

**Schlüsselwörter**

*Bohrlochgeophysikalische Messungen  
lithologische Interpretation  
Atzbacher Sande  
Arteser  
Oberösterreich*

# Lithofazielle Kennwerte von Aquiferen (Artesern) in Oberösterreich nach Ergebnissen geophysikalischer Bohrlochmessungen

ERNST BURGSCWAIGER<sup>1</sup>, CHRISTIAN SCHMID<sup>1</sup>, JÜRGEN SCHÖN<sup>1</sup>

8 Abbildungen

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	165
Abstract .....	165
1. Einleitung und Problemstellung .....	167
2. Geologie des Untersuchungsgebietes .....	167
3. Geophysikalische Bohrlochmessungen – Meßprogramm und Methodik .....	168
4. Korrelation ausgewählter Bohrlochmeßkurven .....	169
5. Regionalisierung der untersuchten Brunnen nach statistischen Merkmalen der Meßdaten .....	170
5.1 Crossplot-Darstellung .....	170
5.2 Typ-Parameter .....	171
6. Schlußfolgerungen .....	172
Literaturverzeichnis .....	172

## Zusammenfassung

Geophysikalische Bohrlochmessungen können zur lithologischen Gliederung sedimentärer Profile herangezogen werden. Als Beitrag zur Klärung der hydrogeologischen Einordnung artesischer Brunnen im Tertiär von Oberösterreich wurden das in artesischen Hausbrunnen gemessene „lithologiesensitive“ Gammalog und ein Widerstandslog (kleine Normale) verwendet. Die Logs zeigen, daß

- die Atzbacher Sande zumindest gebietsweise aus mehreren Einzellagen aufgebaut sind und von Brunnen zu Brunnen teilweise gut korrelierbar sind,
- der Ottnanger Schlier im Widerstandslog korrelierbare Bereiche aufweist.

Zur Regionalisierung der tertiären Schichtfolge wurden statistische Merkmale der Bohrlochmeßdaten (crossplots und ein auf einer Regressionsanalyse abgeleiteter Typ-Parameter) verwendet. Die Ergebnisse zeigen, daß mit dieser Methodik Brunnenprofile lithofaziell ähnlicher Ausbildung zu einer auch regional zusammenhängenden Gruppe zusammengefaßt werden können. Zukünftige Bohrlochmessungen an artesischen Hausbrunnen, aber auch an neu abzuteufenden Brunnen, können nach ähnlichen Kriterien bearbeitet werden. Eine weiterführende und vertiefende Analyse und Regionalisierung sollte vor allem auch hydrochemische und hydrogeologische Parameter einschließen.

## Lithofacial characteristics of artesian aquifers in Upper Austria according to the results of geophysical well logs

### Abstract

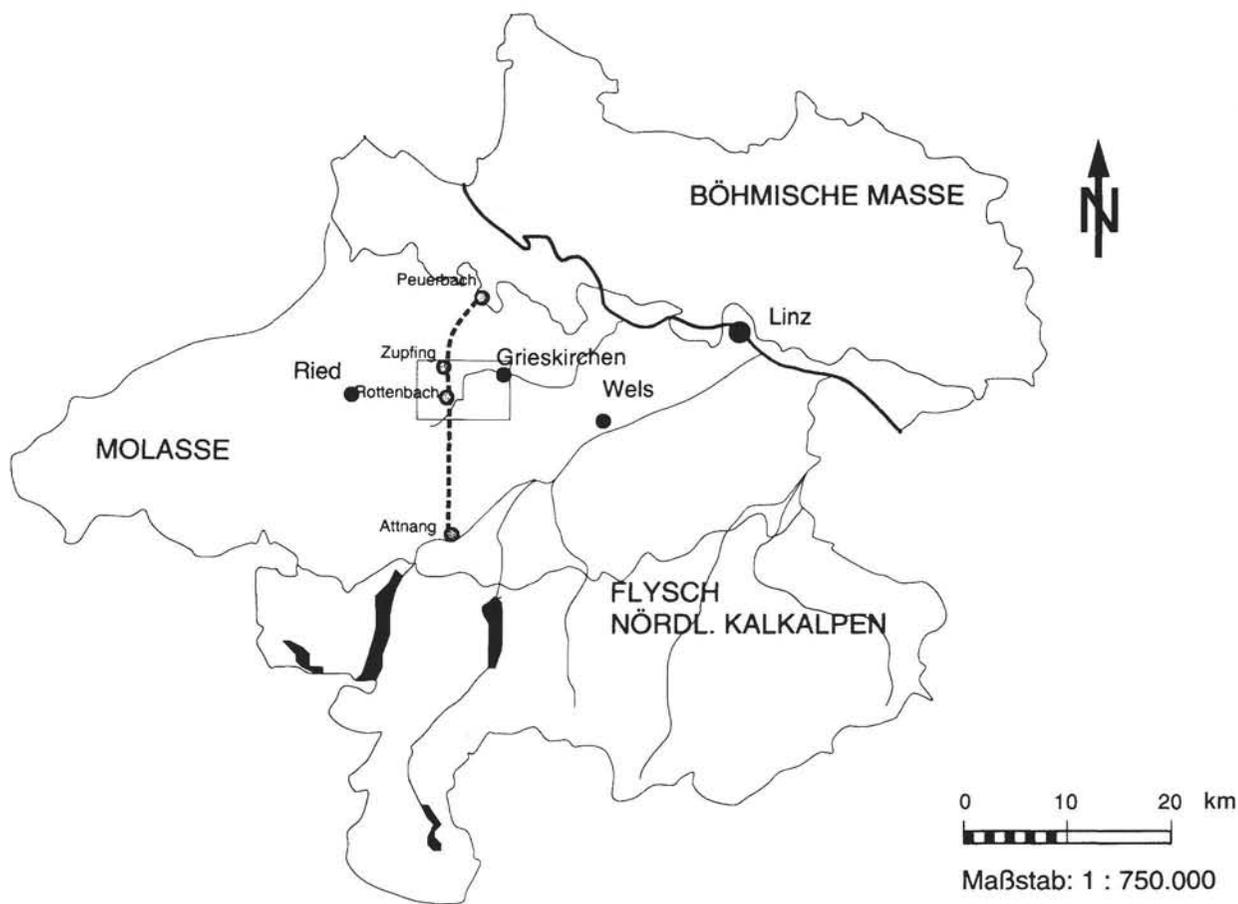
Geophysical well logs can be used for the lithologic interpretation of sedimentary profiles. The lithologic sensitive gamma log and a resistivity log was analysed for a classification of artesian aquifer horizons for a hydrogeological investigation of the Tertiary sediments in Upper Austria. The logs show a detailed picture of the aquifer horizons among the wells, particularly their internal composition, and a correlation of the shaly overburden.

Statistical methods, based on a comparison of crossplots and a so-called type-parameter give an indication of the similarity among wells as a basis for a regionalisation. The method can also be applied to comparable problems as support in regional hydrogeological studies. The implementation of hydrochemical and hydrogeological data is recommended for further studies.

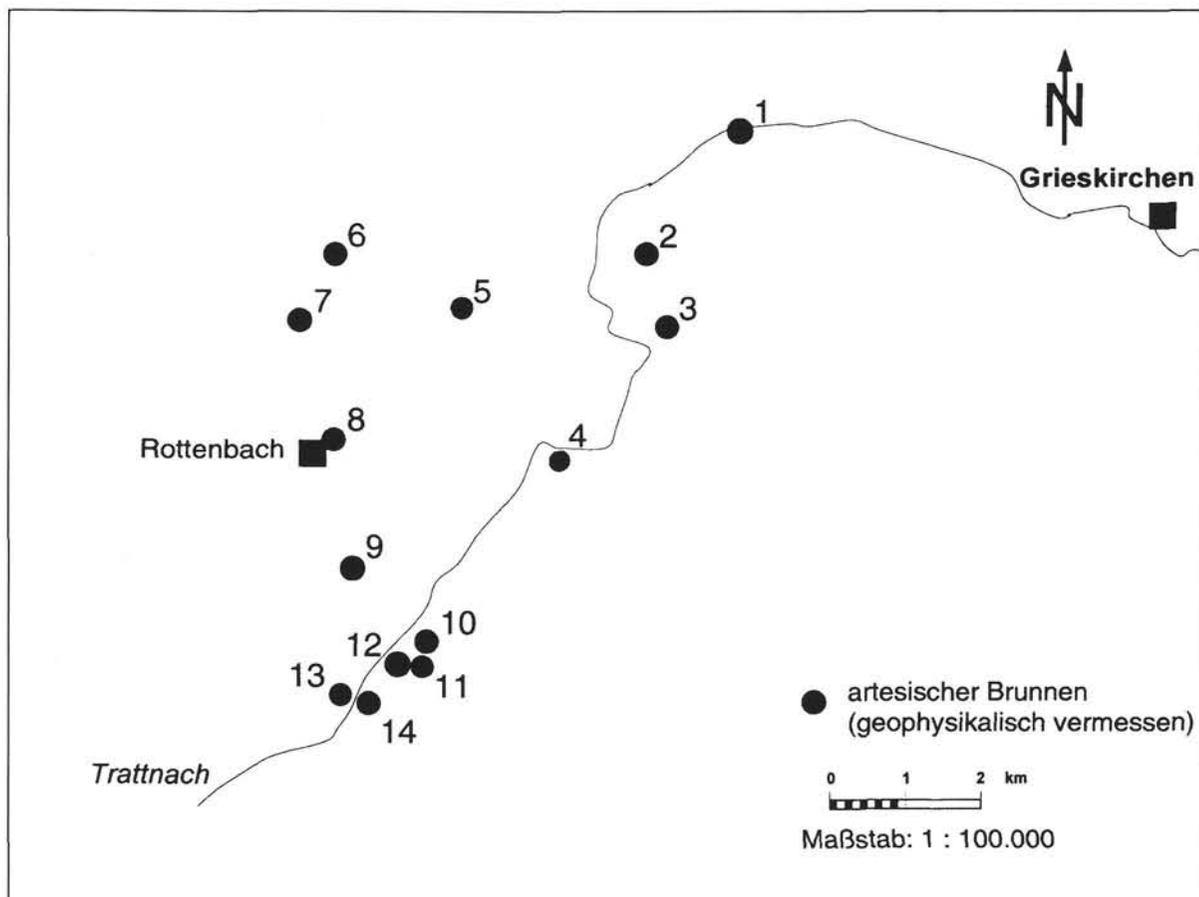
### Adressen der Verfasser

<sup>1</sup> JOANNEUM RESEARCH, Institut für Angewandte Geophysik, Roseggerstraße 17, A-8700 Leoben

a)



b)



## 1. Einleitung und Problemstellung

In Oberösterreich existiert eine Vielzahl, teilweise vor Jahrzehnten errichteter bzw. bis zu 100 Jahren alter artesischer Hausbrunnen. In vielen Fällen sind Tiefe und hydrogeologische Einordnung der genutzten Aquifere bei Altanlagen nicht klar. Es wurde daher versucht, mit geophysikalischen Bohrlochmessungen in ausgewählten Arteserprovinzen Oberösterreichs Gebietskenndaten

- zum geologisch-hydrogeologischen Aufbau des Gebietes, insbesondere zu Tiefe und zu Mächtigkeit wasserführender Horizonte
- zu eventuell vorhandenen hydraulischen Verbindungen von Horizonten oder der Gefahr einer solchen abzuleiten und eine verallgemeinerungsfähige Methodik für weitere Untersuchungsgebiete zu erarbeiten.

## 2. Geologie des Untersuchungsgebietes

Als Untersuchungsgebiet wurden die Bezirke Grieskirchen und Ried ausgewählt. Für die geophysikalischen Untersuchungen liefern einige grundlegende Arbeiten – insbesondere von ABERER, 1957; GOLDBRUNNER, 1984, 1988; ROETZEL und KRENMAYR, 1996 und WAGNER, 1998 – eine Vorstellung vom Bau des Untergrundes und von den zu erwartenden Schichtfolgen des Tertiärs und Quartärs.

In der oberösterreichischen Molassezone sind die Sedimente der Innviertler Gruppe des unteren Otnangiums weit verbreitet. Dem unteren Otnangium gehört der vorwiegend im Osten aufgeschlossene Robulusschlier s.str. an, der gegen Westen in die Vöckla-Schichten übergeht. Über den Vöckla-Schichten folgen die Atzbacher Sande, die in ihrem östlichen Verbreitungsgebiet auch den Robulusschlier s.str. überlagern. Die Vöckla-Schichten werden mit den Atzbacher Sanden und dem darüber folgenden Otnanger Schlier zum Robulusschlier s.l. zusammengefaßt. Innerhalb dieser Schichtglieder des unteren Otnangiums bestehen auch laterale Verzahnungen (ROETZEL und KRENMAYR, 1996).

Den Atzbacher Sanden kommt in ihrem gesamten Verbreitungsgebiet eine wasserwirtschaftliche Bedeutung zu. Sie tauchen gegen N bzw. NW zwischen Altenhof am Hausruck und Grieskirchen unter den Otnanger Schlier ab. Im Norden sind sie aufgrund ihrer großen Tiefenlage nur durch tiefe Hausbrunnen erschlossen. Da die Atzbacher Sande eine sehr große Verbreitung in der Oberösterreichischen Molasse besitzen, muß davon ausgegangen werden, daß einzelne, räumlich nicht allzuweit entfernte Bohrungen und Brunnen denselben Aquifer erschlossen haben und nutzen, und sich möglicherweise auch gegenseitig beeinflussen können.

Als Arbeitsgrundlage wurde für den Bezirk Grieskirchen ein N-S verlaufendes vereinfachtes geologisches Profil aus vorhandenen geologischen Unterlagen konstruiert (Abb. 1a und 1b). In dieses Profil wurden die an den artesischen Hausbrunnen erhaltenen Bohrlochmeßergebnisse eingebunden (Abb. 2). Die Darstellung weist ein generelles N bzw. NNW

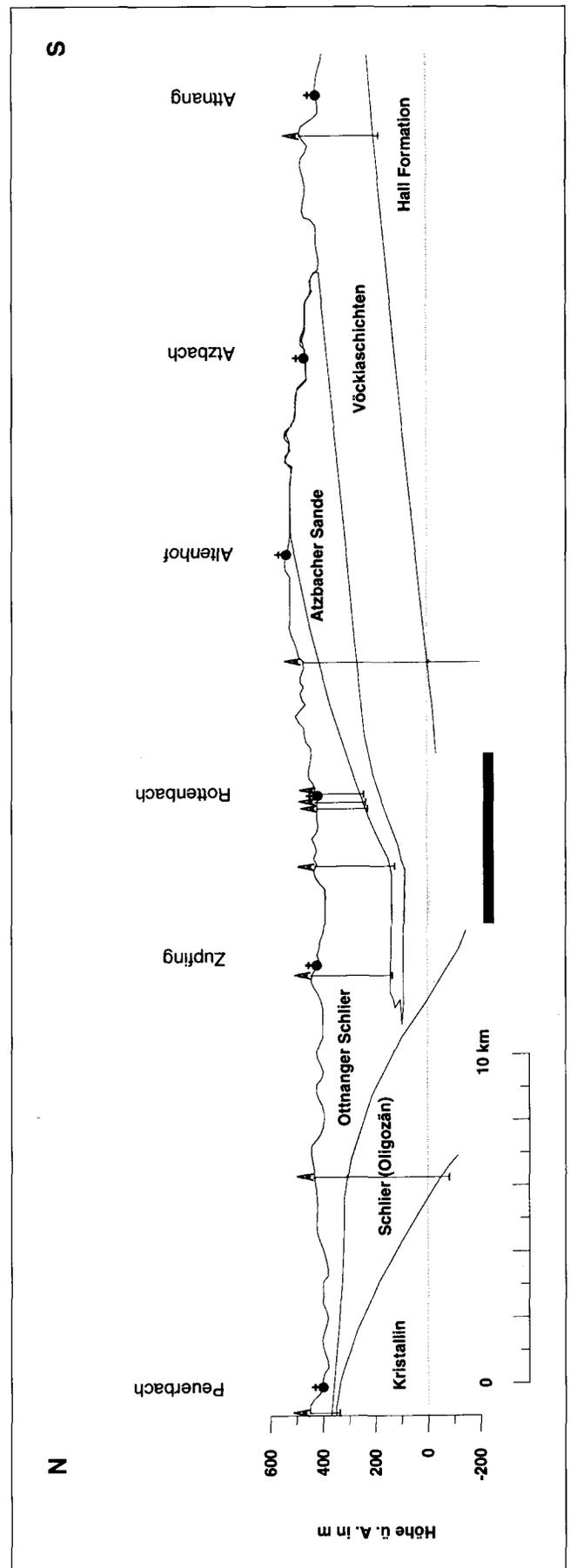


Abb. 2 Vereinfachtes geologisches N-S-Profil; der schwarze Balken markiert das engere Untersuchungsgebiet (vergl. auch Abb. 1b).

← Abb. 1

Lage des Untersuchungsgebietes

a) Geologischer Rahmen des Untersuchungsgebietes; die eingetragene Linie zeigt den Verlauf des in Abb. 2 dargestellten schematischen geologischen Profils; das Rechteck markiert den engeren Untersuchungsbereich, der in b) detailliert dargestellt ist.

b) Position der in die Untersuchungen einbezogenen Brunnen und Bohrungen, die Ziffern beziehen sich auf die im Text und in den folgenden Abbildungen verwendete Brunnenbezeichnung.

Einfallen (ca. 2-3°) der Schichten auf, beginnend mit der Hall Formation im Liegenden und dem Ottnanger Schlier als Abschluß der Schichtabfolge. Im Norden des Profils liegt über dem Kristallin der Böhmisches Masse eine ältere Schlierentwicklung des Oligozäns. Die Lage der Atzbacher Sande wurde aus Daten der Oberflächenkartierung von ABERER (1957) und Ergebnissen der Bohrlochmessungen eingezeichnet.

### 3. Geophysikalische Bohrlochmessungen – Meßprogramm und Methodik

Mit geophysikalischen Bohrlochmessungen werden physikalische Gesteinseigenschaften des durchteuften Gebirges kontinuierlich als Funktion der Tiefe erfaßt. Die wahlweise einsetzbaren Meßsonden erlauben die Ermittlung verschiedener Meßgrößen (z. B. spezifischer elektrischer Widerstand, natürliche Gammaintensität; Dichte). Bei der Zusammenstellung des Bohrlochmeßprogrammes wurde von dem Ziel ausgegangen, dieses weitgehend einheitlich zu gestalten, um eine Vergleichbarkeit der Messungen und so eine Korrelation von Brunnen zu Brunnen zu ermöglichen. Für die Untersuchungen wurden die Meßergebnisse folgender Methoden ausgewählt:

- GR Gammalog (natürliche Gammaintensität)
- R-16 Widerstandslog (kleine Normale).

Mit diesen beiden Meßkurven (Logs) ist generell in Sedimenten eine Gliederung nach Hauptgesteinstypen möglich, da sich insbesondere Tone und Sande in ihrer natürlichen Radioaktivität und ihrem spezifischen elektrischen Widerstand deutlich unterscheiden: Tone haben eine auf dem Uran-, Tho-

rium- und Kaliumgehalt der Minerale beruhende erhöhte natürliche Radioaktivität (Gammaintensität). Reine Quarzsande und Kiese hingegen weisen nur sehr geringe Gammaintensitäten auf (Monazit-, Glaukonit- oder Feldspatgehalte führen jedoch auch bei Sandkornfraktionen zu erhöhten Gammawerten). Hinsichtlich der elektrischen Eigenschaften unterscheiden sich Tone und Sand bzw. Kiese ebenfalls: Tone besitzen aufgrund ihrer besonderen elektrochemischen Eigenschaften (Kationenaustauschfähigkeit) eine gute elektrische Leitfähigkeit und damit niedrige spezifische elektrische Widerstände. Bei Kiesen und Sanden tritt diese Leitfähigkeitskomponente nicht auf; infolge der meist gering mineralisierten Porenwässer sind sie daher auch bei Wasserführung durch hohe spezifische elektrische Widerstände bzw. geringe Gesteinsleitfähigkeiten gekennzeichnet.

Das Beispiel der Brunnen 8 (Rottenbach) und 4 (Hofkirchen), deren Lage der Abbildung 1b zu entnehmen ist, zeigt in Abb. 3 die Anwendung dieser zunächst rein qualitativen Auswerteregeln. Die Aquiferbereiche treten durch erhöhte Widerstandswerte und abgeminderte Gammawerte hervor. Bei Brunnen 8 ist nur ein sandiger Bereich erschlossen; Brunnen 4 zeigt die Aufgliederung des sandigen Bereiches in mehrere Einzelschichten mit schluffigen Zwischenlagen. Brunnen 4 befindet sich ca. 3 km östlich des Brunnen 8 (Abb. 1b). Mit dem Höhenunterschied der Aquiferoberkante (40 m) ergibt sich damit ein geringes Einfallen (0,6°) nach Westen. Darüber hinaus ist anhand der markanten Kurvenindikation in der Widerstandskurve auch eine Untergliederung des Schlierbereiches im Hangenden möglich (gestrichelt gezeichnete Linie).

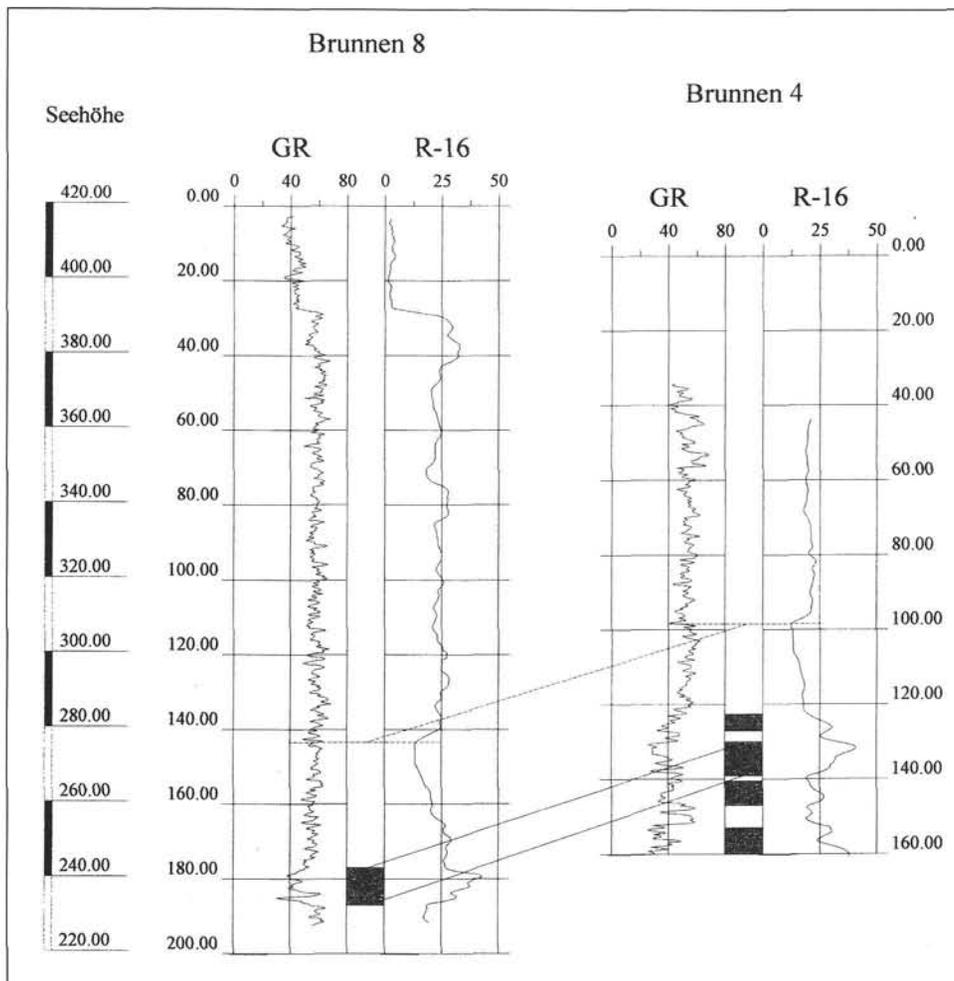


Abb. 3

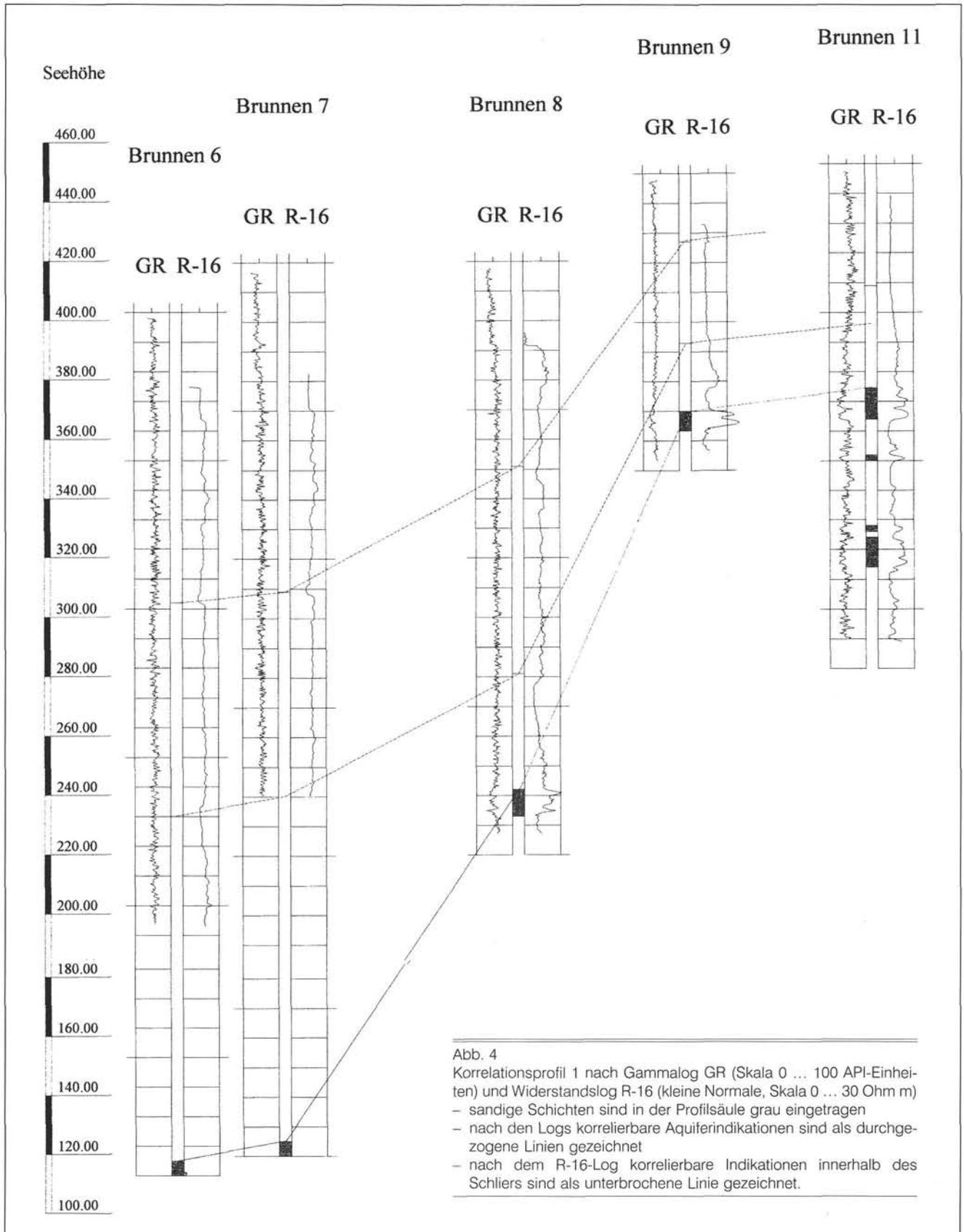
Gegenüberstellung der Bohrlochmeßergebnisse aus den Brunnen 8 in Rottenbach und 4 in Hofkirchen (Abstand ca. 3 km); GR = Gammalog; R-16 = Widerstandslog (kleine Normale)

- nach den Logs bestimmte sandige Schichten sind in der Profilsäule grau eingetragen
- nach den Logs korrelierbare Aquiferindikationen sind als durchgezogene Linien gezeichnet
- nach dem R-16-Log korrelierbare Indikationen innerhalb des Schliers sind als unterbrochene Linie gezeichnet.

#### 4. Korrelation ausgewählter Bohrlochmeßkurven

Basierend auf der in Abbildung 3 dargestellten Weise kann eine profilartige Korrelation der Gamma- und der Wider-

standslogs vorgenommen werden. Das in Abbildung 4 dargestellte Profil 1 umfaßt 5 Brunnen (Brunnen 6, 7, 8, 9, 11), deren Lage der Abb. 1b zu entnehmen ist. Die Entfernung der Endpunkte beträgt etwa 6 km. Die Brunnen 6 und 7 waren nicht mehr bis zu der laut Brunnenbuch angegebenen Tiefe mit den



Bohrlochmeßsonden befahrbar. Für die Korrelation wurde angenommen, daß die Bohrung bis zum Erreichen des Aquifers abgeteuft worden war und damit die angegebene Bohrendteufe etwa der Aquiferteufe entspricht.

Im Detail lassen sich folgende Aussagen treffen:

- a) Brunnen 11 (Weibern) zeigt unterhalb 370 m mit abgeminderten Gammawerten und erhöhten Widerstandswerten mehrere Abschnitte mit sandiger Ausbildung. Die Atzbacher Sande sind – wie auch an anderen Brunnen festgestellt – gebietsweise nicht als ein einziger sandiger Horizont, sondern aus mehreren Lagen bestehend ausgebildet.
- b) In nördlicher Richtung läßt sich der obere Abschnitt des Aquifers mit den Logindikationen im Brunnen 9 (Schachenreith) korrelieren. Dieser Brunnen (abgeteuft im Jahre 1940) dürfte bei seiner ursprünglichen Tiefe durch den oberen Abschnitt hindurch gebohrt worden sein. Auch im Abschnitt oberhalb der Sande läßt sich innerhalb des Schliers eine Gliederung anhand der R-16-Kurve vornehmen.
- c) Die Korrelation läßt sich zum Brunnen 8 (Rottenbach) fortführen, wobei auch hier nur der obere sandige Bereich mit den Bohrlochmeßkurven erfaßt ist. Alle Meßkurvenindikationen zeigen ein Abtauchen der Schichten nach Norden.
- d) Die Tendenz des Abtauchens der Schichten nach Norden setzt sich zum Brunnen 7 (Rottenbach) fort. Mit den Bohrlochmessungen wurde hier jedoch nicht der sandige Bereich erreicht. Es kann aber angenommen werden, daß bei Errichtung des Brunnens ebenfalls bis zur Tiefe des sandigen Bereiches (in ca. 300 m) gebohrt wurde. Daher ist in der Abbildung der sandige Bereich bei der Endtiefe eingetragen.
- e) Analog läßt sich der Tiefenverlauf bis zum Brunnen 6 (Rottenbach) fortsetzen. Auch in diesem ist eine Untergliederung des Ottnanger Schliers möglich, wobei wiederum ein leichtes Abtauchen in Verbindung mit einer Mächtigkeitzunahme auftritt.

### 5. Regionalisierung der untersuchten Brunnen nach statistischen Merkmalen der Meßdaten

Gammaintensität und spezifischer elektrischer Widerstand spiegeln die Gesteinsart und ihre Ausbildung wider. Das Meßwertkollektiv eines Brunnens kann mit dem Ziel einer regionalen Klassifizierung bzw. Typisierung hinsichtlich seiner Zuordnung zu einer „Arteseprovinz“ analysiert werden. Hierzu werden crossplots und ein Typ-Parameter verwendet.

#### 5.1 Crossplot-Darstellung

Die Bohrlochmeßwerte sind alle 10 cm registriert. Wird jedes einzelne Meßwertpaar in ein x-y-Diagramm (x-Achse Gammaintensität; y-Achse Logarithmus des Widerstandes) eingetragen, so ergibt sich ein Punkt. Die gesamte Meßkurve liefert folglich eine Verteilung (Punktwolke). Bereiche mit niedrigen Gamma- und hohen Widerstandswerten im crossplot markieren Sande, Bereiche mit hohen Gamma- und niedrigen Widerstandswerten hingegen Tone. Zur Interpretation derartiger crossplots kann die schematische Darstellung der verschiedenen Einflußparameter in Abb. 5 dienen. Sie zeigt bei Sanden zusätzlich die Einflüsse unterschiedlicher Korngrößen sowie die Wirkung radioaktiver Komponenten im Sandkornbereich (Glaukonit, Monazit etc.). Bei Tonen wirken die verschiedenen Minerale unterschiedlich sowohl hinsichtlich ihrer Radioaktivität als auch ihres Leitfähigkeitsbeitrages, welcher vorrangig durch die Kationenaustauschkapazität CEC beschrieben wird.

Die eingetragenen Pfeile markieren Tendenzen; sie belegen jedoch zugleich, daß die Position sedimentärer Einheiten im crossplot durch ihren lithofazielle Charakteristik bestimmt ist.

Die Punktwolke im crossplot stellt damit ein integrales Abbild der lithofaziellen Ausbildung des Brunnenprofils dar. Es treten Verteilungen mit starker lithologischer Differenzierung auf, die auf das Vorhandensein von sandigen und schluffig-tonigen Bereichen hinweist (z. B. breite Verteilung, Abb. 6a) und solche mit geringer lithologischer Differenzierung, die auf

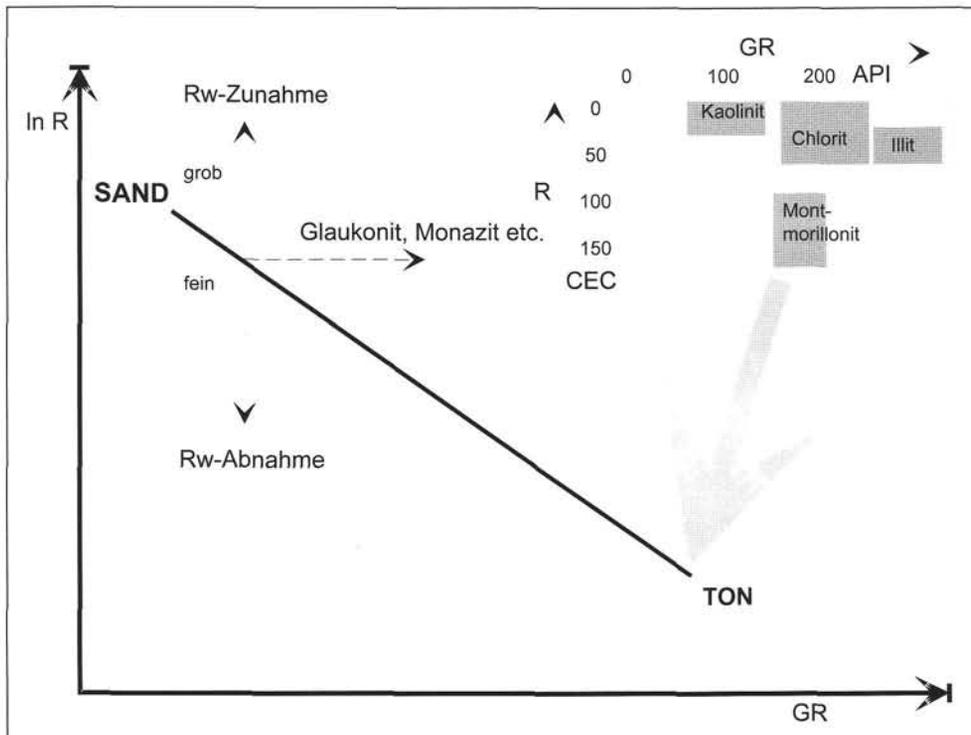


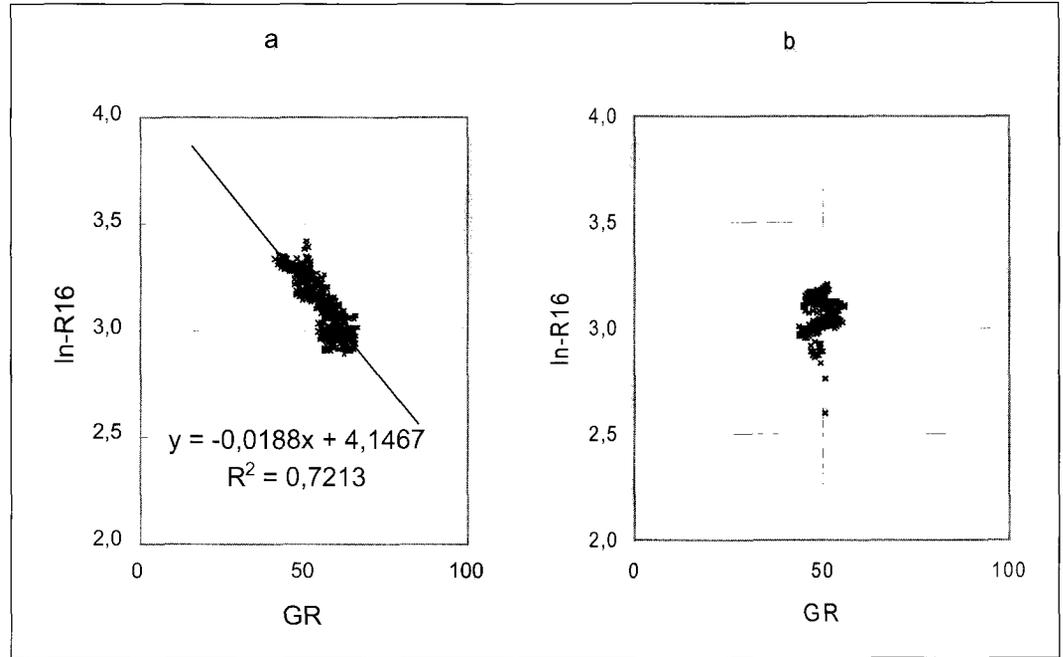
Abb. 5 Gamma-Widerstands-crossplot (schematische Darstellung der Haupteinflußparameter). Auf der x-Achse ist die Gammaintensität GR und auf der y-Achse die Größe ln-R (natürlicher Logarithmus des mit der 16<sup>te</sup>-Normale gemessenen Widerstandes) dargestellt. Im Sandbereich bewirken Veränderungen des Porenwasserwiderstandes Rw sowie die mittlere Korngröße Veränderungen des spezifischen elektrischen Gesteinswiderstandes; radioaktive Beimengungen können im Sandkornbereich zu erhöhter Gammaaktivität führen. Im Tonbereich bewirken die verschiedenen Tonminerale auf Grund ihrer unterschiedlichen Kationenaustauschkapazität (CEC) unterschiedliche spezifische elektrische Gesteinswiderstände und auf Grund ihres unterschiedlichen U-, Th- und K-Gehaltes unterschiedliche Gammaaktivitäten.

Abb. 6

Crossplot-Darstellung nach den Bohrlochmeßergebnissen zweier Brunnen. Für die crossplot-Bearbeitung und alle folgenden Schritte wurden die Werte aus den nichtverrohrten Abschnitten der Brunnen benutzt.

a) die breite Verteilung der Werte in der Punktwolke weist auf starke lithologische Differenzierung hin; zusätzlich ist die Regressionsgerade und die lineare Regressionsgleichung eingetragen (Brunnen 12).

b) die begrenzte Punktwolke weist auf geringe lithologische Differenzierung hin (Brunnen 14).



das Vorherrschen einer relativ homogenen Sedimentausbildung hinweist (z. B. dichte Punktwolke, Abb. 6b).

Sind die Sedimente einzelner Bohrungen ähnlich zusammengesetzt, dann liegen die Punkte in einem relativ eng begrenzten Feld (Umrandung der „Punktwolke bzw. Konturplot“); dies trifft bei Abb. 7 auf die Brunnen 4, 6 und 7 zu. Diese Brunnen dürften damit einem einheitlich ausgebildeten lithologischen Bereich angehören. Die beiden Brunnen 1 und 5 liegen mit ihren Konturplots außerhalb dieses Bereiches. Offenbar verlagert sich das Konturfeld bei diesen gegenüber dem Brunnenkollektiv 4, 6 und 7 nördlich bzw. nordwestlich gelegenen Brunnen. Dies ist ein Hinweis auf eine veränderte lithofazielle Ausbildung in nördlicher bzw. nordwestlicher Richtung.

## 5.2 Typ-Parameter

Ausgangspunkt für die Definition eines „Typ-Parameters“ zur quantitativen Beschreibung dieser Aussagen bildet wiederum die Feststellung, daß die Punktwolke im Crossplot ein

integrales Abbild der lithofaziellen Ausbildung des Brunnenprofils darstellt. Bei einer genügend gespreizten Werteverteilung innerhalb des Crossplots ist – wie in Abb. 6a – die Ableitung einer Regressionsgleichung möglich. Im vorliegenden Beispiel des Brunnens 11 (Weibern) lautet sie:

$$\ln-R = 4,1467 - 0,0188 \text{ GR} \quad R^2 = 0,72 \quad (1)$$

Dabei ist

$\ln-R$  natürlicher Logarithmus des mit der 16"-Normale gemessenen Widerstandes

GR Gammawert

$R^2$  Korrelationskoeffizient

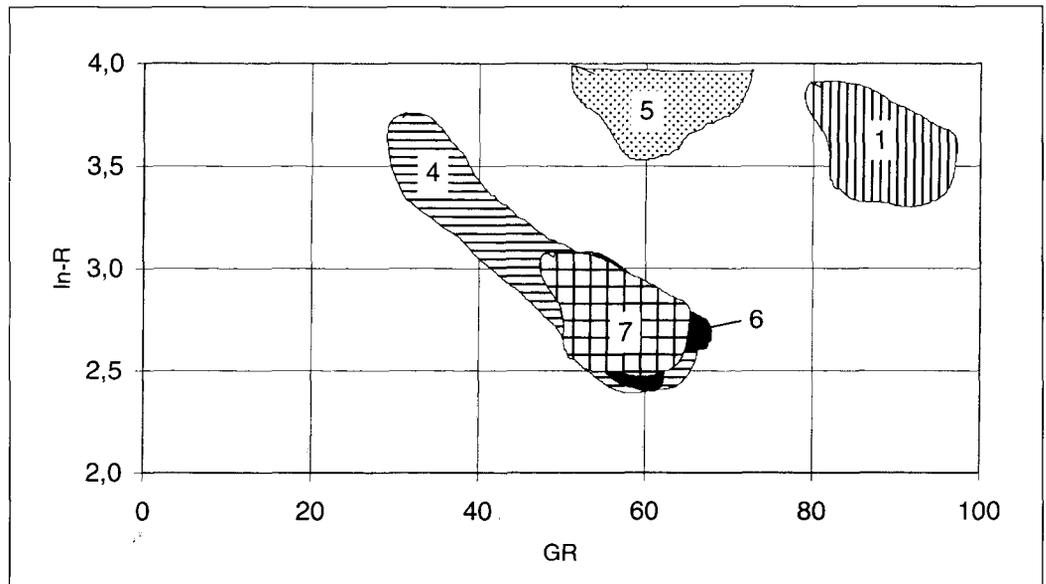
Aus den Meßwerten von 5 Brunnen mit ähnlichen Konturplots (insgesamt 4586 Wertepaare) wurde eine für das Untersuchungsgebiet geltende „mittlere Regressionsbeziehung“ abgeleitet:

$$\ln-R = 4,66 - 0,03 \text{ GR} \quad R^2 = 0,72 \quad (2)$$

Unterschiedlich zusammengesetzte Sedimentfolgen führen zu Abweichungen von dieser Korrelationsbeziehung infolge der unterschiedlichen Beeinflussung von Gammaintensität

Abb. 7

Aus den crossplots abgeleitete Konturplots für ausgewählte Brunnen. Auf der x-Achse ist die Gammaintensität (GR), auf der y-Achse der Logarithmus des spezifischen Widerstandes ( $\ln-R$ ) aufgetragen. Die Konturplots der Brunnen 4, 6 und 7 überdecken sich, die Konturplots der Brunnen 1 und 5 liegen außerhalb des Konfidenzbereiches.



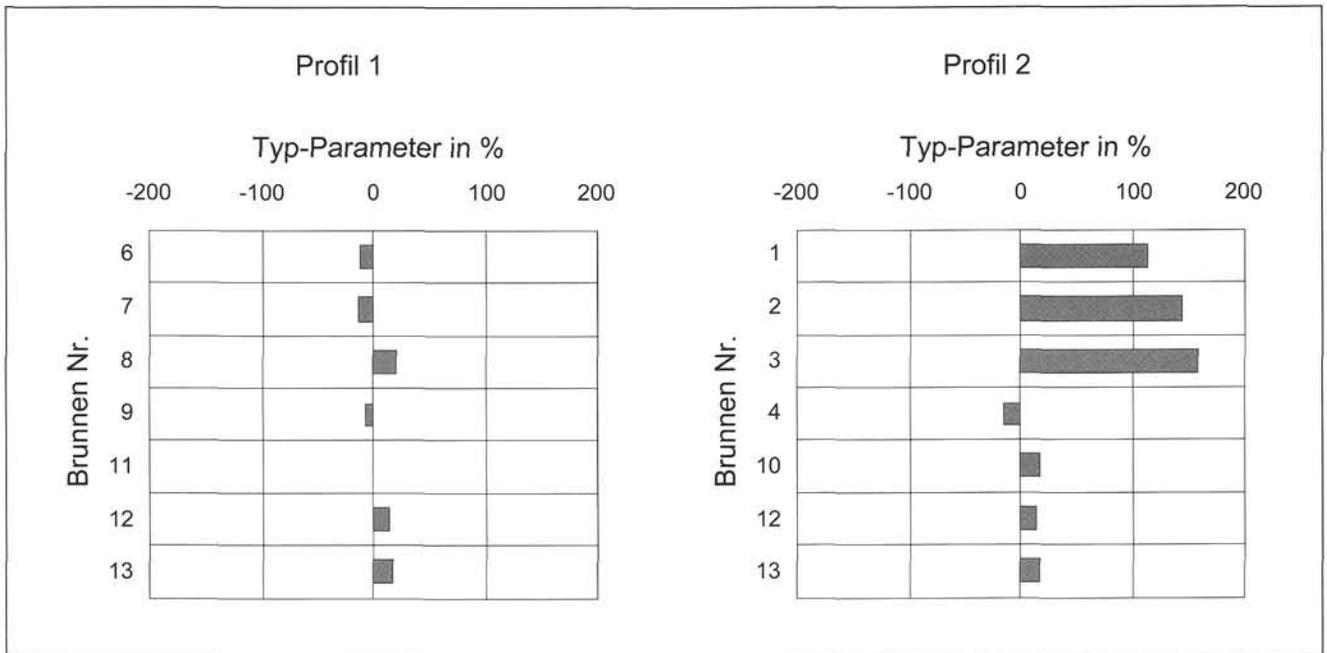


Abb. 8

Verteilung der Typ-Parameter der Brunnen entlang zweier Profile (die Ziffern geben die Brunnen entsprechend ihrer Lage in Abb. 1b an).

und Widerstand (vgl. Abb. 5). Die prozentuale Abweichung des Logarithmus der gemessenen Werte ( $\ln-R$ ) von den nach der mittleren Regressionsbeziehung (Gleichung 2) berechneten Werten für einen Brunnen ist daher ein Indikator für die substantielle Zusammensetzung bzw. lithologische Ausbildung der Schichtfolge. Die prozentuale Abweichung wurde daher als „Typ-Parameter“ bezeichnet.

Die Abb. 8 zeigt die Werte des Typ-Parameters für die Brunnen von zwei untersuchten Profilen (Profile 1 und 2). Die Lage der Brunnen ist wiederum Abb. 1b zu entnehmen. Die Typ-Parameter belegen die Ähnlichkeit der mit Profil 1 erfaßten Brunnen. Bei Profil 2 heben sich – wie bereits oben vermerkt – der nordöstlich situierte Brunnen 1 (Taufkirchen) sowie die Brunnen 2 und 3 (Hofkirchen) gegenüber dem mittleren Wertebereich des übrigen Arteserkollektivs ab.

## 6. Schlußfolgerungen

Die geophysikalischen Bohrlochmessungen haben auf der Grundlage vorliegender geologischer Ergebnisse zu einer präzisierten generellen geologischen Schnittdarstellung des Untersuchungsgebietes Grieskirchen – Ried geführt. Zwei Merkmale sind besonders hervorzuheben:

- Die Atzbacher Sande sind zumindest gebietsweise aus mehreren Einzellagen aufgebaut (bei den vorliegenden Untersuchungen betrifft dies vor allem den Brunnen 4, sowie die Brunnen 8, 9 und 11 in Abb. 1b). Mehrere Sandhorizonte können demnach ein und derselben geologischen Einheit angehören. Für eine zukünftige Beurteilung sollten zusammen mit den Bohrlochmeßergebnissen und ihrer geologischen Interpretation auch Druck und Chemismus der Wässer betrachtet werden.
- Der Otnanger Schlier weist korrelierbare Bereiche mit geringfügig (aber bohrlochgeophysikalisch korrelierbarer) unterschiedlicher lithofazieller Ausbildung auf (bei den vorliegenden Untersuchungen betrifft dies insbesondere die Brunnen 4 und 8).

Zur Regionalisierung der tertiären Schichtfolge können statistische Merkmale verwendet werden. Sie stützen sich auf eine Analyse der Verteilung der Meßwertpaare spezifischer elektrischer Widerstand und Gammaintensität. Zur Analyse wurden crossplots und ein Typ-Parameter verwendet. Die Ergebnisse zeigen, daß mit dieser Methodik Brunnenprofile lithofaziell ähnlicher Ausbildung zu einer auch regional zusammenhängenden Gruppe zusammengefaßt werden können.

Durch diese statistische Bearbeitung der Bohrlochmeßdaten scheint es gelungen zu sein, Bohrungen auf Basis geophysikalischer Meßdaten regional zuzuordnen. Zukünftige Bohrlochmessungen an artesischen Hausbrunnen, aber auch an neu abzuteufenden Brunnen, können nach ähnlichen Kriterien bearbeitet werden. Eine weiterführende und vertiefende Analyse und Regionalisierung sollte vor allem auch hydrochemische und hydrogeologische Parameter einschließen.

Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis von Untersuchungen eines im Rahmen der Bund/Bundesländer-Kooperation finanzierten Forschungsprojektes. Die Autoren danken dem Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr und dem Amt der Oberösterreichischen Landesregierung für die stets fördernde Unterstützung und die Publikationsgenehmigung.

## Literaturverzeichnis

- ABERER, F., 1957: Die Molassezone im westlichen Oberösterreich und in Salzburg. – Mitt. Geol. Ges.; Wien, 50, S. 41-60.
- ENICHLMAYR, E., 1996: Geologischer Bericht über die geologisch-geophysikalischen Untersuchungen im Raum Mörstalling – Angsüß und Enzenkirchen, Bericht i. A. des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, S. 6-11.
- ENICHLMAYR, E., 1996: Hydrogeologisch-geophysikalische Untersuchungen in der Peuerbacher Bucht, Bericht i. A. des Amtes der Oberösterreich. Landesregierung, S. 6-12.
- GOLDBRUNNER, J. E., 1984: Zur Hydrogeologie des Oberösterreichischen Molassebeckens, – Steirische Beitr. z. Hydrogeologie, 36, 83-102.

- GOLDBRUNNER, J. E., 1988: Tiefengrundwässer im Oberösterreichischen Molassebecken und im Steirischen Becken. – Steirische Beitr. z. Hydrogeologie, 39, 5-94.
- ROETZEL, R., KRENMAYR, H. G., 1996: Das Tertiär der Molassezone in Oberösterreich und Salzburg – Wandertagung 1996 Exkursionsführer, Österreichische Geologische Gesellschaft, 16, S. 32-35.
- SCHMID, CH., SCHÖN, J.: Ermittlung hydrologischer Kenndaten an artesischen Hausbrunnen mittels geophysikalischer Bohrlochmessungen, JOANNEUM RESEARCH – Inst. f. Angewandte Geophysik 1992, unveröff. Bericht zum Forschungsauftrag im Rahmen der Bund/Bundesländer-Kooperation, Bundesmin. f. Wiss. und Forschung, 54 S.
- SCHMID, CH., SCHÖN, J.: Ermittlung von Gebietskennwerten in verschiedenen Arteserprovinzen Oberösterreichs auf der Grundlage geophysikalischer Bohrlochmessungen, JOANNEUM RESEARCH – Inst. f. Angewandte Geophysik 1997, unveröff. Bericht zum Forschungsauftrag im Rahmen der Bund/Bundesländer-Kooperation, Bundesmin. f. Wiss. und Forschung, 51 S.
- WAGNER, L. R., 1998: Tectono-stratigraphy and hydrocarbons in the Molasse Foredeep of Salzburg, Upper and Lower Austria. – In: MASCLE, A., PUIGDEFABREGAS, C., LUTERBACHER, H. P., FERNANDEZ, M. (eds.): Cenozoic foreland Basins of Western Europe, Geological Society Special Publications, 134, 339-369.

Manuskript eingegangen am: 10. 06. 1998 ●

Revidierte Fassung eingegangen am: 06. 08. 1999 ●

Manuskript akzeptiert am: 28. 08. 1999 ●