

Bewertung und Abgrenzung eines natürlichen Ölaustrittes im Eferdinger Becken

Evaluation and delimitation of an Oil seep in the Eferdinger basin

Reinhard Gratzer¹⁾, Christian Schmid²⁾ & Anna Irene Stanzel¹⁾

Inhalt

1. Veranlassung.....	2
2. Geologisch – hydrogeologischer Rahmen.....	3
2.1 Geologische Übersicht.....	3
2.2 Hydrogeologie.....	4
3. Verbreitung der Ölaustritte.....	5
4. Diskussion der Ergebnisse.....	6
Zusammenfassung.....	9
Literatur.....	9
Summary.....	10
Dank.....	10

¹⁾ Dr. Reinhard Gratzer, Department of Geosciences/Petroleum Geology; University of Leoben, Peter-Tunner-Straße 5, 8700 Leoben, Austria. E-Mail: reinhard.gratzer@unileoben.ac.at

²⁾ Hon.Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Christian Schmid, JOANNEUM RESEARCH, Roseggerstr 17, 8700 Leoben



Natürlicher Erdölaustritt Alkoven (Oberösterreich)

Bakkalaureatsarbeit
zur Erlangung des Grades Bachelor of Science
(B.Sc.)

Lehrstuhl für Erdölgeologie
der Montanuniversität Leoben
eingereicht bei

Ass.Prof.Dr.phil. Reinhard Gratzer

&

Hon.Prof.Dipl.-Ing.Dr.mont. Christian Schmid

von

Anna Irene Stanzel

Langgasse 7/1/1

8700 Leoben

Matrikelnummer 0735190

Leoben, 20.03.2012



Geol.B.-A. Wien



Bewertung und Abgrenzung eines natürlichen Ölaustrittes im Eferdinger Becken

Evaluation and delimitation of an Oil seep in the Eferdinger basin

Reinhard Gratzer¹⁾, Christian Schmid²⁾ & Anna Irene Stanzel¹⁾

Inhalt

1. Veranlassung.....	2
2. Geologisch – hydrogeologischer Rahmen	3
2.1 Geologische Übersicht	3
2.2 Hydrogeologie	4
3. Verbreitung der Ölaustritte	5
4. Diskussion der Ergebnisse.....	6
Zusammenfassung	9
Literatur.....	9
Summary	10
Dank.....	10

¹⁾ Dr. Reinhard Gratzer, Department of Geosciences/Petroleum Geology; University of Leoben, Peter-Tunner-Straße 5, 8700 Leoben, Austria. E-Mail: reinhard.gratzer@unileoben.ac.at

²⁾ Hon.Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Christian Schmid, JOANNEUM RESEARCH, Roseggerstr 17, 8700 Leoben

1. Veranlassung

Im Frühjahr 2009 wurde am Amt der O. Ö. Landesregierung mehrfach über die von einzelnen Sachverständigen festgestellte Ölkontamination im Raum Alkoven diskutiert und eine Vorgangsweise zur Abklärung der daraus resultierenden wasserwirtschaftlichen Situation erörtert. Dabei wurde vereinbart vor der endgültigen Definition eines umfassenden Untersuchungsprogramms eine Ölprobe zu ziehen und diese an der Montanuniversität Leoben hinsichtlich ihrer chemischen Signatur untersuchen zu lassen. Nachdem diese Voruntersuchungen schlüssige Hinweise lieferten, dass es sich bei der Ölprobe um keine Kontamination sondern um Öl eines natürlichen Vorkommens handeln dürfte, wurde das Untersuchungsprogramm festgelegt. Es erfolgte die Beauftragung einer Projektphase I an JOANNEUM RESEARCH u.a. mit einer gezielten Probenahme und detaillierter Analytik. damit sollte der Vergleich bzw. eine Zuordnung des Probematerials zu den bekannten Ölen aus dem Oberösterreichischen Molassebecken ermöglicht werden.

Eine Migration von geogenen Kohlenwasserstoffen über tiefgreifende Bruchstrukturen, Ausblüßlinien von Sanden am Beckenrand und/oder aufgelassenen bzw. mittlerweile weitgehend korrodierten und nicht mehr dem Stand der Tiefbohrtechnik entsprechenden verfüllten Bohrungen war zum Zeitpunkt der Beauftragung nicht auszuschließen. So wurde der eigentlichen Projektarbeit eine umfangreiche Literaturrecherche vorangestellt.

Diese Literaturstudie erbrachte die Erkenntnis, dass im Bereich der oberösterreichischen Molasse, speziell zwischen dem Kürnberger Wald (Linz – Leonding) und dem Sauwald (Taufkirchen bei Schärding) seichte Ölvorkommen seit mehr als 100 Jahren bekannt sind und weitgehend dokumentiert wurden (BRIX & SCHULTZ, 1993). Ein seit 1929 bekannter Fundpunkt ist u.a. „das an der westlichen Begrenzung des Eferdinger Beckens gelegene Bad Weinberg“. Bei der Recherche bei Bohrfirmen wurden weitere relativ junge Funde (Ölnachweise) bekannt. Es sind dies der Raum Linz/Ebelsberg sowie Linz/Leonding und Linz/Wegscheid (SCHMID et al. 2010). Eine Erhebung bei der Montanbehörde West in Salzburg hat ergeben, dass eine Kontamination durch „verwilderte Tiefbohrungen“ im südlich angrenzenden Gebiet von Wels, Wallern und Bad Schallerbach aus den Anfängen der Erdöl- und Erdgasexploration mangels „Ölfunde“ weitgehend auszuschließen ist.

Darauf aufbauend wurde die chemische Zusammensetzung mehrere Ölproben auch von benachbarten Fundpunkten analysiert. Es bestätigte sich, dass es sich bei den untersuchten Ölen um natürliche Erdölaustritte handelt. Nach Vorliegen dieser Ergebnisse (Projektphase I) wurde im Rahmen einer Bachelorarbeit am Lehrstuhl Erdölgeologie eine weiterführende Erhebung hinsichtlich einer möglichen Abgrenzung des Ölaustritte von Alkoven vorgenommen (STANZEL, 2011). Dabei sollte eine erste Abgrenzung des Fundpunktes vorwiegend auf Basis vorhandener Bohraufschlüsse und geologischer Feldarbeit erfolgen. Darauf aufbauend soll mit einem gezielten Bohrprogramm (Projektphase II) eine möglichst parzellengenaue Eingrenzung „der Ölkontamination des ersten Grundwasserstockwerkes“ erreicht werden.

2. Geologisch – hydrogeologischer Überblick

2.1. Geologische Übersicht O. Ö. Molassebecken

Den Untergrund des Molassebeckens bilden Gesteine der Böhmisches Masse, die von der Donau nach Süden unter die Alpen abtauchen. Brüche und Verwerfungen gliedern das Grundgebirge in Schwellen und Teilbecken. Die Sedimentation beginnt im Dogger mit fluviatilen Sanden, gefolgt von marinen Sandsteinen, die im oberen Dogger und Malm in Karbonate übergehen. In der Unterkeide wird diese Karbonatplattform gehoben und tektonisch verstellt. Im Cenoman erfolgt von Südwesten eine marine Transgression mit Ablagerung von Glaukonitsandsteinen, Durch Hebung der Europäischen Platte fallen Ende der Kreide einzelne Gebiete trocken. Im Bereich der Schwellenzone in Oberösterreich werden bis zu 1600 m Jura- und Kreidesedimente erodiert.

Im Obereozän beginnt die eigentliche Sedimentation der Molassezone. Damit einhergehend erfolgt eine Zerlegung in Teilbecken mit früher Faziesdifferenzierung (WAGNER, 1980). Mit dem Beginn des Oligozän setzt eine eigenständige Beckenentwicklung der Molassezone ein.

Im unteren Oligozän wird der „Latdorf-Fischschiefer“ (heute Schöneck Formation) ein wichtiges Erdölmuttergestein abgelagert. Darüber folgen im mittleren Oligozän heller Mergelkalk (Dynow Mergel) und Bändermergel (Eggerding Formation). Die Tonmergelstufe des oberen Kiscellium (Zupfing Formation) leitet die bis in das Ottnangium andauernde Schliersedimentation ein.

Während des oberen Oligozän bis in das untere Miozän werden in der oberösterreichischen Molasse dunkel- und hellgraue siltige und sandige Tonmergel in einem tiefen Becken abgelagert, die unter dem Lokalnamen Schlier zusammengefasst werden. Gegen Süden verzahnen diese Tonmergel mit groben Ablagerungen submariner Schuttfächer. Diese Schichtfolge des Egerien wird in die Obere und Untere Puchkirchner Serie (Puchkirchen-Gruppe) untergliedert (MALZER, 1981).

Am Südrand der Böhmisches Masse wird ein mehrere Kilometer breiten Streifen mariner Seichtwassersande abgelagert. Es ist dies die klastische, küstennahe Entwicklung der Linzer Sande, die altersmäßig der Oberen und Unteren Puchkirchner Serie entsprechen.

Zu Beginn des Miozän setzt von Osten her die Transgression der Eggenburg-Gruppe mit den Sedimenten der Haller Serie ein, die mit einer grobklastischen Basis auf die Puchkirchner Serie folgt.

Mit der beginnender mariner Transgression im oberen Eggenburgium kommen die Gesteine der Innviertler Gruppe des Ottnangium zur Ablagerung.

Während im östlichen Teil der Oberösterreichischen Molasse relativ einheitliche feinklastische Sedimente des Ottnangium vorherrschen, treten zur gleichen Zeit im Westen und am nördlichen Massivrand vielfältig faziell und stratigraphisch gegliederte Pelite, Sande und Schotter mit starker vertikaler und laterale Verzahnung auf (ABERER, 1958, 1962). Die Vöklaschichten werden mit den darüber folgenden Atzbacher Sanden und dem Ottnanger Schlier zum Robulusschlier zusammengefasst.

Die am Nordrand der Molassezone aufgeschlossenen Phosphoritsande und fossilreichen Grobsande sind Ablagerungen des unteren Ottnangium. Sie verzahnen gegen Süden mit dem Robulusschlier, der in diesem Bereich mit den Enzenkirchner Sanden eine den Atzbacher Sanden äquivalente Sandeinschaltung führt. Über dem

Robulusschlier folgen die Rieder Schichten (Rotalienschlier) und die glaukonitische Serie mit Mehrnbacher Sanden, Braunauer Schlier und Treubacher Sanden des mittleren Ottnangium.

Die marine Regressiun im oberen Ottnangium führt zur Ablagerung der brackischen Oncophora-Schichten. Nach Verlandung des Molassemeeres folgt im Karpatium eine Erosionsphase mit Bildung eines Oberflächenreliefs.

Im unteren Badenium setzt die obere Süßwassermolasse ein. Die ältesten Sedimente dieser bunten Folge von Tonen und Sanden mit Kohleflözen sowie Schottern finden sich im Trimmelkammer Kohlerevier aus dem oberen Karpatium (?), Badenium und Sarmatium (CZURDA, 1978).

Im Pannonium verlagert sich der Ablagerungsraum des aus den Alpen angelieferten Sedimentmaterials noch weiter gegen Osten in das Gebiet des heutigen Hausruck (Stillwasserfazies mit Kohletonen und Kohlen) und Kobernaußer Waldes (Rinnenfazies mit Schottern). Mit den Schottern des Kobernaußer Waldes zeichnet sich erstmals eine Schüttung gegen Nord bis Nordnordost ab. Im Pontium werden die Hausruckschotter nach Nordosten geschüttet und leiten damit zur Entwässerungsrichtung einer Paläo-Donau über.

Ab dem Pliozän beginnt die Abtragung der Molassesedimente und die Gestaltung der heutigen Oberflächenmorphologie mit Hoch- und Niederterrassen sowie Hochflutfeldern. Erstere sind nur noch in Form von Terrassenspornen des Traun- und Ennstals erhalten.

2.2. Hydrogeologie

Die hydrologische Situation am Nordrand der Molassezone gliedert sich in gegen den Beckenrand hin auskeilende, je nach Tiefenlage höher temperierte Tiefengrundwasserkörper und in die oberflächennahen Grundwasserleiter. Den wichtigsten Tiefengrundwasserleiter bilden die karbonatischen Gesteine des Malm aus dem in Oberösterreich die Bohrungen Geinberg 1, Reichersberg, Obernberg und Mehrnbach/Ried Thermalwasser fördern. Weitere bedeutende Aquifere finden sich in der Unteren und Oberen Puchkirchener Serie (Bohrung Bad Hall), den Linzer Sanden (Bohrungen Bad Schallerbach, Bad Weinberg) und der Innviertler Serie (GOLDBRUNNER, 1984).

Neben diesen Tiefengrundwasservorkommen werden am Nordrand der oberösterreichischen Molasse flächenhaft weit verbreitet gespannte bis artesisch gespannte Grundwässer in den jüngeren Tertiären Ablagerungen genutzt. Als potentielle Aquifere sind hier je nach Oberflächensituation die Linzer Sande sowie sandige Einschaltungen innerhalb feinklastischer Ablagerungen und Klüfte im Schlier zu diskutieren.

Das seichte geschlossene Grundwasservorkommen des Eferdinger Beckens wird nord-, ost- und westseitig von Kristallin begrenzt. Das Grundwasser fließt von den Beckenrändern in Richtung Donau in die Entlastungskanäle des Kraftwerkes Ottensheim-Wilhering (LOHBERGER, 1984). Im südlichen Eferdinger Becken entammt das Grundwasser vorwiegend aus dem Aschach- und Innbachtal und entwässert in die Aschach-Umleitung bzw. in die Aschach-Innbach-Umleitung.

Den Grundwasserleiter bilden im Raum Alkoven die Sande und Schotter der Niederterrasse mit einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 10,5 m. Bei Schluffgehalten unter 20 % leiten sich daraus gute Durchlässigkeiten ab, die großräumig zwischen $2 \cdot 10^{-3}$ und $6 \cdot 10^{-3}$ m/s variieren. Im engeren

Untersuchungsbereich beträgt der Durchlässigkeitsbeiwert $5-6 \cdot 10^{-3}$ m/s (BREINER, 1979). Den relativen Grundwasserstauer bilden Großteiles tonig, siltig bis feinsandige Sedimente, die dem Älteren Schlier zuzuordnen sind. Die generelle Gefälletendenz ist Richtung Donau ausgerichtet, wird aber von einem W-E Gefälle überlagert. Neben dem Kristallin können am Rand zum Kristallin auch die Linzer Sande aufgrund ihrer deutlich geringeren Durchlässigkeit im Vergleich mit dem Quartär den relativen Grundwasserstauer bilden (BREINER, 1979).

Bei Niedrigwasser liegt die Grundwassermächtigkeit im südlichen Eferdinger Becken bis auf wenige Ausnahmen zwischen 7 und 10 m. Bei Mittelwasser hingegen bilden sich große zusammenhängende Bereiche in denen Grundwassermächtigkeiten von ca. 10 m erreicht werden (BREINER, 1979). Im Bereich Alkoven betragen die Grundwasserstände bei mittleren Verhältnissen um die 8,5 m. Seit Fertigstellung der Kraftwerksanlage Ottensheim-Wilhering haben sich die ursprünglichen Schwankungen des Grundwasserspiegels von 2-3 m auf unter 1 m beruhigt. Bei Donauhochwässern bleibt der Grundwasserspiegel konstant, kurzfristige Überflutungen führen zu Schwankungen zwischen 20-50 cm. Der spezifische Grundwasserdurchsatz bei Niederwasser liegt für den Bereich Aschach bei 150 l/s, für den Innbach bei 200 l/s und den Badlbach bei 50 l/s (BREINER 1979). Im Gebiet um Alkoven beträgt dieser etwa 60 l/s.

3. Verbreitung der Ölaustritte

Am Nordrand der Oberösterreichischen Molasse wurde 1906 bei einer Brunnenbohrung in Leoprechting in etwas mehr als 100 m Tiefe Schweröl angetroffen, welches mittels aufwändiger Verfahren bis 1952 gefördert wurde (ca. 4311 Tonnen). Seit diesem Erstfund sind bis dato mehrere oberflächennahe Ölvorkommen im Umkreis des Eferdinger Beckens bekannt, die ebenfalls auf Grundwassererschließungen zurückgehen. So wurde 1929 das Heilwasser Bad Weinberg gefunden, welches bei einer Schüttung von 5,5 l/min ca. 100 mg/l Bitumen führt. Eine weitere Bohrung südwestlich von Bad Weinberg im Bereich des Badeteiches von Dachsberg lieferte kurzzeitig zu Beginn der Förderung „eine beträchtliche Menge an schwer flüssigem Erdöl (Erdteer)“. In der Umgebung von Lepersdorf bei Eferding wurden 1924 bei Bohrarbeiten Ölsuren (1-2 % Öl im Wasser) in ca. 125 m Tiefe gefunden.

Fig. 1:

Weitere Hinweise auf KW-Austritte sind aus dem Großraum Linz bekannt. So wurde in Ebelsberg bei Brückenbauarbeiten Asphalt und in der Nähe des Hauptplatzes bei Bohrarbeiten in 43 m Tiefe Öl angetroffen. In Lustenau und Traun wurde in seichten Bohrungen Gas und Öl gefunden.

Im Bereich von Alkoven, Bergham, Straßham bzw. Harteim sind der Behörde infolge eines Genehmigungsverfahrens für einen landwirtschaftlichen Bewässerungsbrunnen sowie anderer Nutzwasserbrunnen Ölkontaminationen im Quartär seit einiger Zeit bekannt, deren Herkunft und Abgrenzung nicht geklärt ist. Einer dieser Fundpunkte ist der in Bahnhofsnähe gelegene „Lagerhausbrunnen“, der gegen Kriegsende errichtet wurde. Die Herkunft der vorgefundene Ölkontamination, eine ca. 10 cm dicke Ölschicht auf dem Grundwasser, wurde als Folge der Kriegswirren (anthropogener Eintrag) gedeutet und zur damaligen Zeit nicht weiter

beachtet. Weitere Ölkontaminationen wurden seither in einem Feldbrunnen in Bergham, im Brunnen des Bauhofs Alkoven und im Erkundungspegel „Kreisverkehr“ beobachtet. Im Rahmen weiterer Erkundungen (STANZEL, 2011) zur Abgrenzung bereits bekannter „Ölkontaminationen“ wurden in Schottern der Niederterrasse (Bergham 21) stark alterierte Ölrückstände gefunden und beprobt. Benachbart zu diesem Fundpunkt berichten die Bewohner des Hauses Erdbeerlandstraße 7 von Ölfunden während der Errichtung ihres Eigenheims.

Fig.2:

Bei einer nach der bisherigen Datenlage sicher anzunehmenden Kontamination von 70 ha (Fläche zwischen den 4 Bohrungen/Brunnen, Fig. 1a.) würde dies bei einer ca. 7 cm mächtigen Ölsättigung auf dem Grundwasser und einer angenommenen Porosität von nur 15 % in den ungesättigten, quartären Schottern und Sanden einer "gespeicherte" Ölmenge von etwa 7.350 m³ entsprechen.

4. Diskussion der Ergebnisse

Zur Klärung der Herkunft dieser Ölkontamination wurden einzelne Kontaminationspunkte beprobt und am Department für Angewandte Geowissenschaften und Geophysik, Lehrstuhl Erdölgeologie geochemisch untersucht. Zum Vergleich werden Ergebnisse von Öluntersuchungen an verschiedenen Molasseölen, die aus den Bohrungen Leoprechting, Kurzenkirchen, Bad Hall, Wels und Wirnzberg stammen (GRATZER et al. 2011) in die Arbeit miteinbezogen.

In Abbildung 2 sind die Chromatogramme der gesättigten Kohlenwasserstoffe (TIC) sowie die Massenspur der Hopane (m/z 191) der einzelnen untersuchten Ölproben vergleichend gegenübergestellt. Diese vergleichende Gegenüberstellung zeigt bereits, dass es sich bei den vorgefundenen „Ölkontaminationen“ von Alkoven und Bergham um natürlich auftretendes Rohöl handelt, da in fraktionierten Destillaten kurz-kettige Verbindungen dominieren. Die Sterane und Hopane werden durch die Raffinierung abgetrennt und in der hochsiedenden Fraktion angereichert. Des Weiteren zeigt das Muster der Hopanverteilung (m/z 191) für die dargestellten Proben eine annähernd deckungsgleiche Übereinstimmung (Fig. 3).

Fig. 3

Ausgehend vom kaum veränderten Öl der Bohrung Bad Hall N2 weist entsprechend den oberflächennahen Lagerungsverhältnissen das Öl von Alkoven und in stärkerer Form das Öl von Bergham charakteristische Anzeichen eines bakteriellen Abbaus auf. So sind die *n*-Alkane (Nummerierung verweist auf die jeweilige Kettenlänge) sowie die Isoprenoide Pristan (Pr) und Phytan (Ph) bereits völlig abgebaut. Damit einhergehend treten chromatografisch nicht auflösbare komplexe Verbindungen, erkennbar in Form eines sich aufbauenden Rückens bei höheren Retentionszeiten (UCM), in den Vordergrund. Vom bakteriellen Abbau werden ebenso die Sterane und Hopane erfasst. Aufgrund ihrer Struktur erfolgt dieser Prozess jedoch deutlich verzögert, wobei sich Hopane (m/z 191) gegenüber Steranen als widerstandsfähiger erweisen. Als Indiz für einen fortgeschrittenen

Abbau ist das stärkere Rauschen der Chromatogrammspur zu werten, da der Anteil chromatografisch trennbarer Verbindungen abnimmt (Fig. 3). Diese Tendenz in verstärkter Form spiegelt auch die Steranverteilung wieder.

Die Fraktion der aromatischen Kohlenwasserstoffe zeigt in den Proben Alkoven und Bergham keine chromatografisch auftrennbaren Verbindungen, da der mengenmäßige Anteil der Aromatenfraktion in Höhe von 14 % bzw. 15 Gew.% von chromatografisch nicht auflösbare komplexe Verbindungen gebildet wird.

Tab. 1

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Proben von Alkoven und Bergham Öle geogener Herkunft darstellen, d.h. es sich um natürlich auftretende Rohölauftritte (oil seeps) handelt, die innerhalb ihrer natürlichen geochemischen Variabilität ident sind. Die ursprüngliche Ölzusammensetzung vor dem bakteriellen Abbau ist mit jenem der Lagerstättengruppe Bad Hall vergleichbar. Ein anthropogener Fremdöleintrag ist vom geochemischen Erscheinungsbild auszuschließen. Dies wird auch durch die mittlerweile nachgewiesene großflächige Verbreitung von >70 ha untermauert.

Die geogene Herkunft des Öls ist aufgrund dessen geochemischer Signatur als gesichert anzusehen. Als Konsequenz sind in Folge geeigneter Migrationswege zu diskutieren.

Die Reifegrenze potentieller Muttergesteine (Schöneck und Zupfing Formation) folgt annähernd dem Verlauf der Flysch Überschiebungsgrenze. Erst deutlich südlich dieser Linie werden Bedingungen erreicht, die Öl generieren. Aus dieser Gegebenheit folgt, dass die gebildeten Kohlenwasserstoffe teilweise über beträchtliche Distanzen (50 bis 70 km) zu ihren aktuellen Speichern migriert sein müssen (GRATZER et al. 2011). Da im gegenständlichen Teil des Molassebeckens alle ölführenden Speichergesteine älter als die Schöneck Formation sind und daher in der Schichtfolge unter dieser liegen, muss das generierte Öl die im ganzen Becken zahlreich nach Süden gerichteten Brüche benützt haben, um aus der Schöneck Formation in die permeablen Eozänsandsteine einzudringen. Die weitere Migration folgt den gegen Norden ansteigenden permeablen Sandsteinen gegen den Rand des Molassebeckens. Werden diese Sandsteine an Brüchen gegen abdichtende Schichten versetzt, bilden diese bei geeigneter Konstellation Ölfallen. Da das Eozän mit Annäherung an die Böhmisches Masse in seiner Mächtigkeit zunehmend abnimmt und allmählich auskeilt (Abb. 4, 5), gelangt migrierendes Öl teilweise über durchlässige Schichtgrenzen, Faziesübergänge und Bruchstrukturen in jüngere hangende Schichten, die bei geeigneten Permeabilitätsverhältnissen dann das neue Trägermedium (carrier bed) bilden. Im vorliegenden Fall sind dies die Linzer Sande, die dann partiell ölführend sind (Abb. 5). Bestärkt werden diese Überlegungen durch das in den Linzer Sanden gelegene Schwerölvorkommen von Leoprechting / Taufkirchen sowie die geringfügig bitumenführende Bohrung Bad Weinberg. Die Bohrung Dachsberg ca. 0,6 km südwestlich von Bad Weinberg lieferte zu Beginn der Wasserförderung eine beträchtliche Menge an schwer flüssigem Erdöl (SCHADLER 1947). In der Folge wurden keine weiteren Ölauftritte aus dieser Bohrung beobachtet. Ein Wasserdurchbruch innerhalb des schwerölführenden Bereichs der Linzer Sande infolge intensiver Förderung könnte dies erklären.

Im Hangenden der Linzer Sande folgen harte, plattige, schluffige Tone, mit der Lokalbezeichnung Schlier, die wiederum von quartären Schottern überlagert werden. In Zusammenhang mit dem spröden Deformationsverhalten der plattigen Tone entstehen bei der im Obermiozän beginnenden und bis in das Pleistozän andauernden Heraushebung der Böhmisches Masse neben deren partieller Erosion auch Bruchstrukturen, die eine Migration der Öle begünstigen. In der Literatur sind Migrationen bis in die jüngsten Ablagerungen (Quartär) bekannt. Als Beispiele können die Ölfunde in der Schottergrube Bergham 21 und die Aufschlüsse in der Erdbeerlandstraße 7 gewertet werden.

Eine Ölführung in Schlierklüften wird von mehreren Fundpunkten bestätigt. Im Bereich Akoven ist dies der Brunnen „Kreisverkehr“, aus dem Großraum Linz sind dies die Traunbrücke Ebelsberg, die „Bohrbrunnen Forster“ Ebelsberg sowie die „Bohrung Leonding“.

Die Hebungsphase der Böhmisches Masse und die damit verbundene Erosionsphase führten im Raum der Oberösterreichischen Molasse zu einem Sedimentabtrag von ca. 800 m. In Folge gelangten erdölführende Sedimente in Oberflächennähe und damit in Kontakt mit sauerstoffreichen Wässern, die den Eintrag von Bakterien begünstigen. Da bei vorliegender geringer Überlagerung auch die Formationstemperaturen deutlich unterhalb der 60 °C Marke liegen, finden Bakterien im Öl optimale Lebensbedingungen vor und bewirken den bakteriellen Abbau (Biodegradation), der zuerst die *n*-Alkane, Isoprenoide und in Folge Sterane und Hopane erfasst. Die damit verbundene indirekte Anreicherung hochmolekularer Verbindungen verändert die chemisch-physikalischen Eigenschaften eines normalen Erdöls in Richtung Schweröl mit deutlich herabgesetzter Mobilität.

Neben der rein gravitativen Ölmigration innerhalb der sandigen Basisserien des Tertiärs, insbesondere über die Linzer Sande, ist als zusätzlicher Migrationsantrieb auch der Ausstrom von Thermalwasser zu diskutieren. So fließt nach HUBER (1999) das in der niederbayrischen Molassezone versickernde mineralisierte Grundwasser über den Malmaquifer gegen SE und steigt im oberösterreichischen Molassebecken durch das Auskeilen des Malmaquifers wieder nach oben um über Störungszonen die Linzer Sande zu alimentieren. Dieses Thermalwasserströmungsmodell bilanziert im Bereich des Eferdinger Beckens einen Thermalwasserstrom von 490 l/s in die Donau.

Fig. 4

Fig.5

Zusammenfassung

Die Kohlenwasserstofffundpunkte am Nordrand der oberösterreichischen Molasse bildeten die Grundlage für den Beginn der KW-Exploration in diesem Bundesland 1906 und dann systematisch ab 1947. Einzelne Fundpunkte oberflächennaher „Austritte“ sind entsprechend dokumentiert. In Folge eines daraus resultierenden Konfliktpotentials mit der regionalen Wasserwirtschaft wurde das Amt der oberösterreichischen Landesregierung tätig einzelne dieser „Kontaminationen“ im oberflächennahen Grundwasser im Detail zu untersuchen. Dazu wurde der räumlich annähernd abgrenzbare Ölfundpunkt Alkoven ausgewählt. Geochemische Untersuchungen zeigten, dass hier ein natürlicher Erdölaustritt vorliegt, der mit dem Rohöl der Lagerstätte von Bad Hall vergleichbar ist. Hinsichtlich potentieller Migrationswege vom Eozän in die quartären Ablagerungen werden die Linzer Sande und Schlierklüfte diskutiert. Darüber hinaus dürfte die Tektonik ebenfalls eine gewisse Rolle spielen. Die detaillierte Abgrenzung der Ölkontamination von Alkoven scheint nur durch „direkte Bohraufschlüsse“ ein nachvollziehbares Ergebnis zu liefern. Die ebenfalls untersuchten Pegelbohrungen und Hausbrunnen zeigen in Folge zielgerichteter Analytik ein derzeit indifferentes Bild. Dem entsprechend sind in einer Projektphase II gezielte weitere Bohraufschlüsse zu möglichst parzellengenauen Abgrenzung dieser Kontamination erforderlich.

Literatur

- ABERER, F. (1958): Die Molassezone im westlichen Oberösterreich und in Salzburg.- Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft Wien, 50.
- ABERER, F. (1962): Bau der Molassezone östlich der Salzach.- Z. dt. Geol. Ges. 113 (1951), 266-279, Hannover 1962.
- BREINER, H. (1979): Siedlungswasserwirtschaftliche Regionalstudie für den Bereich der oberösterreichischen Donaustrecke, Untersuchung Aschach – Ottensheim.- Unveröff. Studie, Bundesministerium Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- BRIX F. & SCHULTZ O. (1993): Erdöl und Erdgas in Österreich.- 2. Aufl., 688 S., Naturhistorisches Museum Wien und F. Berger, Horn
- CZURDA, K. (1978): Sedimentologische Analyse und Ablagerungsmodell der miozänen Kohlenmulden der oberösterreichischen Molasse.- Jb. Geol. Bundesanst., 121/1, 123-154
- GOLDBRUNNER, J.E. (1984): Zur Hydrogeologie des Oberösterreichischen Molassebeckens.- Steir. Beitr. z. Hydrogeologie, 36, 83 – 102, Graz.
- GRATZER, R., A. BECHTEL, R. F. SACHSENHOFER, D. REISCHENBACHER & H.-M. SCHULZ (2011): Oil-oil and oil source rock correlation in the Alpine Foreland Basin of Austria: Insights from biomarker and carbon isotope studies. – Marine and Petroleum Geology 28, 1171-1186.
- HUBER, B. (1999): Thermalwasservorkommen im niederbayerisch-oberösterreichischen Molassebecken.- Bayrisches Landesamt für Wasserwirtschaft München.
- KRÖLL, A., L. WAGNER, G. WESSELY & D. ZYCH (2005): Molassezone Salzburg-Oberösterreich. Strukturkarte der Molassebasis 1:200 000. Geologische Bundesanstalt, Wien.
- LOHBERGER, W. (1984): Grundwasserkonzept Wassergüte Eferdinger Becken.- Bericht Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaftskataster.
- MALZER, O. (1981): Geologische Charakteristik der wichtigsten Erdöl- und Erdgasträger der oberösterreichischen Molasse. Teil II: Die Konglomerate und Sandsteine des Oligozäns.- Erdöl Erdgas Zeitschrift, 97/1, 20 – 28.
- SCHADLER, J. (1947): Geologie Bad Weinberg.- Unveröff. Bericht.
- SCHMID, CH., M. SCHREILECHNER, R. RIEGER & F. LICHTENEGGER (2005): Strukturerkundung der basalen Sedimente in der Oberösterreichischen Molasse zwischen Welser Heide und Eferdinger Becken im Hinblick auf Tiefenwasserzirkulation.-, Unveröff. Bericht Joanneum Research, Leoben.
- SCHMID, CH., R. GRATZER, J. AMTMANN & J. SCHÖN (2010): Bewertung und Abgrenzung einer Ölkontamination im Raum Alkoven (Eferdinger Becken).- Unveröff. Untersuchungsbericht JOANNEUM RESEARCH im Auftrag der Oberösterreichischen Landesregierung, Leoben/Graz, Dez. 2010
- STANZEL, A. I. (2011): Erdölkontamination Alkoven.- Bachelorarbeit zur Erlangung des Grades Bachelor of Science (B.Sc.) Lehrstuhl für Erdölgeologie der Montanuniversität Leoben, Leoben Dez. 2011

- WAGNER, L. (1980): Geologische Charakteristik der wichtigsten Erdöl- und Erdgasträger der oberösterreichischen Molasse. Teil I: Die Sandsteine des Obereozän.- Erdöl Erdgas Zeitschrift, 96/9, 338-346.
- WAGNER, L. R. (1998): Tectono-stratigraphy and hydrocarbons in the Molasse Foredeep of Salzburg, upper and lower Austria. In: Mascle, A. et al. (Eds.), Cenozoic Foreland Basins of Western Europe. Geological Society Special Publication, 134, 339-369.

Summary

Findings of hydrocarbon at the northern margin of the Upper Austrian Molasse Basin form the basic concept for the hydrocarbon exploration since 1906 and systematically later on at 1947 in this country. Some near surface findings are documented in the literature. As a consequence of this conflict potential for the regional water authority the government instructs the investigation of this groundwater contamination in detail. As first case study the contamination of Alkoven has been selected. Geochemical investigations shows that there an outcrop of natural oil exists comparable to oils of the Bad Hall reservoir. In respect to potential migration pathways from Eocene to the Quaternary rocks the Linzer Sande and fractures within the Schlier will be discussed. In addition to tectonics will play a significant one's part. A detailed delimitation of the oil contamination in Alkoven seems only give reproducible results by special designed exploration wells. The also investigated water level gauges and domestic wells show due to target oriented analysis at present an indifferent picture. Accordingly to an accurate delimitation of these contamination sites in a second project stage focused additional exploration wells will be necessary.

Dank

Für die Möglichkeit der Durchführung, die fachliche und finanzielle Unterstützung gilt unser Dank dem Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Abteilung Grund- und Trinkwasserwirtschaft im Besonderen Herrn HR Dipl.-Ing. A. Nadlinger und Herrn HR. Dr. S. Bertha. Herrn TAR, Reg.-Rat Ing. G. Hofmann hat uns sowohl fachlich als auch organisatorisch umfassend unterstützt. Wir bedanken uns bei ihm auch für die Bereitstellung des Proben- und Bildmaterial.

Stichwörter/Key words

Molassezone, Kontamination, Grundwasser, Ölaustritte, Geochemie

Molassezone, contamination, groundwater, oil seeps, geochemistry

Abbildungsunterschriften:

Fig. 1: Detaillageplan Ölkontaminationen Alkoven. Rote Linie = Kontamination nach Stanzel, 2011 (a); Störungserkundung mittels Gravimetrie JOANNEUM RESEARCH (b)

Fig.1: Detail map oil contamination Alkoven. Red line = delineation of the contamination after Stanzel, 2011 (a); fault detection by gravimetric survey JOANNEUM RESEARCH (b)

Fig. 2: Öl im „Lagerhausbrunnen“ von Alkoven (a); Ölkontamination in der Niederterrasse Bergham 21 (b)

Fig. 2: Oil in the water well from „Lagerhaus“ Alkoven (a); Oil contamination in the low terrace Bergham 21 (b)

Fig. 3: Gaschromatogramme (Gesamt TIC und Hopane m/z 191) der gesättigten Kohlenwasserstofffraktion der Proben Bergham 21 und Alkoven 1 sowie eines Vergleichsöles aus der Bohrung Bad Hall N2.

Fig. 3: Gas chromatograms (Total TIC and hopanes m/z 191) of the saturated hydrocarbon fraction of samples Bergham 21 and Alkoven 1 compared to oil from the well Bad Hall N2.

Fig. 4: Karte geogener Ölaustritte im Großraum des Eferdinger Beckens. Bruchstrukturen – graue Linien (nach WAGNER, 1998; KRÖLL et al. 2005), Tiefenlinien des Molasseuntergrundes (KRÖLL et al. 2005), Ölfelder En – *Enzenkirchen*, Ke – *Kematen*, Krzk – *Kurzenkirchen*, Leop – *Leoprechting*, Pi – *Piberbach*, R – *Ried*, SthsN – *Steinhaus Nord*, Sths – *Steinhaus*, Taufk – *Taufkirchen*, Trat – *Tratnach*, Wir – *Wirnzberg*.

Fig. 4.: Map of oil seeps in the area of the Eferdinger Becken. Fault pattern –gray line (after WAGNER, 1998; KRÖLL et al. 2005), deep contour line of the molasses basin (KRÖLL et al. 2005), oil fields En – *Enzenkirchen*, Ke – *Kematen*, Krzk – *Kurzenkirchen*, Leop – *Leoprechting*, Pi – *Piberbach*, R – *Ried*, SthsN – *Steinhaus Nord*, Sths – *Steinhaus*, Taufk – *Taufkirchen*, Trat – *Tratnach*, Wir – *Wirnzberg*.

Fig. 5: Profilschnitt durch den nördlichen Teil der Oberösterreichischen Molassezone

Fig. 5: Cross section of the northern part of the Upper Austrian Molasses Basin.

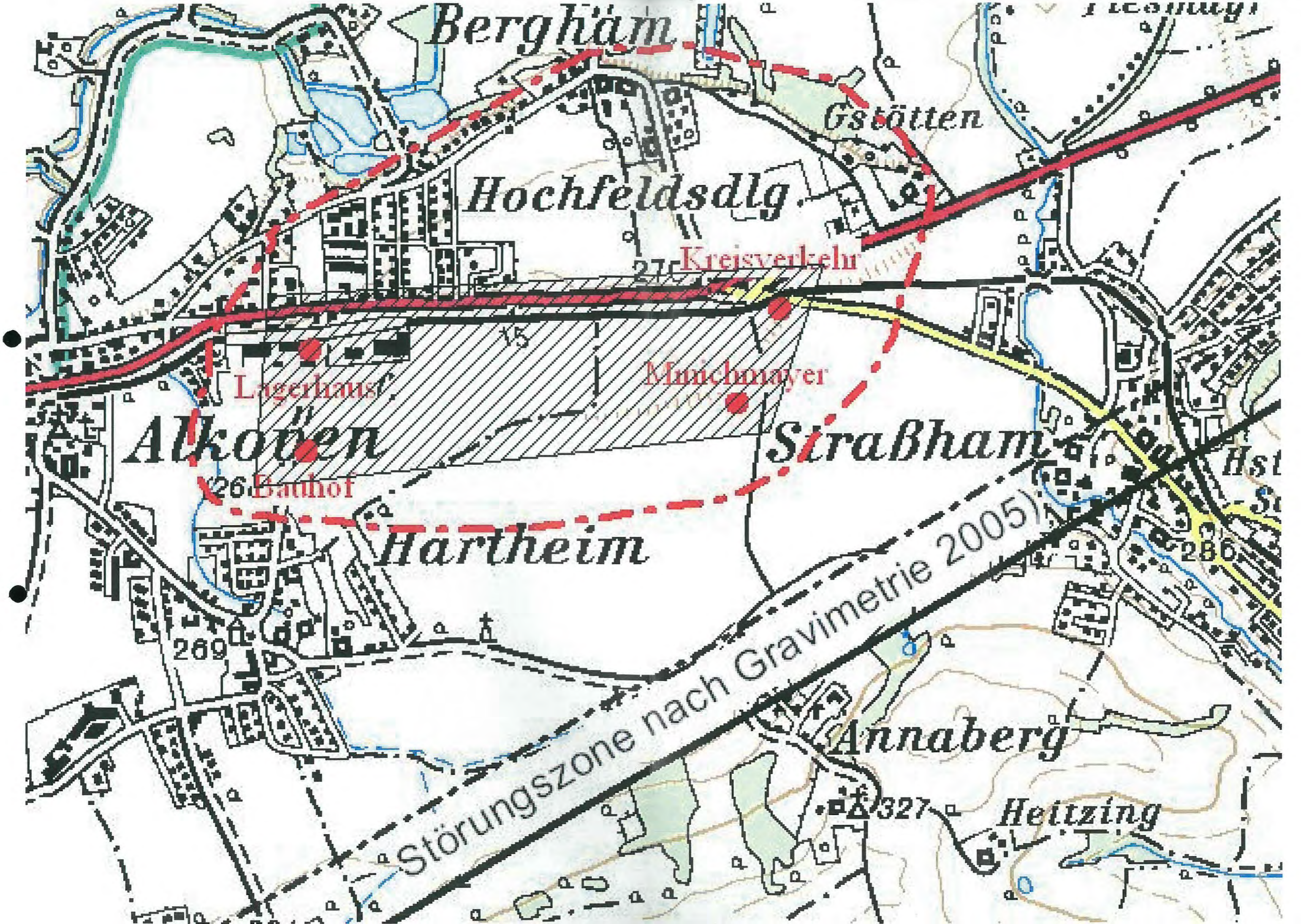
Tabellenüberschrift:

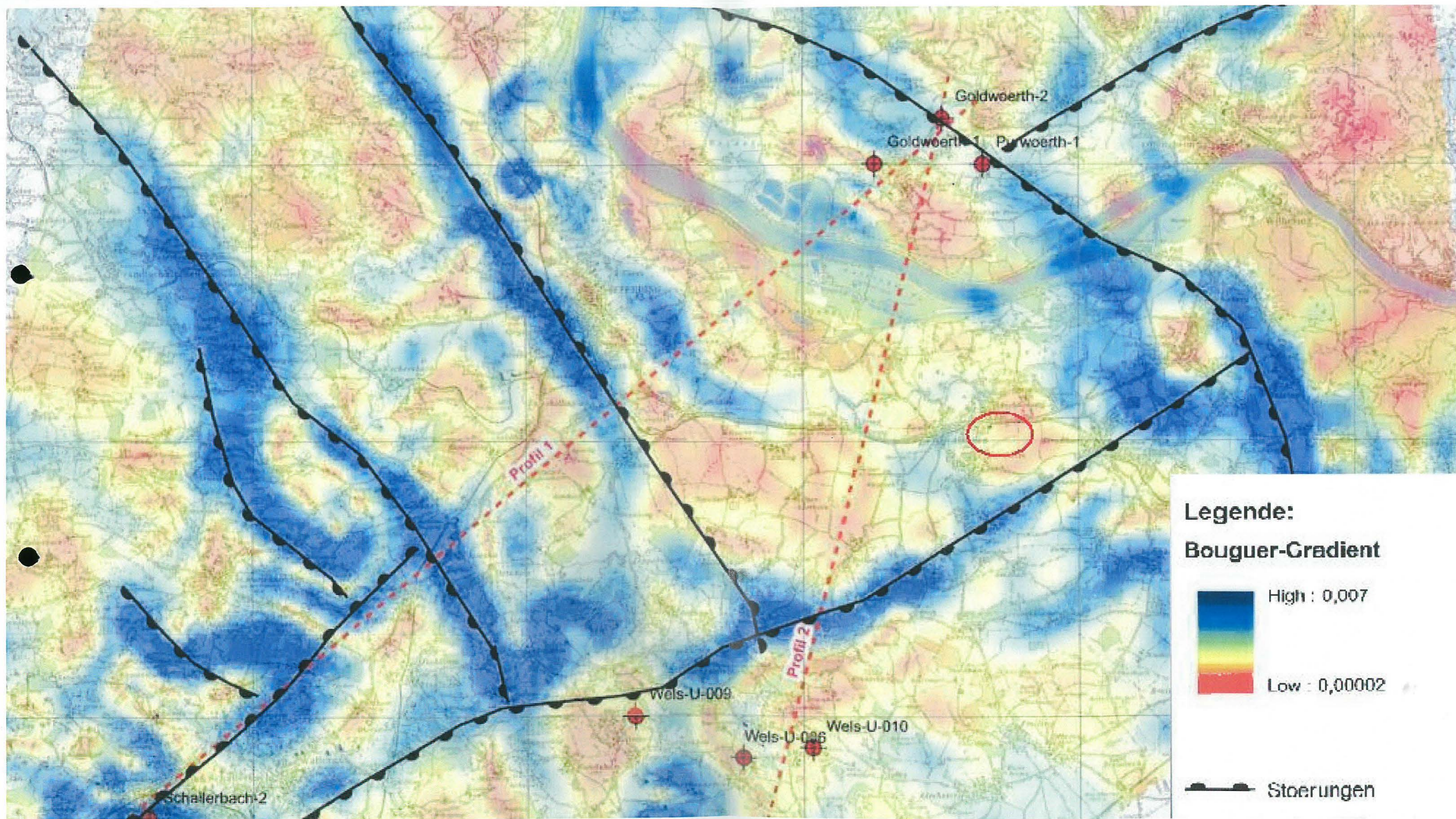
Tab. 1: Geochemische Kennzahlen untersuchter Ölkontaminationen und Vergleichsöle

Tab. 1: Geochemical parameters of the analyzed oil contaminations compared to selected molasse oils.

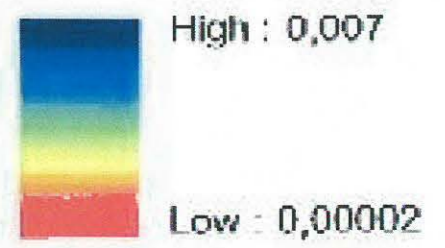
Probe	Aliphate	Aromate	Resine	Arom. St.*	Ts/Tm	Sterane/Hopane
Alkoven-1	18	14	68	0,61	0,87	0,38
Alkoven Sonde	27	17	56	0,67	0,89	0,23
Bergham 21	37	15	49	-	0,79	-
Öl Kurzenkirchen	13	23	65	0,79	0,68	0,24
Öl Leoprechting	29	26	44	0,68	0,58	0,15
Öl Wels N1	42	22	36	0,70	0,85	0,41
Öl Wirnzberg 4	30	24	47	0,65	1,18	0,39
Öl Bad Hall 2	37	15	39	0,66	0,93	0,35

*Arom. Steroide [Tri- / (Tri- + Monoarom. Steroide)]; Resine [NSO-Verbindungen + Asphaltene]
Ts – Trisnorhopane, Tm - Trisnorhopane





Legende:
Bouguer-Gradient

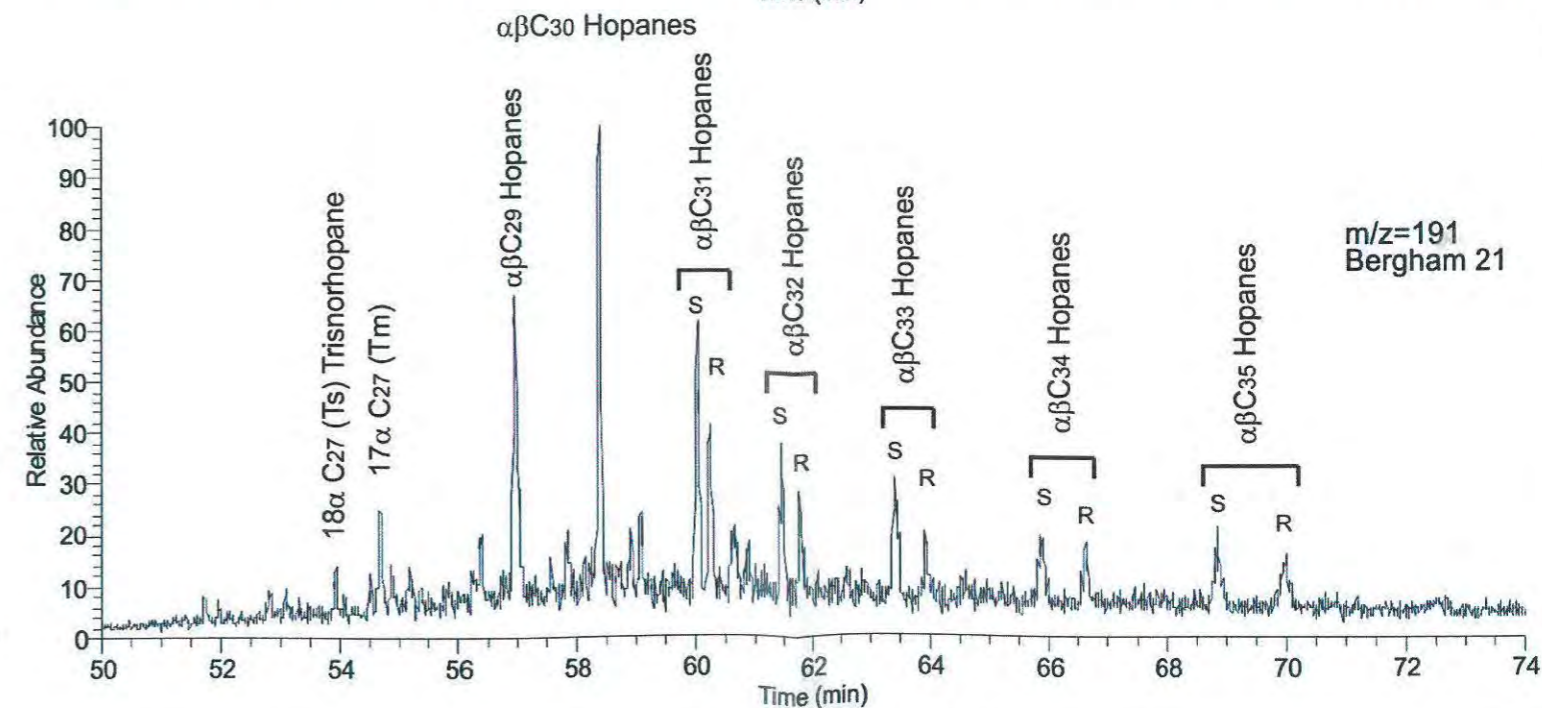
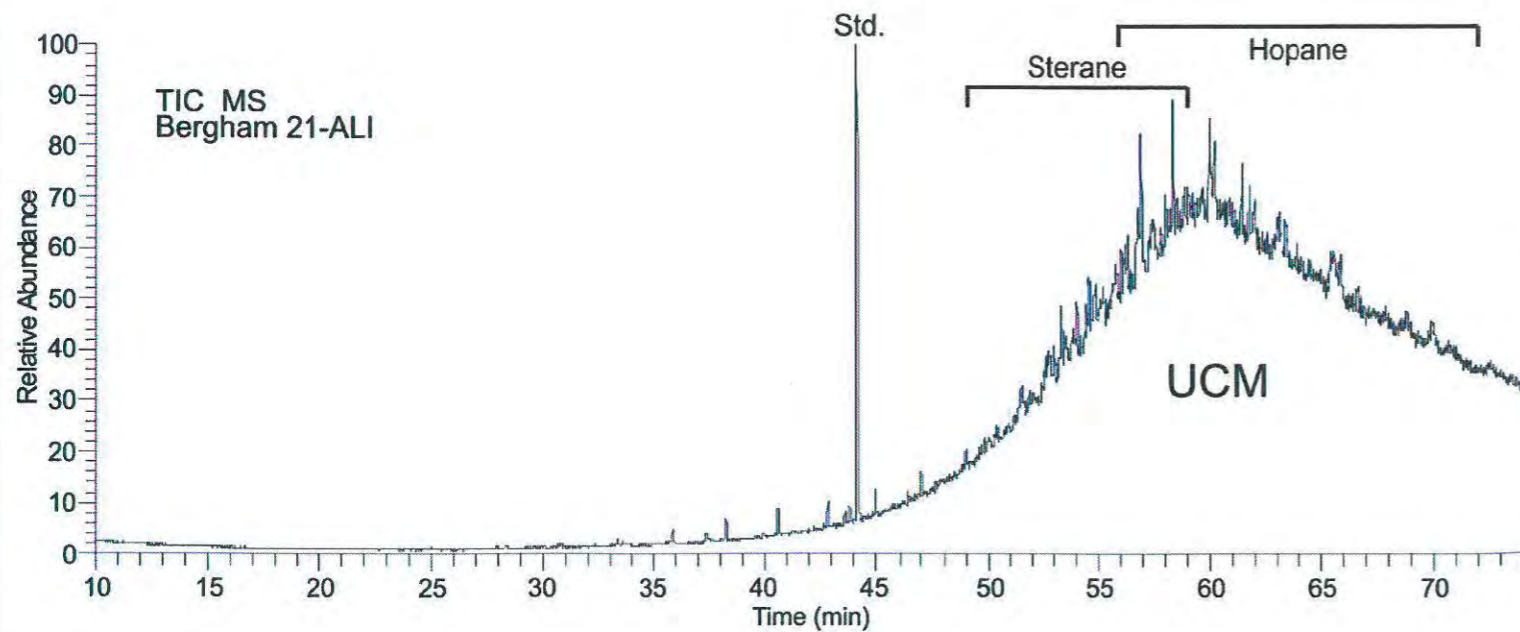
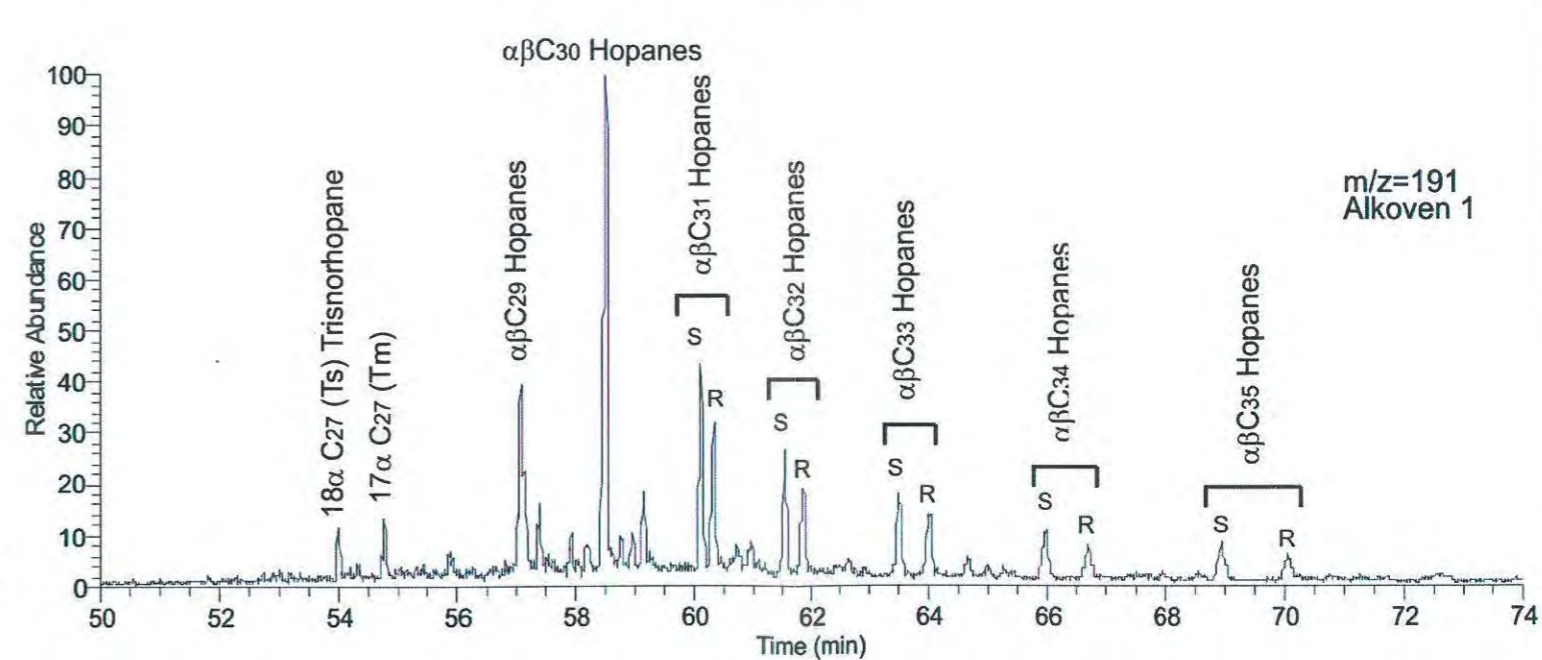
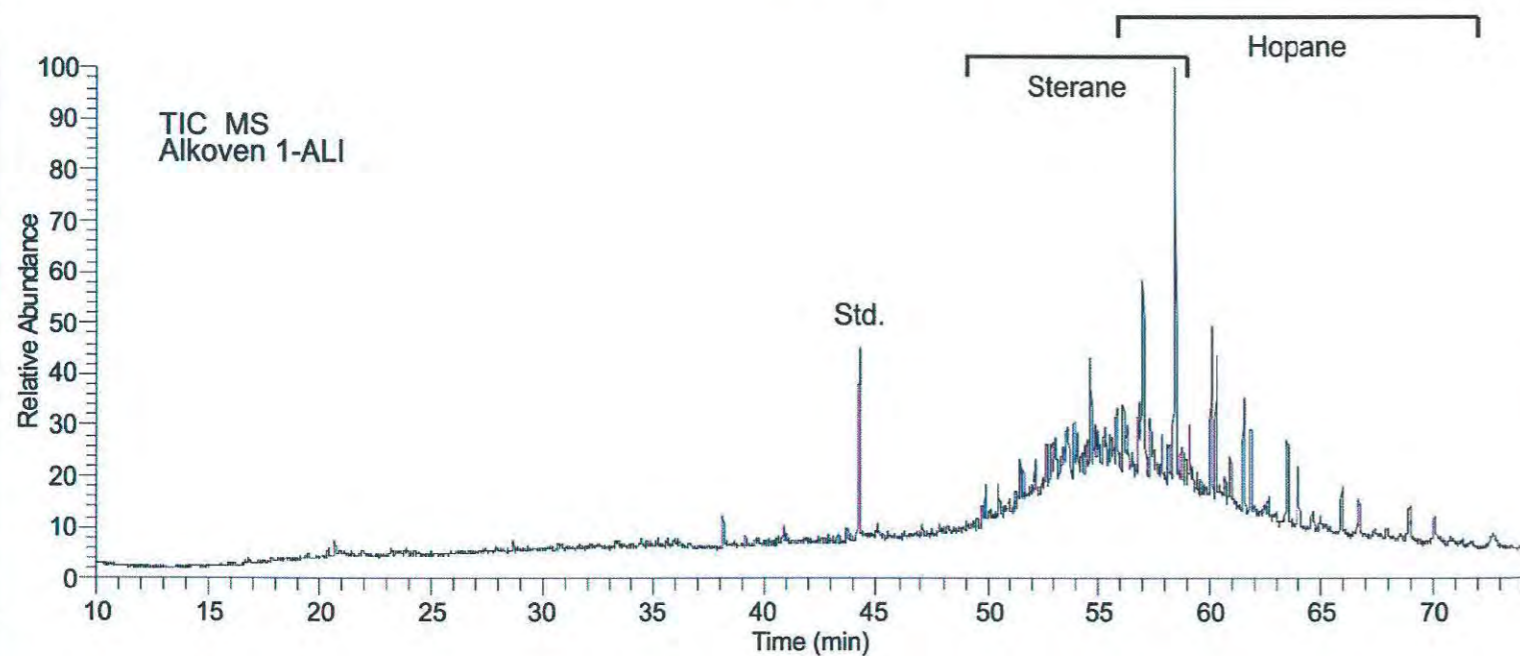
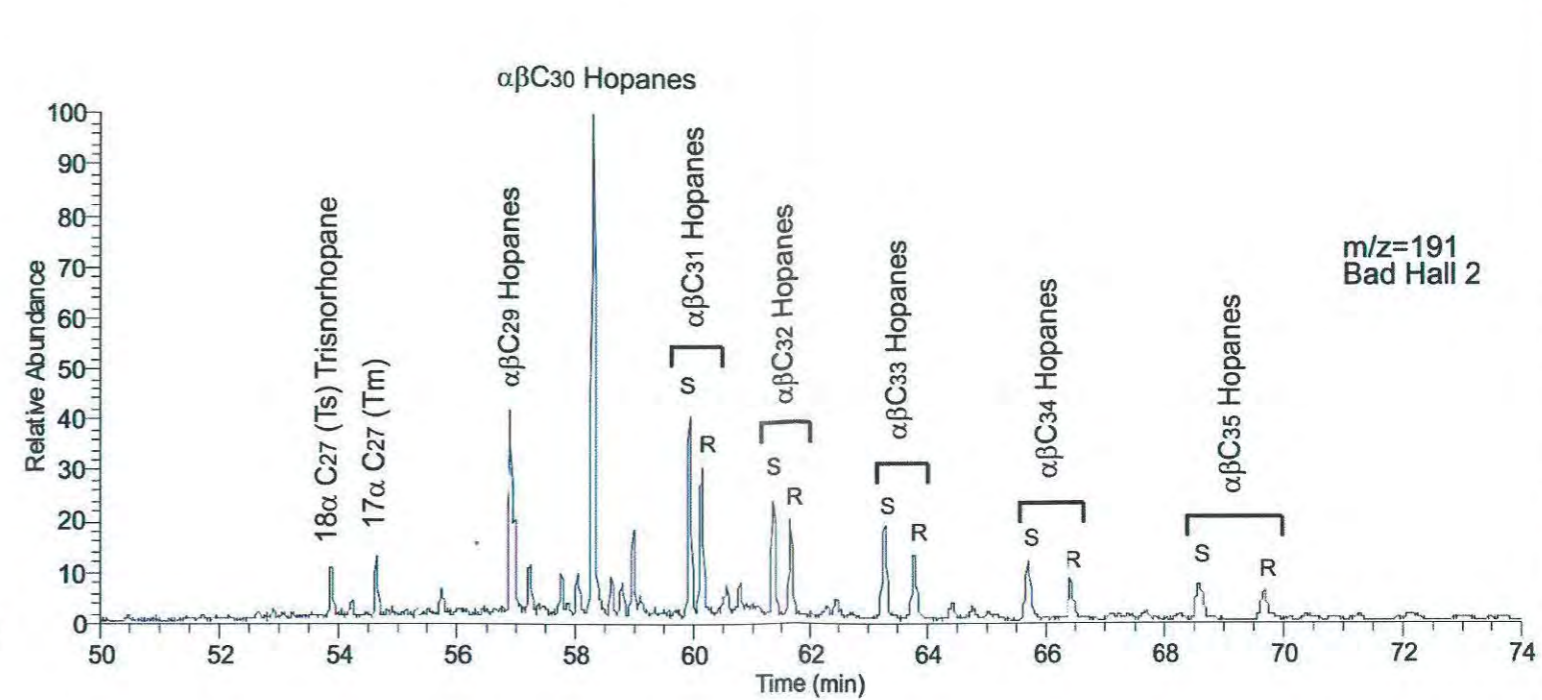
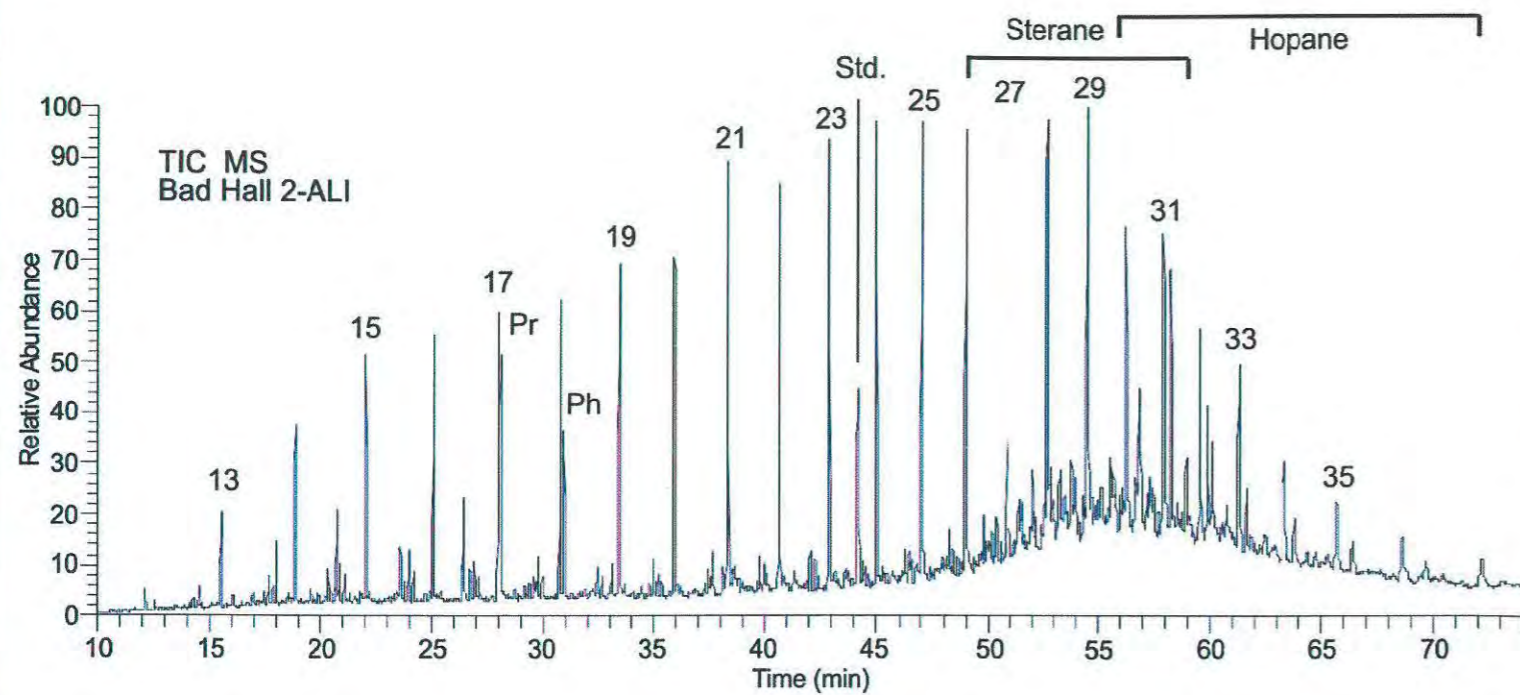


 **Störungen**

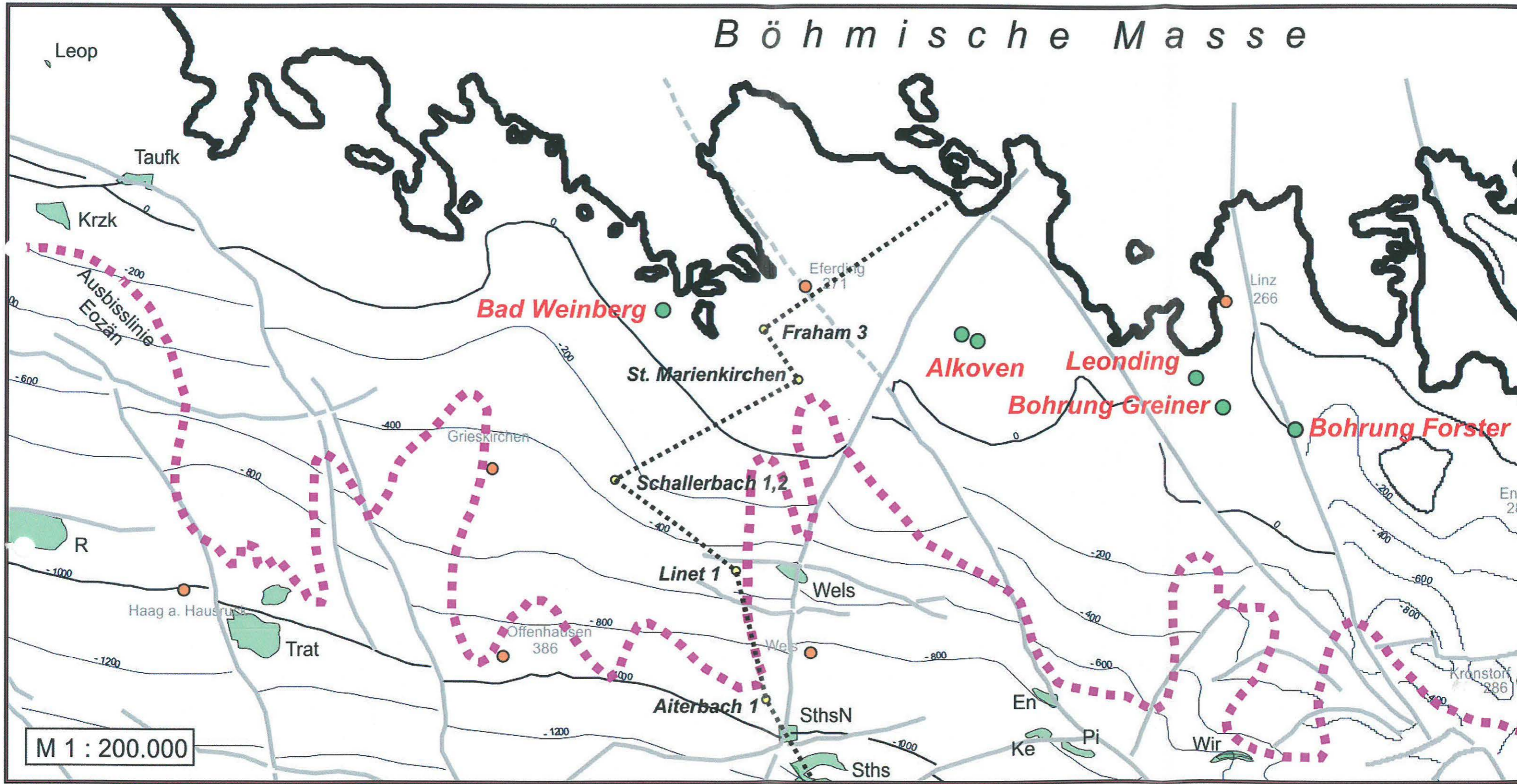


14 11 2008

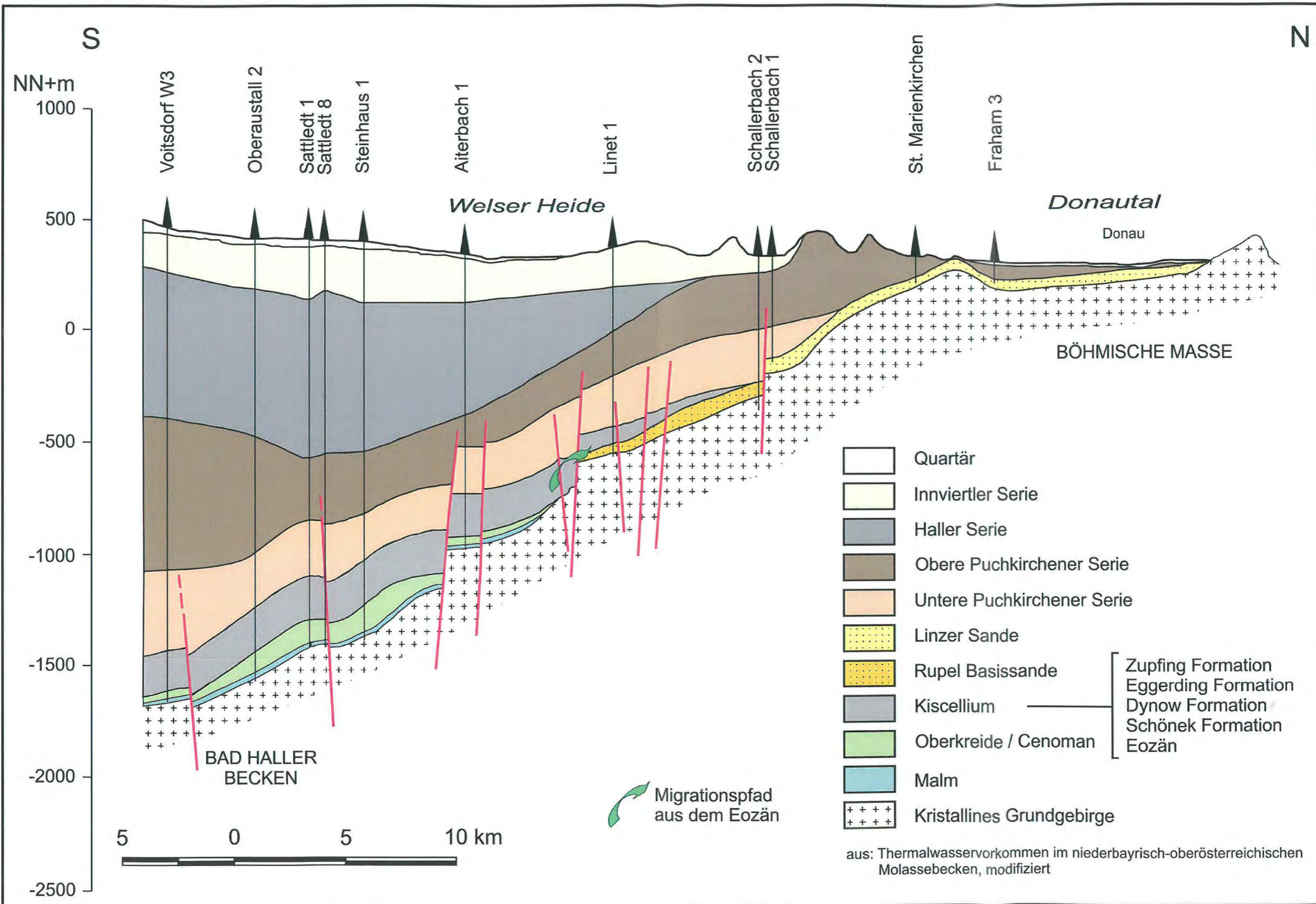




Böhmische Masse



M 1 : 200.000



Natürlicher Erdölaustritt Alkoven (Oberösterreich)

Bakkalaureatsarbeit
zur Erlangung des Grades Bachelor of Science
(B.Sc.)

Lehrstuhl für Erdölgeologie
der Montanuniversität Leoben

eingereicht bei

Ass.Prof.Dr.phil. Reinhard Gratzner

&

Hon.Prof.Dipl.-Ing.Dr.mont. Christian Schmid

von

Anna Irene Stanzel

Langgasse 7/1/1

8700 Leoben

Matrikelnummer 0735190

Leoben, 20.03.2012



Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Leoben, am 8.3.2012

(Anna Irene Stanzel)

Inhaltsverzeichnis

1. ABBILDUNGSVERZEICHNIS	4
2. ZUSAMMENFASSUNG	6
3. ABSTRACT	6
4. AUSGANGSLAGE, AUFGABENSTELLUNG UND VORGEHENSWEISE	7
5. GEOLOGISCHER RAHMEN	7
5.1. DIE BÖHMISCHE MASSE.....	7
5.2. DIE MOLASSEZONE IN OBERÖSTERREICH	8
5.3. ÜBERSICHT ÜBER DAS EFERDINGER BECKEN	12
5.4. QUARTÄR.....	13
5.4.1. <i>Terrassenlandschaft der Donau</i>	13
5.4.2. BODENAUFBAU	16
6. HYDROGEOLOGIE.....	17
6.1. HYDROGEOLOGIE VON OBERÖSTERREICH.....	17
6.1.1. <i>Die Tiefengrundwässer der Molassezone</i>	19
6.2. HYDROGEOLOGIE IM EFERDINGER BECKEN	21
6.2.1. <i>Grundwasser</i>	22
6.2.2. <i>Grundwasserleiter</i>	25
6.2.3. <i>Grundwasserstauer</i>	26
6.2.4. <i>Vorfluter</i>	27
6.2.5. <i>Zubringer</i>	28
6.2.6. <i>Au</i>	29
7. ERDÖL IN OBERÖSTERREICH	29
7.1. MUTTERGESTEINE.....	29
7.2. SPEICHERGESTEINE	30
7.3. MIGRATION.....	31
8. NATÜRLICHE KOHLENWASSERSTOFFAUSTRITTE.....	34
8.1. GASAustritte	34
8.2. ÖLAustritte.....	34
8. NATÜRLICHER KOHLENWASSERSTOFF AUSTRITT ALKOVEN	35
9.1. ZUM UNTERGRUND IN ALKOVEN	35
9.1.1. <i>Darstellung der Profile im Raum Alkoven</i>	36
9.2. BISHERRIGE FUNDSTELLEN VON OBERFLÄCHENNAHEN ÖLEN IN ALKOVEN.....	37
9.3. MÖGLICHE MIGRATIONSWEGE DES ÖLS	48
9.5. BRUNNENDATENTABELLE.....	55
9.6. KARTE	56
9.7. RESÜMEE UND WEITERES VORGEHEN	60
9. LITERATURVERZEICHNIS.....	62
10. ANHANG.....	64
11.1 DATENTABELLE DER BEPROBUNGEN	64

1. Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: FAZIESDIFFERENZIERUNG NÖRDLICH UND SÜDLICH DER SCHWELLENZONE WENDE EOZÄN-LATTORF (WAGNER, 1980)	9
ABBILDUNG 2: SCHICHTFOLGEN DER OBERÖSTERREICHISCHEN MOLASSE (ROETZEL & RUPP, 1991), ERGÄNZT VON (KRENMAYR, H.G. & ROETZEL, R. 1996)	11
ABBILDUNG 3: ÜBERSICHT LAGE DES EFERDINGER BECKEN (AMT DER OBERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG, 2007).....	12
ABBILDUNG 4: DIE DREI DONAUBECKEN (BLÜHBERGER, 1996)	15
ABBILDUNG 5: THERMALWASSERBILANZ IM NIEDERBAYERISCH - OBERÖSTERREICHISCHEN MOLASSEBECKEN (HUBER, 1999).....	18
ABBILDUNG 6: STRATIGRAPHISCHE TABELLE DES OBERÖSTERREICHISCHEN MOLASSEBECKENS MIT KOHLENWASSERSTOFFHORIZONTEN UND DEN WICHTIGSTEN AQUIFEREN (POLESNY, 1983, VERÄNDERT VON GOLDBRUNNER, 1984)	20
ABBILDUNG 7: GRUNDWASSERGLEICHEN IN ALKOVEN UND UMGEBUNG (DORIS). DIE DICK HERVORGEHOBENEN GRUNDWASSERGLEICHEN (M.Ü.A.) ENTSPRECHEN JENEN VON BREINER (1979). DIE ÜBRIGEN ISOHYPSEN ENTSPRECHEN GRUNDWASSERSPIEGELLAGEN BEI UNTERSCHIEDLICHEN GRUNDWASSERVERHÄLTNISSEN. ...	23
ABBILDUNG 8: GRUNDWASSERMÄCHTIGKEIT BEI MITTLEREN VERHÄLTNISSEN. DAS ROTE OVAL MARKIERT DAS GEBIET DER KONTAMINIERTEN BRUNNEN (BREINER, 1979, MODIFIZIERT).	24
ABBILDUNG 9: SPEZIFISCHER GRUNDWASSERDURCHSATZ & GRUNDWASSERSPIEGELLAGE BEI MITTLEREN GRUNDWASSERVERHÄLTNISSEN. DAS ROTE OVAL MARKIERT DAS GEBIET DER KONTAMINIERTEN BRUNNEN (BREINER, 1979, MODIFIZIERT).	25
ABBILDUNG 10: GEBIETSDURCHLÄSSIGKEIT DES GRUNDWASSERLEITERS IN DER UMGEBUNG ALKOVEN. DIE DURCHLÄSSIGKEIT IM BEREICH DER KONTAMINATION BETRÄGT 5 – 6 MM/S. DAS ROTE OVAL MARKIERT DAS GEBIET DER KONTAMINIERTEN BRUNNEN (BREINER, 1979, MODIFIZIERT).	26
ABBILDUNG 11: GRUNDWASSERSTAUERRELIEF IN DER UMGEBUNG VON ALKOVEN. DER STAUER FÄLLT IN RICHTUNG N ZUR DONAU HIN AB (KARTE AUS DORIS, MODIFIZIERT).....	27
ABBILDUNG 12: SCHEMA EINER MIGRATIONSBRÜCKE VON JÜNGEREM MUTTER- IN ÄLTERES SPEICHERGESTEIN: EIN ABSINKEN DES LATTORF – FISCHSCHIEFERS UM CA. 35 M AN EINER SYNTHETISCHEN VERWERFUNG ERLAUBT DEN ÜBERTRITT VON IM FISCHSCHIEFER GEBILDETEM ÖL ODER GAS IN DEN GEOLOGISCH ÄLTEREN EOZÄNSANDSTEIN (MALZER ET AL., 1993, MODIFIZIERT VON SCHMID ET AL., 2010).	32
ABBILDUNG 13: KARTE DES MOLASSEUNTERGRUNDES MIT ERDÖLLAGERSTÄTTEN UND ÖLAUSTRITTEN. DIE KARTE ZEIGT DIE NS STREICHENDEN BRÜCHE IM KRISTALLINEN UNTERGRUND, DIE OW STREICHENDEN BRÜCHE IM MOLASSEBECKEN, DIE LAGE DER ERDÖLLAGERSTÄTTEN (GRÜN), DIE LAGE DES PROFILS (ABB.14) UND DIE AUSKEILUNGSLINIE DES OBEREZOÄN. (THERMAL - WASSERVORKOMMEN IM NIEDERBAYRISCH - OBERÖSTERREICHISCHEN MOLASSEBECKEN, 1999)	33
ABBILDUNG 14: LAGE DES ERDBEERLANDBRUNNENS	38
ABBILDUNG 15: LAGE DES BAUHOFFBRUNNENS	39
ABBILDUNG 16: LAGE DES LAGERHAUSBRUNNENS	40
ABBILDUNG 17: FOTO LAGERHAUSBRUNNEN (HOFFMANN, 2008)	41
ABBILDUNG 18: LAGE DES ÖKOBRUNNENS KREISVERKEHR	42
ABBILDUNG 19: LAGE DES BRUNNEN WASSERGENOSSENSCHAFT HOCHFELD.....	43
ABBILDUNG 20: LAGE DES BRUNNENS LINZERSTRASSE 9	44
ABBILDUNG 21: LAGE DES SCHOTTERABBAUS BERGHAM 21 MIT DER FUNDSTELLE DES STARK BIODEGRADIERTE ERDÖLS.....	45
ABBILDUNG 22: ÖLIGER SCHOTTERHORIZONT (CA. 10 CM MÄCHTIG) IN DER SCHOTTERGRUBE BERGHAM 21 (FOTO: HASLMAYR, 2011)	46
ABBILDUNG 23: LAGE DES ÖLVERDACHTPUNKTES ERDBEERLANDSTRASSE 7.....	47
ABBILDUNG 24: LAGE DES GASAUSTRITTES POLSING	48
ABBILDUNG 25: DIE GRAVIMETRIE ZEIGT EINE STÖRUNG SÜDLICH DES KONTAMINIERTEN GEBIETS (ROTE ELLIPSE) (UNVERÖFFENTLICHTER BERICHT JOANNEUM RESEARCH, 2005)	49
ABBILDUNG 26: DETAILANSICHT DER KARTE DES MOLASSEUNTERGRUNDES (MODIFIZIERT). AUF DER KARTE SIND ZWEI STÖRUNGEN IM MOLASSEUNTERGRUND ZU SEHEN, DIE O UND W VON ALKOVEN VERLAUFEN. ...	50
ABBILDUNG 27: PROFIL DURCH DIE MOLASSEZONE. LAGE DES PROFILS (ABB. 13). (THERMAL - WASSER – VORKOMMEN IM NIEDERBAYRISCH – OBER - ÖSTERREICHISCHEN MOLASSEBECKEN; 1999, MODIFIZIERT).....	51
ABBILDUNG 28: TIC-CHROMATOGRAM EINER ÖLPROBE AUS DEM NACHWEISLICH KONTAMINIERTEN KERNGEBIET ALKOVEN (LAGERHAUSBRUNNEN) IM VERGLEICH MIT DER PROBE AUS DEN SCHOTTERN BERGHAM 21.	53
ABBILDUNG 29: DER VERGLEICH DER HOPANE AUS DEN PROBEN „LAGERHAUSBRUNNEN“ UND „BERGHAM 21“ ZEIGT EINE DEUTLICHE ÜBEREINSTIMMUNG.	54

ABBILDUNG 30: DER VERGLEICH DER STERANE DES ÖLS DER PROBEN „LAGERHAUSBRUNNEN“ UND „BERGHAM 21“ ZEIGT EINE DEUTLICHE ÜBEREINSTIMMUNG.....	55
ABBILDUNG 31: ÖSTERREICHISCHE GRUNDKARTE MIT DEN GEPLOTTETEN DATEN AUS DER BRUNNENDATENTABELLE. DIE OVALE MARKIEREN DAS KONTAMINIERTES GEBIET.	58
ABBILDUNG 32: GEOLOGISCHE KARTE DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES MIT ALLEN DATENPUNKTEN. DIE MARKIERUNG KENNZEICHNET DIE ÖLFUNDPUNKTE. LEGENDE SEITE 57.....	59

2. Zusammenfassung

Diese Bakkalaureatsarbeit umfasst die Untersuchung einer geogenen Erdölkontamination des obersten Grundwasserleiters im Raum Alkoven, im südlichen Eferdinger Becken. Zuerst wird ein Überblick über den Geologischen Rahmen sowie der Hydrogeologie der Region gegeben und auf die Kohlenwasserstofflagerstätten der Molassezone näher eingegangen. Es folgt ein genauer Blick auf das kontaminierte Gebiet, die Chemie des Öls und eine Diskussion über dessen mögliche Migrationswege. Die auf der Behörde Eferding, beim Land Oberösterreich (Abteilung Grund- und Trinkwasserwirtschaft) und im Gelände gesammelten Daten mit Informationen über eine Kontamination werden auf einer Karte dargestellt.

3. Abstract

This thesis enfolds an examination of a geogenic raw oil contamination of the upper aquifer in the area of Alkoven in the southern Eferding basin. Firstly, an overview of the geological frame as well as the hydrogeology of region will be provided. A focus will be put on hydro carbonic deposits of the molasse zone. This will be preceded by a close look at the contaminated area, the oil's chemistry and a discussion about its possible ways of migration. Furthermore, the data, collected at Eferding's administration office, at the federal state of Oberösterreich (department for ground- and tap water economy) and in the area itself will be depicted on a map, which will also include some information about the contamination.

4. Ausgangslage, Aufgabenstellung und Vorgehensweise

Im Gebiet von Alkoven im südlichen Eferdinger Becken ist seit geraumer Zeit eine Verseuchung des obersten Grundwasserleiters mit Erdöl bekannt. Nachdem klargestellt wurde, dass es sich dabei um geogen austretendes Erdöl handelt (SCHMID & GRATZER, 2010) wurde Joanneum Research in Kooperation mit der Montanuniversität Leoben damit beauftragt, diesen natürlichen Ölaustritt im Rahmen dieser Bakkalaureatsarbeit räumlich zu erfassen, abzugrenzen und - wenn möglich - die Migrationswege des Öls zu bestimmen. Dabei soll auch geklärt werden, warum sich das Erdöl bis jetzt nicht in die Donau ausbreitet.

Am Beginn dieser Bakkalaureatsarbeit standen eine detaillierte Literaturrecherche über bereits durchgeführte hydrogeologische Studien im Gebiet des südlichen Eferdinger Beckens, die Geologie der Molassezone und des Quartärs sowie die Erstellung eines Vorberichtes. Daran anschließend begannen Mitte Oktober 2011 die Erhebungen vor Ort, das Erstellen der Basiskarten und eines hydrogeologischen Basismodelles. Es wurden möglichst alle ausgebauten und beprobaren Brunnen, Sonden und Bohrungen erhoben und das Wasser besichtigt, um eine Vorauswahl von Brunnen für Labortests zu erstellen. Auf Basis der Ergebnisse dieser Recherchen wird die Kontamination abgegrenzt, eine Karte erstellt und der Abschlussbericht für Joanneum Research und anschließend die Bakkalaureatsarbeit erstellt. Der Abschlussbericht soll die Grundlage für die Ausweisung einer Verdachtsfläche für künftige wasserwirtschaftliche Planungen darstellen.

5. Geologischer Rahmen

5.1. Die Böhmisches Masse

Die Böhmisches Masse ist Teil des variszischen Gebirgsgürtels und heute bis auf den Rumpf abgetragen. Diese hügelige Mittelgebirgslandschaft ist von kristallinen Gesteinen geprägt und fällt flach nach Süden unter den Alpenkörper ein. In Zusammenhang mit dem auflagernden Alpenkörper ist der südliche Teil von einer Bruchtektonik geprägt. Der Südrand ist von NW/SO streichenden Brüchen in Becken und Schollen zerlegt. In einer dieser Randbuchten befindet sich das Eferdinger Becken.

Die Mächtigkeit der Abtragungen aus dem variszischen Orogen zeigen, dass das Gebirge im heutigen Bereich der Südböhmischen Masse ein wesentlich gewaltigeres Hochgebirge

gewesen sein muss als die heutigen Alpen. Der älteste variszische Granit ist der Weinsberger Granit, der im Unterkarbon entstanden ist (FUCHS & THIELE, 1987).

5.2. Die Molassezone in Oberösterreich

In Oberösterreich erstreckt sich die Molassezone zwischen dem Kristallin der Böhmisches Masse im Norden und dem verschuppten Flysch und Helvetikum des überschiebenden Alpenkörper im Süden. Das Molassebecken ist ein orogenes Vorlandbecken welches gegen Süden hin stetig tiefer wird. Die ältesten Sedimentfolgen des Molassebeckens stammen aus dem Obereozän, die jüngsten aus dem Pliozän (Abb.2). In Oberösterreich herrscht vor allem autochthone Molasse vor, welche sich im Süden bis tief unter die Flyschzone, das Helvetikum und die allochthone Molasse hineinzieht.

Der präpaläogene Untergrund besteht aus Jura – und Kreideablagerungen. Im Paläozän wurde dieser Untergrund durch Erosionsvorgänge zu einer welligen, leicht nach S – SW einfallenden Fläche eingeebnet. Von der Oberkreide bis ins Obereozän wurde dieser Untergrund von Brüchen in Graben und Horststrukturen zerlegt (WAGNER, 1980). Ein Beispiel ist der Rieder Abbruch mit einer Sprunghöhe von bis zu 1000 m. Diese präpaläogenen Brüche streichen NW – SO (GOLDBRUNNER, 1988).

Gleichzeitig mit der Entwicklung der oberösterreichischen Molasse findet auch eine synsedimentäre (Oligozän) Bruchtektonik statt. Diese Brüche streichen vor allem W – O und hängen mit der einseitigen Absenkung des Molassebeckens Richtung Süden zusammen. Die meisten Kohlenwasserstofflagerstätten sind an diese Brüche gebunden. Weiters findet eine mehrphasige Überschiebung und Verschuppung entlang der alpinen Deckenfront statt, die Bildung der allochthonen Molasse (vgl. WAGNER et al., 1986).

Im **Obereozän** transgredierte das Meer aus dem helvetischen Trog in das sich langsam nach Süden senkende Molassebecken. Es kam schon früh zu einer Faziesdifferenzierung, bedingt durch eine zentrale Schwellenzone (Abb.1). Im Norden befinden sich limnisch, brackisch und lagunär beeinflusste Sedimente und Küstensande eines seichtmarinen Meeres. Diese Sande werden von der Böhmisches Masse aus dem Norden in das Becken geschüttet. Im Bereich der Schwellenzone konnten sich hingegen Lithothamnienkalke bilden. Weiter südlich bildet eine neritische Fazies mit Discocyclinenmergel und Globigerinenkalke den Übergang in Richtung der Tiefwasserfazies des Helvetikums. In allen diesen Bereichen kommen Sande vor, außer im neritischen Ablagerungsraum des Discocyclinenmergels (WAGNER, 1980).

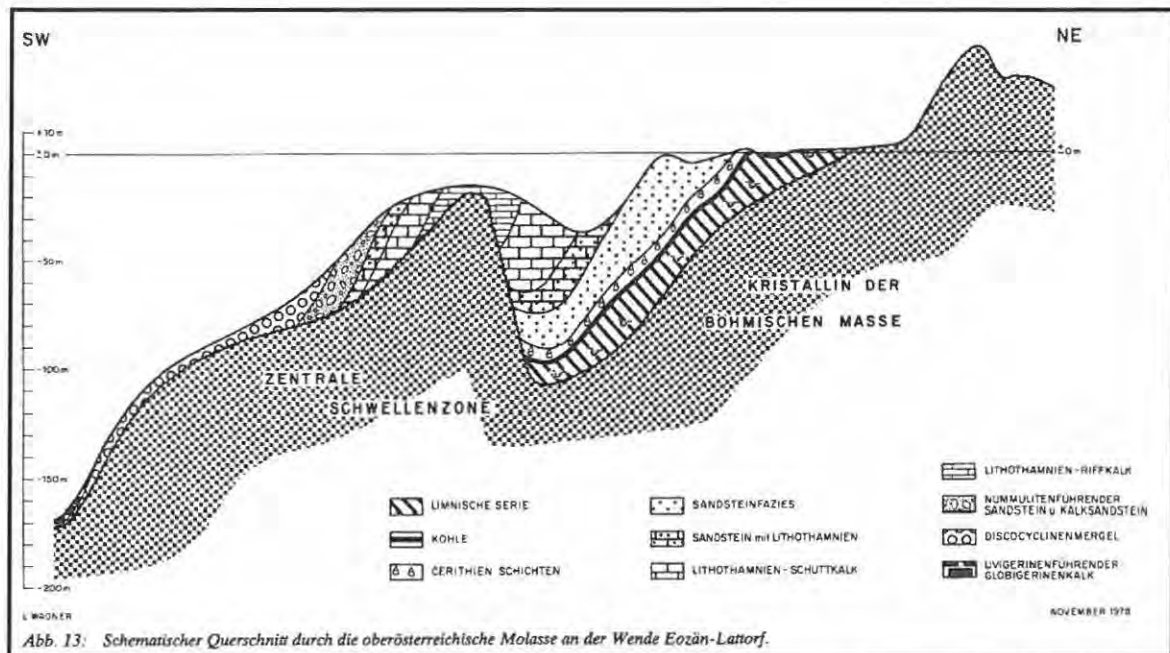


Abbildung 1: Faziesdifferenzierung nördlich und südlich der Schwellenzone Wende Eozän-Lattorf (WAGNER, 1980)

Eine eigenständige Beckenentwicklung setzte mit **Beginn** des **Oligozäns** ein. Im unteren Oligozän wurde die **Fischschiefer-Fazies** sedimentiert (heute Erdölmuttergestein). Im **mittleren Oligozän** werden heller **Mergelkalk** und **Bändermergel** einer marin - pelagischen Fazies abgelagert. Darüber folgt eine **Tonmergelstufe**, welche den Beginn der Schliersedimentation einleitet, die bis ins Otnangium (Unteres Miozän) andauert.

Im Norden entwickeln sich im **Egerium** über den limnisch-brackischen Pielacher Tegeln die **Linzer Sande**. Die Linzer Sande sind mittel bis grobkörnige Quarzsande, welche den Melker Sanden in Niederösterreich entsprechen. Die Sande transgredieren direkt auf das Kristallin der Böhmisches Masse oder die Pielacher Tegeln. Das Schwermineralspektrum der Sande zeigt als Liefergebiet die Böhmisches Masse an. Auch der schlechte Rundungsgrad spricht für einen kurzen Transport aus dem Kristallin. Becken einwärts verzahnen die Linzer Sande mit dem Älteren Schlier, der sowohl über, als auch unter diesen abgelagert sein kann (KRENMAYR & ROETZEL, 1996).

Im **mittleren Oligozän** setzt auch erstmals eine Sedimentschüttung aus dem Süden, nämlich den gerade aufsteigenden Alpen, ein (KURZWEIL, 1973). Die Heraushebung der Alpen spiegelt sich in den Sedimenten der Molassezone wie folgt wieder: Weiter im Süden gehen die Linzer Sande in den **Älteren Schlier (Egerium)** über, einer pelitischen Beckenfazies.

Im Süden verfrachten Flüsse und submarine Schuttfächer große Mengen an grobklastischem Schutt aus den Alpen in das Becken. Es handelt sich dabei um die **Untere und Obere**

Puchkirchener Serie (MALZER, 1981), welche heute ein wichtiges Gasspeichergestein darstellt.

Zu Beginn des Miozäns, im **Eggenburgium**, erfolgt eine weitere Meerestransgression. In dieser Zeitstufe wird im Hangenden der Oberen Puchkirchener Serie die **Haller Serie** abgelagert. Es handelt sich dabei um eine pelitische Beckenfazies mit turbiditartigen Sandeinschaltungen (MOIOLA, 1981 zitiert in POLESNY, 1983). Konkordant darüber, in der Zeit des **unteren Ottnangium**, folgen die Sedimente der **Innviertler Gruppe**, welche in einem sandreichen, subtidalen Flachmeer mit starker Gezeitenaktivität abgelagert werden. Zum unteren Ottnangium gehört auch der **Robulusschlier**, welcher sich wiederum aus den Vöcklaschichten, den Atzbacher Sanden und dem Ottnanger-Schlier zusammensetzt. Weitere Sedimente aus der Zeit des unteren Ottnangiums sind die **Phosphoritsande** am Nordrand der Molassezone. Im Hangenden des Robulusschlier folgen die **Rieder Schichten** oder auch Rotalienschlier genannt. Während des **oberen Ottnangium** wird die Westverbindung der Paratethys zum Mediterran unterbrochen, was zu einer Regression und der Ablagerung der brackischen **Oncophora-Schichten** führte. Allmählich verlandet das Molassemeer und im Karpatium setzt Erosion ein. Es bildet sich ein Oberflächenrelief.

Im **mittleren Miozän** lagern sich limnisch-fluvioterrestrische, kohleführende Süßwasserschichten ab, auch **Obere Süßwassermolasse** genannt. Es handelt sich dabei um Tone, Sande mit Kohleflözen und Schotter.

Im **späten Miozän** verlagern sich die aus den Alpen kommenden Schüttungen immer weiter gegen Osten, in das heutige Gebiet des Hausrucks und Kobernaufser Waldes (MACKENBACH, 1984). Es setzt weiter eine starke Hebung im Westen ein. Dadurch werden die **Hausruckschotter** gegen Nordosten geschüttet und die Entwässerung erfolgt erstmalig in Richtung einer Paläo-Donau.

Im **Pliozän** setzt die Erosion der Molassesedimente ein und somit den Beginn der Gestaltung der heutigen Oberflächenmorphologie.

		AUTOCHTHONE MOLASSE		ALLOCHTHONE MOLASSE	
		NORD	SÜD		
M I O Z Ä N	PLIOZÄN - HOLOZÄN - O. PLIOZÄN - PLEIS.	Schotter	Moränen - Terrassenschotter Schotter		
	PANNONIUM		Hausruckschotter Kobernauber Wald - Schotter Hausruck & Kohletonserie		
	SARMATIUM	Steinbergschotter ?	Schichten von Radegund - Höring - Munderfing		
	BADENIUM	Pitzenbergschotter ?	Schichten von Trimmelkam		
	KARPATIUM	Rittsteiger Schichten			
	OTTNANGIUM		Oncaphora - Schichten		
			Glaukonit. Serie	Traubacher Sande Braunauer Schlier Mehrbacher Sande	Sand - Schottergruppe
			Enzenkirch. Sande Phosphoritsande Fossilr. Grobsande	Rieder Schichten (Rotalienschiefer) Ottnanger Schlier Atzbacher Sande Kleizan- markt- Glaukonit- sand Fm.	
			Osten: Robulus- schlier s. str.	Westen: Völschichten Robuluschlier s. l.	
	EGGENBURG.		Haller Serie Grobklastische Haller Basisschichten		
OLIGOZÄN	EGERIUM	Älterer Schlier		Obere Puchkirchener Serie	
		Linzer Sande		Untere	
	KISCELLIUM	Pielacher Tegel		Tonmergelstufe Bändermergel Heller Mergelkalk Fischschiefer	
EOZÄN	O. EOZÄN		Lithothamnienkalk - Serie	Discocyclinenmergel Globigerinenkalk	
			Sandsteinstufe Limnische Serie		

Abbildung 2: Schichtfolgen der Oberösterreichischen Molasse (ROETZEL & RUPP, 1991), ergänzt von (KRENMAYR, H.G. & ROETZEL, R. 1996)

5.3. Übersicht über das Eferdinger Becken

Das Eferdinger Becken ist in das Kristallin der Böhmisches Masse eingetieft. Es erstreckt sich von Aschach im Westen bis nach Ottensheim im Osten, ist ungefähr 16 km lang und erreicht seine maximale Breite mit 9 km etwa in Beckenmitte. Im Norden wird das Becken von verschiedenen Varietäten des Weinsberger Granits (Böhmisches Masse) begrenzt, in denen postvariszische Intrusivgesteine stecken. Der Sauwald (Böhmisches Masse) ist die westliche Begrenzung des Beckens. Im Süden wird es von paläogenen Schlierhügeln des Inn- und Hausruckviertler Hügellandes (Molassezone) abgeschlossen. Die Donau tritt bei Aschach in das Becken ein und teilt es in einen nördlichen und einen südlichen Teil (Abb.3).

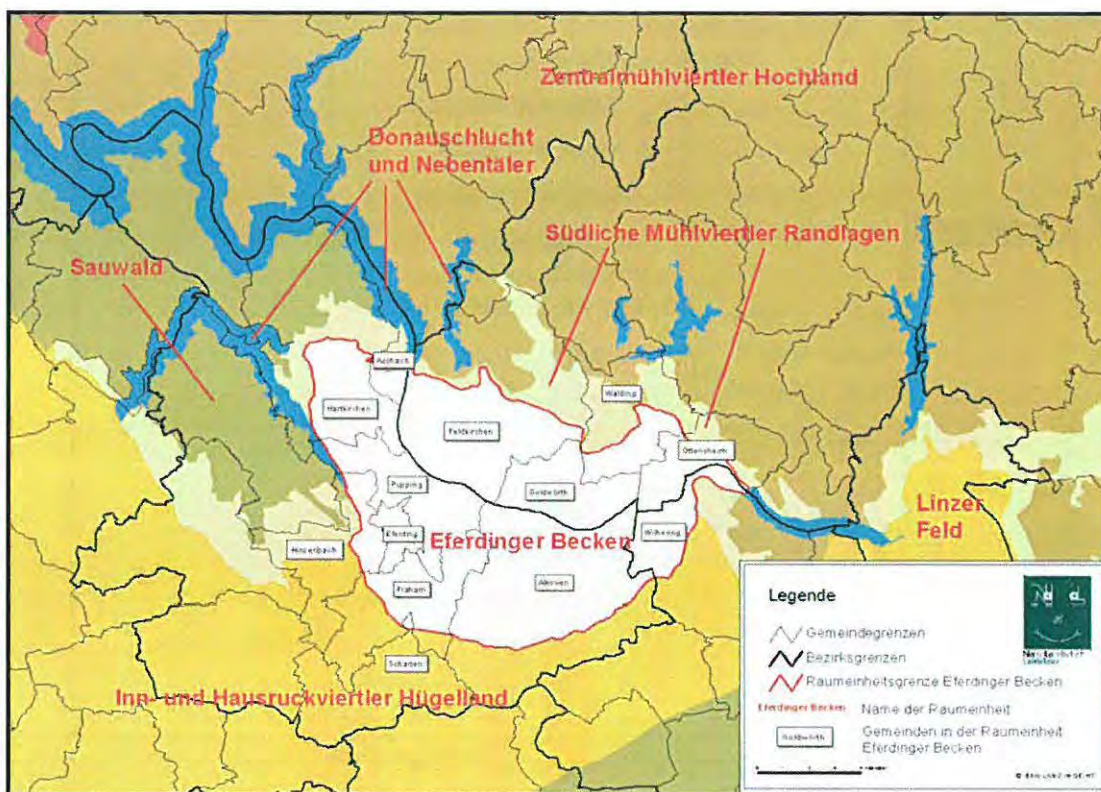


Abbildung 3: Übersicht Lage des Eferdinger Becken (AMT DER OBERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG, 2007)

Die Raumeinheiten des Eferdinger Beckens sind

- der Auwaldbereich und die Donau,
- die Kulturlandschaft der Austufe und
- die landwirtschaftlich genutzten Niederterassenbereiche.

Die Böden des Eferdinger Beckens werden intensiv landwirtschaftlich genutzt. Hauptsächlich werden Gemüse, Zuckerrüben, Körnerleguminosen und Sonderkulturen angebaut. Der

Ackerbau nimmt in manchen Gemeinden (z.B. Alkoven, Fraham, Goldwörth) bis zu 92 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche ein und stellt eine starke Beanspruchung des Bodens dar. Durch die intensive Düngung und die sandigen Böden der Austufen gelangen Düngemittel rasch ins Grundwasser. Aus der Austufe und im Bereich der Niederterrassen werden Sande und Kiese abgebaut, welche sich besonders als Baumaterial eignen.

Die Grundwasservorräte des Eferdinger Beckens, insbesondere jene des nördlichen Eferdinger Beckens, sind auch von überregionaler Bedeutung. Diesbezüglich ist vor allem die Wasserversorgungsanlage in Goldwörth zu nennen, welche den Linzer Zentralraum mit Trinkwasser versorgt. Zum Schutz der Grundwasserressourcen wurden drei Wasserwirtschaftliche Vorrangflächen gegenüber Kiesabbau ausgewiesen. Weiters wurde im südlichen Eferdinger Becken ein Grundwassersanierungsgebiet verordnet, da langfristig der Schwellenwert für Nitrat (45 mg/l) überschritten wurde.

Der durchschnittliche Jahresniederschlag im Eferdinger Becken liegt zwischen 750 mm und 800 mm. Die intensive Nutzung der landwirtschaftlichen Nutzflächen macht jedoch eine zum Teil ständige Bewässerung nötig (AMT DER OÖ. LANDESREGIERUNG & LAND IN SICHT, 2007).

Derzeit wird von der Wassergenossenschaft Eferding ein Konzept zur flächendeckenden Bewässerung aller landwirtschaftlich genutzten Flächen umgesetzt. Mit den sogenannten Ökobrunnen sollen 20-100 Hektar pro Brunnen bewässert werden. Beim Bau eines dieser Ökobrunnen nahe dem Kreisverkehr Alkoven wurde Erdöl angetroffen.

5.4. Quartär

Der heutige Grundwasserkörper im Eferdinger Becken ist hauptsächlich an Sedimente aus der letzten Eiszeit gebunden. Nach Ende der Würmeiszeit schnitten sich die Flüsse in diese Sedimente ein, lagerten sie um und bildeten die Niederterrassen (MOSER & JARITZ, 2005).

Das Eferdinger Becken ist das von den letzteiszeitlichen Gletschern am weitesten entfernte Donaubecken in Oberösterreich (KOHL, 1973).

5.4.1. Terrassenlandschaft der Donau

Bis vor 3 Mio. Jahren befand sich im Gebiet der Donau nur eine ebene Fläche, die kaum Eintiefungen oder Terrassen enthielt. Mit dem Beginn der ersten Eiszeit setzte eine erste Talbildung ein. Diese Täler waren sehr breit angelegt und von mäandrierenden Flüssen

durchzogen. In den Taleintiefungen wurden bei geringeren Strömungsverhältnissen breite Schotterflächen abgelagert, die etwas niedriger lagen als die umgebende Landschaft. So bildeten sich verschiedene Reliefgenerationen. Abgesehen von den Terrassenspornen des Traun- und Ennstals, sind in den oberösterreichischen Donaubecken keine Hochterrassen erhalten.

Die Bildung der Terrassen ist in erster Linie vom Klimawechsel zwischen Eiszeiten und Warmzeiten abhängig. Bei Verringerung der Strömung während den Eiszeiten – das Wasser ist in Form von Eis und Schnee gespeichert – kommt es zu einer Ablagerung von Sedimenten an jenen Stellen im Tal, wo das Gefälle abnimmt. Als Sedimentspender in Oberösterreich dienen einerseits die Gletscher von Inn, Traun und Enns, welche große Mengen an Gestein abschürfen, welches von ihren Schmelzwasserströmen im Sommer ins Vorland abtransportiert wird. Andererseits kommt es in den nicht vergletscherten Gebieten der Böhmisches Masse zu starker Frostverwitterung. Dieses Lockermaterial wird dann von Flüssen zu einem mächtigen, meist grobkörnigem Lockergesteinskörper im Vorland der Alpen aufgeschüttet. Setzt eine Warmzeit ein, schmelzen die Gletscher und verstärken die Wasserkraft ihrer Flüsse. Die Flüsse transportieren die Schottermassen entweder zur Gänze ab, oder tiefen sich in der Talmitte ein. Die zurückbleibenden Schottermassen an den Talrändern, die sich auch über dem Hochwasserniveau befinden bleiben als Flussterrassen erhalten (BLÜHBERGER, 1996).

Entlang der Donau zeigen sich stärker entwickelte Deckschichten und eine mehrfache Überprägung der einzelnen Terrassenstufen als im Vergleich zum Vorland. In Oberösterreich gibt es drei Donauebene, welche in Becken eingelagert sind (Abb.4). Das Eferdinger Feld, das Linzer Feld und das Machland. In das Linzer Feld und das anschließende Machland schütteten Traun und Enns während der Warmzeiten gewaltige Mengen an eiszeitlichen Schuttmassen.

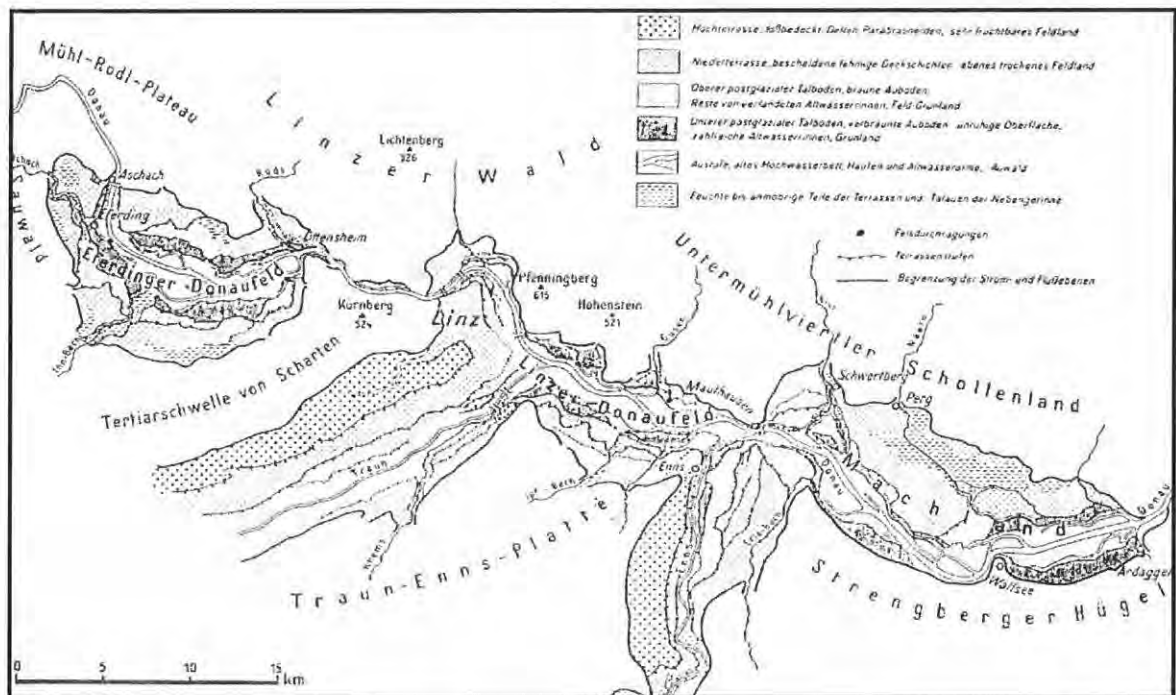


Abbildung 4: Die drei Donaubecken (BLÜHBERGER, 1996)

Entscheidende Faktoren für die Beeinflussung der Donaubeckensedimente im Hochglazial sind laut KOHL (1973) die Gletscherentfernung, das Relief zwischen Gletscherende und Donautal, die Zufuhr fluvioglazialer Schottermassen sowie der Wechsel zwischen Engen und Weitungen.

In allen drei Donauniederungen kann dieselbe geomorphologische Gliederung angewandt werden (KOHL, 1973):

Die Bergfußzone: Sie leitet von den Hängen zu den horizontalen Flächen der Talsohlenstufen über. Sie besteht aus angestautem Abtragungsschutt und -lehm sowie aus Schwemmkegeln.

Die Niederterrassenfelder: Sie liegen ca. 8 m – 14 m über dem Donaumittelwasser. Die Schüttungen der Niederterrassenfelder erfolgten schwemmkegelartig, durch die aus den Engtälern herausfließende Donau und im Linzer Feld aus den großen Zubringern Traun und Enns. Sie können in eine obere und untere Niederterrasse eingeteilt werden. Im Eferdinger Becken zeigt die obere Niederterrasse ein Gefälle von 0,11 ‰. Dieses geringe Gefälle hat seine Ursache in Linzer Pforte, welche den Schwemmkegel der Aschacher Pforte zurückstaut. Das Gefälle der unteren Niederterrassen ist viel ausgeglichener als jenes der oberen Niederterrasse. Es entspricht den jüngeren, postglazialen Stufen der heutigen Donau. Sie ist nur mehr marginal vom fluvioglazialen Geschehen der Späteiszeit beeinflusst. Die

Niederterrassenfelder wurden in Oberösterreich während der Neuzeit von keinem Katastrophenhochwasser mehr überflutet. Ausgenommen ist das untere Niederterrassenfeld im östlichen Machland.

Hochflutfelder: Die Hochflutfelder sind durch eine mehrere Meter hohe Stufe von den Niederterrassenfeldern getrennt. Sie können in oberes und unteres Hochflutfeld und die Austufe eingeteilt werden. Hochwässer können sie überfluten und jüngere Donausedimente darauf ablagern.

Die Talsohlenterrassen an der Donau deutet KOHL (1973) wie folgt: Die oberen Niederterrassen sind das Ergebnis einer weitgehend zusammenhängenden Akkumulation. Die unteren Niederterrassen bestehen aus zwei verschieden alten Schottern. Am Oberen Hochflutfeld sind mindestens zwei Akkumulationen beteiligt. Die Austufe ist noch komplexer aufgebaut. Zwischen Niederterrasse und oberem Hochflutfeld erfolgte eine bis nahe an die Schottersohle reichende Erosion. Im Austufenbereich wurde bereits die Paläogenoberfläche durch Erosion tiefer verlegt.

Bezüglich des Alters der Sedimente und Terrassen kann festgestellt werden, dass die obere Niederterrasse vom Früh- bis Hochwürm aufgeschüttet wurde. Sie wurde in der späten Eiszeit krypturbat überprägt oder in Hangnähe durch Bodenfließen überlagert. Der auflagernde Boden ist entweder eine im Boreal-Frühatlantikum entstandene Feuchtschwarzerde oder ein anmooriger Boden. Darauf folgt Humus und eine lehmige Deckschicht. Bei der unteren Niederterrasse zeigt sich ein ähnliches Bild, nur wurden die oberen Lagen durch spätglaziale Schotter-Sand-Sedimente ersetzt. Im oberen Hochflutfeld sind Reste der frühglazialen basalen Blockschicht zu finden und darüber zwei Phasen von Schottern und Feinsedimenten (4300 Jahre und 2500 Jahre vor heute). Darüber folgt eine von der Donau sedimentierte Deckschicht. In der Austufe befinden sich die jüngsten Sedimente (KOHL, 1973).

5.4.2. Bodenaufbau

Im Eferdinger Becken lassen sich abhängig von ihrem Untergrund vier verschiedene Bodentypen unterscheiden (AMT DER OÖ. LANDESREGIERUNG & LAND IN SICHT, 2007):

Im jüngsten und tiefst gelegenen Bereich des Donautieflandes, in der unteren Austufe, herrscht ein wenig entwickelter grauer Auboden vor. Die Aulehme und Ausande stammen

von den häufigen Überflutungen durch welche Boden erodiert und immer wieder weitere feinkörnige Hochflutsedimente abgelagert werden.

Die Böden der mittleren Austufe werden weniger oft umgelagert und sind daher besser entwickelt. Es herrscht verbraunter, kalkhaltiger grauer Auboden vor.

Am oberen Hochflutniveau sind kalkhaltige oder auch kalkfreie braune Auböden zu finden, bei denen Schwemmmaterial mit Silikatmaterial aus Nebengerinnen vermischt ist. Auf diesen Böden wird intensive Landwirtschaft betrieben.

Auf den Schottern der Niederterrasse bildet sich eine kalkfreie Lockersediment Braunerde, welche wertvolles Ackerland darstellt. Diese lehmige Überdeckung ist teilweise sehr mächtig, dicht und schwer durchlässig. Daher können sich in Mulden feuchte und sumpfige Stellen bilden.

6. Hydrogeologie

6.1. Hydrogeologie von Oberösterreich

Das oberösterreichische Molassebecken bildet mit dem niederbayrischen Molassebecken einen gemeinsamen Thermalaquifer (Abb.5). Dieser ist vom Süddeutschen Molassebecken durch das Landshut-Neuöttinger Hoch und die Zentrale Schwellenzone getrennt. Das in der niederbayrischen Molassezone versickernde Grundwasser wird mineralisiert, fließt über den Malmaquifer in Richtung SO und steigt im oberösterreichischen Molassebecken durch das Auskeilen des Malmaquifers wieder nach oben. Schlussendlich fließt es über Störungszonen und die Linzer Sande westlich von Linz in die Donau aus. In einem Thermalwasserströmungsmodell von (HUBER, 1999) wird der Thermalwasserausstrom in die Donau im Eferdinger Becken mit 490 l/s bilanziert

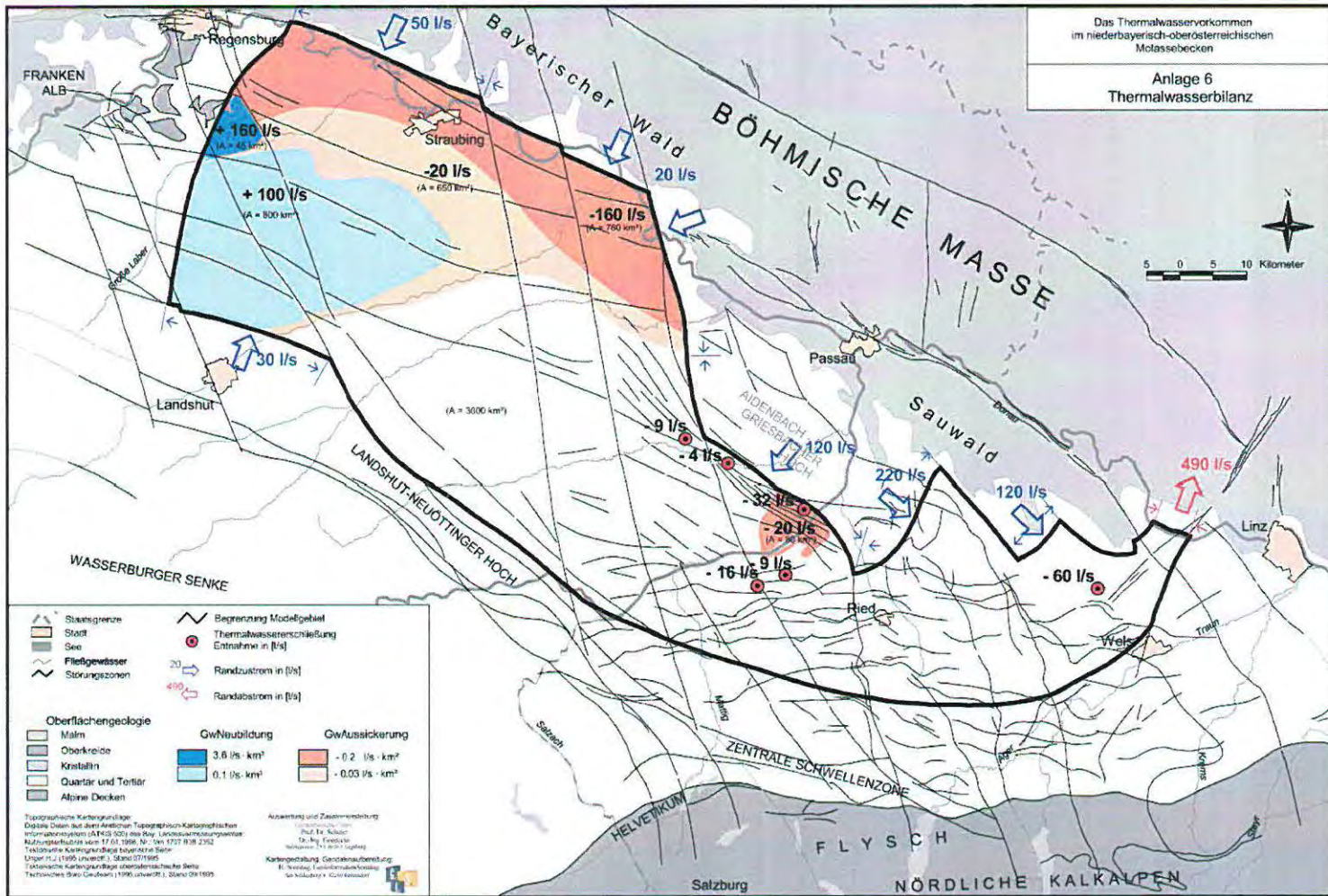


Abbildung 5:
Thermalwasserbilanz im
niederbayerisch -
oberösterreichischen
Molassebecken (HUBER,
1999)

6.1.1. Die Tiefengrundwässer der Molassezone

GOLDBRUNNER (1988) klassifiziert die Aquifere der Molassezone wie folgt (Abb.6):

Der wichtigste präpaläogene Aquifer ist der karbonatische **Malm** mit einer Mächtigkeit von bis über 400 m. In der Unterkreide und dem Paläozän bis Untereozän mehrfach trocken gefallen, bildete sich im Hangenden eine ausgeprägte Verkarstung aus. Diese Verkarstung stellt den Aquifer des Malms dar. Sie ist in Oberösterreich jedoch nicht flächenhaft entwickelt. So konzentrieren sich Bereiche mit höherer Durchlässigkeit hauptsächlich auf Störungszonen.

Die Wässer der Malmkarbonate zeigen eine niedrige Mineralisierung und einen hohen Anteil an meteorischen Komponenten. In Oberösterreich fördern unter anderem die Bohrungen Geinberg 1 (20 l/s), Reichersberg und Obernberg (104°C heißes) Thermalwasser aus dem Malm. Neben der Wasserführung wurden bei der Bohrung Wels Ost I auch leichte Methangehalte in der sandigen Formation festgestellt.

Die Ablagerungen der **Oberkreide** bilden hauptsächlich die Deckschichten über dem Malm. Einziger Aquifer sind die Transgressionsedimente des Cenomans, mit guten Durchlässigkeiten und einem hydraulischen Kontakt zum Malmaquifer.

In den Schichten der bis zu 1500 m mächtigen **Unteren und Oberen Puchkirchener Serie** sind für geothermische Tiefengrundwassernutzung jene Sand – Schottergruppen von Bedeutung, die sich in Tiefenlagen von über 1000 m befinden. Die Puchkirchener Serien sind jedoch eher für ihre Gaslagerstätten bekannt. Die Strandfazies der **Linzer Sande** führt je nach Lage sowohl oberflächennahe freie als auch gespannte Grund- und Tiefengrundwässer, welche auch balneologisch genutzt werden (ZÖTL & GOLDBRUNNER, 1993).

In den feinklastischen Sedimenten der **Haller Serie** kommen gut poröse Sandhorizonte vor, in denen sich bedeutende Gaslagerstätten befinden. In diesen Horizonten, vorausgesetzt sie liegen in ausreichender Tiefe, besteht die Möglichkeit für die Erschließung von Tiefengrundwässern (GOLDBRUNNER, 1988).

Wässer der **Haller und Puchkirchener Serie** weisen die höchsten Mineralisierungen auf. Der Einfluss meteorischer Wässer ist sehr gering. In der unteren Haller und Puchkirchener Serie ist jedoch eine Verdünnung von Formationswässern zu erkennen. Diese hat jedoch weder zu den liegenden, noch zu den hangenden Formationen eine hydraulische Verbindung.

ABERER (1958) ordnet die **Innviertler Serie** in drei Faziesbereiche ein. Im Norden eine sandige Transgressionsfazies, im zentralen Beckenbereich eine sandig – mergelige Fazies und im Südwesten die Fazies der Sand – Schottergruppe.

Die Wässer der Innviertler Serie können in zwei Gruppen aufgeteilt werden. Die erste Gruppe zeigt Verweildauern unter 50 Jahren, mit einem signifikanten Tritiumgehalt. Die zweite Gruppe zeigt eine Verweildauer von über 50 Jahren. Diese Wässer werden als echte Tiefengrundwässer bezeichnet (ZÖTL & GOLDBRUNNER, 1993).

TERTIÄR	NEOGEN	Holozän			Terrassen und Moränen			0 - 300	
		PLIOZÄN	Oberes Pliozän						0 - 300
			Pannonien bis Karpatien			Kohleführende Süßwasserschichten			
			Öttnangien			Innviertler Serie			
			Eggenburgien			Haller Serie			0 - 800
		OLIGOZÄN	Egerien		Obere Puchkirchener Serie			0 - 1050	
					Untere			0 - 1000	
			Rupelien		Tonmergelstufe Bändermergel Heller Mergelkalk			0 - 550	
			Lattorfien		Fischschiefer			0 - 40	
		MESOZOIKUM	Eozän	Obereozän		Lithothamnienkalk Sandsteinstufe Linnische Serie			0 - 120
Oberkreide	Campan-Turon							0 - 1000	
	Cenoman								
Malm			Karbonatgruppe			0 - 450			
Dogger									
PAL.	Permo-Trias		Terrestrische Abfolge von Perwang			0 - 230			
Kristallin d. Böhmisches Masse			Granite Gneise						

Ölführung
 Gasführung
 Aquifer

Abbildung 6: Stratigraphische Tabelle des Oberösterreichischen Molassebeckens mit Kohlenwasserstoffhorizonten und den wichtigsten Aquiferen (POLESNY, 1983, verändert von GOLDBRUNNER, 1984)

6.1.2. Heilwasser von Bad Weinberg

Die Molasse im Bereich Bad Weinberg enthält Linzer Sande, miozäne Phosphoritsande, darunter Schlier in Form bituminöser Schiefertone und sandige Tonmergel. Die bituminösen Schiefertone sind fossile Faulschlammablagerungen und enthalten unter anderem Fischreste, Phosphoritknollen und Schwefelkies (SCHADLER, 1947 zitiert in ZÖTL & GOLDBRUNNER, 1993). Die organischen Substanzen sind zum einen Teil im Wasser gelöst, zum anderen Teil treten sie aber auch in Form von gut- bis zähflüssigem Bitumen auf. Unmittelbar benachbarte artesische Wässer in Prambachkirchen zeigen keine derartige Mineralisierung (ZÖTL & GOLDBRUNNER, 1993).

6.1.3. Bad Schallerbach

Die Thermalwässer in Bad Schallerbach werden aus den Linzer Sanden gefördert. Die in diesem Bereich artesisch gespannten Wässer der pyritführenden Linzer Sande treten mit 37,4 °C an die Oberfläche. Das lässt darauf schließen, dass Spaltensysteme aus dem kristallinen Untergrund wärmeres Wasser aus größeren Tiefen zuliefern (GATTINGER, 1993).

6.1.4. Bad Hall

Durch zahlreiche Bohrungen der RAG ist der Molasseuntergrund von Bad Hall im Detail bekannt. Die ältesten angebohrten Schichtfolgen sind mariner Dogger und Malm, darauf folgen Schichten der Oberkreide von Cenoman bis Campan. Im Obereozän herrscht laut WAGNER (1980) die Sandsteinfazies vor. Darüber folgen Lattorf-Fischschiefer, Rupel sowie Untere und Obere Puchkirchener Serie. Die beiden Puchkirchener Serien sind kompliziert verschuppt und ziehen mehrere Kilometer unter die Flyschzone hinein. Die Puchkirchener Serie stellt den wichtigsten Speicher des Jodwassers von Bad Hall. Auf die Puchkirchener Serie folgt die Haller Serie, welche im basalen Teil Sande aufweist und in der ansonsten marine Tonmergel dominieren. Die Wässer im Raum Bad Hall werden als jodhaltige Natriumchloridwässer bezeichnet (ZÖTL & GOLDBRUNNER, 1993).

6.2. Hydrogeologie im Eferdinger Becken

In der südlichen und westlichen Umgebung des Eferdinger Beckens befinden sich in den Linzer Sanden artesisch gespannte Grundwasservorkommen. Die Sande sind von den stauenden Tonen des Älteren Schliers überdeckt. Beispiele für Arteser wären etwa die Schwefeltherme Bad Schallerbach, Wallern an der Trattnach oder Leppersdorf bei Scharten.

Derselben Kategorie ist wahrscheinlich auch der Arteser in Winkeln zuzuordnen (siehe Kapitel „Brunnendatentabelle“) (KOHL & KRENMAYR et al., 1979).

6.2.1. Grundwasser

Das geschlossene Grundwasservorkommen des Eferdinger Beckens wird im Westen, Norden und Osten vom Kristallin begrenzt. Das Grundwasser fließt von den Beckenrändern in Richtung Donau, jedoch nicht in diese, sondern in die donauparallelen Entlastungskanäle, welche seit dem Bau des Donaukraftwerkes Ottensheim – Wilhering die Vorfluterfunktion übernommen haben (LOHBERGER, 1984).

Im südlichen Eferdinger Becken erfolgt der Grundwassernachschub hauptsächlich aus dem Aschach- und Innbachtal. Auf die Hänge im Süden und die Schaumburgleiten entfällt nur ein sehr kleiner Teil. Der Grundwasserstrom aus dem Aschachtal erfüllt den Untergrund bis Eferding und fließt dann in die Aschach – Umleitung. Der Strom aus dem Innbachtal erfüllt den Raum zwischen Eferding und dem Kraftwerk Ottensheim – Wilhering, wobei die Aschach-Innbachumleitung den Vorfluter stellt. Nur ein geringer Anteil des Grundwassers fließt direkt ins Unterwasser des Kraftwerkes. Er stammt aus dem südlichen Hinterland aus dem Gebiet des Badlbachs. In der Umgebung von Alkoven fließt das Grundwasser in Richtung NO, mit einem Gefälle von ungefähr 1 ‰ (Abb.7).

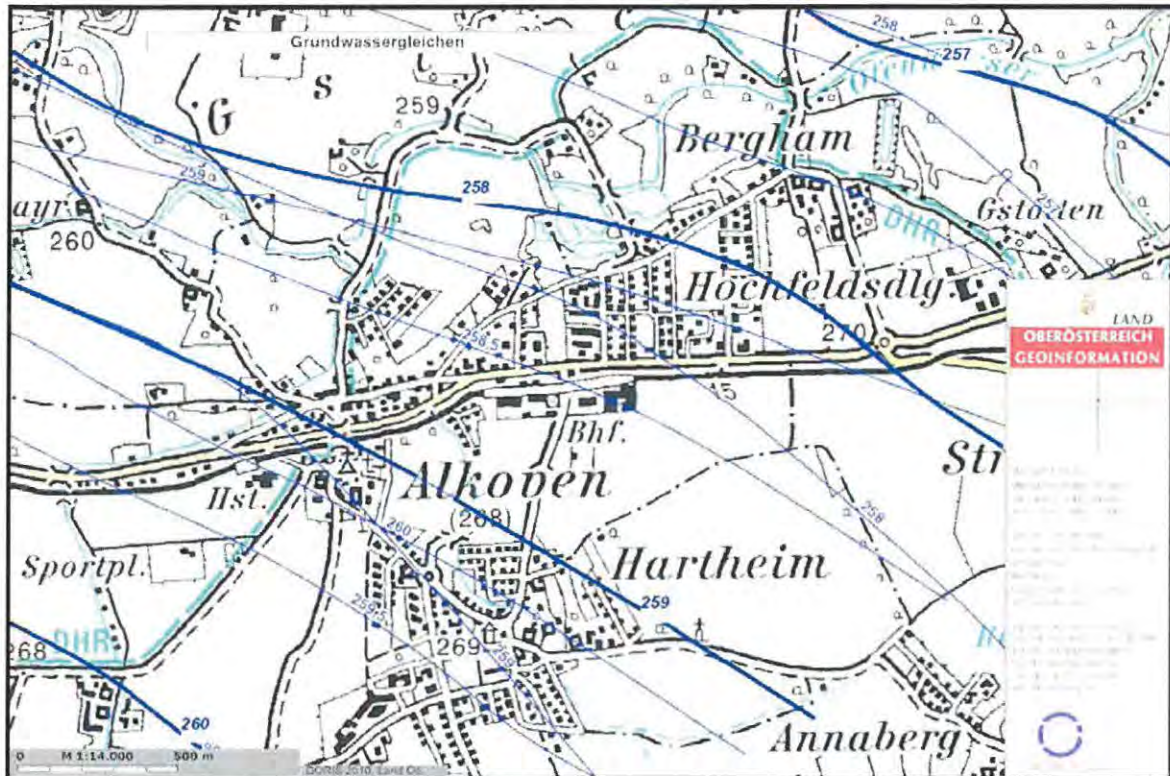


Abbildung 7: Grundwassergleichen in Alkoven und Umgebung (DORIS¹). Die dick hervorgehobenen Grundwassergleichen (m.ü.A.) entsprechen jenen von BREINER (1979). Die übrigen Isohypsen entsprechen Grundwasserspiegellagen bei unterschiedlichen Grundwasserverhältnissen.

Die Grundwassermächtigkeit – Höhendifferenz zwischen Grundwasserspiegel und Grundwasserstauer – ist in Abhängigkeit von den Wasserstandverhältnissen zu betrachten. Bei Niederwasserverhältnissen treten im südlichen Eferdinger Becken bis auf wenige Ausnahmen Grundwassermächtigkeiten zwischen 7 m und 10 m auf. Im Fall von Mittelwasserverhältnissen entstehen im südlichen Eferdinger Becken große zusammenhängende Bereiche, in denen eine Mächtigkeit von ungefähr 10 m erreicht wird (BREINER, 1979). Im Bereich vom Ortszentrum Alkoven, beträgt die Grundwassermächtigkeit bei mittleren Verhältnissen 8,5 m (Abb.8).

¹ Das digitale oberösterreichische Rauminformationssystem (DORIS) bietet einen online - Zugriff auf eine Fülle von geographischen Basisinformationen und Fachdaten. Vergleiche: <http://doris.ooe.gv.at/fachinfo/wasser> [Abfragedatum: 3.Dezember 2011]

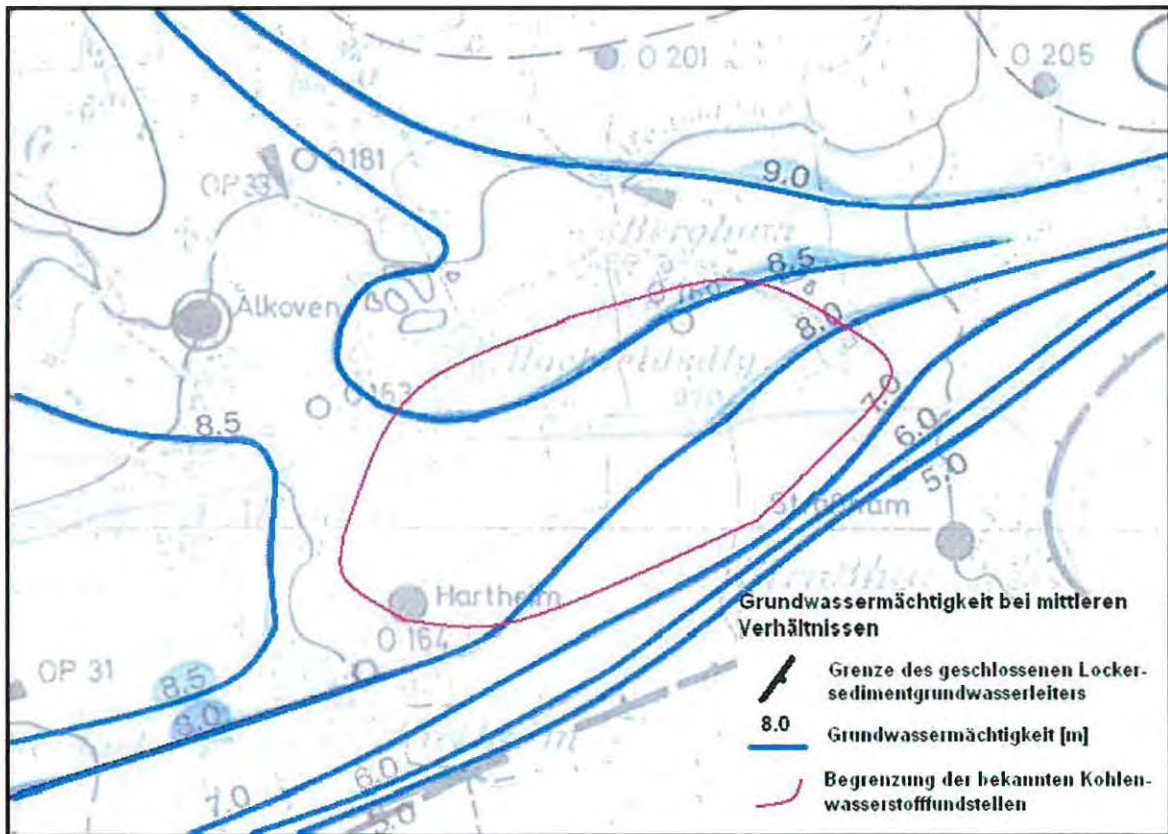


Abbildung 8: Grundwassermächtigkeit bei mittleren Verhältnissen. Das rote Oval markiert das Gebiet der kontaminierten Brunnen (BREINER, 1979, modifiziert).

Seit der Fertigstellung des Kraftwerkes Ottensheim-Wilhering haben sich die Schwankungen der Grundwasserkörperspiegel von ehemals 2 m – 3 m auf unter 1 m deutlich beruhigt. Die absolute Wasserspiegellage nach Errichtung des Kraftwerkes liegt im südlichen Eferdinger Becken etwas tiefer als zuvor. Bei Donauhochwässern bleibt der Grundwasserspiegel konstant, bei kurzfristigen Überflutungen kommt es zu Schwankungen zwischen 20 cm und 50 cm. Bei hohen Niederschlägen oder Schneeschmelze steigt der Grundwasserspiegel an den Beckenrändern an (LOHBERGER, 1984).

Im südlichen Eferdinger Becken beträgt der spezifische Grundwasserdurchsatz bei Niederwasser aus dem Aschachbereich ~150 l/s, aus dem Innbachbereich ~200 l/s und aus dem Bereich des Badlbachs ~ 50 l/s (BREINER, 1979).

Im Ort Alkoven beträgt der spezifische Grundwasserdurchsatz 60 l/s km (Abb.9).

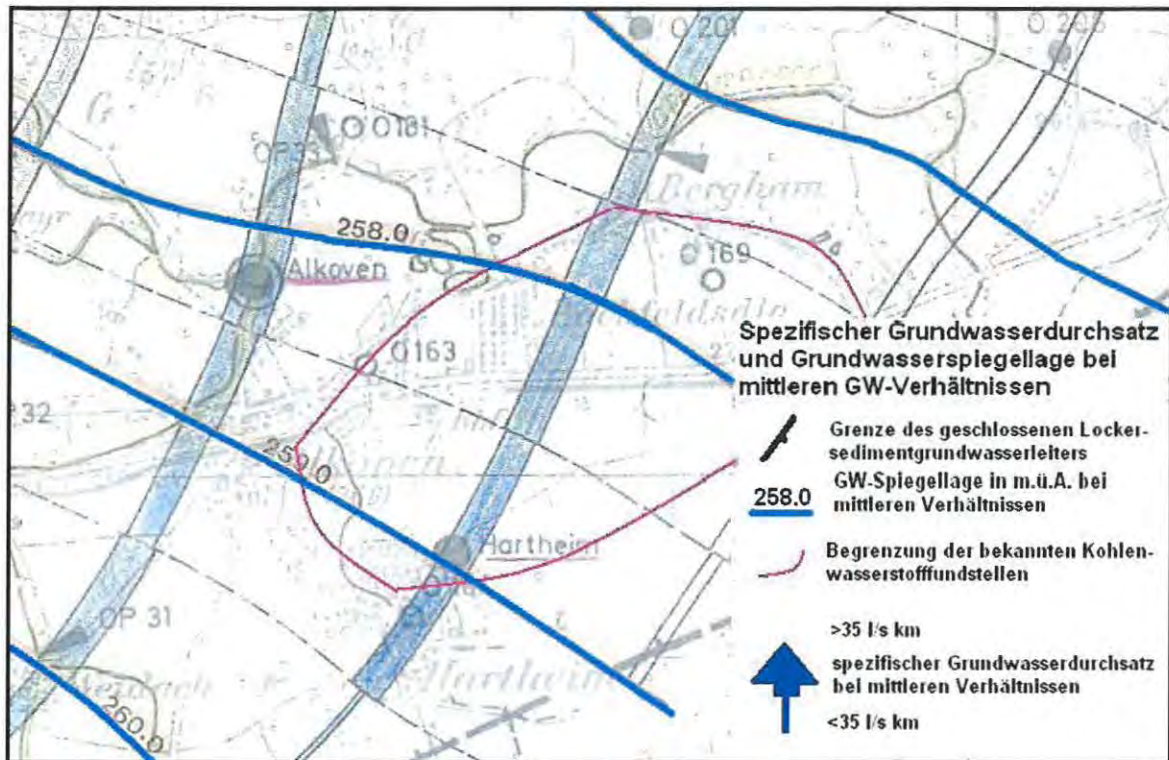


Abbildung 9: Spezifischer Grundwasserdurchsatz & Grundwasserspiegellage bei mittleren Grundwasserverhältnissen. Das rote Oval markiert das Gebiet der kontaminierten Brunnen (BREINER, 1979, modifiziert).

Im Jahr 2010 betrug der Durchschnittliche Abstich des Grundwassers im Eferdinger Becken 423 cm.²

6.2.2. Grundwasserleiter

BREINER (1979) definiert für den Grundwasserleiter folgende Kriterien: Der potente Grundwasserleiter muss aus ausgedehnten und zusammenhängenden Lockersedimentlagen mit einem Durchlässigkeitsbeiwert $k_f > 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ bestehen. Der Grundwasserleiter ist durchschnittlich 10,5 m mächtig und hat einen Schluffgehalt von unter 20 %. Die Unterkante des Grundwasserleiters wurde von BREINER (1979) mit seismischen Messungen unter Zuhilfenahme geoelektrischer Messungen als weitläufig gewellte Fläche bestimmt.

Die mittlere Durchlässigkeit im Grundwasserleiter beträgt 3,8 mm/s, schwankt jedoch in einem Bereich von 2 mm/s bis 6 mm/s. Im Bereich der Kontamination in Alkoven beträgt die mittlere Durchlässigkeit 5 – 6 mm/s (Abb.10).

² Hydrographischer Dienst des Landes Oberösterreich: <http://www2.land-oberoesterreich.gv.at/internethydro/Monat/InternetHydroMonatDetail.jsp?lfdnr=224&newParm=J>, [Abfragedatum 3.Dezember 2011]

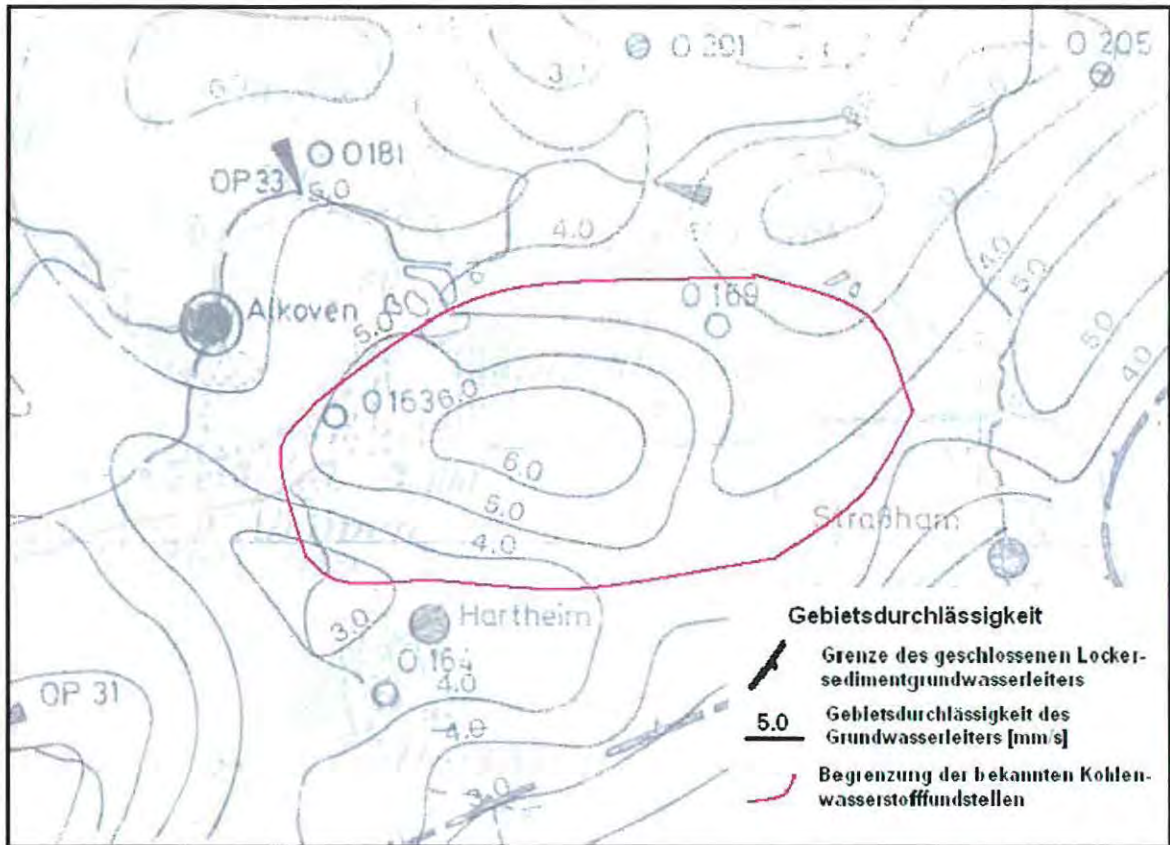


Abbildung 10: Gebietsdurchlässigkeit des Grundwasserleiters in der Umgebung Alkoven. Die Durchlässigkeit im Bereich der Kontamination beträgt 5 – 6 mm/s. Das rote Oval markiert das Gebiet der kontaminierten Brunnen (BREINER, 1979, modifiziert).

Der Grundwasserleiter keilt an den Beckenrändern aus und der Grundwasserspiegel stellt sich auf das Niveau des relativen Grundwasserstauer ein. Der Übergang vom Grundwasserleiter zum Grundwasserstauer verläuft fließend.

6.2.3. Grundwasserstauer

Der relative Grundwasserstauer besteht aus tonigen, siltig bis feinsandigen Molassesedimenten (Älterer Schlier) mit einem $k_f < 1.0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$, welche meist von einer schluffreichen Schicht überdeckt sind (BREINER, 1979). Der Ältere Schlier hat einen hohen Montmorillonitgehalt und ist daher anfällig für Massenbewegungen. Er enthält oft einen hohen Anteil fein verteilter organischer Substanz. Der Karbonatgehalt liegt bei ca. 10 %, der Tonmineralanteil bei ca. 60 %, manchmal bis zu 2 % Pyrit. Es existieren zahlreiche Makrofossilien verschiedener Gruppen, wie z.B. verschiedene Blätter, Fische, Bivalven, Koprolithen, Glasschwämme und natürlich Foraminiferen. KRENMAYR & ROETZEL (1996) interpretieren daraus, dass zur Zeit der Ablagerung des Älteren Schlier die westliche Paratethys mit dem oberösterreichischen Molassemeer nicht verbunden war. Dadurch sei die

Zirkulation des Meerwassers eingeschränkt gewesen, sodass es zur Ausbildung ruhiger und sauerstoffarmer Beckenbereiche, auch in der Nähe des Festlandes (Blätter) kommen konnte.

In seltenen Fällen stellt das kristalline Grundgebirge die stauende Schicht dar. Auch die Linzer Sande können am Rand zum Kristallin auf Grund ihrer deutlich geringeren Permeabilität im Vergleich zum Quartär den relativen Grundwasserstauer bilden. Der Grundwasserstauer im Eferdinger Becken zeigt ein Gefälle von Norden und Süden zur Donau hin, überlagert mit einem West – Ost – Gefälle (Abb.11).

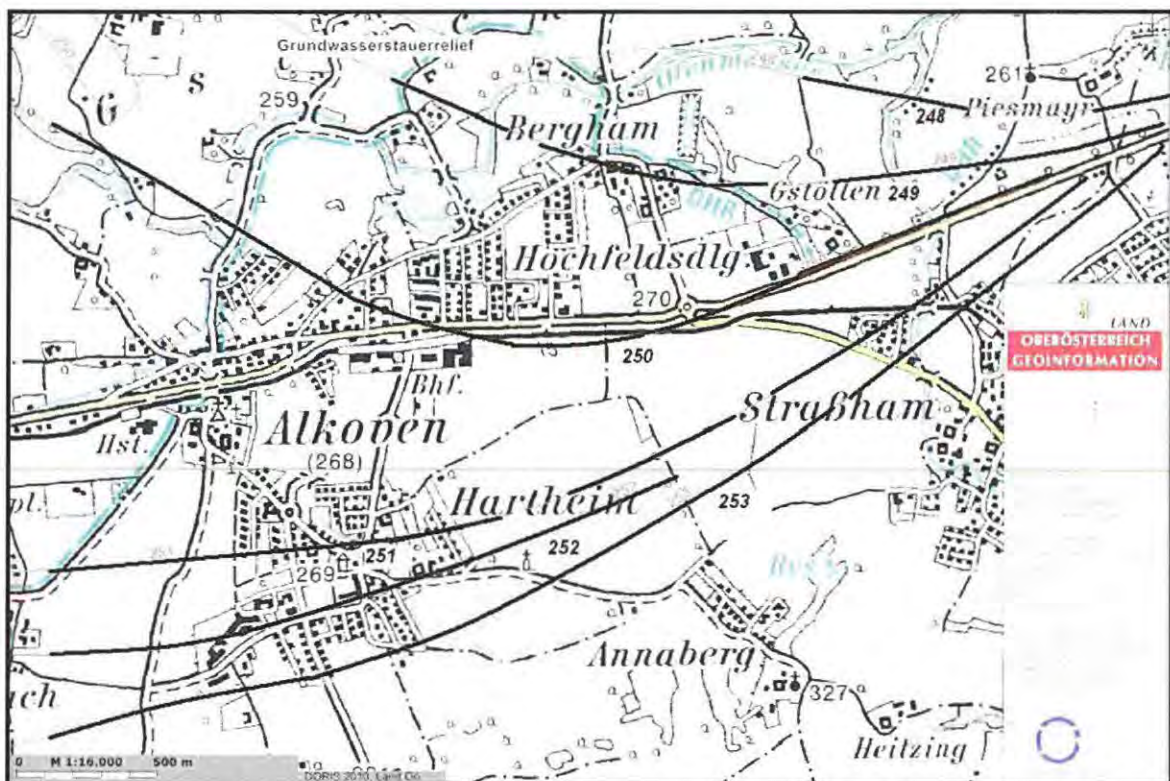


Abbildung 11: Grundwasserstauerrelief in der Umgebung von Alkoven. Der Stauer fällt in Richtung N zur Donau hin ab (Karte aus DORIS, modifiziert)

6.2.4. Vorfluter

Tritt der Vorfluter in ein Becken ein, vermindert sich das Gefälle und die Fließgeschwindigkeit wird herabgesetzt. Dadurch kommt es zur Ablagerung von Schottern und einem Mäandrieren des Flusses.

Die Donau

Im späten Miozän (vor ca. 10 Mio. Jahren) floss das erste Mal ein Fluss von Krems Richtung Wiener Becken, die Paläo-Donau. Ab diesem Zeitpunkt konnte sie ihr Einzugsgebiet ständig Richtung Westen erweitern. Mit dem Absinken der Schwelle östlich von Amstetten vor ca. 8 bis 9 Mio. Jahren war eine weitere hinderliche Wasserscheide beseitigt. Durch die Hebung

des Molassegebietes im Westen änderten die Zuflüsse der Paläo-Rhône ihre Richtung und entwässerten nun in die Donau. Die Zuflüsse waren die Vorläufer von Ybbs, Enns und Traun, welche sich als „braided river systems“ ihren Weg durch das Molassebecken suchten. Vor 6 Mio. Jahren entwässerten auch die Salzach und der Inn in die Paläo-Donau. Es begannen sich nun verstärkt Täler herauszubilden. Vor 4 Mio. Jahren erreichte die Donau mit den Zuflüssen Aare und Alpenrhein ihr größtes Einzugsgebiet (BLÜHBERGER, 1996).

Der Hauptvorfluter im Eferdinger Becken ist die Donau. Sie durchbricht bei Aschach und Wilhering das Kristallin der Böhmisches Masse und entwässert das nördliche und das südliche Eferdinger Becken. Die Donau änderte im Eferdinger Becken mehrfach ihren Lauf. So führte zur Römerzeit noch ein Hauptarm der Donau an der Altstadt von Eferding vorbei (BLÜHBERGER, 1996).

Prinzipiell besteht zwischen der Donau und dem Grundwasserkörper ein hydraulischer Kontakt, über den Uferfiltrat ins Grundwasser eingespeist wird. Seit der Fertigstellung des Donaukraftwerkes Ottensheim – Wilhering im Jahr 1974 fließen Aschach und Innbach über weite Strecken entlang der Donau in einem Hochwasserentlastungsgerinne, welches durch eine technische Abdichtung von der Donau getrennt ist. Dieses Gerinne wird deshalb benötigt, weil durch die Rückstauung der Donau der ursprüngliche Flussverlauf nicht mehr erhalten werden kann.

6.2.5. Zubringer

Donauzubringer im südlichen Eferdinger Becken sind Aschach und Aschacharm, Innbach und Planbach. Diese entspringen im Inn- und Hausruckviertler Hügelland und mäandrieren durch das Eferdinger Becken. Bis auf die Aschach werden diese Bäche an der Grenze Niederterrasse – oberen Hochflutniveau nach Osten verschleppt. Die Ursache dafür liegt in den Geröllablagerungen des Hauptflusses, der Donau, welche den Nebenflüssen den Zufluss versperren. Diese fließen so lange parallel zur Donau, bis sie auf eine Schwachstelle in den Uferwällen stoßen. Die Aschach entspringt in der Nähe von Neumarkt am Hausruck. Sie musste sich ihren Weg zur Donau durch ein Gebiet bahnen, welches höher als ihr Ursprungsgebiet lag. Dort fehlen die Terrassen, da es an Engstellen immer zu einer stärkeren Strömung kommt, welche die Ablagerung von Schottern verhindert (BLÜHBERGER, 1996).

Rechtsseitig der Donau befindet sich die Traun – Enns – Platte. Die Traun entwässerte die Gletscher vom Irrsee bis zum Kremstal, die Enns bezog ihr Wasser durch die Steyr und von den Gletschern des Toten Gebirges bis zum Hochschwab. Diese Gletscherflüsse schütteten

anschließende an die Endmoränen, großflächig Schotter. Es kam zu einer Reliefumkehr. Die Schotterflächen verdrängten die Flüsse an den Randbereich.

6.2.6. Au

In den Aubereichen finden sich zahlreiche Stillgewässer (Altarme, Tümpel) und auch ehemalige Schottergruben, welche nun als Fischtümpel oder Naherholungsgebiete genutzt werden.

7. Erdöl in Oberösterreich

Vom ersten kleinen Gasfeld in Wels, welches 1891 durch Zufall entdeckt wurde, bis heute wurden in der gesamten österreichischen Molassezone 100 Erdöl- und Erdgasfelder gefunden, von denen 93 westlich der Böhmisches Masse in Oberösterreich und Salzburg liegen. Dort kommen zwei verschiedene Generationen von Lagerstätten vor. Einerseits die thermischen Öl- und Gaslagerstätten in der Paläogenbasis und der mesozoischen Plattform und andererseits die biogenen Erdgaslagerstätten des Oligozäns und Miozäns. Diese beiden Lagerstättentypen trennt ein mehrere hundert Meter mächtiger Tonmergel.

7.1. Muttergesteine

Gesteine, in denen – unter Zeit, Druck und Temperatur – aus organischem Material Öl oder Gas generiert werden können, müssen gewisse Voraussetzungen erfüllen. Als erstes muss im Ablagerungsraum des Sedimentes eine Oxidation des organischen Materials verhindert werden. Dies geschieht zum Beispiel durch ein reduzierendes Milieu. Weiters muss der Gehalt an TOC ausreichen, um überhaupt nennenswerte Mengen an Kohlenwasserstoffen generieren zu können. Ein weiteres Kriterium ist die Qualität des organischen Materials. Ob ein Gestein „oilprone“ bzw. „gasprone“ genannt werden kann, hängt vom Kerogentyp³ ab (LADWEIN & SCHMIDT, 1993).

In der Oberösterreichischen Molassezone und ihrem präpaläogenen Sedimenten kommen folgende Gesteine als Muttergesteine in Frage:

Die Gesteine des **Eozäns** sind bis zu 140 m mächtig, wovon aber der größte Teil Lithothamnienkalk ist, der als Muttergestein unergiebig ist. Die verbleibenden 0 m – 40 m Limnische Serie und Cerithienschichten, enthalten unter anderem Fluss- und Küstensande, aber auch Kohlenflöze und kohlige Tone, mit 2 % – 6 % organischem Kohlenstoff. Da die

³ Kerogentypen: Das Kerogen wird abhängig vom organischem Ausgangsmaterial in vier Typen unterteilt. Das Kerogen mit der höchsten Qualität für die Ölbildung ist der Kerogentyp 1. Kerogentypen 2 und 3 bilden eher Gas, während dem Kerogentyp 4 keinerlei Potential zu Kohlenwasserstoffbildung hat.

Reifegrenze im Alpenvorland nicht erreicht wird, wird angenommen, dass diese Schichten bis weit unter den Alpenkörper hineinziehen, wo sie aufgrund höherer Temperatur und höheren Druckes die nötige Reife zur Bildung von Kohlenwasserstoffen erreichen. Das Eozän kann jedoch nicht als Hauptlieferant des Molasseöls angesehen werden, da es zu wenig weit verbreitet ist, um die vorhandenen Kohlenwasserstoffmengen produziert zu haben (MALZER et al., 1993).

Andere und durchaus wichtigere Muttergestein sind die Gesteine des **Oligozäns**. Diese Sedimente sind 36 bis 32 Millionen Jahre alt und bestehen aus den Schichtgliedern Fischechiefer (Schöneck Formation), Heller Mergelkalk (Dynow Mergel) und Bändermergel (Eggerding Formation). Ebenso wie das Eozän erreichen diese Gesteine, allen voran der Fischechiefer erst tief unter den Alpen die nötige Reife und geben erhebliche Mengen des heute geförderten Molasseöls ab (MALZER et al., 1993). Das Vorhandensein der oligozänen Gesteine in tieferen Beckenteilen ist durch die Bohrungen *Grünau 1* und *Molln 1d* gesichert.

Die TOC Gehalte in der **Schöneck Formation** nehmen von unten nach oben, von ungefähr 2,3 % TOC auf zirka 5 % TOC zu (SCHULZ et al., 2002). Die TOC Gehalte variieren jedoch auch hinsichtlich ihres Ablagerungsbereiches. Die Reife nimmt vom Alpenvorland bis unter den Alpenkörper stetig zu. GRATZER et al. (2008, 2011) nehmen auf Grund geochemischer Vergleiche mittels Biomarker- und Isotopenuntersuchungen an, dass die Schöneck Formation einen Großteil des heute im Vorland geförderten Öls abgegeben hat.

Der obere Teil der **Eggerding Formation** sowie die Übergangszone zur Zupfing Formation haben gute Muttergesteinseigenschaften. Analysedaten zeigen, dass diese bei der Generierung des Molasseöls einen signifikanten Beitrag leisten.

Der untere Teil der Eggerding Formation hat einen TOC von 1,9 % bis 6 % und weist somit sehr gute Muttergesteinseigenschaften für Öl auf. Aus diesem, und aus dem **Dynow Mergel** wird aber nur einen kleinen Anteil des Molasseöls generiert (SACHSENHOFER et al., 2010).

Aus der **Puchkirchener** und **Haller Serie** wird biogenes Gas gefördert, das durch bakterielle Aktivität entstanden ist. Es herrscht Methan vor (MALZER et al., 1993).

7.2. Speichergesteine

In der Molassezone treten vorwiegend terrestrische Sedimente als Speichergesteine auf. Nur sehr untergeordnet finden sich auch marine Speichersedimente. Die bedeutendsten Speicher befinden sich in Obereozänen Sandsteinen. Die zweit wichtigsten Speichergesteine befinden

sich in den Schichten des Cenomans. Weitere Speichergesteine sind jurassische Karbonate und Basissandsteine (POLESNY, 1983).

Mögliche **prä – jurassische** Speichergesteine wären jungpläozoische Sandsteine, welche in bei der Bohrung Perwang in Oberösterreich angetroffen wurden. Ihre Ausbreitung ist jedoch unbekannt. In Oberösterreich liegt der **Dogger** direkt auf der Böhmischen Masse auf. Aus dem Dogger – Sandstein wird in zwei Ölfeldern Öl gefördert. Die Porosität in diesen Lagerstätten beträgt 15 % und die Permeabilität 50 – 200 mD. In den Kreideablagerungen des Molasseuntergrundes kommen als Speichergesteine der **Cenoman** Sandstein, der **Unterturon**-Glaukonit-Sandstein, der **Oberturon**-Sandstein und der **Campan**-Sandstein in Frage.

In den Molassesedimenten besitzen die Sandsteine des **Obereozäns** relativ gute Reservoirqualitäten. Es handelt sich dabei um zum Teil grobkiesige Flussande, aber auch um Wattablagerungen und Küstensande. Die Porosität wechselt zwischen 12 % und 25 %, die Durchlässigkeit schwankt in einem Bereich von wenigen mD bis zu 2000 mD. Im Durchschnitt liegt die Mächtigkeit bei 10 m – 15 m. Als Liefergebiet kommt nur die Böhmische Masse in Frage. Ein weiteres Speichergestein bilden dünne Sandsteinlagen im **Lattorf** und **Rupel**.

Die Gesteine der **Oberen** und **Unteren Puchkirchener Serie** und der **Haller Serie** sind unregelmäßige Konglomeratmassen und Sandsteinlagen. Diese Grobschüttungen sind durch Tonmergel getrennt. Die Puchkirchener Serie erreicht eine Mächtigkeit von bis zu 1000 m, allerdings nur am südlichen Molasserand. Nach Norden hin keilt die Abfolge aus. Nur ein Viertel aller Sandsteinabfolgen sind porös, die Durchlässigkeit übersteigt selten 100 mD.

In der Haller Serie befinden sich die jüngsten, produktiven Speichergesteine der Molasse in Oberösterreich. Die Porosität beträgt durchschnittlich 22 % mit einer Durchlässigkeit von einigen hundert mD. In der Haller Serie treten viele, geringmächtige Sandsteinlagen auf. Sie sind von großer Bedeutung für die Gasförderung (MALZER et al., 1993).

7.3. Migration

Mutter – und Speichergesteine haben verschiedene Alter. Speichergesteine können sowohl jünger, als auch älter sein als die dazugehörigen Muttergesteine. Weiters treten Kohlenwasserstoffe oft in Gebiet auf, wo sich keine Muttergesteine in der Nähe befinden. Daraus folgt, dass sich die Kohlenwasserstoffe über weite Distanzen bewegen – migrieren – können.

Die Situation in der Molassezone stellt sich wie folgt dar. Fast alle Ölvorkommen liegen außerhalb der Reifezone, die nördlichste befindet sich 50 km von der Reifegrenze entfernt (Abb.13). Das thermisch entstandene Öl muss jedoch südlich der Reifegrenze entstanden sein. Als Muttergestein wird der Fischechiefer angenommen. Die Speichergesteine (Eozän) sind jedoch älter. Da Öl wegen seines geringeren spezifischen Gewichtes nur aufwärts migrieren kann, muss es sich entlang nach Süden gerichteter Brüche ausgebreitet haben. In Abbildung 12 ist dargestellt, wie das Erdöl aus dem stratigraphisch jüngeren Muttergestein in das stratigraphisch ältere Speichergestein migriert. Das Öl wandert weiter, den Sande des Eozäns folgend Richtung Norden, und benutzt wiederholt nach Süden gerichtete Brüche. Trifft es jedoch auf einen nach Norden gerichteten Bruch, so ist der Speicher oft gegen dichte Tonmergel des Rupel versetzt und das Öl beginnt sich zu sammeln. Fast alle Lagerstätten der Molassezone befinden sich entlang solcher nach Norden gerichteten Bruchsysteme (MALZER et al., 1993).

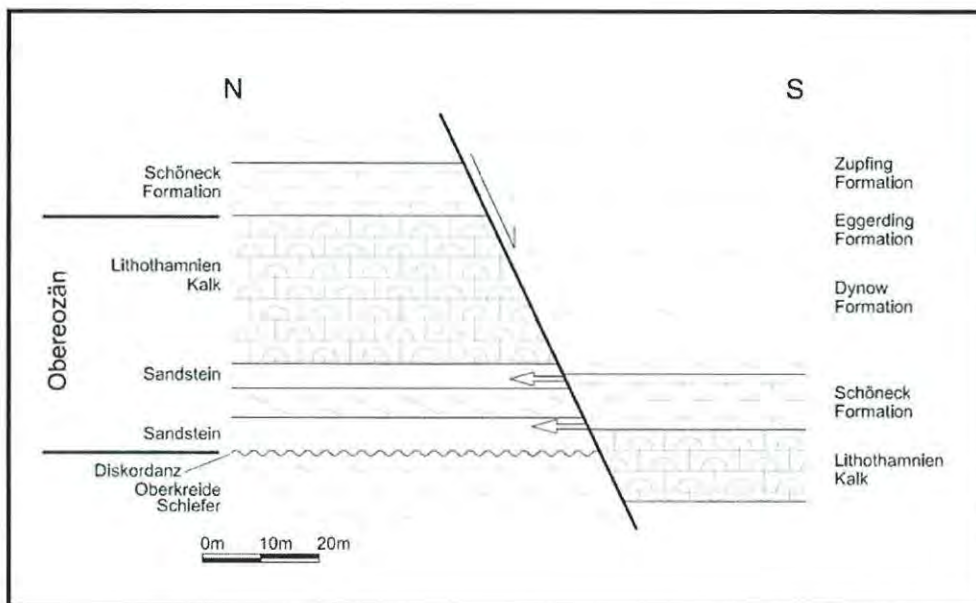


Abbildung 12: Schema einer Migrationsbrücke von jüngeren Mutter- in älteres Speichergestein: Ein Absinken des Lattorf– Fischechiefers um ca. 35 m an einer synthetischen Verwerfung erlaubt den Übertritt von im Fischechiefer gebildetem Öl oder Gas in den geologisch älteren Eozänsandstein (MALZER et al., 1993, modifiziert von SCHMID et al., 2010).

Karte des Molasseuntergrundes mit Erdöllagerstätten und Ölaustritten

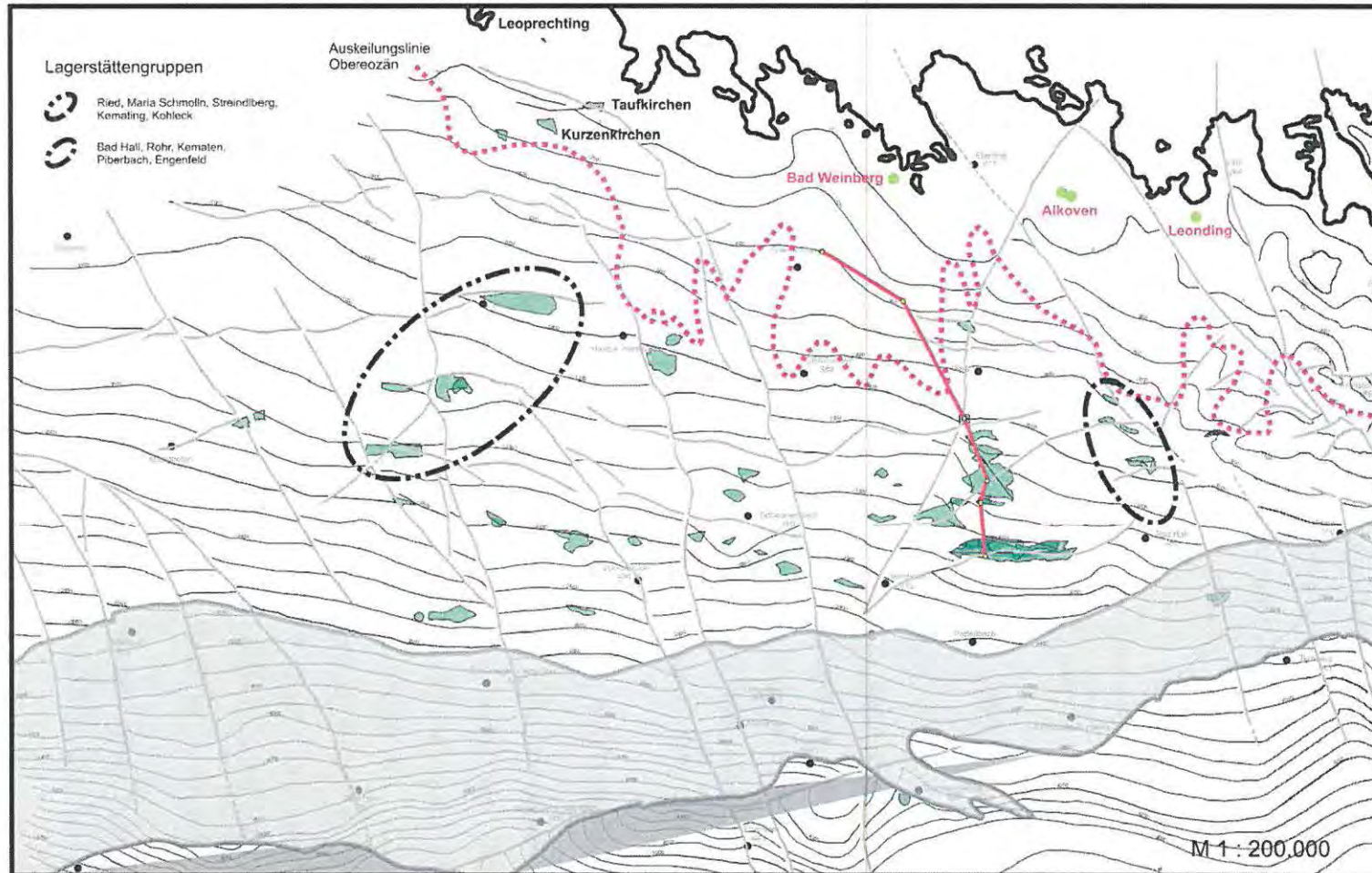


Abbildung 13: Karte des Molasseuntergrundes mit Erdöllagerstätten und Ölaustritten. Die Karte zeigt die NS streichenden Brüche im kristallinen Untergrund, die OW streichenden Brüche im Molassebecken, die Lage der Erdöllagerstätten (grün), die Lage des Profils (Abb.14) und die Auskeilungslinie des Obereozän. (Thermal - wasservorkommen im niederbayrisch - oberösterreichischen Molassebecken, 1999)

8. Natürliche Kohlenwasserstoffaustritte

Die Lagerstätten, die bis heute erhalten geblieben sind, stellen eine Ausnahme dar. Da die meisten Kohlenwasserstofflagerstätten in direktem Zusammenhang mit aktiver Tektonik stehen, ist die Wahrscheinlichkeit der Erhaltung gering. Erdbeben, Gebirgsbewegungen, Senkungen und Hebungen können die Lagerstätten zerreißen und die Kohlenwasserstoffe können bis an die Oberfläche aufsteigen. Allein heute sind mehr als 1000 Stellen bekannt, an denen es zu einem Austritt von Erdöl, Erdgas, Asphalt oder Formationswässern kommt. In der Folge werden die verschiedenen Austritte näher erläutert. Im englischen Sprachraum werden diese Austritte „seeps“ genannt. Zu Beginn der Kohlenwasserstoffprospektion waren „seeps“ die einzigen Hinweise darauf, dass sich in der Tiefe weitere, womöglich noch intakte Lagerstätten befinden konnten. Werden die Kohlenwasserstoffe von Blitzen oder Menschen in Brand gesetzt, können „Ewige Feuer“ entstehen (BRIX, F., 1993).

8.1. Gasaustritte

Es wird zwischen starken und schwachen Gasaustritten unterschieden. Bei starken Gasaustritten handelt es sich meist um reines Methan, mit dem oft Feinsand, Wasser, Schlamm und Öl zutage gefördert werden. Solche Austritte werden auch „Schlammvulkane“ genannt. Die Bekanntesten befinden sich heute in Rumänien, Aserbaidschan, Nordpersien und den USA. Schwache Gasaustritte werden meist nur dann erkannt, wenn sie von Wasser bedeckt sind oder das stark riechende Gas H_2S mitgefördert wird (BRIX, 1993).

8.2. Ölauftritte

Bei Ölauftritten wird zwischen Leichtölauftritten und Schwerölauftritten unterschieden. Leichtöle bestehen vor allem aus Paraffin Kohlenwasserstoffen ($\rho < 0,9 \text{ g/cm}^3$) und können in verschiedenen großen Fördermengen – von einigen Tröpfchen bis zu mehreren hundert Litern – austreten. Auf Wasseroberflächen bilden sie regenbogenfarbige Schlieren. Weiters fallen Leichtölauftritte durch ihren Benzingeruch auf. Leichtöle verdunsten an der Oberfläche rasch und lassen nur wenige Rückstände zurück. Der bekannteste „seep“ befindet sich in Salt Creek, Wyoming, wo 500 l Öl pro Tag austreten. Weitere Beispiele für „seeps“ befinden sich in Oberbayern, dem toskanischen Apennin und Südpersien.

Schweröle bestehen aus langen Kohlenwasserstoffketten, sind sehr viskos und dunkel gefärbt ($\rho > 0,9 \text{ g/cm}^3$). Das bekannteste Schwerölvorkommen an der Oberfläche befindet sich am Athabasca – River in Alberta, Kanada. Das Schweröl befindet sich dort in Sandsteinen, die

abgebaut werden und aus denen pro Tonne, 60– 100 Liter Öl gewonnen werden können (BRIX, 1993).

In Oberösterreich befinden sich nur kleine, unwirtschaftliche Schwerölvorkommen am Rande der Molassezone, wie zum Beispiel das Schwerölvorkommen in Leoprechting aus dem bis 1952, aus 124 Sonden, 4311 Tonnen Rohöl gefördert worden sind (NACHTMANN, 2003).

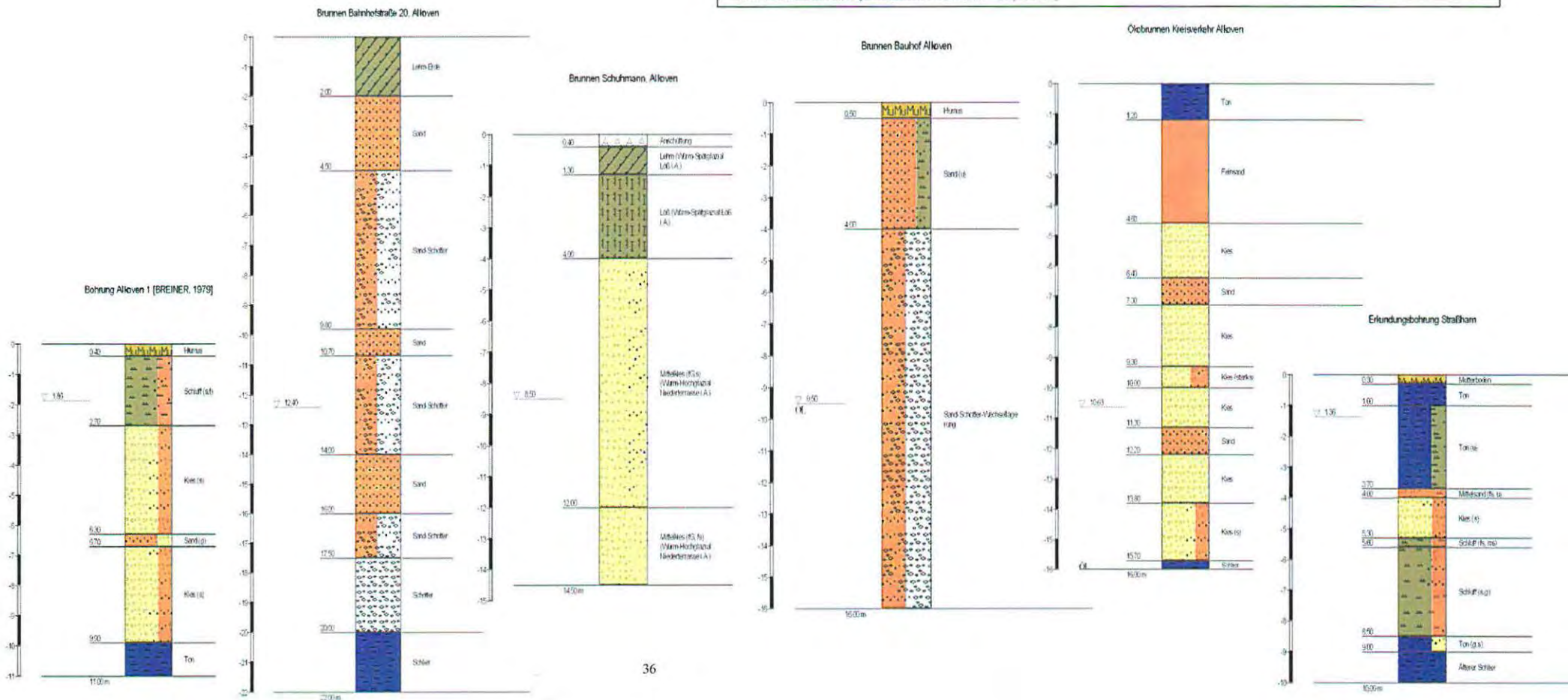
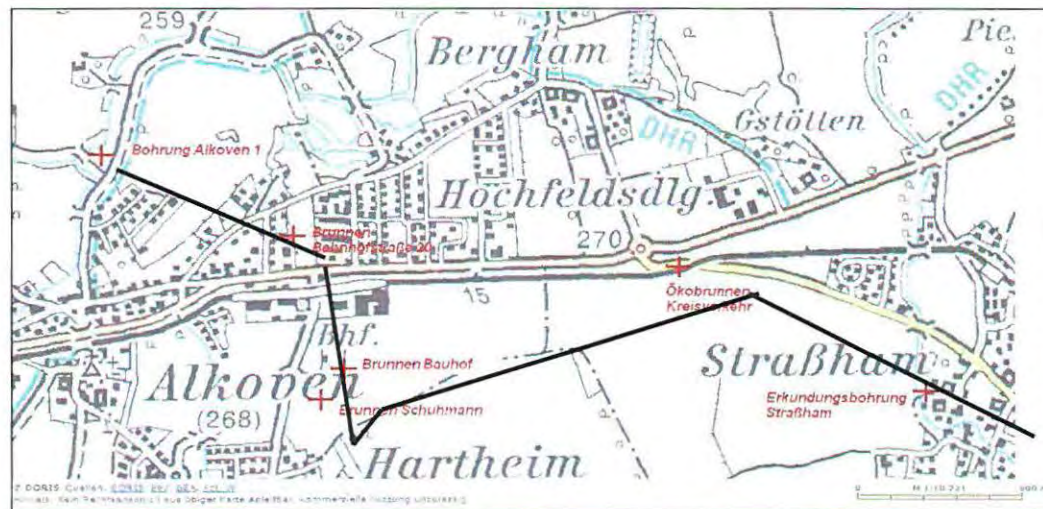
8. Natürlicher Kohlenwasserstoff Austritt Alkoven

9.1. Zum Untergrund in Alkoven

Zum Untergrund des Eferdinger Beckens im Raum Alkoven liegen folgende Befunde vor: BREINER (1979) erstellte für das südliche Eferdinger Becken einen Lageplan der Oberfläche des relativen Grundwasserstauers. Für den Grundwasserstauer nahm er einen k_f -Wert $< 1\text{mm/s}$ an. Das muss nicht immer dem Älteren Schlier entsprechen. LOHBERGER & THÜRRIEDL (1998) interpretieren die Grundwasserstauerreliefkarte von BREINER (1979) als Schlierrelief und fügen dieser die Grundwasserstände bei. Von BREINER (1979) gibt es weiters Karten, welche die Gebietsdurchlässigkeit, die Grundwassermächtigkeit bei Hoch-, Mittel- und Niederwasserstand, die Grundwasserspiegellage sowie den Spezifischen Grundwasserdurchsatz zeigen.

9.1.1. Darstellung der Profile im Raum Alkoven

Sechs Bohrprofile geben Aufschluss über den Untergrund im südlichen Eferdinger Becken. Der Abstand zwischen den Profilen entspricht dem wahren Abstand. Die Profile wurden mit „GeoLogic Profil Tec 6.6“ erstellt. Das Datum ist der Grundwasserspiegel, der von der Bohrung Alkoven 1 bis zur Erkundungsbohrung Straßham ca. 1 m fällt. Vier der Bohrungen erreichen den Grundwasserstauer (Älteren Schlier). Bei zwei der Bohrungen wurde Erdöl angetroffen.



9.2. Bisherige Fundstellen von oberflächennahen Ölen in Alkoven

Der Ölaustritt im Bereich Alkoven, Bergham, Straßham und Hartheim ist laut mündlicher Überlieferung seit mehr als 60 Jahren bekannt. Der Ölaustritt stellt aus wasserwirtschaftlicher Sicht eine massive Kontamination des obersten Grundwasserleiters dar. Sachverständige des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung stellten in diesem Gebiet eine auf dem Grundwasser schwimmende, ~10 cm mächtige Ölschicht fest. SCHMID & GRATZER (2010) berechneten unter der Annahme einer Porosität des Grundwasserleiters von 20 % und einer Mächtigkeit der Ölschicht von 10 cm, das Volumen des Öles, welches sich zwischen vier fix kontaminierten Brunnen in Alkoven befindet, auf 16.000 m³. Das Volumen könnte jedoch auf Grundlage der in dieser Arbeit vorliegenden neuen Fundstellen neu berechnet werden.

Aus der Literatur (MALZER et al., 1993) geht hervor, dass im Gebiet Alkoven in folgendem Brunnen Erdöl angetroffen wurde:

- **Erdbeerlandbrunnen**⁴: Der Bauer Minichmayr weist in einem Brief an die ÖMV-AG auf eine am Grundwasser schwimmenden Ölschicht bei der Bohrung eines Feldbrunnens in Bergham bei Alkoven mit einer Mächtigkeit von 10 cm bis 15 cm hin (Abb.15).

⁴ Referenznummer 54 in Brunnentabelle

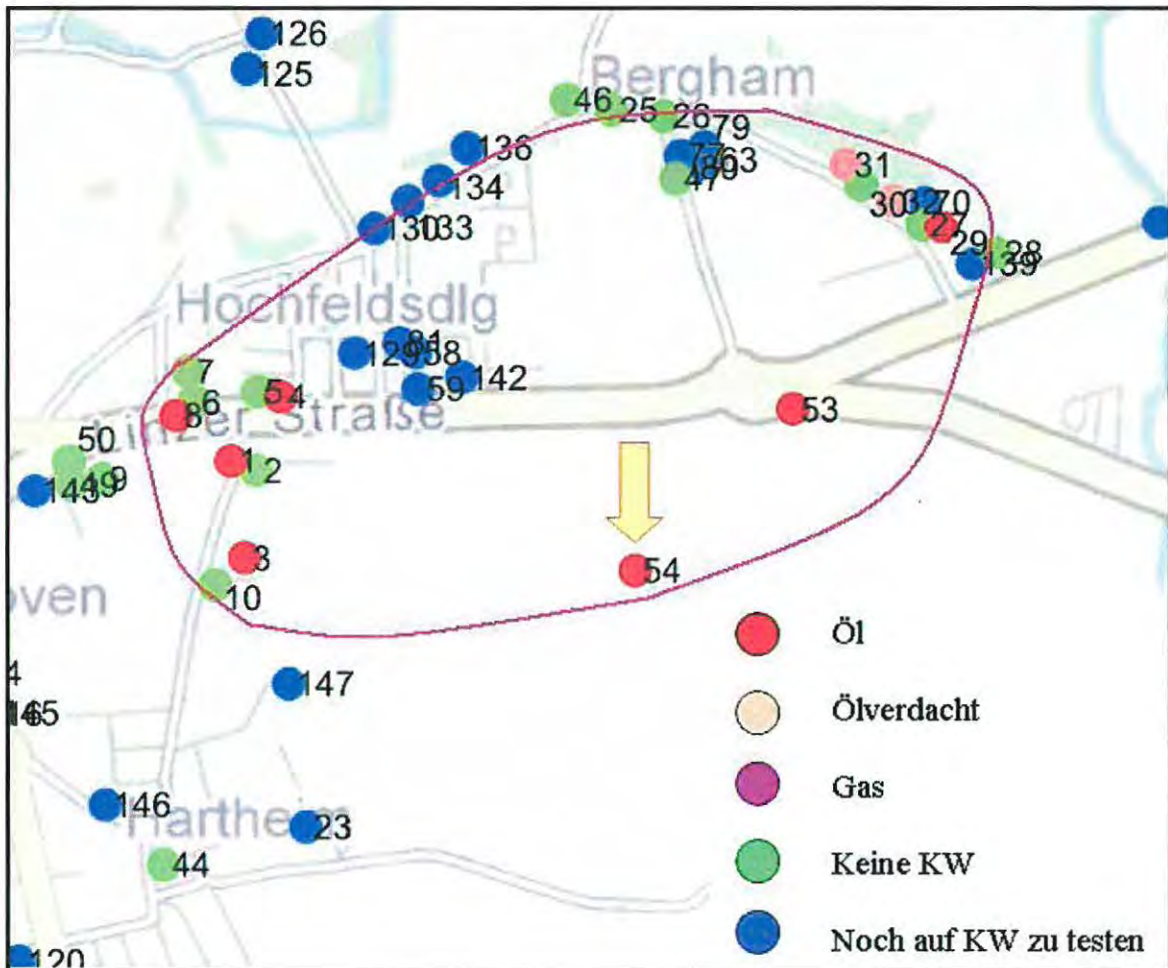


Abbildung 14: Lage des Erdbeerlandbrunnens

In folgenden weiteren Brunnen wurden von Sachverständigen des Landes Oberösterreich Erdölkontaminationen festgestellt:

- **Brunnen Bauhof Alkoven⁵:** Bei dem Bau einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe beim neuen Bauhof der Gemeinde Alkoven im Jahr 2008 wurde ab einer Tiefe von 9,50 m Öl an der Wasseroberfläche angetroffen (Abb.16). Bei einer Schöpfprobe wurde der Kohlenwasserstoffgehalt mit 22 mg/l gemessen. Der Brunnen ist 16 m tief. Der Grundwasserspiegel befindet sich bei 10 m unter Geländeoberkante. Die Grundwassermächtigkeit beträgt 8 m. Der Grundwasserspiegel schwankt je nach HGW und NGW um 2m. Das Grundwasser fließt in nordöstliche Richtung. Die Grundwasserfließgeschwindigkeit beträgt 1,5 bis 2,0 m/d mit einem Gefälle von 1 ‰. Der Brunnen ist wie folgt ausgebaut:
 - 0 m bis 7 m Mantelrohre

⁵ Referenznummer 3 in Brunnentabelle

- 7 m bis 16 m Filterrohre

Derzeit wird der Brunnen als Sickerschacht verwendet. Rund 300 m nördlich dieses Brunnens befindet sich die Trinkwasserversorgungsanlage der Wasser Gemeinschaft Hochfeld, welche 50m³ pro Tag schüttet.

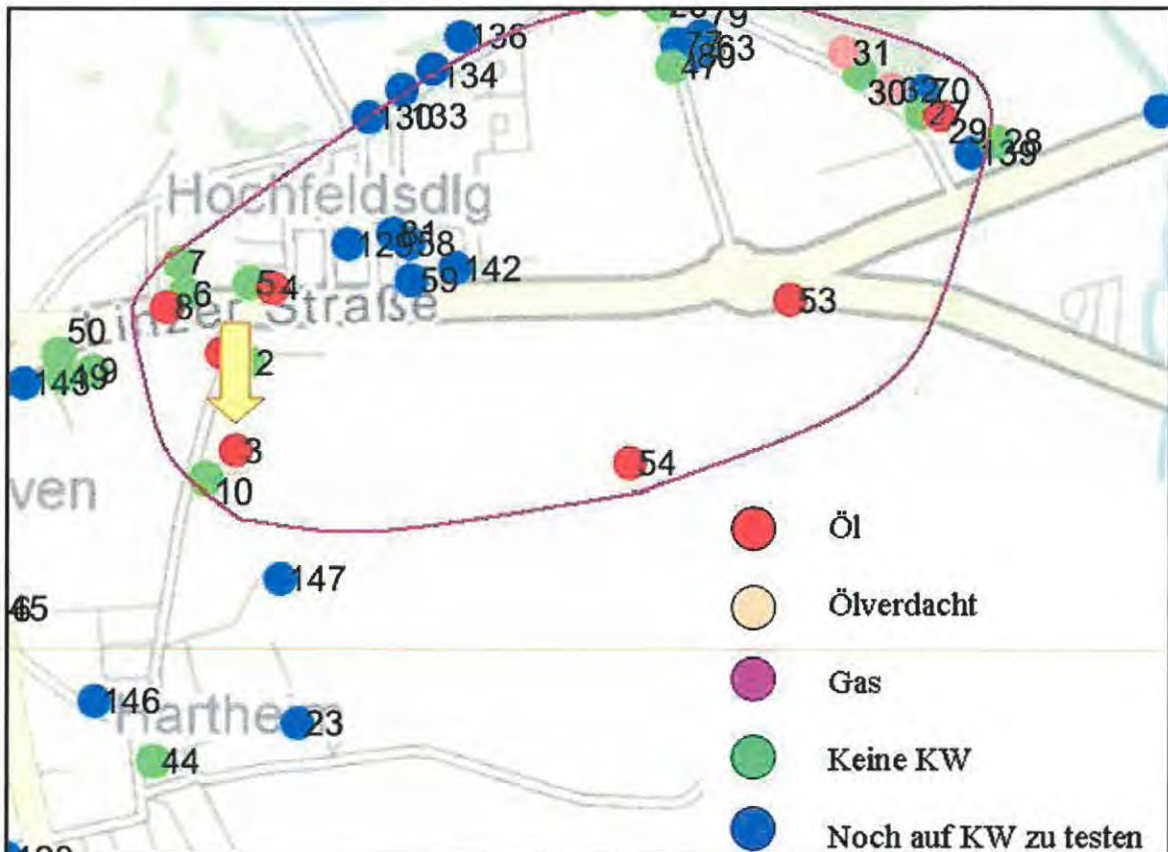


Abbildung 15: Lage des Bauhofbrunnens

- **Brunnen Lagerhaus Alkoven⁶**: Der mindestens 13 m tiefe Schachtbrunnen mit einem Durchmesser von 1,5 m wurde 1942 von Kriegsgefangenen errichtet und wurde schon damals als ölig beschrieben (Abb.17). In der Folge wurde im Brunnen alle 4 – 5 Jahre das Öl entfernt, wobei die letzte Ausräumung des Brunnens vor ca. 30 Jahren erfolgte. Der Brunnen scheint wie eine Ölfalle zu sein. Der Ölstand im Brunnen scheint nicht repräsentativ für den Ölstand außerhalb des Brunnens zu sein. Der Ölspiegel steht bei 11,5 m unter Geländeoberkante. An der Schachtwand befinden sich vom schwankenden Grundwasserspiegel Ölsuren in einem Schwankungsbereich von 1,5 m (Abb.18). Bemerkenswert ist, dass bei einer chemischen Beprobung des Wassers aus dem Hahn, welches aus dem massiv kontaminierten Brunnen in die Sanitäreanlagen des Lagerhaus gepumpt wird, keine Kohlenwasserstoffe nachzuweisen

⁶ Referenznummer 1 in Brunnentabelle

sind. Das ist womöglich darauf zurückzuführen, dass alle wasserlöslichen und volatilen Bestandteile des Öls bereits früher gelöst und abtransportiert wurden bzw. entwichen sind.

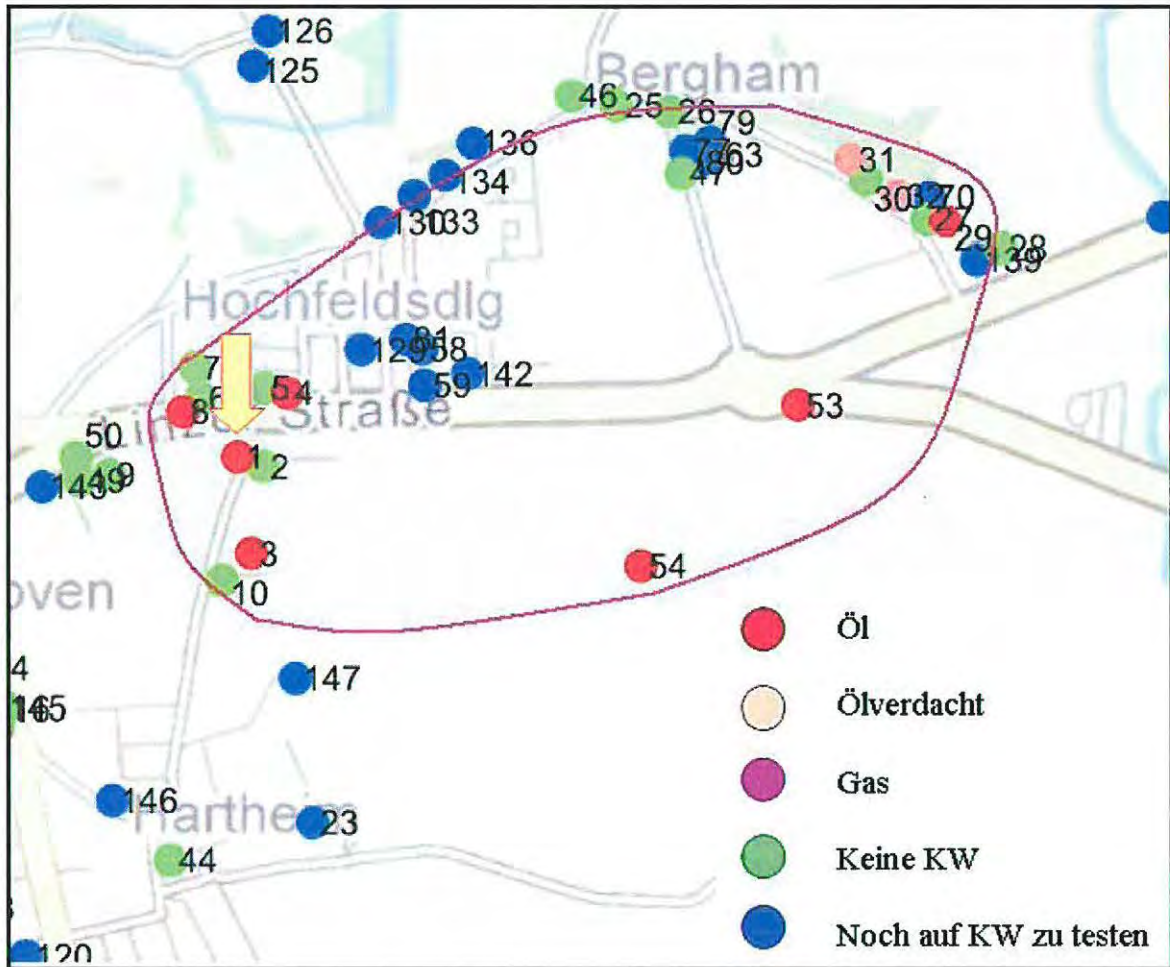


Abbildung 16: Lage des Lagerhausbrunnens



Abbildung 17: Foto Lagerhausbrunnen (HOFFMANN, 2008)

- **Ökobrunnen Kreisverkehr Alkoven**⁷: Beim Bau eines Bewässerungsbrunnens der Wassergenossenschaft Eferding wurde 2008(?) bei 10,63 m Öl im Grundwasser angetroffen (Abb.19). Die Bohrung ist 16 m tief, und ab einer Tiefe von 8 m mit Filterrohren ausgebaut. Der Bohrdurchmesser beträgt 220 mm. Bemerkenswert ist, dass bei 15,70 m, öliger Schlier angebohrt wurde⁸.

⁷ Referenznummer 53 in Brunnentabelle

⁸ Informationen erhalten von Ing. G. Hoffmann, Dezember 2011

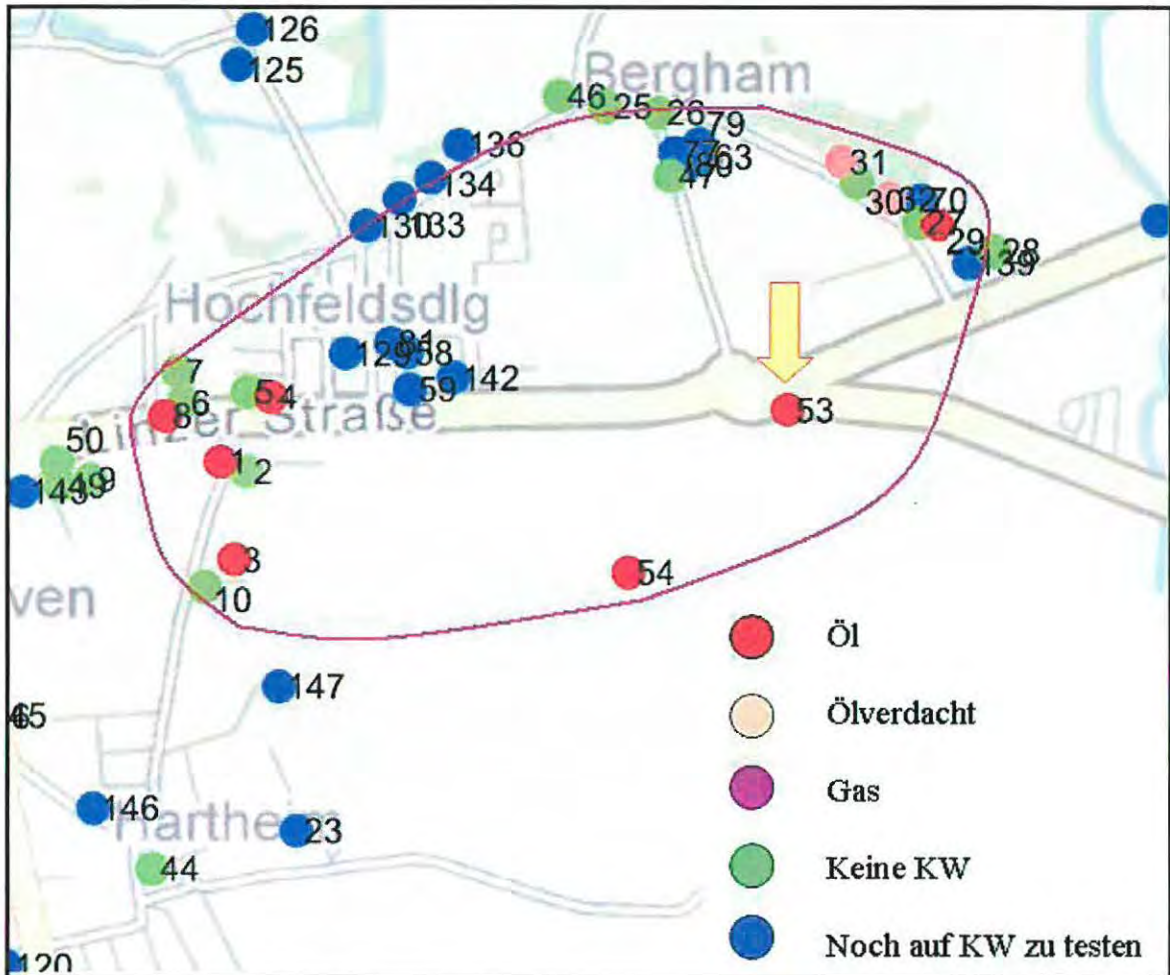


Abbildung 18: Lage des Ökobrunnen Kreisverkehr

- **Brunnen Wassergenossenschaft Hochfeld⁹**: In der Hochfeldstraße 1 wurde ein Kohlenwasserstoffgehalt von 0,5 mg/l nachgewiesen. Außerdem verströmt der Brunnen einen schwefeligen Geruch. Der 13 m tiefe Brunnen zeigt bei der vom Land Oberösterreich durchgeführten Beprobung am 13.11.2008 eine starke Trübung. Dieser Brunnen befindet sich in Grundwasserabstömrichtung der stark kontaminierten Brunnen Lagerhaus und Bauhof (Abb.20).

⁹ Referenznummer 4 in Brunnentabelle

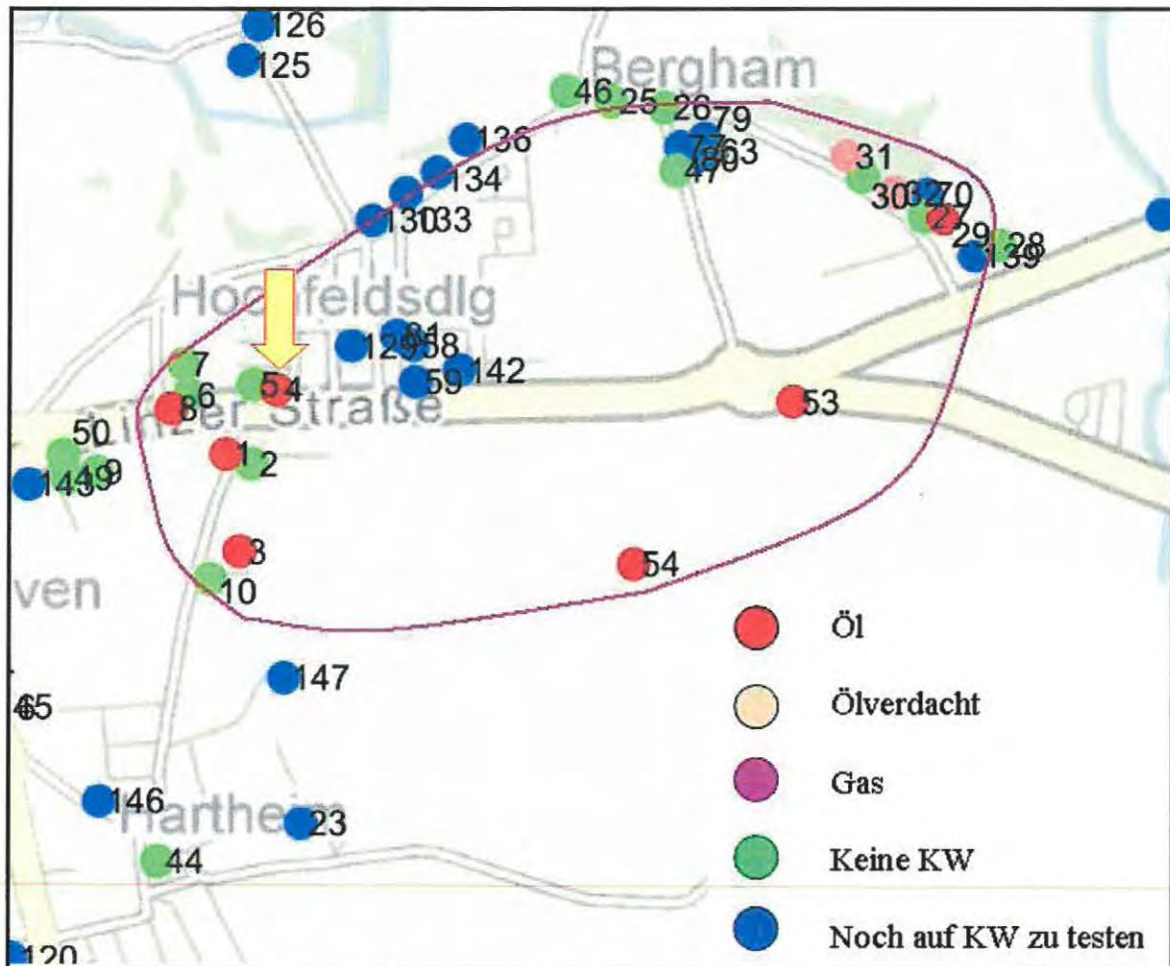


Abbildung 19: Lage des Brunnen Wassergenossenschaft Hochfeld

- **Brunnen Linzerstraße 9¹⁰**: Der 13,5 m tiefe Brunnen hat einen Kohlenwasserstoffgehalt von 0,08 mg/l (Abb.21). Bei der Beprobung durch das Land Oberösterreich am 27.01.2009 zeigte das Wasser eine rot-bräunliche Färbung.

¹⁰ Referenznummer 8 in Brunnentabelle

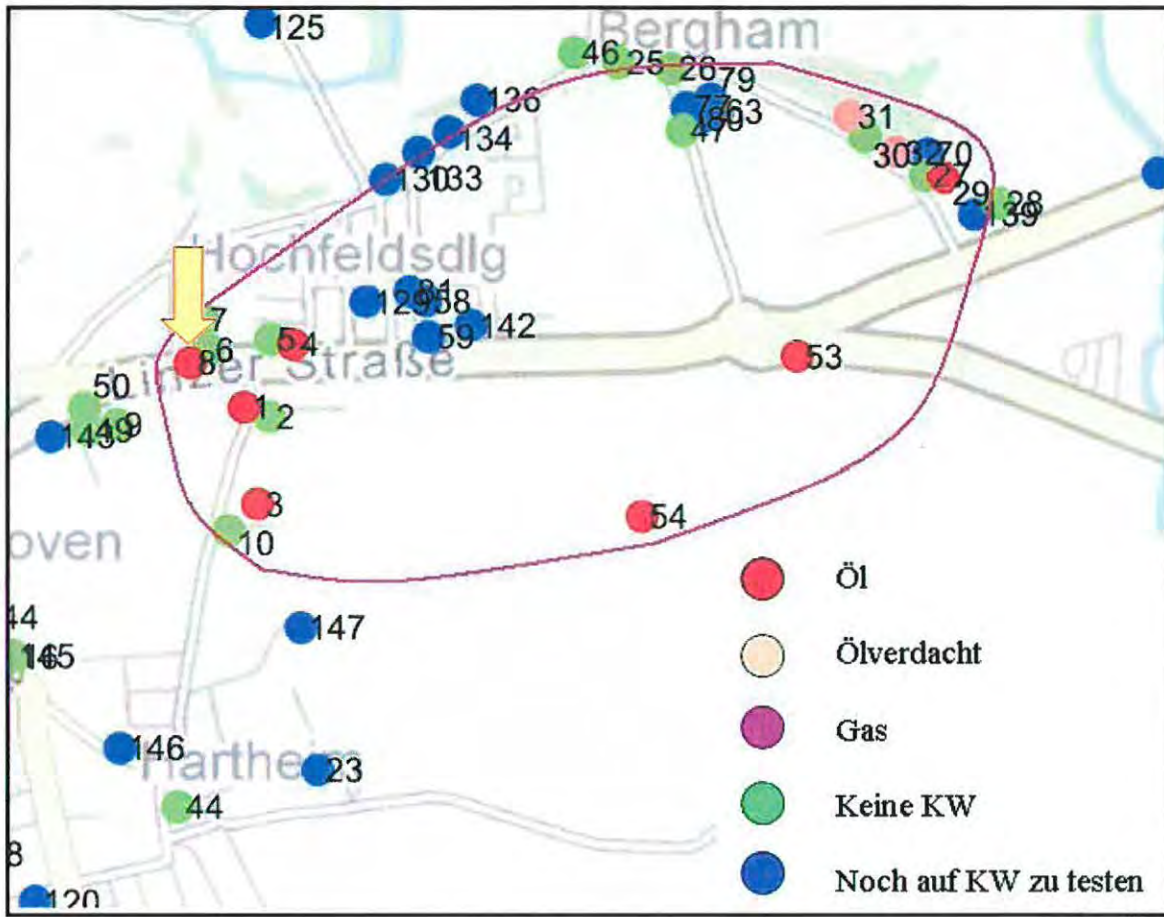


Abbildung 20: Lage des Brunnens Linzerstraße 9

Im Rahmen der gegenständlichen Bakkalaureatsarbeit wurden an folgenden Orten Anzeichen für Kohlenwasserstoffe gefunden:

- **Bergham 21 – Schotterabbau**¹¹: Hinter dem Haus Bergham 21 befindet sich ein kleiner, privater, in die Niederterrasse hinein gegrabener Schotterabbau. Hier verläuft ungefähr 7 m unter Geländeoberkante eine schwarze, ölige, ca. 10 cm – 15 cm mächtige Schotterschicht (Abb.22). Die Gerölle dieser Schicht sind von einer schwarzen, geruchlosen Flüssigkeit benetzt (Abb.23). Es wurde eine Probe genommen und an der Montanuniversität analysiert (Kapitel 9.4. Chemische Analyse). Dabei wurden festgestellt, dass es sich um denselben Öltyp wie in den kontaminierten Brunnen handelt. Der Schotterabbau ist somit der erste an der Oberfläche zugängliche Fundpunkt der Kontamination.

¹¹ Referenznummer 29 in Brunnentabelle

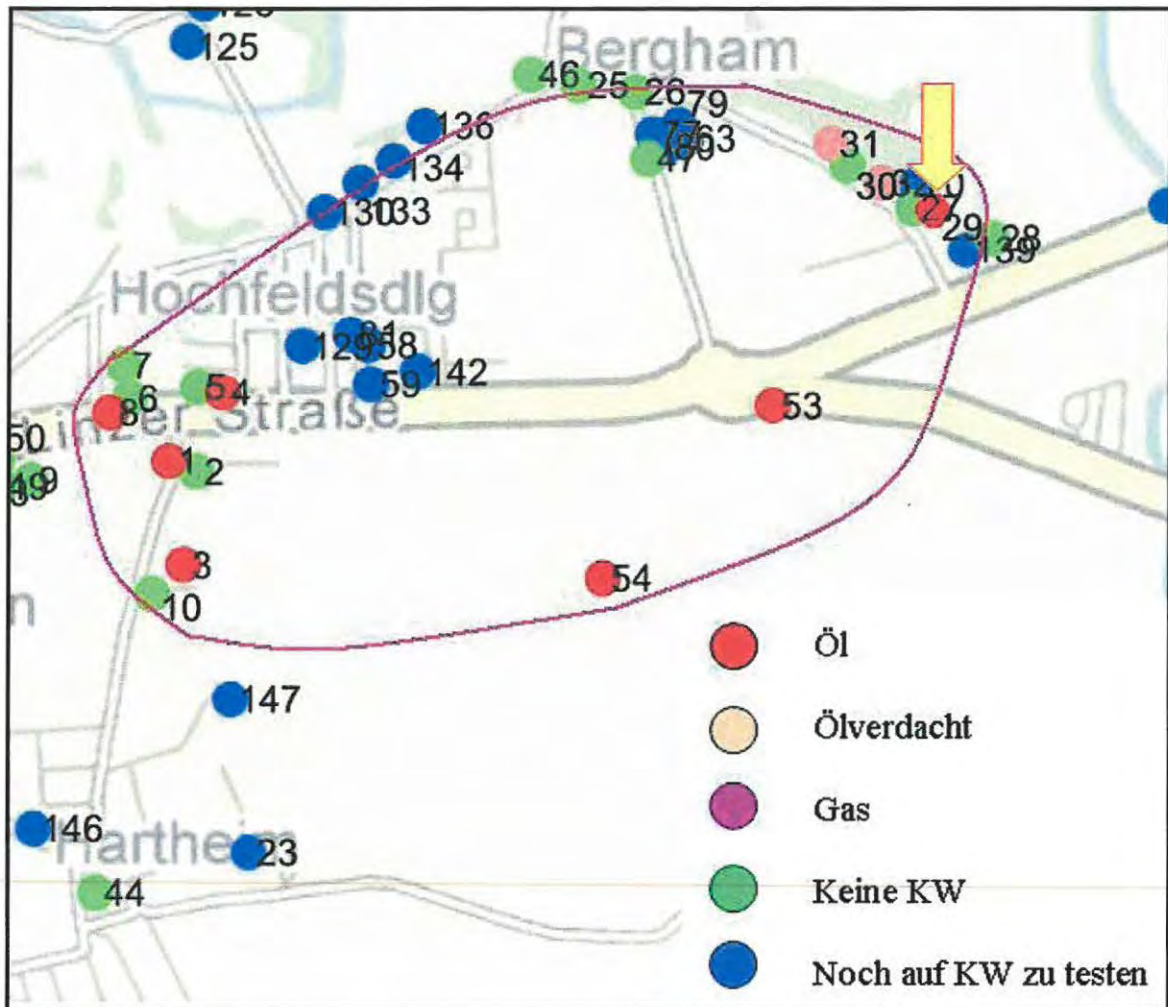


Abbildung 21: Lage des Schotterabbaus Bergham 21 mit der Fundstelle des stark biodegradierten Erdöls



Abbildung 22: Öliger Schotterhorizont (ca. 10 cm mächtig) in der Schottergrube Bergham 21 (Foto: HASLMAYR, 2011)

- **Erdbeerlandstraße 7¹²**: Bei der Beprobung des Hausbrunnen Erdbeerlandstraße 7 konnten keine sichtbaren Kohlenwasserstoffe nachgewiesen werden (Abb.24). Die Bewohner berichten jedoch von einer schwarzen, öligen, 10 cm mächtigen, sählig in den Hang der Niederterrasse einfallenden Schotterschicht, welche ihnen beim Schotterabbau vor mehr als 40 Jahren immer wieder aufgefallen sei. Der Aufschluss ist jedoch nicht mehr begehbar, da beim Bau des Hauses Erdbeerlandstraße 7 das Aushubmaterial des Kellers über den Terrassenrand nach unten geschüttet wurde. Nach einigen Stunden Grabungsarbeiten mit Spaten, bei dem nur Bauschutt freigelegt wurde und nicht keinerlei Schotter erreicht wurden, wurde der Versuch einen Aufschluss mit der Hand zu graben, eingestellt. Ein Familienmitglied berichtet von einer zähflüssigen, schwarzen, geruchlosen Öllacke, welche sich ebenfalls ungefähr vor 40 Jahren aus den Schottern kommend auf der höheren Austufe sammelte. Seinen Schätzungen nach entsprach die Menge des Ölaustritts ungefähr 50 Liter. Auch dieser Aufschluss ist heute nicht mehr sichtbar, da darüber Erde für eine weitere Hauszufahrt geschüttet wurde. In Anbetracht der Tatsache, dass die Zeitzeugen keinerlei

Vorinformation in Bezug auf die Ölkontamination hatten und sich der Aufschluss Bergham 21 in unmittelbarer Nähe befindet, erscheinen die Aussagen glaubwürdig. Ein Problem für weitere Erkundungen am Grundstück Erdbeerlandstraße 7 stellt das ausdrückliche Verbot der Bewohner dar, das Grundstück erneut zu betreten.

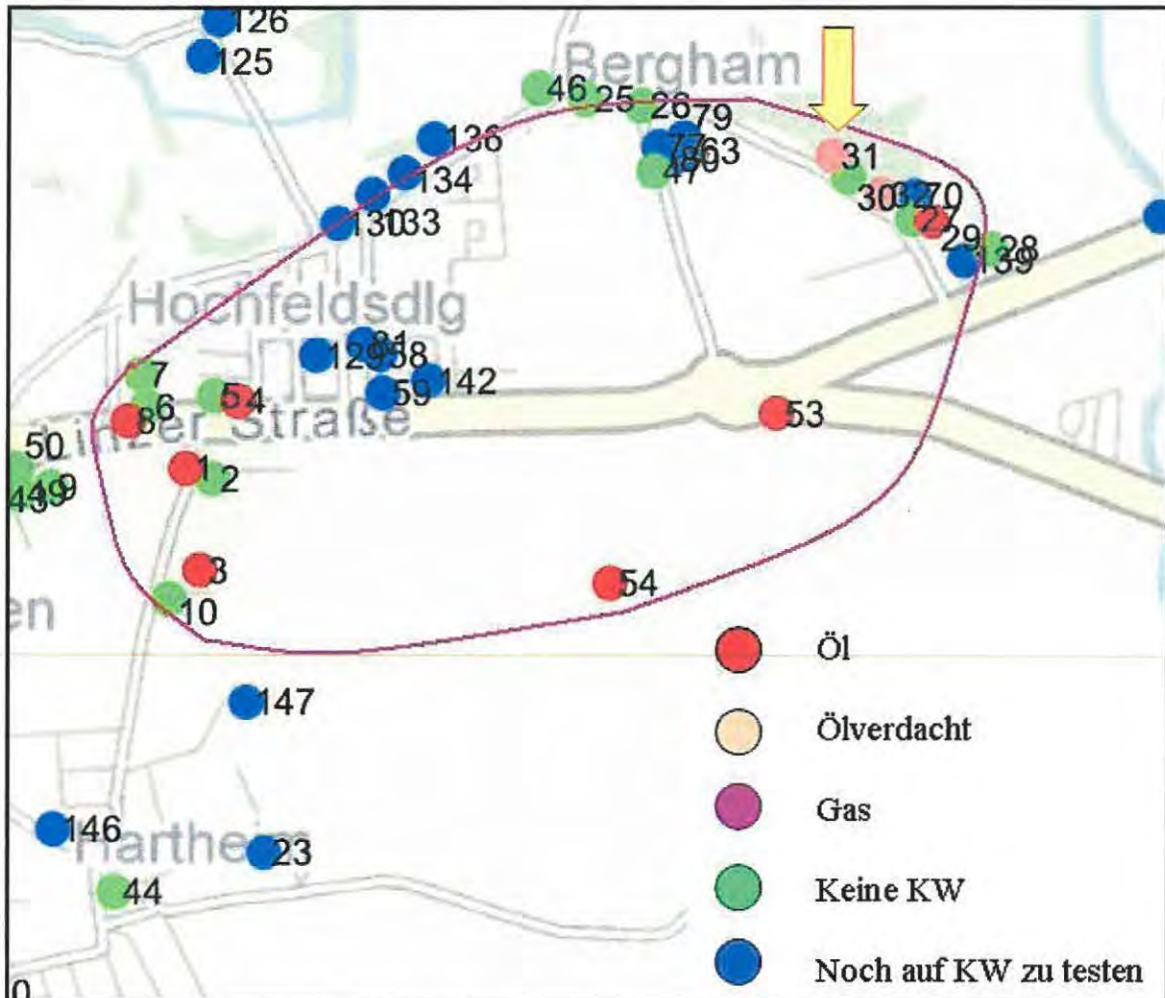


Abbildung 23: Lage des Ölverdachtpunktes Erdbeerlandstraße 7

Um an den beiden oben angeführten Standorten weitere Erkundungen durchführen zu können, bedarf es einer umfassenden Aufklärung der Bewohner zur Thematik „natürliche Erdölkontamination“, weil offenbar Befürchtungen bestehen, dass eine Kontamination zu einer Wertminderung der Grundstücke führen könnte.

- **Erdgas in Polsing¹³**: Beim „Ammer“ in Polsing 16 (Abb.25) stieß der Brunnenbauer in den 60er Jahren eine Gasblase an und verunglückte tödlich. Es wird von Zeitzeugen berichtet, dass der Brunnenbauer trotz mehrfachen Erlöschens des Feuerzeugs in den

¹² Referenznummer 31 in Brunnentabelle

¹³ Referenznummer 38 in Brunnentabelle

Brunnen hinabstieg und erstickte. Laut Zeugenaussagen wurden kurz vor diesem Todesfall bei der Bohrung die ersten Schotter in einer Tiefe von 10,5 m angetroffen. Das angeblich geruchlose Gas strömte noch einige Tage nach, sodass der Brunnen nicht betretbar war. Um welches Gas es sich handelte, war nicht in Erfahrung zu bringen. Der Brunnen befindet sich am Rand zum Schlierrücken. Laut Aussage des Brunnenbauers Forster, der in der Gegend Alkoven bereits viel gebohrt hat, wurden bereits öfter am Schlierrand Gasblasen angebohrt.¹⁴

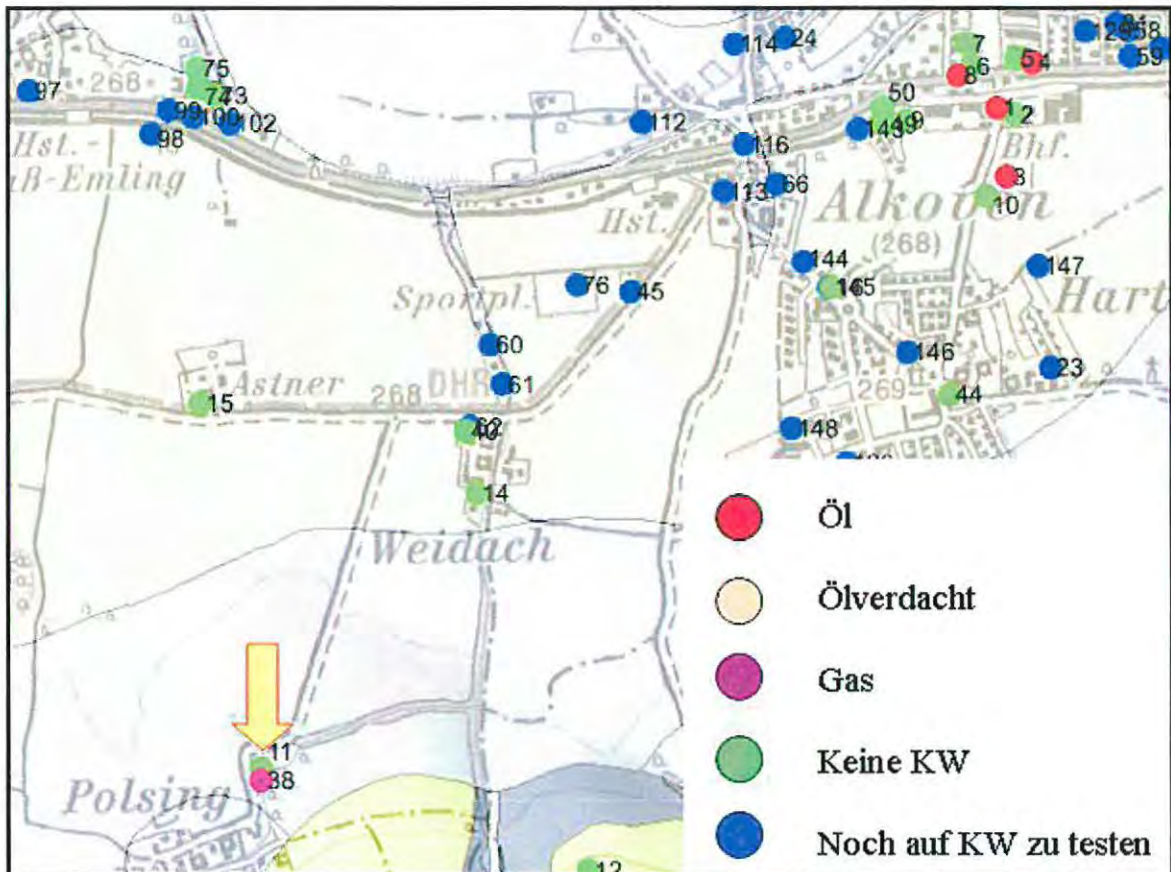


Abbildung 24: Lage des Gasaustrittes Polsing

9.3. Mögliche Migrationswege des Öls

Eine Migration des Öls aus dem Untergrund des Molassebeckens ist wahrscheinlich. Im Jahr 2005 detektierten Mitarbeiter von Joanneum Research mit Hilfe gravimetrischer Untersuchungen eine Störung (UNVERÖFFENTLICHTER BERICHT JOANNEUM RESEARCH, 2005). Diese befindet sich südlich der Kontamination und verläuft WSW – ONO (Abb.26). Deshalb ist zu vermuten, dass das Öl entlang Teilen dieser Störung austritt und im Grundwasserleiter nach Norden verschleppt wird, wo seine weitere Verbreitung bis

¹⁴ Telefonat am 24.November 2011

jetzt nur bis zur Schottergrube Bergham 21 geklärt ist. Eine Ausbreitung in die Donau würde jedenfalls durch die Dichtungsschürzen des Hochwasserentlastungsgerinnes verhindert werden.

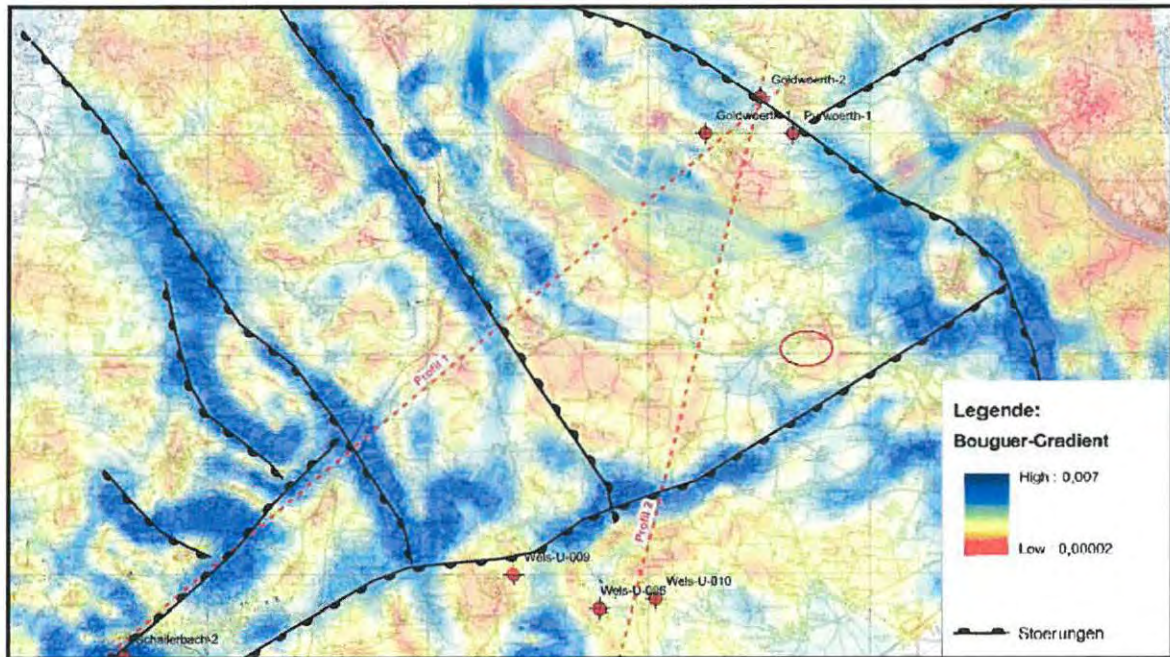


Abbildung 25: Die Gravimetrie zeigt eine Störung südlich des kontaminierten Gebiets (rote Ellipse) (UNVERÖFFENTLICHTER BERICHT JOANNEUM RESEARCH, 2005)

Auf der Strukturkarte der Molassebasis der GBA (2006) sind zwei Störungen, die östlich und westlich von Alkoven im kristallinen Untergrund verlaufen auszumachen (Abb. 27). Die Gravimetrie zeigt diese Störungen nicht. Da sich Störungen im kristallinen Untergrund für gewöhnlich in den Beckensedimenten fortsetzen, können diese ebenfalls ein mögliche Migrationswege sein.



Abbildung 26: Detailansicht der Karte des Molasseuntergrundes (modifiziert). Auf der Karte sind zwei Störungen im Molasseuntergrund zu sehen, die O und W von Alkoven verlaufen.

Da mögliche Muttergesteine im Untergrund von Alkoven keinesfalls die Reifegrenze überschritten haben können, ist davon auszugehen, dass das Öl dorthin migriert sein muss. Dafür spricht die chemische Ähnlichkeit zu den Ölen der Lagerstätte Bad Hall. Über welche Migrationsbrücken das Öl bis an die Oberfläche aufsteigt, ist noch ungeklärt. Es könnte sich dabei sowohl um permeable Sandsteinschichten, zum Beispiel die Linzer Sande, als auch um Brüche handeln. Abbildung 27 zeigt ein Profil durch das Eferdinger Becken. Laut diesem stehen die Linzer Sande unterhalb des Eferdinger Beckens an. Das Öl könnte also aus den Sandsteinen des Eozäns über die Rupel Basissandsteine bis in die Linzer Sande migriert sein. Da das Eozän schon viel weiter südlich auskeilt, gibt es für die Erdölfirmer keinen Anreiz, Seismiken vom Untergrund zu erstellen. Es muss daher auf Daten aus der Hydrogeologie zurückgegriffen werden.

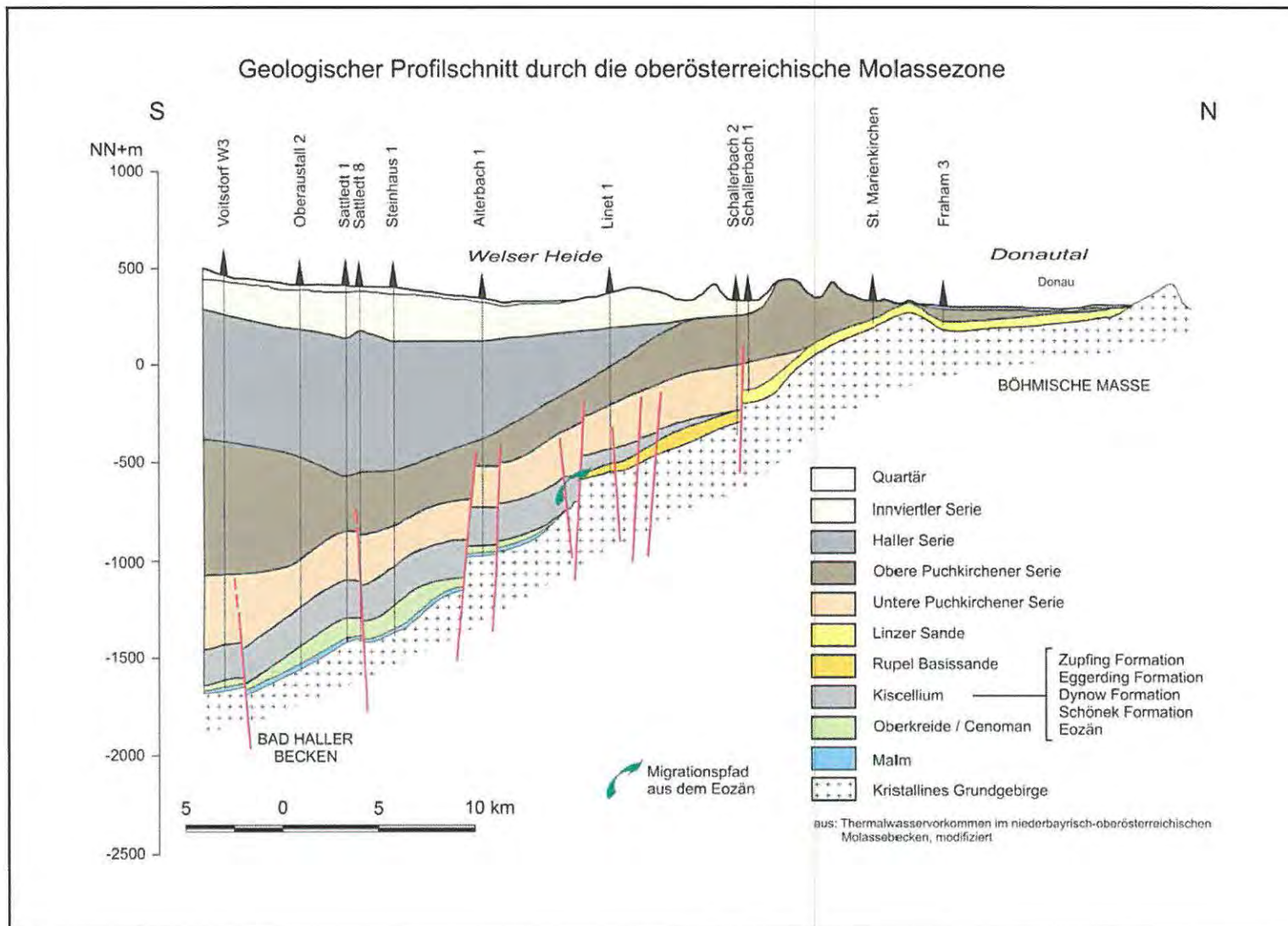


Abbildung 27: Profil durch die Molassezone. Lage des Profils (Abb. 13). (THERMAL - WASSER - VORKOMMEN IM NIEDERBAYRISCH - OBER - ÖSTERREICHISCHEN MOLASSEBECKEN; 1999, modifiziert)

9.4. Chemische Analyse Ölproben Alkoven

SCHMID & GRATZER (2010) untersuchten Ölproben aus dem Bereich Alkoven und verglichen diese mit Ölen aus einem Molasseprojekt der Montanuniversität Leoben. Die Vergleichsöle stammen von Bohrungen der RAG aus Leoprechting, Kurzenkirchen, Bad Hall, Wels und Wirnzberg. Weiters wurde das Heilwasser aus Bad Weinberg untersucht, da dieses ebenfalls Kohlenwasserstoffe enthält.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen durch Fehlen der n – Alkane, dass das Öl aus Alkoven bakteriell abgebaut wird. Die Aromaten sind bereits stark abgebaut, während sich Hopane und Sterane indirekt anreichern. SCHMID & GRATZER (2010) stellen fest, dass die Öle aus Alkoven und Leonding geogener Herkunft sind. Es handelt sich daher um einen natürlich auftretenden Ölaustritt. Die ursprüngliche Zusammensetzung – vor der Degradierung durch Bakterien – dürfte jener der Öle aus der Lagerstätte Bad Hall entsprochen haben. Eine anthropogene Herkunft der Öle in Alkoven kann somit ausgeschlossen werden.

Im Rahmen dieser Bakkalaureatsarbeit wurde eine weitere Probe auf Kohlenwasserstoffe im Labor der Erdölgeologie der Montanuniversität Leoben getestet. Die Probe stammt aus dem Schotterabbau Bergham 21¹⁵. Das Öl wurde vom Schotter mit dem Lösungsmittel Dichlormethan gelöst. Mittels einer Gaschromatographie gekoppelt mit einer Massenspektrometrie wurde ein TIC - Chromatogram erstellt (Abb.28). In der Probe Bergham ist die Biodegradation wesentlich weiter fortgeschritten. Dies wird einerseits dokumentiert durch einen ausgeprägten Anteil nicht auflösbarer komplexer organischer Verbindungen. Im Vergleich mit dem Chromatogram der Probe vom kontaminierten Lagerhausbrunnen¹⁶ zeigt sich eine deutliche Ähnlichkeit der Öle. Diese Ähnlichkeit zeigt sich vor allem bei der Betrachtung der Hopane (Abb.29) und der Sterane (Abb.30). Bei den Steranen ist anzumerken, dass auch hier das Steranpattern der Probe Bergham schon deutlichere Abbauspuren aufweist.

¹⁵ Referenznummer 29

¹⁶ Referenznummer 1

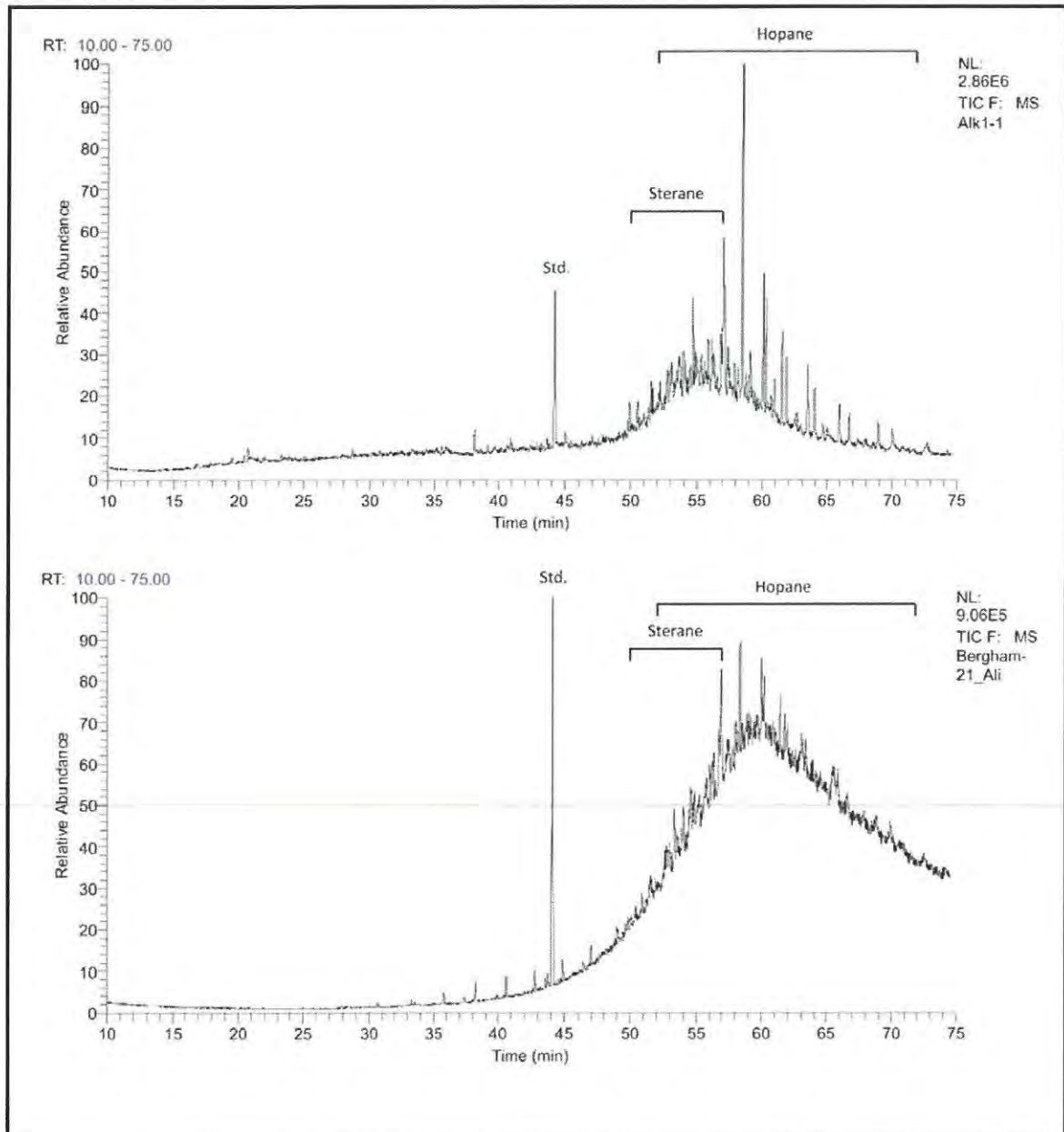


Abbildung 28: TIC-Chromatogram einer Ölprobe aus dem nachweislich kontaminierten Kerngebiet Alkoven (Lagerhausbrunnen) im Vergleich mit der Probe aus den Schottern Bergham 21.

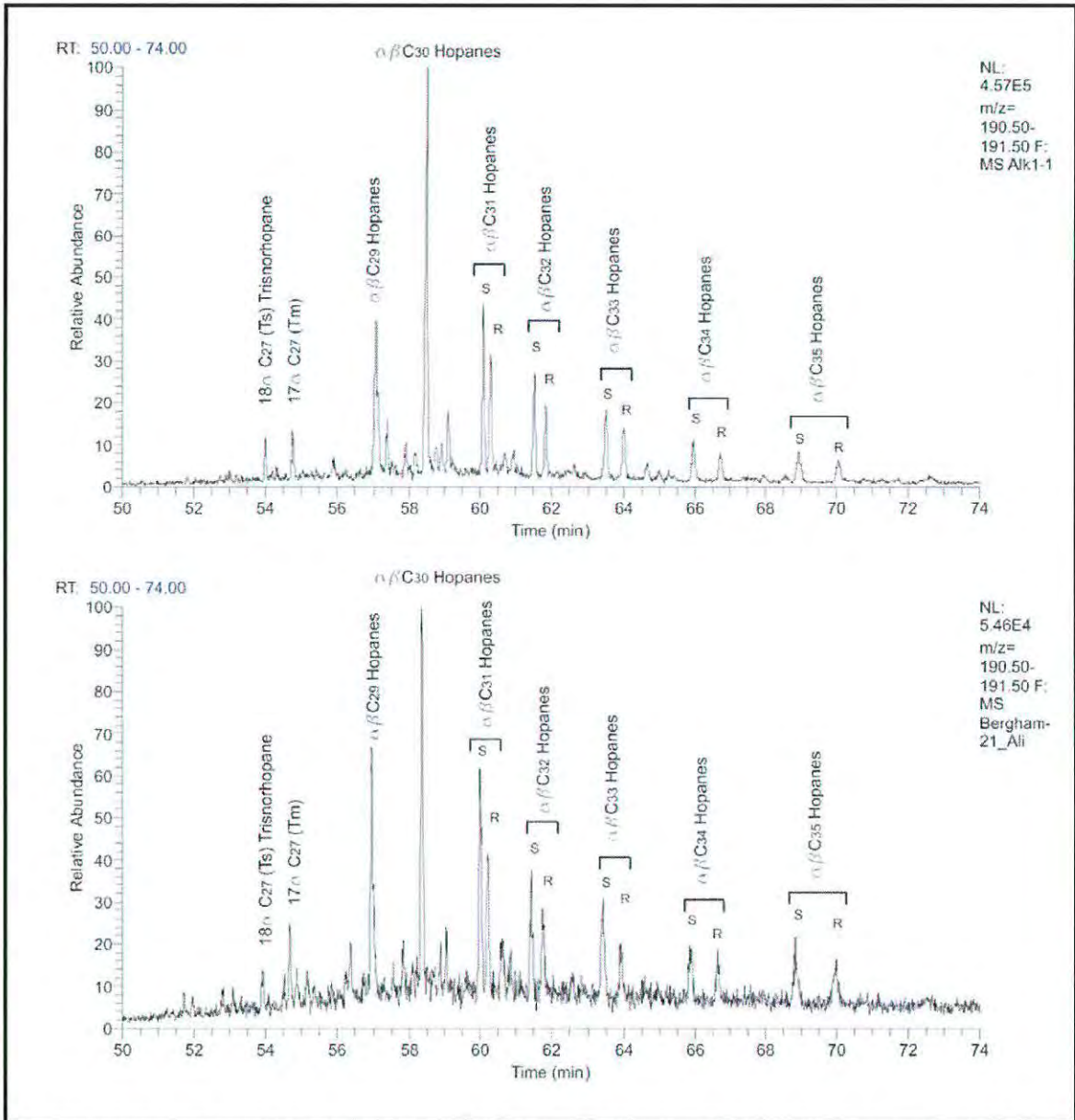


Abbildung 29: Der Vergleich der Hopane aus den Proben „Lagerhausbrunnen“ und „Bergham 21“ zeigt eine deutliche Übereinstimmung.

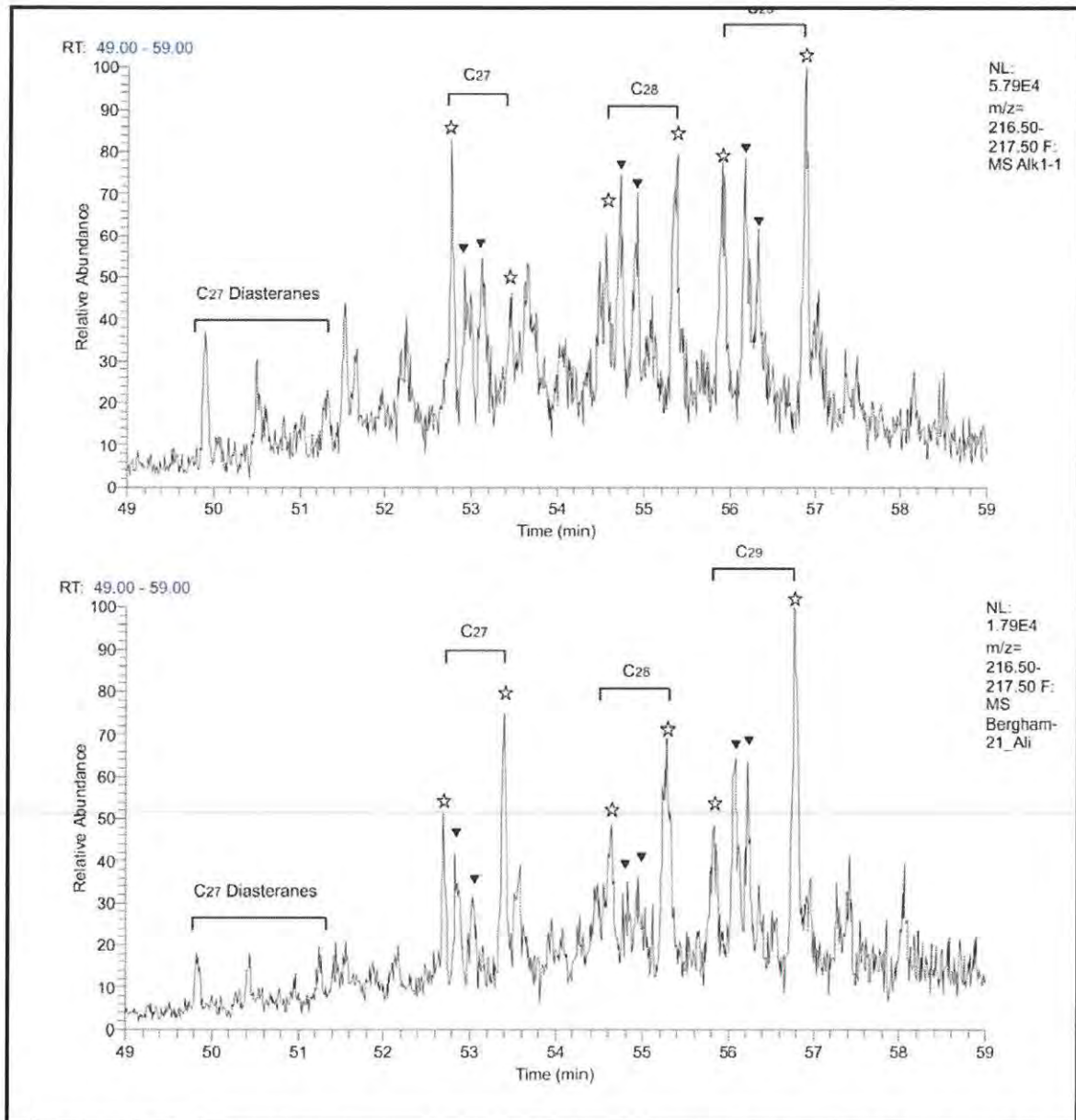


Abbildung 30: Der Vergleich der Sterane des Öls der Proben „Lagerhausbrunnen“ und „Bergham 21“ zeigt eine deutliche Übereinstimmung.

9.5. Brunnendatentabelle

Im Rahmen der Recherchen vor Ort wurden 149 Messpunkte (Brunnen, Sonden, Bohrungen und Aufschlüsse) erfasst. Hier sind teils offiziell gemeldeten Brunnen (die vollständig im DORIS verzeichnet sind) sowie zahlreiche Hausbrunnen enthalten. Die Tabelle befindet sich im Anhang.

In der Tabelle sind alle Brunnen mit einer Referenznummer versehen. Die Koordinaten der Brunnen sind im GK M31 Koordinatensystem gegeben. Diese Koordinaten wurden aus DORIS entnommen. Weiters sind in der Tabelle bereits vorhandene Daten über die

Brunnentiefe und den Abstich erfasst worden. Es ist darauf hinzuweisen, dass die von der Autorin gemessenen Abstichdaten keinesfalls als exakt zu verstehen sind, da sie nicht mit einem Lichtlot, sondern mit einem selbst hergestellten Lot gemessen wurden. Auch wurden die Brunnenoberkanten nicht eingemessen. Die dargestellten Tiefendaten sollen zur ungefähren Orientierung dienen. Für die Erstellung der Karte wurden für die Spalte „Kontamination“ folgende Kategorien festgelegt:

- Kategorie „Öl“: nachweislich mit Erdöl kontaminierte Brunnen
- Kategorie „Ölverdacht“: Aussagen von Zeitzeugen über Ölvorkommen
- Kategorie „Gas“: nachweislicher Gasaustritt
- Kategorie „keine KW nachgewiesen“: Wasserproben auf Kohlenwasserstoffe (KW) analysiert und unter 0,03mg/l
- Kategorie „noch auf KW zu testen“: Wässer, die zwar schon chemisch beprobt wurden (z.B.: Laborbus des Landes Oberösterreich), jedoch noch nicht auf Kohlenwasserstoffe (KW) und chemisch noch gar nicht beprobte Wässer

Öl-, Ölverdachts- und Gasfundpunkte wurden in der Tabelle rötlich markiert.

In der Spalte „Bemerkungen“ finden sich teilweise zusätzliche Informationen, zum Beispiel über schwefeligen Geruch, Brunnenausbau sowie über Anionen- und Kationenwerte. In die Spalte „DOC“¹⁷ wurden Daten aus Laborberichten des Landes Oberösterreichs aufgenommen. Es wäre überlegenswert, ob die „DOC“ Werte mit den „gesamten Kohlenwasserstoffen“ korrelierbar sind. Dazu fehlt momentan jedoch die nötige Datenmenge. In der Spalte „elektrische Leitfähigkeit“ sticht nur ein Wert – Referenznummer 39 – heraus. Es handelt sich dabei um eine 120 m tiefe Bohrung in Winkeln, bei der ein Arteser mit einer Temperatur von 17,5 °C angestochen wurde. Das Wasser verströmt einen stark schwefeligen Geruch.

Die Spalten „ph – Wert“ und „Mg“ wurden in die Tabelle mit aufgenommen, um eine mögliche Korrelation zur Kontamination zu finden. Weiters wurden, wenn vorhanden, das Beprobungsdatum und die Quelle angegeben.

9.6. Karte

Die Daten der Brunnentabelle wurden im ArcGis geplottet. Sie sind auf der Österreichischen Grundkarte (Abb.31) und auf einer Geologischen Karte (Abb.32) als mehrfarbige Punkte

¹⁷ DOC = dissolved organic carbon

dargestellt. Wie auf der geologischen Karte zu sehen ist, beschränken sich die nachgewiesenen Kohlenwasserstoffkontaminationspunkte (**rote** Punkte) momentan auf die Niederterrasse (beige und hellblau). Die Niederterrasse geht nach Norden in die höhere Austufe über, auf der bis heute keine Kohlenwasserstoffe gefunden worden sind. Die Ölverdachtspunkte (**rosa**) befinden sich an der Kante der Niederterrasse zur höheren Austufe. Der einzige Gasfundpunkt (**pink**) befindet sich in Polsing im südlichen Teil der Karte, ebenfalls auf der Niederterrasse. Weiters sind **grüne** Punkte – hier wurden nachweislich keine Kohlenwasserstoffe getestet – und **blaue** Punkte – diese Punkte müssen noch chemisch auf Kohlenwasserstoff geprüft werden – eingezeichnet.

Erklärung der Geologischen Einheiten auf der Geologischen Karte von Nord nach Süd (Abb.32):

- blaugrau dunkel: Austufe (Flussablagerung und Wildbachschutt)
- sanft blau: Schotter der höheren Austufe und Äquivalente (oft mit Schluffüberlagerung)
- beige und hellblau: Niederterrasse (Kies, Sand)
- gelb: Löss und Lösslehm (aus verschiedenen Eiszeiten, an der Oberfläche vorwiegend Würm)
- blau: Älterer Schlier (am Alpennordrand Puchkirchener Serie, marin; Kiscellium – Egerium)
- grün: Kletzenmarkt-Glaukonitsand-Formation, marin; Unteres Ottnangium (Sand, glaukonitreich, Mergellagen)

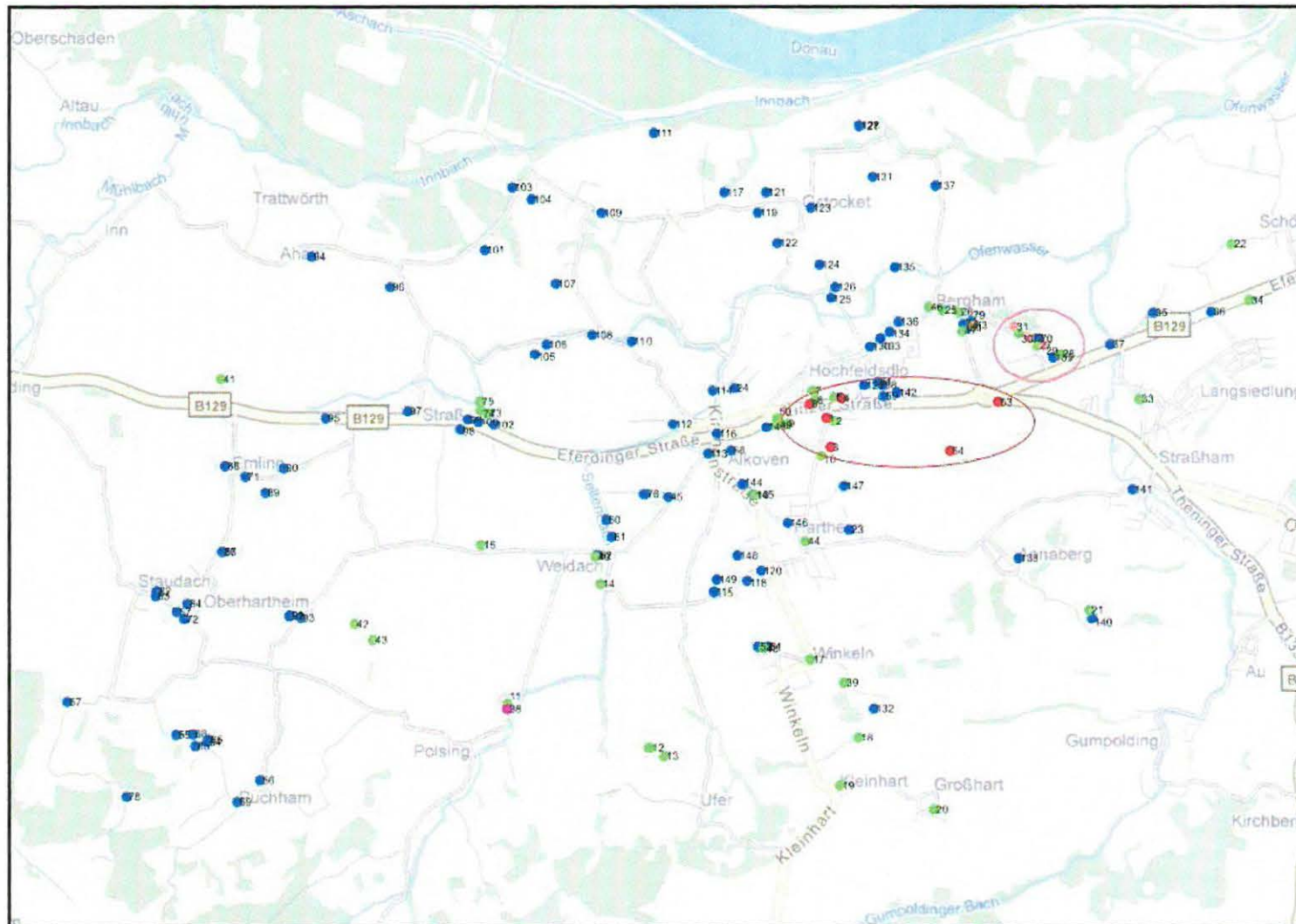
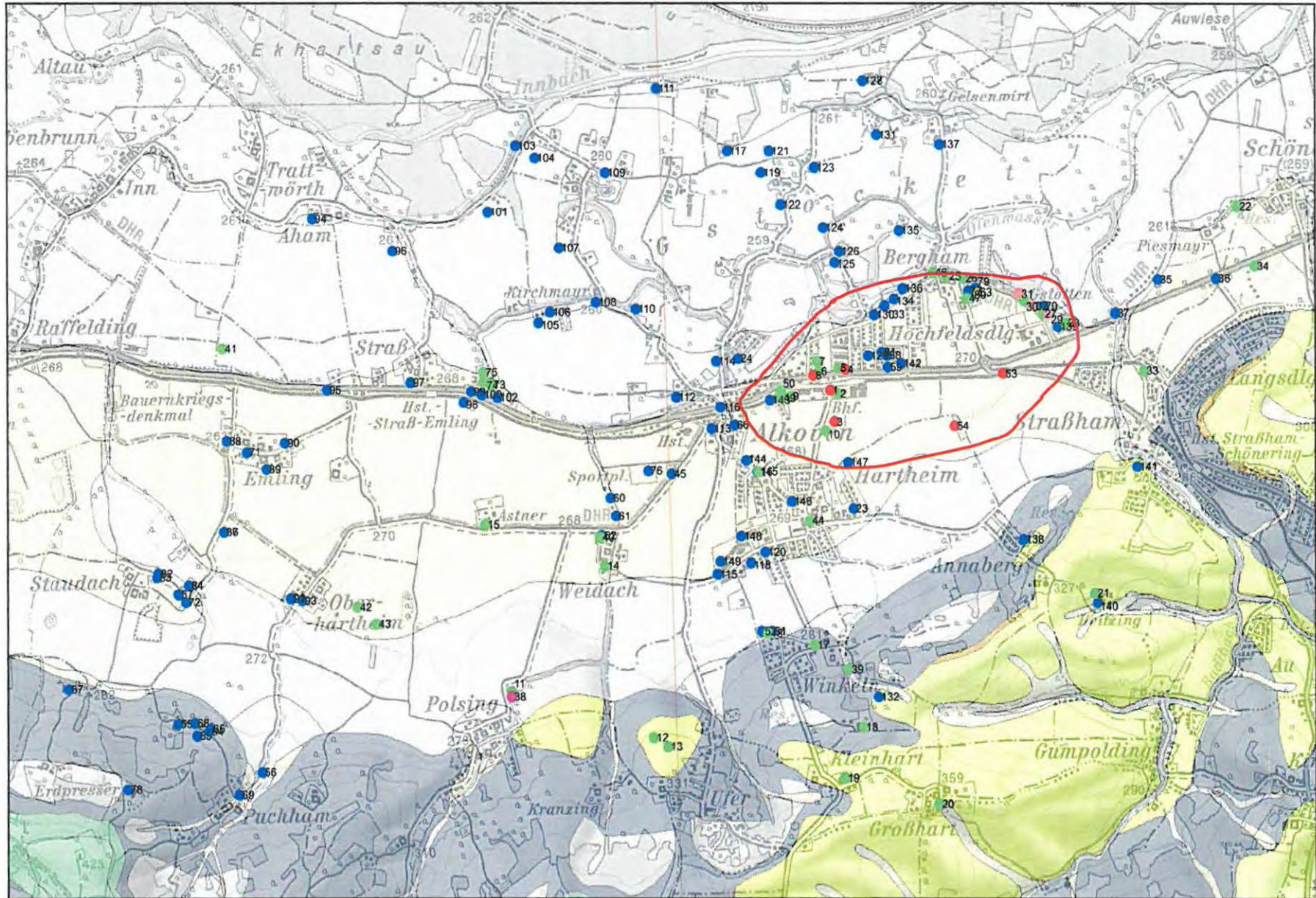


Abbildung 31:
 Österreichische Grundkarte
 mit den geplotteten Daten
 aus der Brunnendaten-
 tabelle. Die Ovale markieren
 das kontaminierte Gebiet.

Abbildung 32: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes mit allen Datenpunkten. Die Markierung kennzeichnet die Ölfundpunkte. Legende Seite 57.



9.7. Resümee und weiteres Vorgehen

Offenbar sind bis jetzt alle Ölvorkommen an die Niederterrasse gebunden. Ungeklärt ist, warum im Brunnen der Firma Schlenhardt, der sich nur einige Meter östlich des Lagerhausbrunnen befindet und schon länger nicht mehr genutzt wird, kein Öl zu finden ist. Weiters ist zu klären, warum sich die Kontamination nicht in Grundwasserströmungsrichtung ausbreitet, sondern rechtwinkelig dazu. Dazu sind detaillierte Brunnenprofile notwendig.

Eine weitere offene Frage ist, ob die Kontamination eines Brunnens von seiner Ausbauweise abhängig ist, und wenn ja, wie. Zur öligen Schicht in den Schottern der Niederterrasse Bergham 21 gibt es folgende Überlegungen: Es scheint als wäre das Öl an eine bestimmte Sedimentschicht gebunden. Es könnte eine durchlässigere Schicht als Migrationsbahn benützen. Um das zu klären, bedarf es einer feinen Aufschlussbeprobung der Schottergrube Bergham 21.

Ein Vergleich der Brunnen mit den öligen Schottern im Aufschluss¹⁸ zeigt: Das Öl wurde beim Brunnen Bauhof auf 259,5 m.ü.A., beim Brunnen Lagerhaus auf 256,5 m.ü.A. und beim Ökobrunnen auf 258,6 m.ü.A. angetroffen. Die ölige Schicht in den Schottern der Schottergrube Bergham 21 befindet sich ca. 7 m unter Geländeoberkante der Niederterrasse¹⁹, also auf 263 m.ü.A. Das bedeutet, dass die mit Öl benetzte Schotterschicht in der Schottergrube 4 m höher liegt als die Öle in den Brunnen stehen. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass eine genaue Tachymetrierung des Aufschlusses Bergham 21 vorgenommen werden muss, um die, dem DORIS entnommenen Höhendaten zu überprüfen.

Wie lange das Öl schon in der Niederterrasse klebt ist unbekannt. Weiters müssen sich Gedanken über einen Nachschub an Öl gemacht werden. Am Lagerhausbrunnen zeigt sich, dass nach den Reinigungen des Brunnens, jedes Mal aufs Neue Öl eintritt. Offenbar fließt weiterhin Erdöl aus dem Untergrund zu.

In Alkoven gibt es einige Brunnen, die einen schwefeligen Geruch verströmen. Im Brunnen der Wassergemeinschaft Hochfeld²⁰ treten sowohl Ölspuren, als auch ein schwefeliger Geruch auf. Auch das Wasser des Brunnens des Bauernhauses Bergham 21, in unmittelbarer Nähe der öligen Schotter, verströmt seit vielen Jahren einen schwefeligen Geruch. Hier stellt sich die Frage in welchem Zusammenhang die reduzierenden Wässer mit der Kontamination stehen

¹⁸ Bergham 21

¹⁹ Laut Hans-Peter Haslmayr

²⁰ Referenznummer 4 in der Brunnentabelle

könnten. Eine flächendeckende Feintemperaturmessung mit einer Genauigkeit von $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ könnte hier hilfreich sein.

9. Literaturverzeichnis

- ABERER, F. 1958: Die Molassezone im westlichen Oberösterreich und in Salzburg. Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft Wien, 50.
- AMT DER OBERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG, Naturschutzabteilung, in Zusammenarbeit mit „Land in Sicht“ (Hrsg.) 2007: Natur und Landschaft. Leitbilder für Oberösterreich. Band 8: Raumeinheit Eferdinger Becken. Linz.
- BLÜHBERGER, G. 1996: Wie die Donau nach Wien kam: Die erdgeschichtliche Entwicklung der Landschaft des Donautals und der Nebenflüsse vom Ursprung der Donau bis zum Wiener Becken. Böhlau Verlag, Wien-Köln-Weimar.
- BREINER, H. 1979: Siedlungswasserwirtschaftliche Regionalstudie für den Bereich der oberösterreichischen Donaustrecke, Untersuchung Aschach – Ottensheim. Unveröffentlichte Studie, Bundesministerium Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- BRIX, F. 1993: Gas-, Öl- und Salzwasseranzeichen an der Erdoberfläche. In: BRIX, F., SCHULTZ, O. (Hrsg.): Erdöl und Erdgas in Österreich. 2. vollständig überarbeitete Auflage, (Seite 46-48). Naturhistorisches Museum Wien und F. Berger-Horn, Wien.
- FUCHS, G. & THIELE, O. 1987: Erläuterungen zu Blatt 34 Perg, Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000. – Geologische Bundes-Anstalt, Wien.
- GATTINGER, T.E. 1993, Bad Schallerbach. In: ZÖTL, J., GOLDBRUNNER, J.E. 1993: Die Mineral- und Heilwässer Österreichs – Geologische Grundlagen und Spurenelemente. Springer-Verlag, Wien.
- GOLDBRUNNER, J.E. 1984: Zur Hydrogeologie des Oberösterreichischen Molassebeckens. Steirische Beiträge zur Hydrogeologie, 36, 83 – 102.
- GOLDBRUNNER, J.E. 1988: Tiefengrundwässer im Oberösterreichischen Molassebecken und im Steirischen Becken. Steirische Beiträge zur Hydrogeologie, 39, 5 - 94.
- GRATZER, R., SACHSENHOFER, R. F., BECHTEL, A., SCHULZ, H.-M. & SMUK, A. (2008): Oil-oil and oil source Rock Correlation in the Alpine Foreland Basin Austria. 70th EAGE Conference & Exhibition. Extended Abstract.
- GRATZER, R., BECHTEL, A., SACHSENHOFER, R. F., LINZER, H. G., REISCHENBACHER, D. & SCHULZ, H.M. (2011): Oil-oil and oil source rock correlation in the Alpine Foreland Basin of Austria: Insights from biomarker and stable carbon isotope studies. Marine and Petroleum Geology
- HÄUSLER, H. 2000: Zur Hydrogeologie des Schlierhügellandes zwischen Welser Heide und Eferdinger Becken (Schartner Rücken; Oberösterreich). Institut für Geologie, Geozentrum der Universität Wien.
- HUBER, B. 1999: Thermalwasservorkommen im niederbayerisch-oberösterreichischen Molassebecken. Bayrisches Landesamt für Wasserwirtschaft München.
- KOHL, H. 1973: Zum Aufbau und Alter der oberösterreichischen Donauebene. Jahrbuch des oberösterreichischen Musealvereins, Band 118/I, S.187-196.
- KOHL, H., KRENMAYR, H.G., VAN HUSEN, D., LETOUZÉ, G., RUPP, Ch., ZORN, I. 1997: Geologische Karte der Republik Österreich 1 : 50000. Erläuterungen zu Blatt 49 Wels, Geologische Bundesanstalt, Wien.

- KRENMAYR, H.G. & ROETZEL, R. 1996: Oligozäne und miozäne Becken- und Gezeitensedimente in der Molassezone Oberösterreichs. Exkursionsführer 11. Sedimentologentreffen, Exkursion B2. Geologische Bundesanstalt, Wien.
- KURZWEIL, H. 1973: Sedimentpetrologische Untersuchungen an den jungtertiären Tonmergelserien der Molassezone Oberösterreichs. *Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 20, 203-204.
- LADWEIN, W. & SCHMIDT, F. 1993: Die Entstehung von Kohlenwasserstoffen. In: BRIX, F., SCHULTZ, O. (Hrsg.): *Erdöl und Erdgas in Österreich*. 2. vollständig überarbeitete Auflage, (Seite 14-16). Naturhistorisches Museum Wien und F. Berger-Horn, Wien.
- LOHBERGER, W. & THÜRRIEDL, K. 1998: Auswirkungen des Wasserwirtschaftlichen Vorrangflächenkonzeptes auf mögliche Grundwassergewinnungsanlagen im südlichen Eferdinger Becken.
- LOHBERGER, W. 1984: Grundwasserkonzept Wassergüte Eferdinger Becken. Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaftskataster.
- MACKENBACH, R. 1984: Jungtertiäre Entwässerungsrichtungen zwischen Passau und Hausruck (O.Ö). *Geologisches Institut Universität Köln, Sonderveröffentlichung* 55, 175.
- MALZER, O. 1981: Geologische Charakteristik der wichtigsten Erdöl- und Erdgasträger der oberösterreichischen Molasse. Teil II: Die Konglomerate und Sandsteine des Oligozäns. *Erdöl – Erdgas – Zeitschrift*, 97/1, 20 – 28.
- MALZER, O., RÖGL, F., SEIFERT, P., WAGNER, L., WESSELY, G., BRIX, F. 1993: Die Molassezone und deren Untergrund. In: BRIX, F., SCHULTZ, O. (Hrsg.): *Erdöl und Erdgas in Österreich*. 2. vollständig überarbeitete Auflage, (Seite 281-358). Naturhistorisches Museum Wien und F. Berger-Horn, Wien.
- MINICHMAYR, W. 1975: Brief an ÖMV-AG vom 7.Mai 1975 (Ölfund beim Bau eines Feldbrunnens in Bergham bei Alkoven, Erdbeerplantage). Unveröffentlicht, 1 Seite, Bergham/Alkoven.
- MOIOLA, R.J. 1981: Environmental Analysis of Sandstone Reservoirs Molasse Basin, Austria. Unveröffentlichter Bericht Technical Service Job No. 506 – 7232, Mobil Research and Development Corporation, Dallas.
- MOIOLA, R.J. 1981: Environmental Analysis of Reservoir Sandstone Austria – unveröffentlichter Bericht. Technical Service Job No. 506 – 7232, Mobil Research and Development Corporation, Dallas.
- MOSER, G. & JARITZ, W. 2005: Grundwassermodell Aschacher Au. Bericht. Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Linz.
- NACHTMANN, W. 2003: Abriss der Öl- und Gaswirtschaft in Oberösterreich (unter besonderer Berücksichtigung des Salzkammerguts). „Erde – Mensch – Kultur – Umwelt“, *Gmundner Geostudien* 2, Institut Museum Gmunden.
- POLESNY, H. 1983: Verteilung der Öl- und Gasvorkommen in der oberösterreichischen Molasse. *Erdöl Erdgas Zeitschrift*, 99/3, 90-102.
- ROETZEL, R. & RUPP, Ch. 1991: Die westliche Molassezone in Salzburg und Oberösterreich. In: ROETZEL, R. & NAGL, D. 1991: *Exkursionen im Tertiär Österreichs. Molassezone, Waschbergzone, Korneuburger Becken, Wiener Becken, Eisenstädter Becken*. Österreichische Paläontologische Gesellschaft, Wien.

- SACHSENHOFER, R. F., LEITNER B., LINZER, H. G., BECHTEL, A., ČORIĆ, St., GRATZER, R., REISCHENBACHER, D. & SOLIMAN, A. (2010): Deposition, Erosion and Hydrocarbon source potential of the oligocene Eggerding Formation (Molasse Basin, Austria). *Austrian Journal of Earth Sciences*, 103, 76-99.
- SCHADLER, J. 1947: Geologie Bad Weinberg. Unveröffentlichter Bericht.
- SCHMID, Ch., AMTMANN, J., SCHÖN, J., GRATZER, R. 2010: Bewertung und Abgrenzung einer Ölkontamination im Raum Alkoven (Eferdinger Becken). Unveröffentlichter Bericht. Joanneum Research, Institut für Wasser, Energie und Nachhaltigkeit, Geophysik und Geothermie, Leoben.
- SCHULZ, H.-M., SACHSENHOFER, R. F., BECHTEL A., POLESNY, H. & WAGNER, L. (2002): The origin of hydrocarbon source rocks in the Austrian Molasse Basin (Eocene – Oligocene transition). *Marine and Petroleum Geology*, 19, 683-709.
- Unveröffentlichter Bericht Joanneum Research, 2005: Sturkturerkundung der basalen Sedimente in der Oberösterreichischen Molasse zwischen Welser Heide und Eferdinger Becken im Hinblick auf Tiefenwasserzirkulation. Joanneum Research, Bericht Institut für Wasserressourcenmanagement, Hydrogeologie und Geophysik, Leoben.
- WAGNER, L. 1980: Geologische Charakteristik der wichtigsten Erdöl- und Erdgasträger der oberösterreichischen Molasse. Teil I: Die Sandsteine des Obereozän. *Erdöl Erdgas Zeitschrift*, 96/9, 338-346.
- WAGNER, L., KUCKELKORN, K., HILTMANN, W., 1986: Neue Ergebnisse zur alpinen Gebirgsbildung Oberösterreichs aus der Bohrung Oberhofen 1 – Stratigraphie, Fazies, Maturität und Tektonik. *Erdöl Erdgas Kohle*, 102/1, 12-19.
- ZÖTL, J., GOLDBRUNNER, J.E. 1993: Die Mineral- und Heilwässer Österreichs – Geologische Grundlagen und Spurenelemente. Springer-Verlag, Wien

10. Anhang

11.1 Datentabelle der Beprobungen

Nr	x	y	Ortsbezeichnung	Brunnen- tiefe (m)	Abstich (m)	Kontamination neu	Bemerkung	DOC	gesamte Kohlen- wasserstoffe (mg/l)	Temperatur (°C)	elektr. Leit- fähigkeit (µS/cm)	ph-Wert	Mg (mg/l)	Datum Beprobung	Quelle
54	59000	350026	Minichmayer Erdbeer- bewässerungsbrunnen			Öl									Land OÖ
55	53994	348206	Puchham 19			noch auf KW zu testen	Ca=240; Na=21; Sulfat=340			19,8	1328	6,84	75	2000	Land OÖ
56	54538	347909	Puchham 10			noch auf KW zu testen	Mn=0,04; Sulfat=35; Ammonium=0,21							2000	Land OÖ
57	53998	348997	Staudach 5		8,81	noch auf KW zu testen	Ca=130; Mg=31; Sulfat=36			14,5	811	7,02			Land OÖ
58	58564	350457	Nelkenstraße 10			noch auf KW zu testen	Ca=130; Chlorid=39; Sulfat=92			9,8	891	7,51		1999	Land OÖ
59	58570	350385	Nelkenstraße 4		12,60	noch auf KW zu testen					795		35	24.04.2008	Land OÖ
60	56786	349583	Weidach 16			noch auf KW zu testen	Nitrat=46			14,1	910	7,03		06.10.1994	Land OÖ
61	56820	349472	Weidach 12			noch auf KW zu testen	Nitrat=50			11,9	928	6,99		06.10.1994	Land OÖ
62	56729	349355	Weidach 6		8,98	noch auf KW zu testen				11,1	835	6,51		23.05.1996	Land OÖ
63	59151	350841	Berghammerstr. 79		10,39	noch auf KW zu testen	sulfidischer Geruch			12,5	916	7,11	33	16.04.2002	Land OÖ
64	54193	348159	ALTER Brunnen, Puchham 18			noch auf KW zu testen	Ca=220; Na=31; Sulfat=270; Fe=0,07; Mn=0,11				1334	6,84	73	06.07.2000	Land OÖ
65	54202	348176	NEUER Brunnen, Puchham 18			noch auf KW zu testen	Ca=230; Sulfat=210; Mn=0,06				1273	7,12	74	06.07.2000	Land OÖ
66	57584	350031	Brunnen neben Grabstätte d. Fam. Holzinger; Friedhof Alkoven			noch auf KW zu testen	Nitrat=48; Phosphat=0,87			10,7	904	7,31		06.10.1994	Land OÖ
67	53290	348418	Staudach 14			noch auf KW zu testen	Ca=220; Sulfat=240			15,9	1058	7,50	45	06.07.2000	Land OÖ
68	54101	348209	Puchham 33			noch auf KW zu testen	Ca=280; Mg=130; Na=150; K=15; Sulfat=940; +H26Fe=0,45; Mn=0,08				2300	6,90	130	06.07.2000	Land OÖ
69	54389	347768	Puchham 7			noch auf KW zu testen	Ca=170; Sulfat=110				936		35	06.07.2000	Land OÖ
70	59573	350756	Erdbeerlandstr. 9			noch auf KW zu testen					935			18.01.1994	Land OÖ
71	54440	349863	Emling 21		10,24	noch auf KW zu testen	Ca=160; Nitrat=110; Chlorid=28; Sulfat=45			14,2	999	7,13	38	06.07.2000	Land OÖ
72	54046	348951	Staudach 23		9,61	noch auf KW zu testen		1		13,7					Land OÖ
73	56019	350277	Strass 43			keine KW		2,2	0	13,3					Land OÖ
74	55974	350299	Strass 22			keine KW		3,2	0	19,1					Land OÖ
75	55968	350353	Strass 6		2,85	keine KW		3,2	0	14,9					Land OÖ
76	57028	349749	Weidach 19, Sportplatz			noch auf KW zu testen									Land OÖ
77	59088	350850	Berghamerstraße 73		10,21	noch auf KW zu testen		1		12					Land OÖ
78	53670	347803	Staudach 18			noch auf KW zu testen									Land OÖ
79	59136	350867	Berghamer Straße 77			noch auf KW zu testen									Land OÖ
80	59114	350827	Berghamer Straße 81			noch auf KW zu testen	stark Sulfidischer Geruch								Land OÖ
81	58532	350477	Edelweißstraße 15			noch auf KW zu testen									Land OÖ
82	53868	349123	Staudach 10		8,41	noch auf KW zu testen									Land OÖ
83	53860	349100	Schachtbrunnen	15,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
84	54065	349050	Schachtbrunnen	11,10	8,45	noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
85	54117	348133	Schachtbrunnen	6,00	2,00	noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
86	54291	349376	Schachtbrunnen	13,50		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
87	54291	349376	Schachtbrunnen	13,50		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
88	54310	349933	Schachtbrunnen	9,00	8,00	noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
89	54572	349759	Schachtbrunnen	10,00	8,00	noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
90	54690	349920	Schachtbrunnen	14,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
91	54728	348973	Schachtbrunnen	11,00	10,00	noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
92	54728	348973	Schachtbrunnen	11,00	10,00	noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
93	54800	348960	Schlagbrunnen	15,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
94	54870	351290	Schlagbrunnen	5,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
95	54963	350245	Schachtbrunnen	12,00	10,50	noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
96	55387	351092	Schachtbrunnen	5,50	4,00	noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
97	55500	350290	Schachtbrunnen	11,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
98	55842	350170	Schachtbrunnen	10,00	9,00	noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
99	55890	350235	Schachtbrunnen	4,50		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
100	55959	350217	Bohrbrunnen	13,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
101	55999	351330	Schlagbrunnen	4,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
102	56060	350200	Schachtbrunnen	8,80		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
103	56179	351733	Schachtbrunnen	5,50	4,50	noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
104	56303	351657	Schachtbrunnen	4,00	3,00	noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
105	56325	350656	Schlagbrunnen	7,00	3,00	noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
106	56400	350720	Schachtbrunnen	3,50		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
107	56459	351112	Schlagbrunnen			noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
108	56695	350780	Schachtbrunnen	4,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
109	56755	351569	Schachtbrunnen	13,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
110	56950	350740	Schachtbrunnen	4,50		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ

Nr	x	y	Ortsbezeichnung	Brunnen- tiefe (m)	Abstich (m)	Kontamination neu	Bemerkung	DOC	gesamt Kohlen- wasserstoffe (mg/l)	Temperatur (°C)	elektr. Leit- fähigkeit (µS/cm)	ph-Wert	Mg (mg/l)	Datum Beprobung	Quelle
111	57084	352085	Schachtbrunnen	7,50	4,80	noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
112	57208	350202	Schlagbrunnen	5,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
113	57435	350010	Schachtbrunnen	5,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
114	57465	350421	Schlagbrunnen			noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
115	57472	349120	Schachtbrunnen	11,00	9,00	noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
116	57493	350140	Schachtbrunnen	6,00	5,00	noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
117	57540	351700	Schachtbrunnen	15,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
118	57688	349187	Schachtbrunnen	11,00	9,50	noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
119	57757	351570	Schlagbrunnen			noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
120	57780	349253	Schachtbrunnen	9,60		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
121	57810	351700	Schachtbrunnen	6,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
122	57882	351373	Schachtbrunnen	6,00	4,50	noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
123	58100	351600	Schachtbrunnen	4,50		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
124	58156	351234	Schachtbrunnen	4,10	3,00	noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
125	58230	351020	Schachtbrunnen	3,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
126	58260	351090	Schlagbrunnen	3,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
127	58413	352132	Schachtbrunnen	5,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
128	58413	352132	Schachtbrunnen	5,50		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
129	58444	350455	Schachtbrunnen	12,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
130	58483	350706	Schachtbrunnen	13,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
131	58500	351800	Schachtbrunnen	4,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
132	58507	348371	Schachtbrunnen	3,00	0,70	noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
133	58550	350760	Schachtbrunnen	13,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
134	58610	350800	Schachtbrunnen	13,50		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
135	58645	351217	Schlagbrunnen	9,00	2,00	noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
136	58667	350865	Schachtbrunnen	12,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
137	58905	351742	Schlagbrunnen	6,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
138	59443	349332	Schachtbrunnen	9,00	3,00	noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
139	59667	350635	Schachtbrunnen	13,00	11,00	noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
140	59920	348950	Schachtbrunnen	6,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
141	60181	349778	Schachtbrunnen	2,00		noch auf KW zu testen									Laborbus Land OÖ
142	58657	350408	Edelweißstraße 14/16	14,01	12,43	noch auf KW zu testen									Land OÖ
143	57812	350183	Spenglerstraße 2		10,02	noch auf KW zu testen									Land OÖ
144	57658	349814	Kirchenstraße 33	10,69	9,65	noch auf KW zu testen									Land OÖ
145	57731	349744	Kirchensstraße 43	11,70	10,74	noch auf KW zu testen									Land OÖ
146	57951	349563	Dorfstraße 6	9,80	8,55	noch auf KW zu testen									Land OÖ
147	58314	349802	Parzweg 20	11,58	10,29	noch auf KW zu testen									Land OÖ
148	57626	349350	Institut Hartheim I		12,00	noch auf KW zu testen									Stanzel
149	57491	349196	Institut Hartheim II		11,00	noch auf KW zu testen									Stanzel