg/l	NO_3 in mg/l	NKH Nicht- karbonathärte in °DH
1	B 24/2	-	-10,72	28,5	9,80	114	0,7	0,00	0,00	0,00	36 - (34)	2 - (4)
1	B 35/1	-	-10,54	30,9	9,65	117	0,4	0,00	0,00	0,00	35 - (36)	1 - (5)
1	Q 12/1	-	-10,41	29,2	7,43	093	1,1	0,00	0,00	0,00	38 - (41)	4 - (6)
1	(Q) 30/1	-	-10,36	25,9	6,62	132	0,5	0,00	0,00	0,00	43 - (44)	3 - (5)
4	B 7/1	+	-9,89	25,1	2,29	159	1,4	0,00	0,00	0,00	7 - (3)	1 - (1)
3	B 15/1	-	-9,68	17,8	6,68	169	0,7	0,10	0,00	0,10	45 - (67)	3 - (5)
4	B 19/4	+	-10,40	30,0	4,15	123	0,5	0,10	0,03	0,13	0 - (4)	1 - (2)
4	B 18/4	+	-10,04	29,8	3,13	097	1,2	0,02	0,20	0,22	0 - (2)	1 - (3)
4	B 18/2	-	-10,60	32,0	7,38	125	0,7	0,15	0,10	0,25	0 - (0)	2 - (1)
4	B 18/5	+	-10,60	27,6	7,16	113	2,3	0,05	0,20	0,25	6 - (6)	1 - (1)
2	B 17/2	+	-9,70	12,9	2,01	-065	0,3	0,50	0,10	0,60	0 - (0)	1 - (1)
2	B 9/1	+	-9,61	8,6	2,75	015	0,1	1,00	0,03	1,03	0 - (0)	1 - (1)

Für die Wasserspenden verwendete Abkürzungen: B = Brunnen, (Q) = als Brunnen gefaßte Quelle, Q = Quelle

Erklärung zur Typ - Klassifikation im Text. Mit Typ 1 bis Typ 4 werden Wässer bezeichnet die aus Brunnen entnommen werden, oder aus Quellen austreten.

Typbezeichnung:	Typ 1: Schotter-Wasser:	Charakterisiert durch:	NO_3 : hoch,	Σ Fe, Mn: null,	O_2 gelöst: hoch,	NKH: hoch,	3H : hoch
	Typ 2: Schlier-Wasser:	Charakterisiert durch:	NO_3 : null,	Σ Fe, Mn: hoch,	O_2 gelöst: niedrig,	NKH: niedrig,	3H : niedrig
	Typ 3: Mischwasser:	Charakterisiert durch:	NO_3 : hoch,	Σ Fe, Mn: niedrig,	O_2 gelöst: mittel,	NKH: hoch,	3H : mittel
	Typ 4: Talnahes Kluftwasser:	Charakterisiert durch:	NO_3 : niedrig,	Σ Fe, Mn: niedrig,	O_2 gelöst: mittel,	NKH: mittel,	3H : hoch

Tabelle 5 Laboranalysen

Auszüge aus Laboranalysen von Wässern der Ortswasserversorgungen

sowie die Ergebnisse der isotopengeophysikalischen Untersuchungen der Gemeinde Niederneukirchen

Brunnen der Ortswasserleitung der Gemeinde	Kurzbezeichnung	Datum der Probenentnahme	Leitfähigkeit in $\mu\text{S/cm}$	pH-Wert	Gesamthärte in $^{\circ}\text{DH}$	Nitrat in mg/l	Nitrit in mg/l	Ammonium in mg/l	Chlorid in mg/l	Sulfat in mg/l	Eisen in mg/l	Mangan in mg/l	Tritium in TE	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)
Markt St. Florian	BMF	27/06/96	711	7,03	23,8	14,0	0,00	0,00	25,7	48,5	0,00	0,00	-	-
Stift St. Florian	BSF	08/01/97	729	7,39	23,9	16,2	0,00	0,00	26,3	45,6	<0,02	<0,01	-	-
Niederneukirchen	BNI	14/02/96	705	7,21	23,9	33,9	0,00	0,00	30,9	55,5	0,00	0,00	35,6	-10,47
Hofkirchen i. Trkr.	BHO	10/03/96	602	7,26	20,0	39,6	0,00	0,00	28,3	14,3	0,00	0,00	-	-
Hargelsberg	BHA	20/08/96	980	7,30	24,0	29,1	<0,05	<0,04	38,3	49,4	0,00	0,01	-	-
Wolferrn	BWO	08/11/96	604	7,32	20,0	54,0	0,00	0,00	20,6	19,1	0,00	0,00	-	-

Markt St. Florian: Analyse des Instituts für Wasseraufbereitung, Abwasserreinigung und -forschung, Gruberstr. 40-42, 4010 Linz. Quelle: Augustiner-Chorherrenstift St. Florian.

Stift St. Florian: Analyse der Bundesstaatlichen Bakteriologisch-Serologischen Untersuchungsanstalt Linz, Derfflingerstr. 2, 4017 Linz. Quelle: Amt der Oberösterreichischen Landesregierung.

Niederneukirchen: Analyse der Bundesstaatlichen Bakteriologisch-Serologischen Untersuchungsanstalt Linz, Derfflingerstr. 2, 4017 Linz. Quelle: Amt der Gemeinde Niederneukirchen. Isotopenuntersuchung (Probe entnommen am 14/11/96): Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal Ges.m.b.H., Geotechnisches Institut, Faradaygasse 3, Obj. 219, 1030 Wien. Quelle: Amt der Gemeinde Niederneukirchen

Hofkirchen i. TrKr.: Analyse der Bundesstaatlichen Bakteriologisch-Serologischen Untersuchungsanstalt Linz, Derfflingerstr. 2, 4017 Linz. Quelle: Amt der Gemeinde Hofkirchen i. Tr.Kr.

Hargelsberg: Analyse des Amtes der OÖ Landesregierung, BauW-1/Beratungsstelle OÖ Wasser, Bürgerstr. 10, 4020 Linz. Quelle: Amt der Gemeinde Hargelsberg. Werte für Eisen und Mangan (Probe entnommen am 08/04/92): Analyse der Bundesstaatlichen Bakteriologisch-Serologischen Untersuchungsanstalt Linz, Derfflingerstr. 2, 4017 Linz. Quelle: Amt der Oberösterreichischen Landesregierung

Wolferrn: Analyse der Bundesstaatlichen Bakteriologisch-Serologischen Untersuchungsanstalt LINZ, Derfflingerstr. 2, 4017 Linz. Quelle: Amt der Gemeinde Wolferrn

Kartenbeilagen

Beilage 1:
Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes 1:20 000

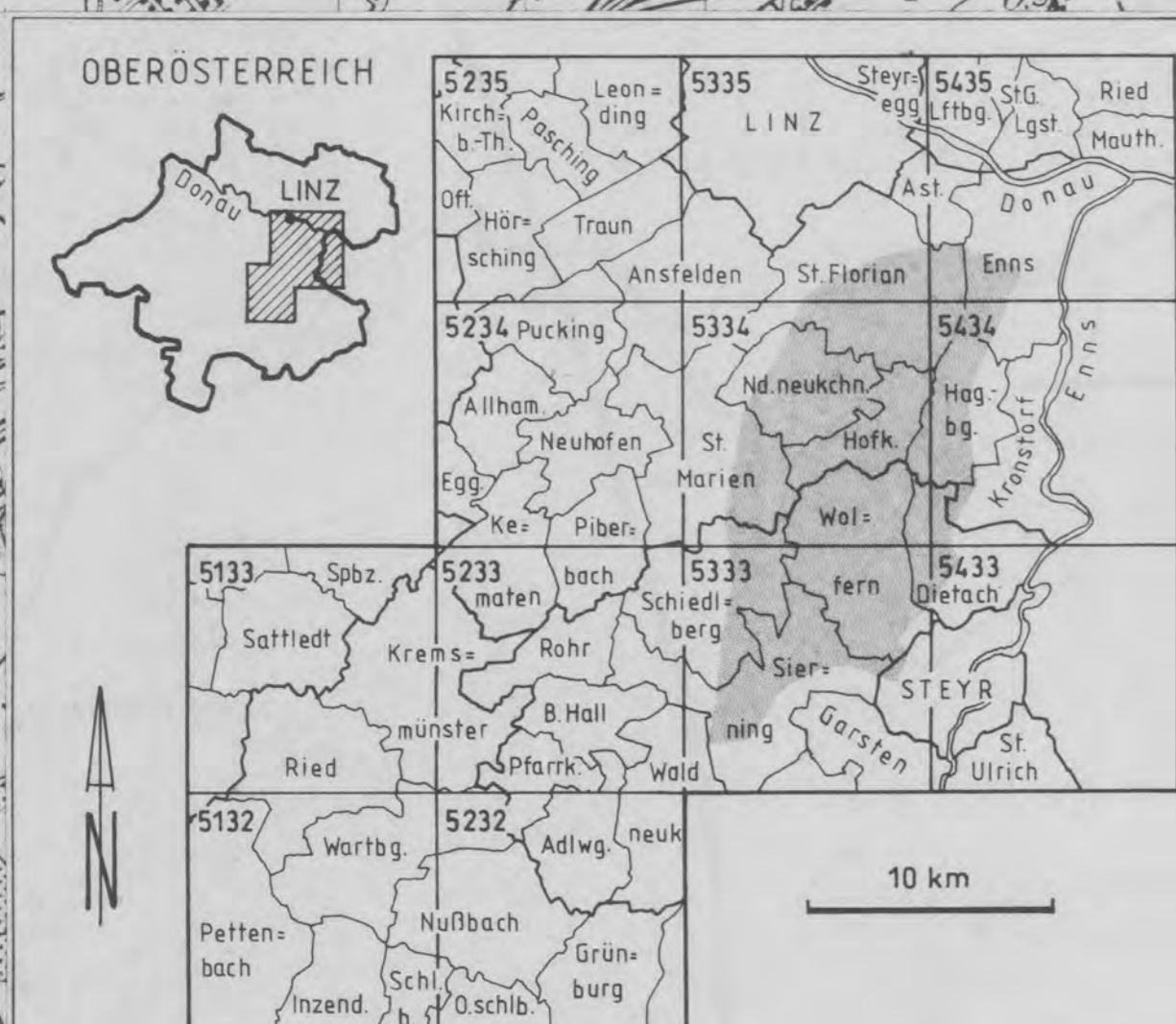
Beilage 2:
Kompilierte Geologische Karte 1:20 000

Beilage 3:
Karte des Schlierreliefs 1:20 000

Beilage 4:
Karte der Nitratbelastung untersuchter Wasserspenden
sowie deren Grundwasserspiegelhöhe 1:20 000

Hydrogeologie der Schliergrundwässer der Traun-Enns-Platte

(Projektleiter Dr. H. HÄUSLER, Institut für Geologie der Universität Wien)

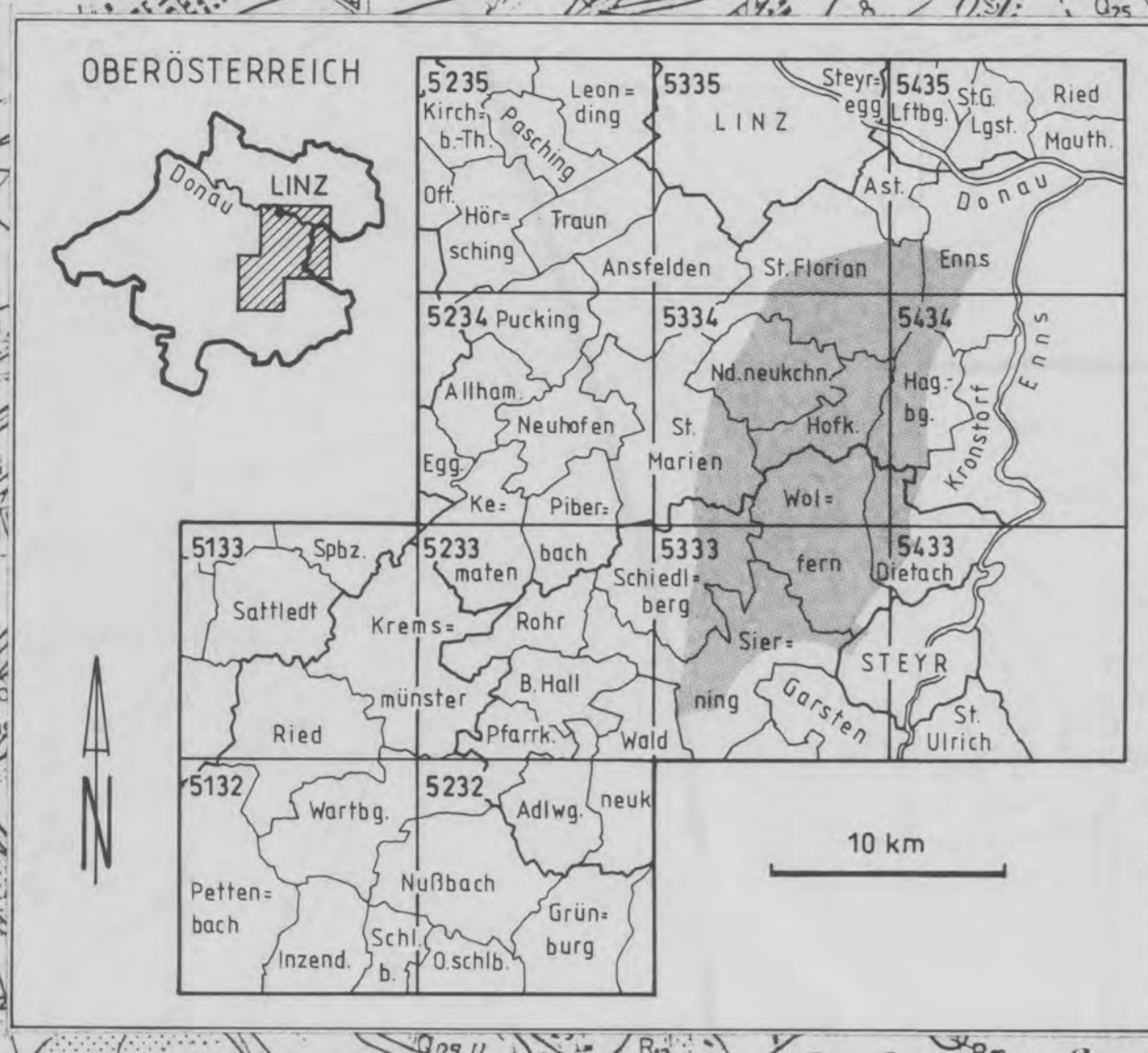
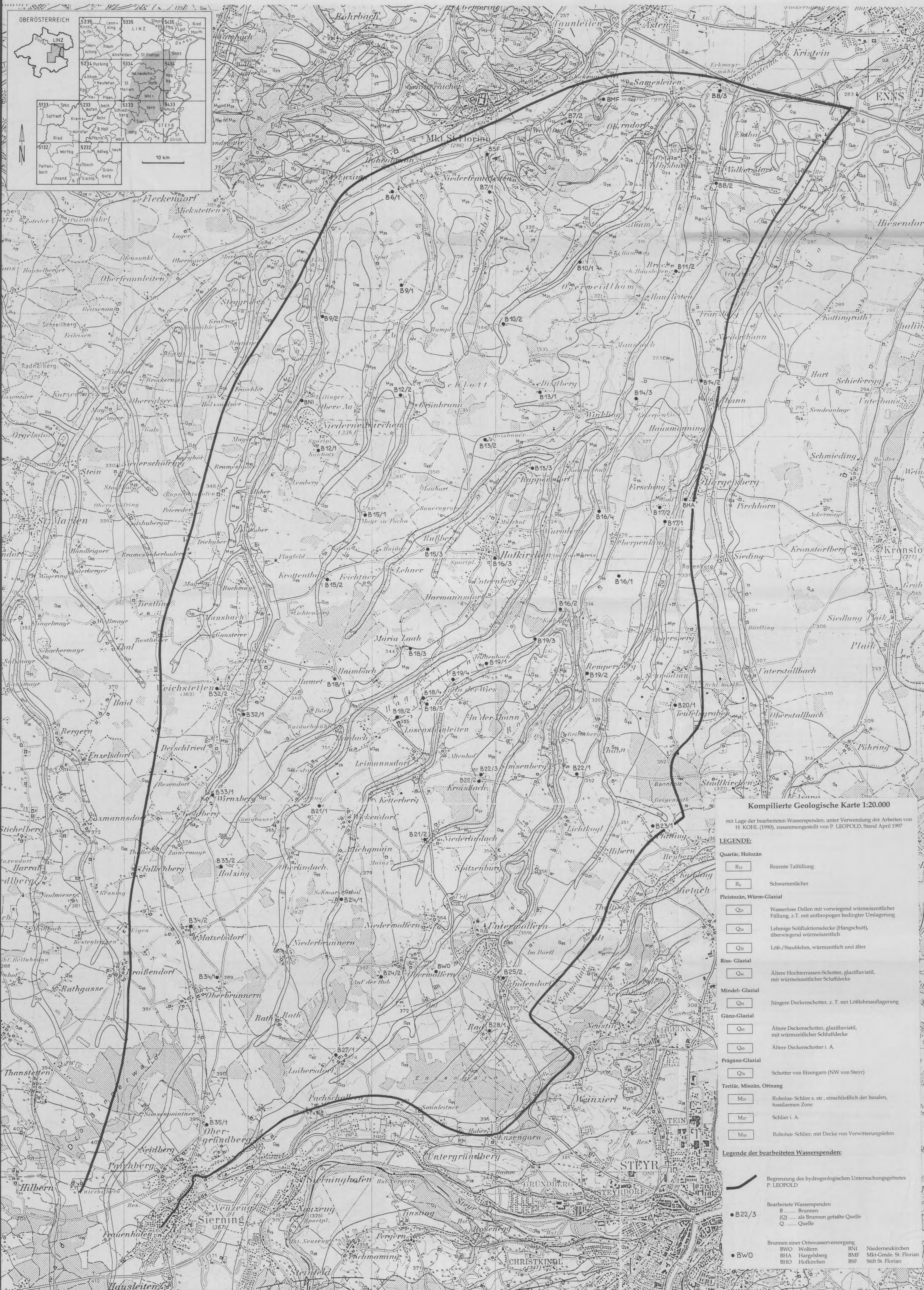


Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes 1:20.000
 mit Lage der bearbeiteten Wasserspenden und Verdachtsflächen, sowie
 ausgewählten OMV-Tiefbohrungen
 Zusammengestellt von P. LEOPOLD, Stand April 1997

- LEGENDE:**
- Gemeindegrenzen
 - Begrenzung des hydrogeologischen Untersuchungsgebietes P. LEOPOLD
 - Bearbeitete Wasserspenden
 - (Q) ... als Brunnen gefasste Quelle
 - Q ... Quelle
 - Brunnen einer Ortswasserversorgung
 - BWO Wöllern
 - BHA Hargotsberg
 - BHO Hofkirchen
 - V-15 Verdachtsflächen (gemäß oberösterreichischen Verdachtsflächenkatasters)
 - OMV ausgewählte OMV-Tiefbohrung
 - BSM Niedermeukirchen
 - BMF Mkt-Gnde St. Florian
 - BSF Stift St. Florian

Hydrogeologie der Schliergrundwässer der Traun-Enns-Platte

(Projektleiter Dr. H. HÄUSLER, Institut für Geologie der Universität Wien)



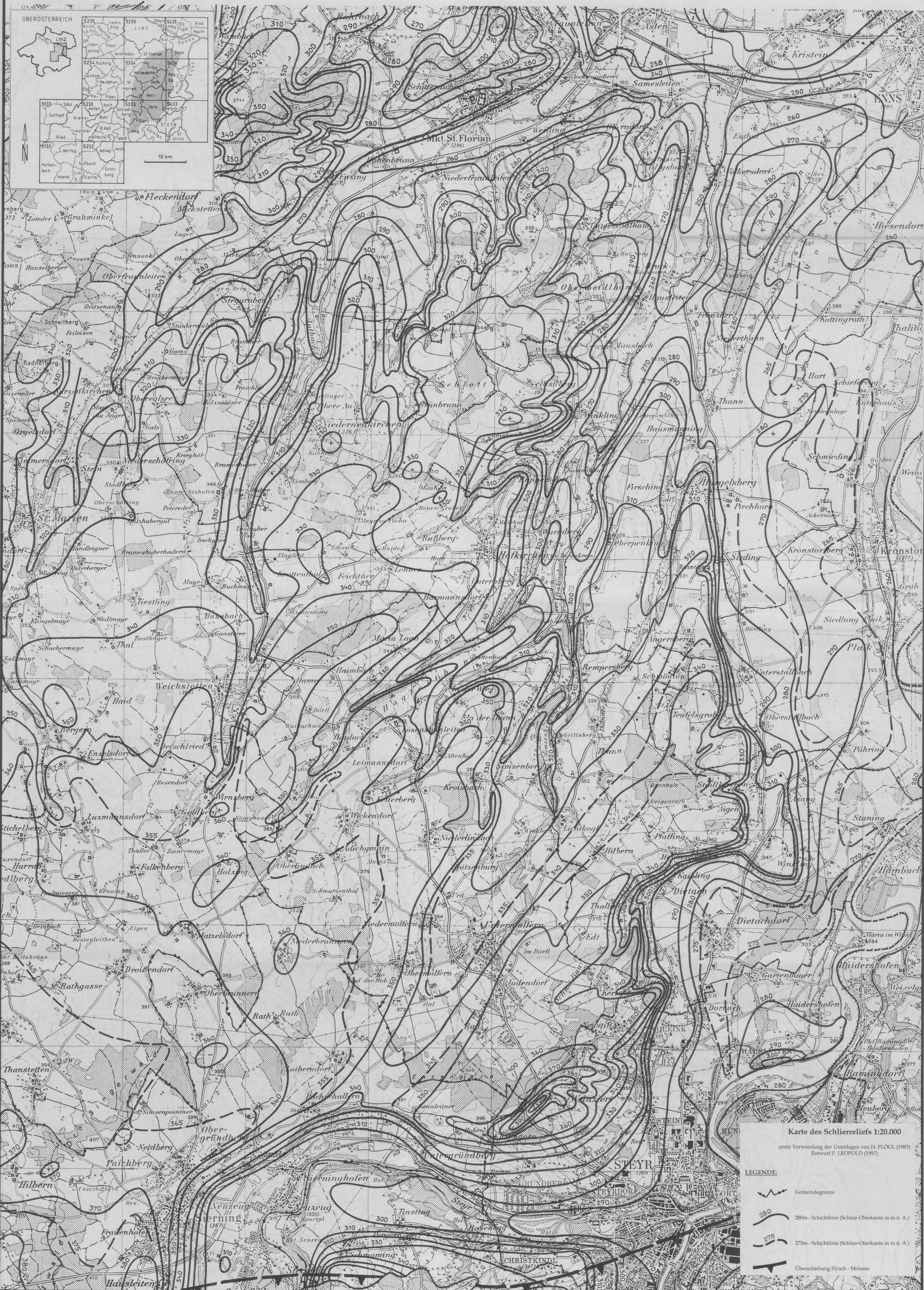
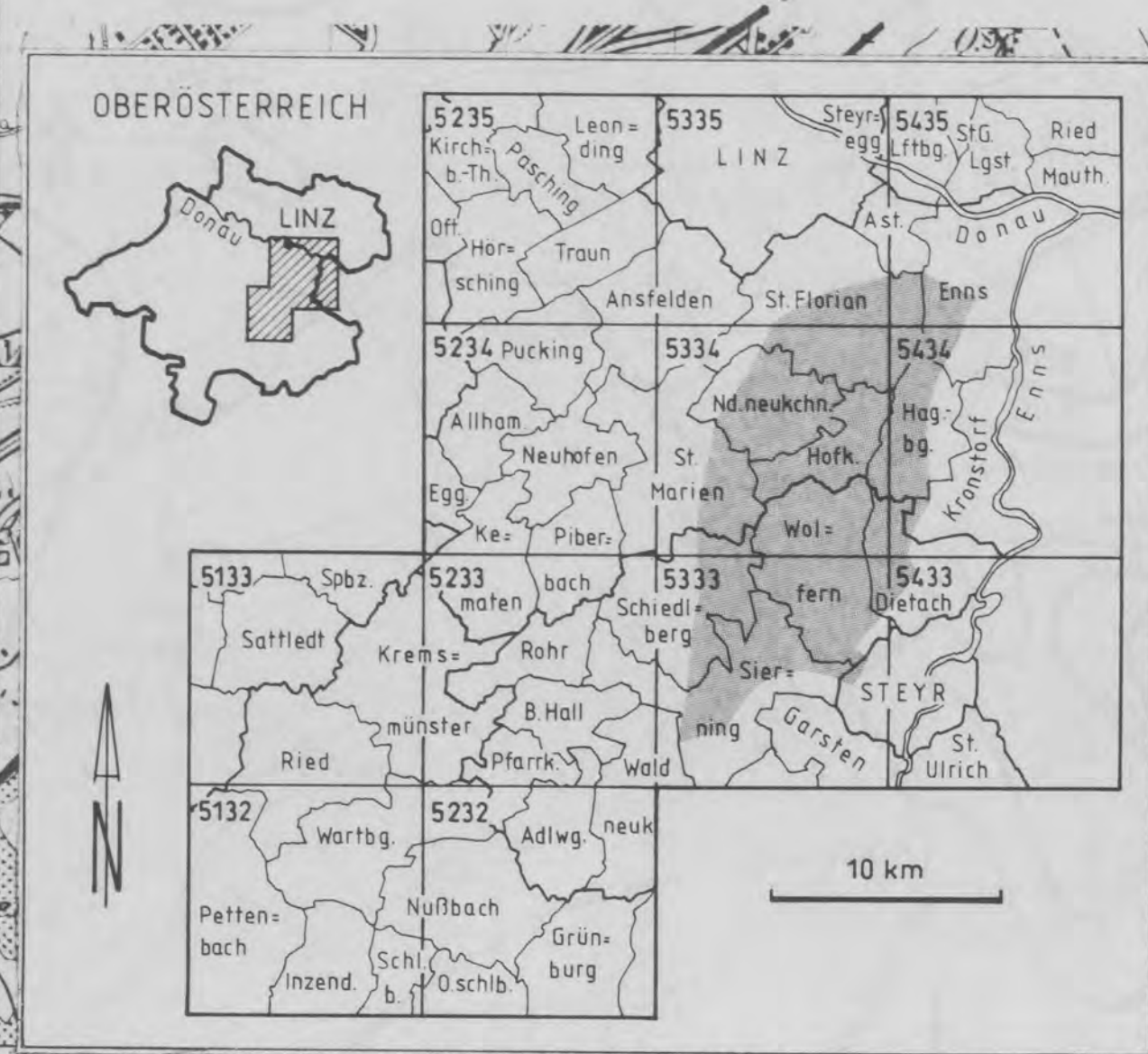
Kompilierte Geologische Karte 1:20.000
 mit Lage der bearbeiteten Wasserspenden, unter Verwendung der Arbeiten von H. KOHL (1990), zusammengestellt von P. LEOPOLD, Stand April 1997

LEGENDE:

	Quartär, Holozän
	R ₁ Rezente Talfüllung
	R ₄ Schwemmlächer
Pleistozän, Würm-Glazial	
	Q ₂₃ Wasserlose Dellen mit vorwiegend würmeiszeitlicher Fällung, z.T. mit anthropogen bedingter Umlagerung
	Q ₂₄ Lehmige Solifluktionsdecke (Hangschutt), überwiegend würmeiszeitlich
	Q ₂₅ Löß-/Staublehm, würmeiszeitlich und älter
Riss-Glazial	
	Q ₄₆ Ältere Hochterrassen-Schotter, glazifluvial, mit würmeiszeitlicher Schuttdecke
Mindel-Glazial	
	Q ₂₅ Jüngere Deckenschotter, z. T. mit Lösslehmauflagerung
Günz-Glazial	
	Q ₂₆ Ältere Deckenschotter, glazifluvial, mit würmeiszeitlicher Schuttdecke
	Q ₂₆ Ältere Deckenschotter i. A.
Präglazial	
	Q ₇ Schotter von Etzengarn (NW von Steyr)
Tertiär, Miozän, Oligozän	
	M ₂₉ Robolus-Schlier s. str., einschließlich der basalen, fossilarmen Zone
	M ₂₇ Schlier i. A.
	M ₃₀ Robolus-Schlier, mit Decke von Verwitterungslehm

Legende der bearbeiteten Wasserspenden:

- Begrenzung des hydrogeologischen Untersuchungsgebietes P. LEOPOLD
- Bearbeitete Wasserspenden
- B Brunnen
- (Q) als Brunnen gefaßte Quelle
- Q Quelle
- BWO Brunnen einer Ortswasserversorgung
- BWA Wolfen
- BHA Hargelsberg
- BHO Hofkirchen
- BNI Niederneukirchen
- BMF Mkt-Gmde St. Florian
- BSF Stift St. Florian



Karte des Schlierreliefs 1:20.000

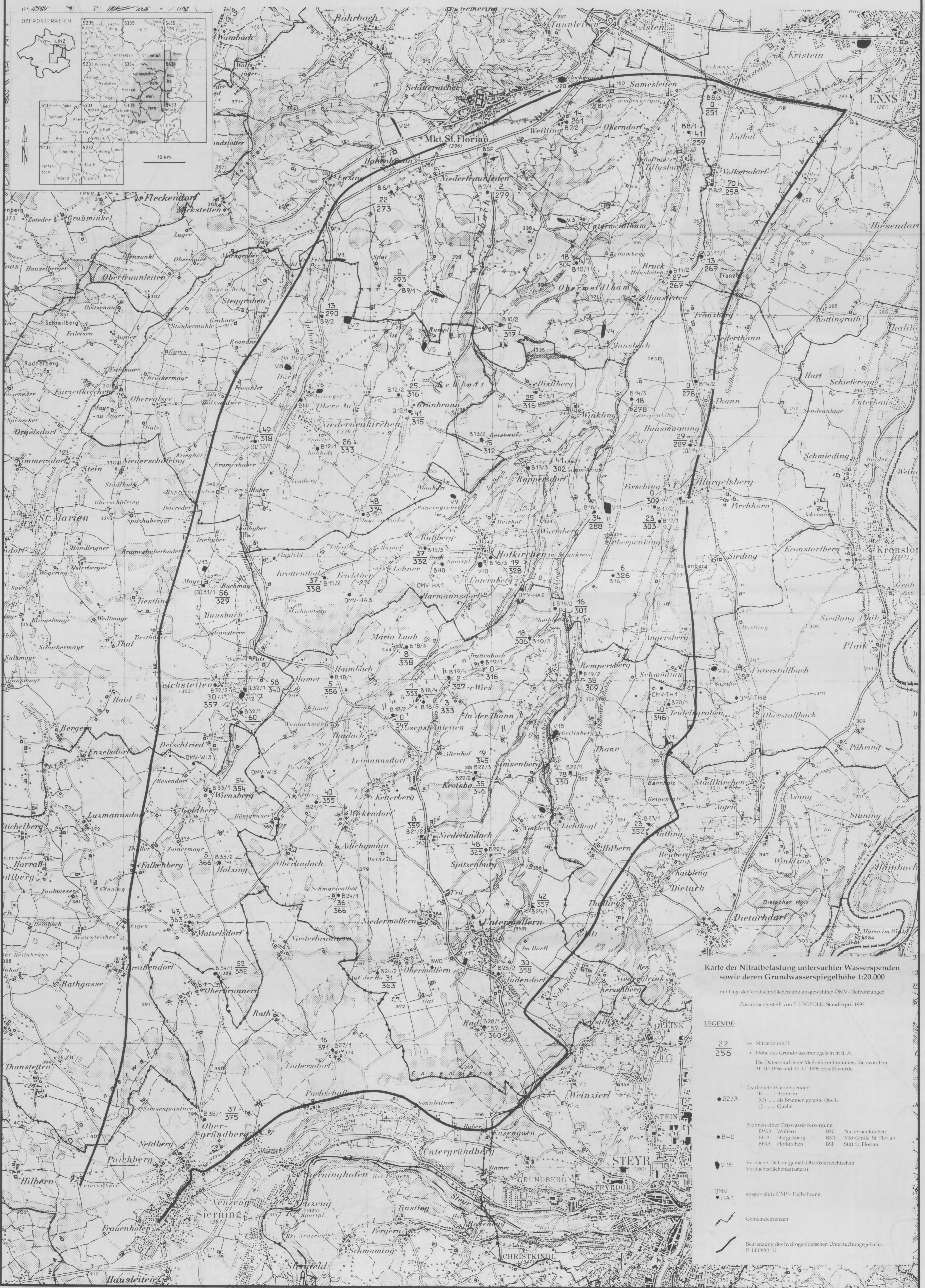
unter Verwendung der Unterlagen von H. FLOGL (1983)
Entwurf P. LEOPOLD (1997)

LEGENDE:

- Gemeindegrenze
- 280m - Schichtlinie (Schlier-Oberkante in m ü. A.)
- 275m - Schichtlinie (Schlier-Oberkante in m ü. A.)
- Überschiebung Flysch - Molasse

Hydrogeologie der Schliergrundwässer der Traun-Enns-Platte

(Projektleiter Dr. H. HÄUSLER, Institut für Geologie der Universität Wien)



Karte der Nitratbelastung untersuchter Wasserspenden sowie deren Grundwasserspiegelhöhe 1:20.000
mit Lage der Verdachtsflächen und ausgewählten ÖMV-Tiefbohrungen
Zusammengestellt von P. LEOPOLD, Stand April 1997

- LEGENDE:
- 22 → Nitrat in mg/l
 - 258 → Höhe des Grundwasserspiegels in m ü. A.
 - Die Daten sind einer Messreihe entnommen, die zwischen 31. 10. 1996 und 05. 12. 1996 erstellt wurde
 - 22/3 bearbeitete Wasserspenden
 - B Brunnen
 - (Q) als Brunnen getafelte Quelle
 - Q Quelle
 - BWD Brunnen einer Ortswasserversorgung
 - BHA Hargelsberg
 - BHO Hofkirchen
 - BNF Niedermölkirchen
 - BMF Mkt-Gnde St. Florian
 - BSF St. St. Florian
 - V15 Verdachtsflächen (gemäß Oberösterreichischen Verdachtsflächenkatasters)
 - ÖMV-HA-1 ausgewählte ÖMV-Tiefbohrung
 - Gemeindegrenzen
 - Begrenzung des hydrogeologischen Untersuchungsgebietes P. LEOPOLD