

Fachliche Bewertung und Verifizierung der
aerogeophysikalischen Befliegung
der Messgebiete
Traun/Ennsplatte
und der Detailgebiete
Sierning
und
Neuhofen an der Krems (OÖ)

Gemeinschaftsbericht der Projekte
ÜLG20/ÜLG28/ÜLG35

GERHARD BIEBER
KLAUS MOTSCHKA
ALEXANDER RÖMER

mit Beiträgen von:

ANDREAS AHL
HERBERT PIRKL
PETER SLAPANSKY
EDMUND WINKLER

DANKSAGUNG

Nachstehenden p.t. Kollegen, ohne deren Mitarbeit die umfangreichen Arbeiten im Rahmen dieses Projektes nicht durchgeführt werden hätten können, sei für deren Mitarbeit herzlich gedankt:

Rainier ARNDT

Markus FIEBIG

Gregor GÖTZL

Martin HEIDOVITSCH

Birgit JOCHUM

Peter KLEIN

Gerhard LETOUZÉ- ZEZULA

Jürgen REITNER

Heinz REITNER

Christian STOTTER

Robert SUPPER

Ingeborg WIMMER-FREY

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG.....	3
1	EINLEITUNG.....11
1.1	Zielsetzung und Ablauf des Projekts.....13
1.2	Allgemeine Bemerkungen zu aerogeophysikalischen Messungen.....14
2	GEOLOGIE.....16
2.1	Grundwassersituation.....18
3	ERGEBNISSE/INTERPRETATION RADIOMETRIE.....21
3.1	Geochemische Charakteristik im Bezug zur Radiometrie (H. PIRKL).....21
3.1.1	Ziele und Aufgabe.....21
3.1.2	Aussagen der Bachsedimentgeochemie.....22
3.1.3	Aussagen der Hydrogeochemie.....30
3.2	Charakterisierung der Deckschichten (Löss- Lösslehm) auf Basis der Aeroradiometrie.....35
3.2.1	Ausgangssituation.....35
3.2.2	Gammaspektroskopische Betrachtung der Traun-Enns Platte.....38
3.2.3	Auswertung und Interpretation.....42
3.2.4	Gammaspektroskopische Betrachtung des Detailgebietes Sierning / Oberwolfen.....52
3.2.5	Gammaspektroskopische Betrachtung des Detailgebietes Neuhofen a.d. Krems.....68
4	ERGEBNISSE/INTERPRETATION DER ELEKTROMAGNETIK.....96
4.1	Untersuchungsgebiet Traun/Ennsplatte.....103
4.2	Detailgebiet Sierning/Oberwolfen.....128
4.3	Detailgebiet Neuhofen.....162
5	ERGEBNISSE/INTERPRETATION MAGNETIK (P. SLAPANSKY, A. AHL).....171
6	METHODENENTWICKLUNG DES AEROGEOPHYSIKALISCHEN PROCESSINGS (E. WINKLER, A. AHL).....178
6.1	Inversion der Aeroelektromagnetik: Probleme und Lösungen.....178
6.2	Problem der exakten Höhenbestimmung:.....181
6.3	Aeromagnetik :.....183
Literatur.....	187
ANHANG.....	191
Aerogeophysik.....	192
Fluglinien.....	194
Durchführung der Messungen.....	198
Datenkontrolle.....	202
Elektromagnetische Widerstandskartierung.....	202
Radiometrische Kartierung.....	204
Die Quellen der natürlichen Gammastrahlung.....	204
Korrekturen der Messdaten.....	205
Infrarot und Bodenfeuchte.....	211
Bodengeophysik.....	212
Spezifikationen der bodengeophysikalischen Messungen.....	212
Methode der Gleichstromgeoelektrik.....	215
Methode der Refraktionsseismik.....	217
Methode der Bodenradiometrie.....	219
Arbeitsaufwand für Feldmessungen Aerogeophysik/Bodengeophysik/Probennahme/Bohrungen.....	221
Korngrößenanalyse.....	222
Tonmineralanalyse.....	223
Gesamtmineralanalyse.....	224
Tonmineral- und Gesamtmineralbestand.....	225
Gesteinschemie.....	226
Anhang Ergebnisse.....	227

ZUSAMMENFASSUNG

Einleitung / Ausgangssituation

Mit der hubschraubergeophysikalischen Vermessung in bereits gut dokumentierten Detailgebieten der Traun/Enns-Platte sollten in erster Linie geowissenschaftliche Beiträge zu Fragestellungen

- a) der Rohstoffgeologie
- b) der regionalen geologischen Kartierung (Neuhofen / Krems) und
- c) der Hydrogeologie (Versickerungsbereich Sierning)

erstellt werden. Die Größe dieser Detailgebiete betrug je 2 km² und wurde mit einem engen Flugraster von 25 m befliegen. Damit war gewährleistet, dass eine optimale Informationsdichte erreicht wird.

Aus Gründen, die in der Einleitung detailliert beschrieben werden, wurde das konzipierte Vermessungsgebiet auf die gesamte Traun-Enns-Platte (ca. 600 km²) erweitert. Die Lage ist aus der Abbildung (I) zu entnehmen.

Auswertung und Interpretation

Die Zielsetzung der multidisziplinären Auswertung und Interpretation der aerogeophysikalischen Messwerte soll die Basis für hydrogeologische (z.B. Deckschichten versus Versickerungszonen/Erosionszonen, bevorzugte Aquiferstrukturen – Rinnensysteme im liegenden Schlier) und rohstoffrelevante (Löss/Lösslehm- sowie Kiesvorkommen) Fragestellungen bilden. Als übergeordnetes Ziel wurde die Entwicklung einer optimierten Methodologie und fokussierten Auswertestrategie für komplexe Lockersedimentareale angestrebt. Anhand der vorgegebenen Aufgabenstellung gliedert sich die Auswertung thematisch in die Blöcke:

- a) Multidisziplinäre Auswertung und Interpretation der Aero-Geophysik einschließlich der Bachsedimentgeochemie
- b) Neu entwickelte AEM-Processingschritte im Rahmen der Bearbeitung der Traun-Ennsplatte

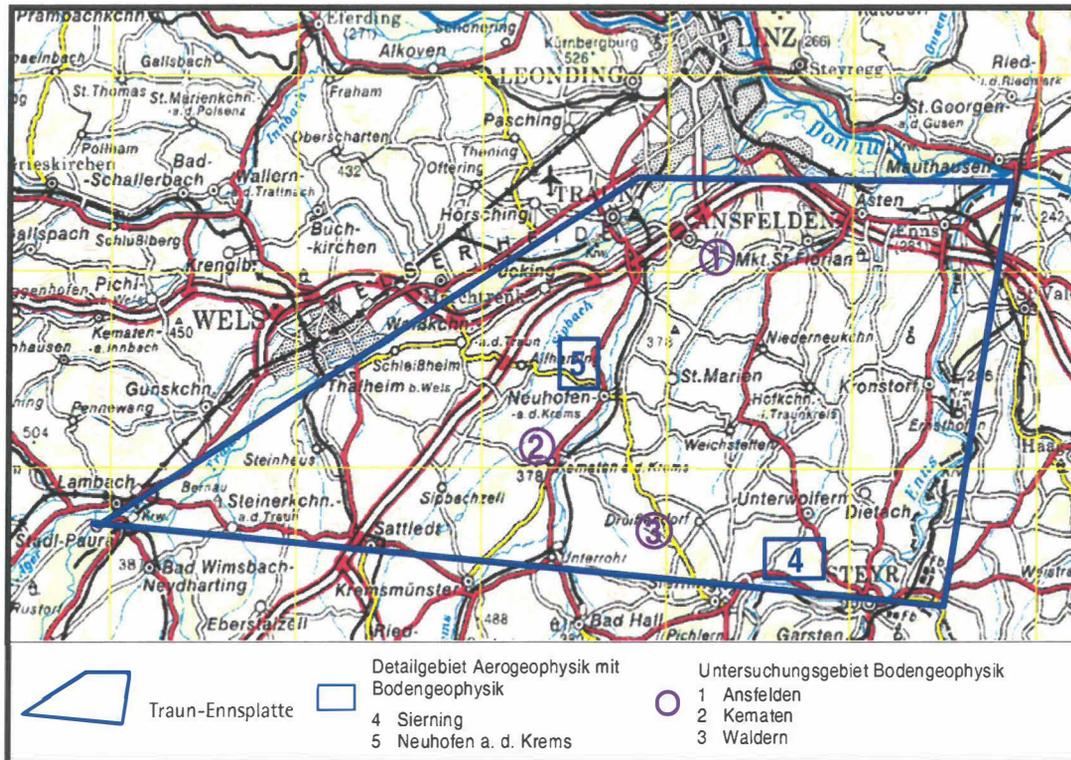


Abb. (I): Überblick über die Lage des Hubschraubermessgebietes Traun/Ennsplatte, die Detailgebiete Sierning und Neuhofen a.d. Krems und die Messgebiete der Bodengeophysik

A) Multidisziplinäre Auswertung und Interpretation der Aero-Geophysik

Radiometrie

Für die Charakterisierung der Löss-Lösslehmausbildung (Kornfraktion, Mineralogie, Geochemie) konzentrierte sich die aerogeophysikalische Bearbeitung auf die Auswertung der Gammastrahlung.

Die Auswertung der aerogeophysikalischen Gammaskopie der Elemente Kalium, Thorium, Uran und der Dosisleistung für das gesamte Fluggebiet (Traun-Ennsplatte) begann damit, dass die, in drei Detailgebieten aerogeophysikalisch aufgefundenen, Uran/Kalium/Thoriumanomalien entlang von ausgewählten Profilen bodenradiometrisch aufgenommen und miteinander verglichen wurden. Für die geologische Interpretation der Ergebnisse wurden die Radiometriedaten mittels granulometrischen, geochemischen und mineralogischen Analysen verifiziert. Basierend auf großflächigen Äquivalentkonzentrationsunterschieden aus der Aero-Gammaskopie wurden die drei Detailgebiete so gewählt, dass unterschiedliche quartärgeologische Ablagerungen betroffen waren.

Im Detailgebiet Volkersdorf/Hiesendorf korrelieren höhere Werte von K_2O in den Bodenproben (RFA-Geochemie) mit den höheren Kalium-Äquivalentkonzentrationen aus der Aero-Gammaskopie und den deutlich erhöhten Werten vom *Kalium-Glimmer* (Muskovit) aus der

Tonmineralogie. Schlussendlich wird dieser Trend auch durch die Zählraten aus der Bodenradiometrie sämtlicher Parameter (Thorium, Uran, Kalium und Gesamtstrahlung) bestätigt

Der höhere Gehalt an K_2O in den Bodenproben im Gebiet Volkersdorf/Hiesendorf weist auf ein juveniles, wenig verwittertes Sediment (Löss/Lösslehm) im Nahbereich des Auswehungsgebietes der Würmvereisung hin. Weiter entfernt vom Auswehungsgebiet der Würmeiszeit, im Bereich der Älteren- und Jüngeren Deckenschotter, kam es nur zu einer geringmächtigen „Würmlöss“ Sedimentation. Es ist anzunehmen, dass die Lössakkumulation in den, vom Auswehungsgebiet weiter entfernt gelegenen Bereichen derart gering war, dass sie für die Bodenbildung keine Bedeutung hatte. Diesbezüglich erfolgte die Probenahme in den bereits stark verwitterten Lössablagerungen der Älteren- und Jüngeren Deckenschotter, was die Kaliumarmut (durch Verwitterung) erklären würde. Der deutlich erhöhte Smectidgehalt in den tieferen Proben des Detailgebietes Neuhofen an der Krems weist ebenfalls auf diesen Verwitterungsprozess hin.

Die Bearbeitung der Detailgebiete zeigt, dass auf Grund der überall relativ homogenen Ausbildung der Deckschicht (Löss/Lösslehm) nur minimale Konzentrationsunterschiede in den, für die Gammasspektroskopie relevanten, geologischen Parametern, vorhanden sind. Deshalb sind Aussagen bezüglich der Funktion der Deckschicht nur bedingt möglich.

Die Verifizierung hat aber klar gezeigt, dass eine großmaßstäbliche Betrachtung lateral ausgedehnter Anomaliebereiche aus der Aero-Radiometrie einen wertvollen Beitrag für hydrogeologische und rohstoffrelevante Fragestellungen liefert.

Wie aus der gammaspektroskopischen Auswertung der Aero- und Bodenradiometrie hervorgeht, sind bewaldete Bereiche durch eine Dämpfung der Werte gekennzeichnet. Da diese Dämpfung beim Übergang von unbewaldeten zu bewaldeten Gebieten auch in der Bodenradiometrie deutlich zu erkennen ist, galt es, die Ursache auch am „Boden“ zu suchen.

Das Ergebnis dieser Untersuchungen zeigt, dass nach Entfernung der Bodenbedeckung im Wald, in 20 cm Tiefe, eine Angleichung der Zählraten aus der Bodenradiometrie mit jenen auf freiem Feld eintritt. Hingegen hatte die Entfernung der Grasnarbe auf der Wiese keinen Einfluss (sprich keine Dämpfung) auf die Bodenradiometrie.

Da in den betreffenden Bodenproben keine signifikante Abnahme in den gammaspektrometrischen Parametern (Uran, Thorium, Kalium) zu erkennen ist, wird diese Dämpfung auf die Bodenbedeckung im Wald zurückgeführt.

Aussagen der Bachsedimentgeochemie

Die systematische Beprobung der Bäche und Flüsse in der Molassezone, dem Flysch und den Kalkalpen erreicht nicht die Dichte wie innerhalb des Programms zum „Geochemischen Atlas“. Trotzdem zeigten Auswertungen in zahlreichen Teilgebieten, dass die beiden Aussageziele:

- Charakterisierung des lithologisch bedingten geochemischen Umfelds in den Fluss-Einzugsgebieten
- Eingrenzung von Hinweisen auf anthropogen bedingte Belastungen in den Fluss-Einzugsgebieten

erreicht werden können.

Aus der räumlichen Verbreitung der Calcium- und Kalium-Konzentrationen sind kaum Zusammenhänge mit den geologischen Strukturen im Untersuchungsgebiet herauszulesen. Sowohl Calcium, als auch Kalium, können zusätzlich über die Düngung in den Wasserkreislauf eingebracht werden.

Bei der Natrium-Verteilung könnte eventuell geprüft werden, ob ein gewisser regionaler Schwerpunkt höherer Konzentrationen östlich der Krems-Achse auch geogen bedingt sein könnte. Dabei würde sich eine Korrelation mit den entsprechenden Ergebnissen der Bachsedimentgeochemie ergeben.

Der Bereich höherer Konzentrationen von Sulfat östlich der Krems könnte auch geogen bedingt sein, wenn diese Beprobungspunkte ident mit Brunnen in Schlier sind oder mit Quellaustritten an der Oberkante des Schlier. Da viele dieser Punkte mit geringen Nitratkonzentrationen korreliert sind, ist die Wahrscheinlichkeit dieses geogen bedingten Zusammenhanges sehr groß.

Die Aluminium-Verteilungen repräsentieren in Zusammenschau mit den Kalium-Verteilungen überwiegend die räumliche Verbreitung Glimmer- und Tonmineralreicher Serien. Konzentrationen > 6% Al in Bachsedimenten sind daher verbreitet im Südteil des Kristallins und in Gebieten mit „Älterem Schlier“ anzutreffen. Innerhalb der Sedimentserien der Traun-Enns-Platte weisen Bachsedimente Al-Konzentrationen > 4,5% auf. Deutlich heben sich davon die, aus den Kalkalpen beeinflussten, Areale im Süden der Traun-Enns-Platte mit Al-Konzentration < 4% ab. Die räumliche Verteilung der Kalium-Konzentrationen in Bachsedimenten ist analog zu beschreiben. Deutlich wird hier aber auch der eher geschlossene Bereich mit K-Konzentrationen > 1,5% innerhalb der Traun-Enns-Platte östlich der Krems. Dies korreliert mit den Messergebnissen der Radiometrie/Kalium, wo ebenfalls die höchsten Konzentrationen bei Kalium auf geschlossenen Flächen östlich der Krems nachgewiesen wurden.

Letzteres Bild spiegelt auch die Verteilung der Natrium-Konzentrationen in den Bachsedimenten wider. Auch hier ist östlich der Krems ein geschlosseneres Areal mit Konzentrationen > 0,8 %

anzutreffen. Basierend auf der Korrelation Kalium und Natrium in Bachsedimenten würde hier aber eher ein Zusammenhang mit Feldspatführung in den Einzugsgebiets-Serien zu suchen sein.

Höhere Konzentrationen bei Calcium finden sich bei Probepunkten an den Flüssen, die ihr Haupteinzugsgebiet in den Kalkalpen besitzen - wie Traun, Alm oder Steyr.

Bei den Chromkonzentrationen zeigen sich „Maxima“ > 100ppm innerhalb der Traun-Enns-Platte wiederum verstärkt östlich der Krems und im weiteren Umfeld im Verbreitungsgebiet des „Älteren Schliers“ nördlich von Wels.

Elektromagnetik

Basierend auf der bekannten vorherrschenden geologischen Situation, die im Detail durch die umfangreiche Bohrdatenbank der OÖ-Landesregierung dokumentiert wird, lag das Ziel in der Zuordnung der Widerstandsverteilung zu geologisch definierten Körpern. Durch anschließende Modellrechnungen wurde versucht, diese geologisch definierten Körper lateral und vertikal zu verfolgen.

Der rohstoffrelevante Bezug lag in der Beurteilung der Löss/Lösslehmächtigkeit sowie der Mächtigkeit und Ausbildung der liegenden Kieskörper unterschiedlicher quartärgeologischer Einheiten. Hydrogeologisch lag das Interesse in der Erfassung von Versickerungsbereichen, die durch eine geringe Löss/Lösslehmbedeckung charakterisiert sind und im Erkennen von Hochzonen bzw. Senken (Rinnen) im Schlier.

Die generell verbreitete quartärgeologische Situation stellt sich so dar, dass stark vereinfacht, eine Abfolge von Hangend gegen Liegend durch eine mehrere Meter mächtige Löss/Lösslehmbedeckung (Mächtigkeit i.a. 0-10 m), gefolgt von Kieskörpern (Mächtigkeiten i.a. von wenigen Metern bis zu max. 50 m) vorliegt, die im Liegenden durch Top Schlier begrenzt wird.

Für die Inversion der Aero-Elektromagnetik Messungen wurde anhand dieser generellen geologischen Situation eine 3-Schicht Modellierung durchgeführt. Diesbezüglich ist jedoch anzumerken, dass lokal oft eine sehr heterogene Ausbildung dieses quartärgeologischen Modells vorliegt wo z.B. Löss/Lösslehm auf Schlier zu liegen kommt, oder Schlier an der Geländeoberfläche ausbeißt. Aus physikalischem Blickwinkel gestaltet sich deshalb die Modellrechnung der AEM schwierig, da sich die Rahmenparameter für das Modell ändern.

Eine wichtige Voraussetzung für die Bestimmung von Mächtigkeiten aus der Modellrechnung ist, dass sich die geologischen Einheiten physikalisch voneinander unterscheiden. Gerade beim Übergang von der Löss/Lösslehmbedeckung zum liegend Schotter ist je nach Verwitterungsgrad der Kiese, ein relativ scharfer (geringe Verwitterung der Kiese in der Hochterrasse) bis wenig scharfer (starke Verwitterung der Jüngeren und Älteren Deckenschotter) Übergang vorhanden. Somit ist die Mächtigkeitsbestimmung aus physikalischer Sicht, d.h. in der Modellrechnung der

Aeroelektromagnetik, schwierig, weil diese Übergangsbereiche eine äußerst unterschiedliche vertikale Ausdehnung haben und deshalb keine scharfe Grenze darstellen.

Weiters muss der Fluglinienabstand von 200 m für eine detaillierte Mächtigkeitsbestimmung der Löss/Lösslehmschicht als zu grob angesehen werden.

Hingegen hat sich die Befliegung mit einem Profilabstand von 25 m in den Detailgebieten für die gegenständliche Fragestellung als äußerst zielführend erwiesen. In Kombination mit begleitenden bodengeophysikalischen Methoden (Geoelektrik, Refraktionsseismik) sind Bereiche mit größeren Mächtigkeiten von Bereichen mit geringeren Mächtigkeiten nachweisbar. Die flächenhafte Information der Löss/Lösslehmächtigkeit ist deshalb vor allem als strukturelle Aussage zu verstehen.

Hinsichtlich der Ergebnisse der 3-Schicht-Modellierung der Aero-Elektromagnetik für die 2. Schicht (Kiese unterschiedlicher quartärgeologischer Genesen) gelten die selben Rahmenbedingungen wie für die Ergebnisse der 1. Schicht (Löss/Lösslehm).

Bodengeoelektrische Ergebnisse zeigen, dass die Älteren und Jüngeren Deckenschotter (v.a. in den Detailgebieten Sierning und Neuhofen) durch große Unterschiede in den elektrischen Widerständen (von 200 bis weit über 1000 Ohmm) gekennzeichnet sind. Als Gründe hierfür seien die Konglomerierung, der unterschiedliche Verwitterungsgrad und Wassergehalt sowie die unterschiedliche Korngrößenverteilung genannt.

Die Interpretation der Inversionsergebnisse der Bodengeoelektrik zeigt, dass durch die extrem hohen Widerstandskontraste die aus der Inversionsrechnung abgeleiteten Mächtigkeiten der Deckenschotter deutlich zu hoch liegen. Der Abgleich der Mächtigkeitsangaben aus der Bodengeoelektrik mit bis in den Schlier abgeteufte Aufschlussbohrungen (Wasserversorgung Wolfers, Bohrdatenbank OÖ-Landesregierung) liefert wichtige Vorinformationen für die AEM 3-Schicht Inversion.

Das Ergebnis der Mächtigkeit der zweiten Schicht (i.a. Kies) aus der AEM-Inversion bei einem Fluglinienabstand von 200 m zeichnet strukturell die Kiesmächtigkeiten aus der Bohrdatenbank nach. In den Detailgebieten Ansfelden, Kematen und Weidern wurden unterschiedliche Ausbildungen der 2. Schicht (i.a. Terrassenschotter) bodengeophysikalisch untersucht und ebenfalls als Vorinformation für die 3-Schicht-Modellrechnung verwendet.

Sehr gut sind die größeren Mächtigkeiten im Süden des Messgebietes zu erkennen. Gegen Norden nimmt die Mächtigkeit dieser Schicht ab, wobei sich im Osten die Bereiche der Hochterrasse klar erkennbar abzeichnen. Um die Ergebnisse der Sand/Schottermächtigkeiten aus der Bohrdatenbank mit den Ergebnissen der 2. Schicht aus der Aeroelektromagnetik in den Gebieten der älteren Deckenschotter bzw. der Hochterrasse vergleichen zu können, wurde eine statistische Auswertung durchgeführt. Dabei zeigen sich etwas größere Mächtigkeiten aus der Aeroeophysik im Bereich der Älteren Deckenschotter.

Die Mächtigkeiten der Hochterrasse, die im Mittel gut entsprechen, unterscheiden sich von denen der Bohrungen durch ihre etwas andere Häufigkeitsverteilung vor allem im Bereich der minimalen (0-10 m) und maximalen (50 m) Werte.

Die Schlieroberkante wurde aus der AEM durch die Bildung der Summe der Mächtigkeiten der ersten und zweiten Schicht und Abzug selbiger vom Geländehöhenmodell errechnet. Diese folgt im Wesentlichen der morphologischen Struktur. Obwohl noch Streifigkeiten (Einfluss der Flughöhe) in der Schlieroberkante vorliegen, zeichnen sich im Ostteil des Messgebietes Rinnenstrukturen ab. Zum einen ist die aus der Literatur bekannte „Rinne von Wolfen“ (NW von Steyr) zu erkennen. Zum anderen ist im nordöstlichsten Teil des Untersuchungsgebietes, im Bereich der Hochterrasse, eine Rinnenstruktur zu erkennen.

Als äußerst erfolgreich ist die Auswertung der Aero-Elektromagnetik der 2. Schicht in den Detailgebieten Sierning/Wolfen und Neuhofen an der Krems zu beurteilen. Durch den engen Fluglinienabstand von 25 m und unterstützt durch eine umfangreiche bodengeophysikalische Messkampagne konnte die dreidimensionale Ausbildung der 2. Schicht aus der AEM zufrieden stellend modelliert werden.

Dabei zeigte sich, dass das Schlierrelief im Bereich der „Senke von Wolfen“ (H.FLÖGEL, 1983), welches morphologisch einer abflusslosen Rinne folgt, in sich sehr heterogen aufgebaut ist. Die Widerstandsverteilung aus der AEM und quer über diese Rinne verlaufende Bodengeoelektrikprofile weisen eine Aufwölbung im Bereich der „Schlierrinne“ aus. Die Bodengeoelektrik lässt vermuten, dass in diesem Bereich der Aufwölbung ein kleinräumig strukturiertes Schlierrelief vorliegt.

Zusätzlich war es möglich, sowohl Aussagen hinsichtlich der Mächtigkeit (Modellierung) als auch der Ausbildung (Widerstandsverteilung) des Kieskörpers zu treffen.

Bohrprotokolle und Pumpversuchsdaten von zwei Aufschlussbohrungen zeigten, dass in Bereichen mit einem hohen elektrischen Widerstand trockenere, z.T. konglomerierte Kieskörper mit einer geringen Wasserhöflichkeit vorliegen. Bereiche, in denen der Kieskörper durch niederohmiges Material ausgebildet ist, repräsentieren locker gelagerte Kiese in denen eine größere Wasserhöflichkeit auftritt.

Zusammenfassend zeigt sich, dass die Ergebnisse in den Detailgebieten hinsichtlich rohstoffrelevanter und hydrogeologischer Fragestellungen eine sehr gute Auflösung der vorhandenen quartärgeologischen Situation liefern. Mit den durchgeführten Untersuchungen konnte die Heterogenität hinsichtlich Ausbildung und Mächtigkeit der einzelnen lithologischen Einheiten flächig dargestellt werden. Diese Informationen ergänzen die Ergebnisse aus einzelnen Bohrungen und geologischen Kartierungen.

Zum anderen bestand auf Grund der überschaubaren Datenmenge die Möglichkeit, Neuentwicklungen in der Modellierung der Daten einzubinden.

Die Ergebnisse der Bearbeitung der gesamten Traun-Ennsplatte sind hingegen als großräumige, strukturelle Hinweise zu verstehen. Für kleinräumige Gebiete mit detaillierter Fragestellung ist dieselbe Vorgehensweise wie z.B. im Gebiet Sierning/Wolfersn zu empfehlen.

B) Neu entwickelte Aero-Elektromagnetik (AEM)-Processingschritte im Rahmen der Bearbeitung der Traun-Ennsplatte

Die genaue Kenntnis der Sensorhöhe über Grund spielt sowohl bei der AEM-Modellierung als auch der Radiometrie eine entscheidende Rolle. Die genaue Messung selbiger gestaltet sich jedoch über bewaldetem Gebiet als äußerst schwierig bis nahezu unmöglich. Deshalb wurden Methoden zur automatischen und manuellen Höhenkorrektur entwickelt und dadurch konnte deren Fehlerbeitrag in der AEM- und Radiometrie- Interpretation deutlich verringert werden. Eine weitere Reduzierung des Höhenfehlers wäre durch eine Kombination eines Laserhöhenmessers mit 2 Reflexionen und einem GPS-L1+L2 Sensor möglich.

Die Korrektur thermischer Driften des EM-Messgerätes wurde durch das Einbeziehen von Grenzen (minimal und maximal möglicher Messwert) innerhalb deren sich die Messdaten befinden müssen, erheblich objektiviert. Da die Grenzen unter Einbeziehung von Informationen über die Geologie des Messgebietes berechnet werden, wird durch diese Vorinformation bereits in der Phase des Preprocessings dazu beigetragen, die prinzipielle Unschärfe der AEM-Inversion zu verringern.

Bei den AEM-Inversionsmethoden wurde durch die Entwicklung der Inversion mit 3-Schichtmodellen mittels Suchverfahren und der probabilistischen Inversion mit 2-Schichtmodellen, unter Einbeziehung geologischer Vorinformationen, eine schnellere, flexiblere und im geologischen Kontext besser zu interpretierende Auswertung der AEM-Daten möglich.

Eine Feldfortsetzung auf eine topographische Ausgleichsfläche ermöglicht im Processing der Magnetik-Daten neben der Feldfortsetzung auf eine konstante Höhe, eine detailliertere Interpretation kleinräumiger Anomalien.

1 EINLEITUNG

Dieser Bericht behandelt die Ergebnisse der aerogeophysikalischen Vermessung im Gebiet der Traun/Ennsplatte und weiterführender Untersuchungen, die in den Projektjahren 2002 bis 2004 durchgeführt wurden.

Aufbauend auf den Endbericht: „*Untersuchungen der Löss- und Lösslehme in Oberösterreich südlich der Donau hinsichtlich ihrer Grundwasserschutzfunktion*“ (Bundes-/Bundesländerkooperation, G. MOSER, J. REITNER, 1998) wurde an ausgewählten Detailgebieten eine aerogeophysikalische Kartierung (2002) durchgeführt.

Die Detailgebiete liegen i) nördlich Neuhofen an der Krems sowie ii) im Raum Sierning, nördlich von Steyr. Die Ausdehnung beträgt jeweils 2 km², wobei ein engmaschiger Flugraster von 25 m gewählt wurde. Zusätzlich wurde im Rahmen von Übungsflügen seitens des österreichischen Bundesheeres die aerogeophysikalische Befliegung der gesamten Traun-Ennsplatte (600 km²) mit einem Flugraster von 200 m durchgeführt (näheres dazu in Kapitel 1.1).

Das Detailgebiet Neuhofen an der Krems wird von quartären Ablagerungen der ÄLTEREN DECKENSCHOTTER (ÄDS) mit LÖSS- LÖSSLEHMAUFLAGE, das Detailgebiet Sierning von quartären Ablagerungen der JÜNGEREN DECKENSCHOTTER mit LÖSS- LÖSSLEHMAUFLAGE aufgebaut. Als Liegendes ist in beiden Untersuchungsgebieten Molasse, in Form von SCHLIER, entwickelt.

Hinsichtlich der o.a., qualitativ und quantitativ unterschiedlich beflogenen Messgebiete, konzentriert sich die Bearbeitung vor allem auf die geologisch und geophysikalisch gut dokumentierten Detailgebiete. Anhand der Ergebnisse aus den Detailgebieten wurden spezifische Aussagen für die gesamte Traun-Ennsplatte abgeleitet.

Die Zielsetzung lag in der multidisziplinären Auswertung und Interpretation der aerogeophysikalischen Messwerte als Basis für hydrogeologische (z.B. Deckschichten versus Versickerungszonen/Erosionszonen, bevorzugte Aquiferstrukturen – Rinnensysteme im liegenden Schlier) und rohstoffrelevante (Löss/Lösslehm- sowie Kiesvorkommen) Fragestellungen. Als übergeordnetes Ziel wurde die Entwicklung einer optimierten Methodologie und fokussierten Auswertestrategie für komplexe Lockersedimentareale angestrebt.

Diesbezüglich erfolgten die Untersuchungen im Rahmen des Vollzugs des Lagerstättengesetzes, projektübergreifend (ÜLG 20, ÜLG 28 und ÜLG 35). Dies war insofern notwendig, und im Nachhinein betrachtet besonders effizient, da durch die intensive Zusammenarbeit unterschiedlicher Fachgebiete das Verständnis um den Zusammenhang der gesetzten Ziele optimiert wurde. Dazu sei angemerkt, dass für die aerogeophysikalische Modellentwicklung hinsichtlich der angestrebten Ziele, geologische, als auch bodengeophysikalische Kenndaten als Kalibrierdaten eingehen und daher eine stetige Optimierung des Modells, im Abgleich und in Wechselwirkung mit der bekannten geologischen Situation, erforderlich ist.

Durch die Einbindung der Fachabteilungen (Geochemie, Rohstoffgeologie, Sedimentgeologie) stand dem Projekt einerseits eine breitgefächerte Datenbasis zur Verfügung, andererseits wurden relevante Daten im Zuge der Bearbeitung neu erstellt. Zu diesem Zweck wurde auch das Institut für angewandte Geologie der Universität für Bodenkultur (Prof. Dr. Markus Fiebig), im Rahmen einer Lehrveranstaltung (Geländepraktikum) eingebunden. Die Bearbeitung geologischer/aerogeophysikalischer Inhalte wurde auf GIS ArcView Basis durchgeführt.

Für die **Charakterisierung der Löss-Lösslehmbildung** (Kornfraktion, Mineralogie) konzentrierte sich die aerogeophysikalische Bearbeitung auf die Auswertung der Intensität der Gammastrahlung. Die Gammastrahlung der Gesteine und der aus ihnen entstandenen Böden, stammt im wesentlichen aus drei Quellen: den radioaktiven Elementen Thorium und Uran mit einer Reihe von strahlenden Tochterprodukten, sowie von Kalium mit dem radioaktiven Isotop ^{40}K . Dieses ist vor allem in Tonmineralien angereichert, sodass die Intensität der kaliumrelevanten Gammastrahlung einen Rückschluss auf die Konzentration von Tonmineralien im Boden erlaubt. Hinsichtlich der Lösslehm-Deckschichtenproblematik bedeutet ein höherer Anteil von Tonmineralien (höhere Kalium-Gammastrahlung) eine feinkörnigere Ausbildung der Deckschicht. Geringerer Konzentrationen lassen auf das Gegenteil schließen.

Aerogeophysikalisch aufgefundene Uran/Kalium/Thoriumanomalien wurden entlang von Profilen bodenradiometrisch aufgenommen und miteinander verglichen. Für die geologische Interpretation der Ergebnisse wurden die Radiometriedaten mittels granulometrischen, geochemischen und mineralogischen Analysen verifiziert.

Die Zuordnung der Widerstandsverteilung zu geologisch definierten, lateral und vertikal unterschiedlich ausgebildeten Körpern, erfolgte durch den aerogeophysikalischen Einsatz der **Elektromagnetik** (AEM [elektromagnetisches Mehrfachspulensystem]). Damit wurde die scheinbare elektr. Widerstandsverteilung großflächig erfasst und die geophysikalischen Messdaten durch Modellrechnungen in geologisch greifbare Parameter (Zwei- und

Dreischichtfall) umgewandelt. Für diesen Prozess wurden einerseits bodengeophysikalische Parameter (Geoelektrik, Refraktionsseismik), andererseits geologische Inhalte (Geologische Manuskriptkarte der Traun-Ennsplatte, LdRg OÖ; Bohrdatenbank LdRg OÖ [GeoloGIS]; Bund-/Bundesländerkooperation - Endbericht OC-13, Moser, Reitner, 1998; Hydrogeologie der Molassezone im Bereich St. Florian-Steyr-Sierning, Leopold 1998 - Diplomarbeit) verwendet. Fehlende geologische Informationen wurden durch Aufschlusstätigkeiten mit dem GBA-eigenem Bohrgerät und durch Rammkernsondierungen (Geländepraktikum BOKU) ergänzt.

Als Ergebnis ist die Mustererkennung und Interpretation eines Dreischichtfalles in den i) **Älteren Deckenschottern** im Gebiet Neuhofen an der Kream (Löss-Lösslehmbedeckung / Ältere Deckenschotter / Schlier) sowie in den ii) **Jüngeren Deckenschottern** im Gebiet Sierning (Löss-Lösslehmbedeckung / Jüngere Deckenschotter / Schlier) zu werten. Durch die Modellierung des Schlierreliefs (Rinnenstrukturen) werden hydrogeologisch relevante Fragestellungen beantwortet.

1.1 Zielsetzung und Ablauf des Projekts

Mit der hubschraubergeophysikalischen Vermessung im Bereich Traun/Enns-Platte sollten auf Wunsch der FA Sedimentgeologie der Geologischen Bundesanstalt in erster Linie geowissenschaftliche Beiträge zu

- hydrogeologischen Fragestellungen (Versickerungsbereich Sierning)
- sowie zur
- Unterstützung der regionalen geologischen Kartierung (Neuhofen / Kream)

erstellt werden. Infolge der Anschaffung der Black Hawk Helikopter im Jahr 2002 erfolgte eine Umstrukturierung des österreichischen Bundesheeres und führte zu einem Wechsel des gesamten, für die Aerogeophysik ausgebildeten, Piloten- und Technikerpersonals. Damit verbunden war auch eine Verlegung der gesamten Infrastruktur von Langenlebar nach Hörsching. Die sich daraus ergebenden Probleme und Veränderungen konnten nach längeren Verhandlungen geklärt werden. Es wurde vereinbart, dass das neue Personal in Hörsching für die Aerogeophysik eingeschult wird. Als Lehrer wurde Vzlt. Rainer WEHRLE¹, der auf eine langjährige Erfahrung in der Aerogeophysik verweisen konnte, ausgewählt. Für die Einschulung von fünf neuen Piloten und drei neuen Technikern wurden 25 Flugstunden vorgesehen. Um diese Flugzeit nicht nur zur Einschulung sondern auch für die Geologische Bundesanstalt sinnvoll zu nutzen, wurde beschlossen, die bereits oben erwähnten Messgebiete um die gesamte Traun-Enns-Platte zu erweitern (entspricht mehr als einer Verdoppelung des

¹ Vzlt. WEHRLE verstarb überraschend im Februar 2003 und es sei ihm an dieser Stelle noch einmal ein herzlicher Dank für sein Engagement, seine Hilfsbereitschaft und seine Kameradschaft ausgesprochen.

ursprünglich geplanten Gebietes). Bei einem Workshop Anfang 2003 stellte sich heraus, dass diese Erweiterung des Messgebietes auch auf großes Interesse seitens der Rohstoffgeologie stieß. Auf Grund dieser Faktoren, der Einbindung der Projekte ÜLG28 und ÜLG35, sowie einer intensiven Zusammenarbeit mit den Geologen der GBA, wurde die umfangreiche Auswertung aller Daten erst im November 2004 abgeschlossen.

Die Messflüge im Raum Traun-Enns-Platte - die Lage der Messgebiete ist im Anhang dargestellt (siehe Abb. A2 bis A4) - fanden im Sommer 2002 statt. Der Hubschrauberlandeplatz lag in der Kaserne Hörsching bei Linz. Das nördliche Drittel des Messgebietes wurde am Beginn der Einschulung befliegen. Dies zeigt sich in einer weniger guten Datenqualität aller Messparameter (große Flughöhe, starkes Pendeln der Messsonde). Man erkennt daraus, wie wichtig erfahrene Piloten für die aerogeophysikalische Vermessung sind. Auch infolge einer Vielzahl von technischen Einrichtungen (Westbahn, Hochspannungsleitungen,...) in diesem Gebiet leidet die Datenqualität.

1.2 Allgemeine Bemerkungen zu aerogeophysikalischen Messungen

Die verschiedenen Gesteinsserien können sich in unterschiedlichster Weise in den geophysikalischen Messergebnissen widerspiegeln. Dabei ist zu bedenken, dass ein entsprechendes Resultat von folgenden Parametern abhängig ist:

- physikalische Eigenschaften der Gesteinsbildenden Mineralien, deren Poren- bzw. Klufttraum sowie deren Füllungen
- Auflösungsvermögen der verwendeten Messverfahren.

Zu den wichtigsten, für aerogeophysikalische Messungen relevanten physikalischen Eigenschaften von Mineralien bzw. Gesteinen zählt unter anderem die elektrische Leitfähigkeit, die magnetische Suszeptibilität (Gehalt an magnetischen Mineralien) und die natürliche Radioaktivität (Funktion des Gehalts an radioaktiven Mineralien). Weist nun eine Gesteinsserie einen signifikanten Unterschied bezüglich der eben erwähnten physikalischen Eigenschaften gegenüber den sie umgebenden Gesteinen auf, so können entsprechende Messmethoden zu deren Ortung herangezogen werden.

Weiters ist das Auflösungsvermögen des verwendeten Messverfahrens entscheidend. Eine zu untersuchende Gesteinsabfolge muss eine Mindestgröße bzw. Position aufweisen, die ein noch nutzbares Messsignal erzeugt. Dabei muss berücksichtigt werden, dass der Messpunktraster (Profilabstand, Messpunktabstand, Flughöhe etc.) einen sehr wesentlichen Einfluss auf das Ergebnis hat. Aus wirtschaftlichen Überlegungen kann der Profil- und Messpunktabstand nicht beliebig verkleinert werden. Daher ist es durchaus möglich, dass bei einer bestimmten Messrasterdimension eine Gesteinsserie nicht festgestellt werden kann, weil sie entweder zu

klein ist oder zu tief liegt, bzw. der physikalische Kontrast zu gering ist. Die Aerogeophysik liefert auch keine „punktgenauen“ Ergebnisse wie dies z.B. bei Bohrungen der Fall ist. Der Radius des kreisförmigen Messbereiches der verwendeten Messinstrumente liegt zwischen 65 und 190 Metern bei einer Flughöhe von 50 Metern (Kovacs, Holladay & Bergeron, 1995). Der gemessene Wert stellt daher ein integratives Mittel über diese Fläche dar. Aus allen diesen Gründen empfiehlt es sich, bei einem Profilabstand von 200 Metern, auf ein 200 x 200 Meter großes Grid zu interpolieren.

Beim Flugprogramm im Messgebiet Traun-Enns-Platte wurde ein Profilabstand von 200 m gewählt und für die beiden kleineren Messgebiete 25 m. Der Messpunktabstand entlang der Profile ist von der jeweiligen Fluggeschwindigkeit abhängig, so z.B. beträgt die Datenabtastrate für die Radiometrie 1 Sekunde. Dies entspricht einem mittleren Punktabstand von ca. 30 m. Die elektromagnetischen und magnetischen Messwerte werden 10-mal pro Sekunde abgefragt, d.h. der Messpunktabstand beträgt in diesem Fall etwa 3 m.

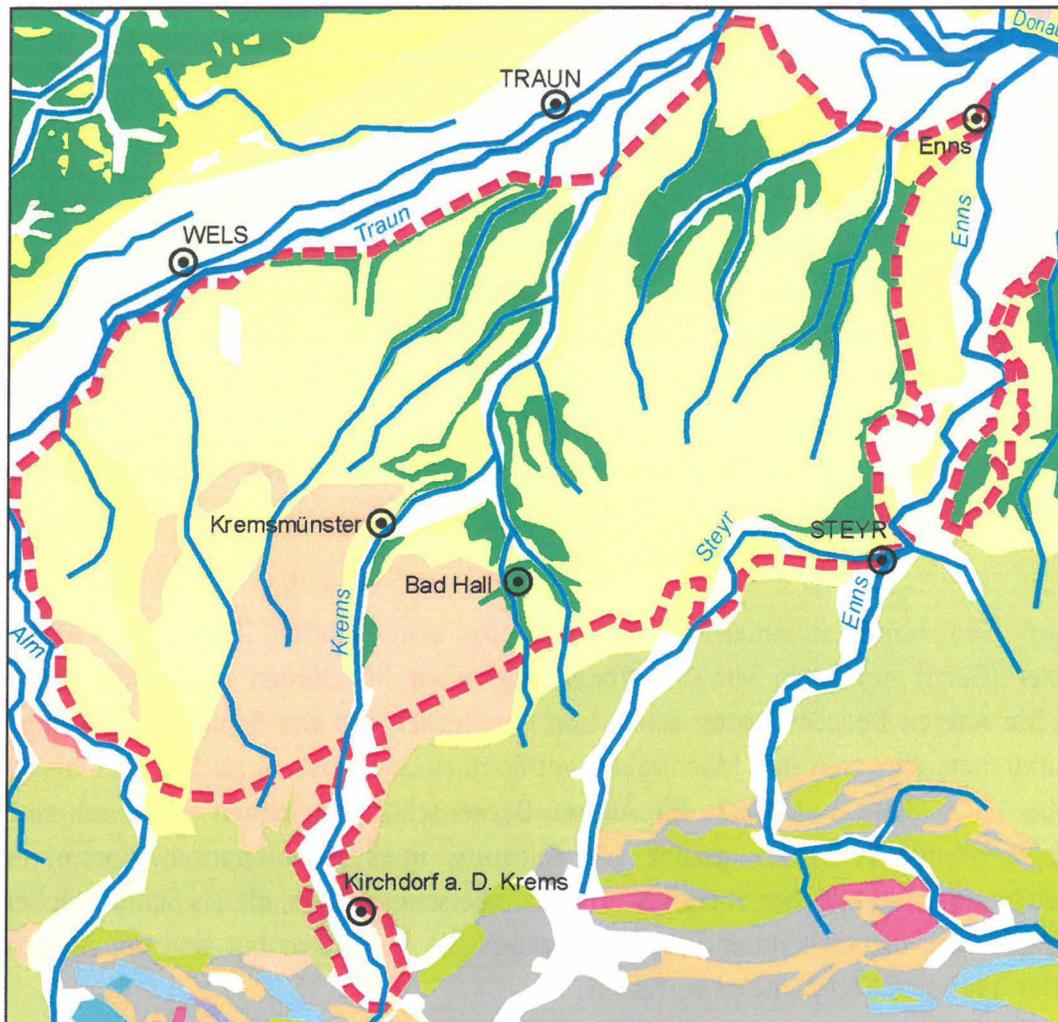
Trotz aller oben angeführten Einschränkungen sind aerogeophysikalische Messverfahren bei vielen Untersuchungen gut geeignet, entsprechende geowissenschaftliche Grundlagen zu erstellen. Sie können jedoch weder Bohrungen noch Bodengeophysik noch eine geologische Aufnahme ersetzen.

2 GEOLOGIE

Der Untergrund des besagten Gebietes wird von einem tertiären Schliersockel und darüber abgelagerten quartären Sedimenten unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher Genese gebildet. Der Schlier steht im Norden des Gebietes und in den diversen Taleinschnitten an. Lithologisch gesehen handelt es sich um Mergel mit Sandeinschaltungen. Aus stratigraphischer Sicht setzt er sich aus Haller Serie (Eggenburgium) und Robulus-Schlier (Ottningium) zusammen. Lediglich unter den quartären Sedimenten des Kremstales kommen Mergel und Sandstein der Flyschzone (Unterkreide bis Alttertiär) zu liegen. Der Schliersockel sowie die Gesteine der Flyschzone sind im Wesentlichen als stauende Basis der darüberliegenden quartären Sedimente anzusehen.

Die quartären Sedimente stammen vorwiegend aus dem Älteren Pleistozän. Ältere Deckenschotter (Günz) herrschen vor. Sie finden vor allem im Norden und Osten weite Verbreitung. Die Älteren Deckenschotter füllen und überdecken das alte Schlierrelief. Infolge des Untergrundreliefs schwankt ihre Mächtigkeit beträchtlich, sie liegt i. a. zwischen 15 bis 30 m (VOHRZYKA, 1973, KOHL & al. 1997). Die Älteren Deckenschotter zeichnen sich durch eine intensive, tief greifende Verwitterungszone aus. Aufgrund ihres Karbonatanteils kommt es auch zur Ausbildung karstähnlicher Setzungs- und Erdfallerscheinungen, die als Schlucklöcher für Oberflächenwässer dienen können. Besonders gegen die Talflanken hin sind die Älteren Deckenschotter häufig zu Konglomerat verfestigt.

Nach Süden werden die Älteren Deckenschotter von Weißen Nagelfluh (Haslach), Jüngeren Deckenschottern (Mindel) sowie den verschieden alten und mächtigen Moränen des Kremstales (überwiegend Mindel, daneben Günz und Riß), im Südosten auch des Almtales (Günz) überlagert bzw. abgelöst. Beim Weiße Nagelfluh handelt es sich um ein karbonatreiches bis etwa 15 m mächtiges Konglomerat.



10 km

Quartär	Molassezone	Nördliche Kalkalpen
Quartär i. A.	Schlier	Überwiegend Mergel- und Sandstein, Rhät bis Alttertiär
Alluvionen	Sande	Oberjurassische Karbonate
Niederterrassenschotter	Flyschzone	Obertriassischer Kalk
Hochterrassenschotter mit Löß- und Lößlehmbedeckung		Obertriassischer Dolomit
Deckenschotter mit Lößlehmbedeckung		Überwiegend Tonschiefer und Sandstein, Karn
Löß, Lößlehm		Mitteltriassischer Kalk
Moränen		Kristallin der Böhmisches Masse

Abb. 2.1: Geologische Kartenskizze zur Traun-Enns-Platte nach der an der Geologischen Bundesanstalt in Bearbeitung befindlichen Geologischen Karte von Oberösterreich 1:200.000. Die rote Linie umgrenzt die Grundwasserkörper-Gruppe Traun-Enns-Platte.

Aufgrund seiner stärkeren Klüftung und der Verkarstungserscheinungen ist er als guter Grundwasserleiter anzusprechen. Die Jüngeren Deckenschotter sind nicht so stark verwittert wie die Älteren Deckenschotter und sind daher i. a. etwas durchlässiger als sie. An den Talflanken können sie ebenfalls zu Konglomerat verfestigt sein. In der Gegend von Kremsmünster sind sie etwa 5 bis 8 m mächtig. Gemeinsam mit dem Weißen Nagelfluh und den Älteren Deckenschottern bilden sie hier im Liegenden der Moränen einen 30 bis 40 m mächtigen Grundwasserleiter (VOHRZYKA, 1973). Eine besonders große Mächtigkeit erreichen die Jüngeren Deckenschotter in der Gegend von Wolfers (5 km nordwestlich von Steyr), hier erreichen sie im Bereich einer etwa SSW-NNE-gerichteten, 1,5 km breiten Schlierrinne nach den Daten der Bohrlochdatenbank GeoloGIS (Oberösterreichische Landesregierung) eine Mächtigkeit von 37 m.

Im Kremstal und vor allem in der östlich des Almtales liegenden Pettenbachrinne – bei dieser handelt es sich um ein altes Flussbett der Alm – sind nennenswerte Hochterrassenschotter (Riß) abgelagert worden. Die Schotter der SSE-NNW-gerichteten Pettenbachrinne sind bis über 50 m mächtig und sind von großer wasserwirtschaftlicher Bedeutung (siehe unten).

Über den Deckenschottern und den Schottern der Hochterrasse kommen Deckschichten aus äolischen Sedimenten zu liegen (Löss und Lösslehm). Im Bereich der Deckenschotter sind diese Deckschichten zumeist mehrere Meter, im Bereich der Hochterrassenschotter der Pettenbachrinne etwa 1,5 bis 3 m mächtig. Im Raum Kremsmünster bilden die Moränen eine bis zu 91 m mächtige Deckschicht über den überfahrenen Deckenschottern (GeoloGIS). Am Aufbau der Moränen sind auch gut durchlässige Sedimente beteiligt wie gelegentliche Schotterlagen und -linsen oder Blockmoränen, letztere im Bereich der Moränenwälle (VOHRZYKA, 1973).

2.1 Grundwassersituation

Die Grundwasserkörper-Gruppe Traun-Enns-Platte wird im Westen durch das Almtal (Einzelgrundwasserkörper Vöckla-Ager-Traun-Alm), im Norden durch das Traun- und Donautal (Einzelgrundwasserkörper Welser Heide und Linzer Becken) und im Osten durch das Ennstal (Einzelgrundwasserkörper Unteres Ennstal) begrenzt. Im Süden bildet die Flyschzone die Grenze (Grundwasserkörper-Gruppe Flyschzone). Darüber hinaus umfasst die Grundwasserkörper-Gruppe Traun-Enns-Platte den nach Süden anschließenden Talboden des Kremstales bis zum Rand der Nördlichen Kalkalpen und einen von der übrigen Gruppe durch den Einzelgrundwasserkörper Unteres Ennstal räumlich getrennten schmalen Streifen östlich der Enns (Abb. 2.1). Die Gesamtfläche der Grundwasserkörper-Gruppe Traun-Enns-Platte beträgt 797 km². Der nördlich der Flyschzone und westlich der Enns gelegene Hauptteil der

Gruppe besitzt in SW-NE-Richtung eine Länge von etwa 40 km und in NW-SE-Richtung eine Breite von 20 km. Der die Flyschzone durchörternde Talboden des Kremstals ist gut 10 km lang und bis zu 2,5 km breit. Der östlich des Ennstales gelegene Streifen ist 12 km lang und bis zu 1,8 km breit. Die Höhenlage bewegt sich etwa zwischen 300 und 500 m ü. A.

Die wesentlichen Grundwasserleiter der Traun-Enns-Platte sind die Deckenschotter, untergeordnet auch die Hochterrassenschotter. Diese quartären Schotterkörper sind durch Taleinschnitte bis auf den stauenden Schliersockel zerfurcht. Die Grundwasserverhältnisse in den diversen Schottern werden auch wesentlich durch das Schlierrelief beeinflusst. Die die Grundwasserströme bestimmenden Schlierrinnen haben oft einen anderen Verlauf als die rezenten Täler.

Aufgrund der zumeist starken Verwitterung dieser Schotter beträgt der durchschnittliche kf-Wert ca. $8 \cdot 10^{-4}$ m/s (gewichtetes Mittel der in LOHBERGER 1997 für die einzelnen Teilbereiche angegebenen Mittelwerte). In den weniger verwitterten Bereichen werden für eine Nutzung wesentlich günstigere Werte erreicht. Beispielsweise weist die mit Jüngeren Deckenschottern gefüllte Schlierrinne bei Wolfern einen Mittelwert von $8 \cdot 10^{-3}$ m/s auf. Eine noch bessere Durchlässigkeit ist in der mit Hochterrassenschottern gefüllten Pettenbachrinne festzustellen, hier beträgt der durchschnittliche kf-Wert $1 \cdot 10^{-2}$ m/s (LOHBERGER 1997).

Die Grundwasserneubildung erfolgt im Wesentlichen durch Versickerung von Oberflächenwasser, da die diversen Schotter fast durchwegs von Deckschichten (Lösslehm, in der Umgebung von Kremsmünster auch Moränen) überlagert werden. Eine Versickerung von Oberflächenwasser kann vor allem in den, die Schotter anscheidenden Tälern, sowie in den, die Deckschichten durchbrechenden Schlucklöchern, erfolgen.

Die unterirdischen Abflussverhältnisse gestalten sich im Bereich der Traun-Enns-Platte nach VOHRZYKA 1973 im Prinzip wie folgt (Abb. 2.2): Im Verbreitungsgebiet der Moränen dominiert aufgrund der i. a. geringen Durchlässigkeit der Oberflächenabfluss. Die Moränen besitzen jedoch gute Speichereigenschaften. So weisen die auf ihnen entspringenden Oberflächengewässer häufig selbst in Trockenzeiten schon nach kurzem Verlauf einen Abfluss von mehreren l/s auf. Sobald die Gerinne die Moränen verlassen, beginnen sie, Wasser an den Untergrund abzugeben, z. T. versickern sie sogar ganz. Sobald dann die Talsohle die Schlieroberkante erreicht, kommt es wiederum zum Austritt von Grundwasser bzw. Quellen.

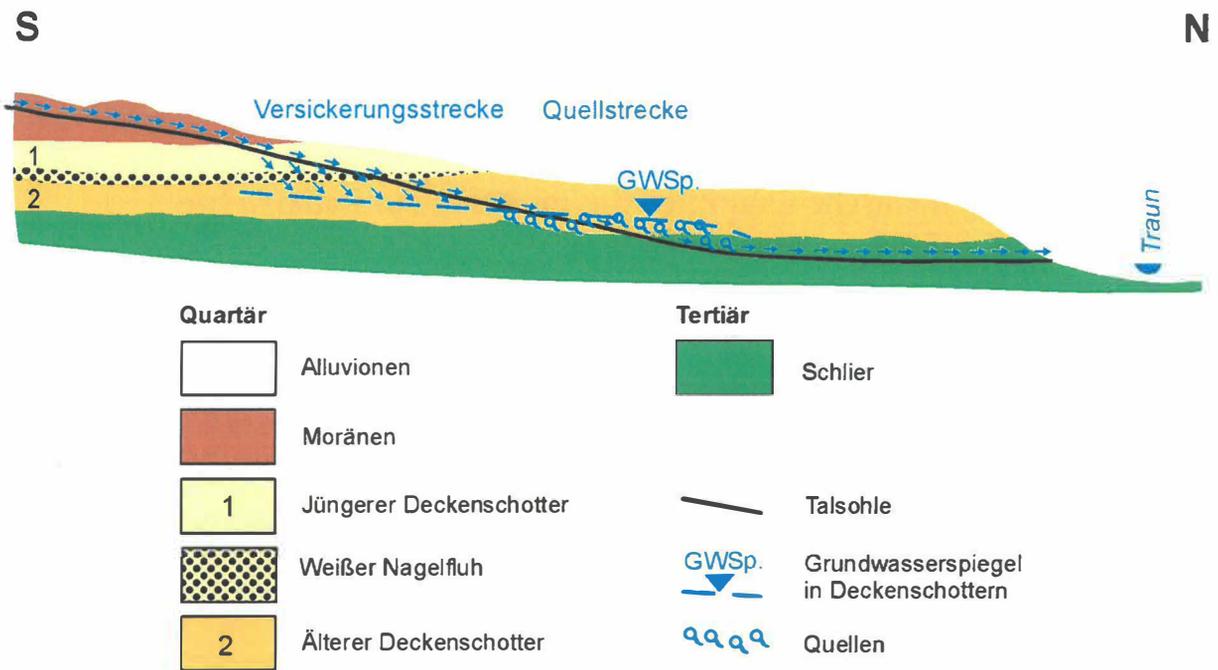


Abb. 2.2: Schematischer geologischer Schnitt zur Traun-Enns-Platte verändert nach VOHRZYKA 1973. Die Pfeile symbolisieren den von den Moränen kommenden Oberflächenabfluss und die Versickerung in den Deckenschottern.

Im Gebiet der Traun-Enns-Platte übt die Landwirtschaft einen wesentlichen Einfluss auf die Grundwasserbeschaffenheit aus, obwohl weite Bereiche von Deckschichten überlagert werden. Da die Deckschichten durch Täler und Schlucklöcher durchschnitten bzw. durchhörtert werden, können Düngemittel etc. rasch in den Untergrund gelangen.

Die bedeutendste Wasserentnahme liegt in Frohnhofen bei Steinerkirchen. Hier befindet sich ein Brunnen der Gemeinde Wels. Laut INGERLE 1981 wird die Pettenbachrinne auf der Höhe von Frohnhofen bei Niederwasser von einem Grundwasserstrom von 500 l/s durchflossen. Eine weitere größere Brunnenanlage ist in der Schlierrinne bei Wolfen situiert, nämlich ein Brunnen der Gemeinde Steyr.

3 ERGEBNISSE/INTERPRETATION RADIOMETRIE

3.1 Geochemische Charakteristik im Bezug zur Radiometrie (H. PIRKL)

3.1.1 Ziele und Aufgabe

Im Rahmen der Projektgruppe „Verifizierung von Anomalien“ (ÜLG28) werden jährlich durch die verschiedenen Abteilungen der Hauptabteilung Angewandte Geowissenschaften der GBA in ausgewählten Schwerpunktgebieten, in denen unterschiedliche geowissenschaftliche Messdaten, Kartierungen oder Bestandsaufnahmen in höherer Dichte vorliegen, integrierende Auswertungen vorgenommen. Im vorliegenden Fall betrifft das den Bereich der Traun-Enns-Platte im zentralen Oberösterreich.

Für diesen Bereich liegen moderne geologische Kartierungen vor, sowie eine flächendeckende hubschrauber-geophysikalische Vermessung. Im Jahr 1994 wurde im Zentralraum Oberösterreichs, in der Flyschzone und den Kalkalpen eine systematische flusssedimentgeochemische Probenahme ausgeführt, die die Beprobungen des „Geochemischen Atlas“ ergänzte und erweiterte.

Im Zuge der Rohstoffforschung zur Erfüllung des Lagerstättengesetzes wurden die Lössvorkommen des gegenständlichen Raumes untersucht, sowohl hinsichtlich Rohstoffverwendungseignung, als auch hinsichtlich ihrer Deckschichtfunktion über Grundwasservorkommen.

Hydrochemische Daten aus Datenbanken der OÖ.Landesregierung und des Monitoringprogrammes nach Wassergüteeerhebungsverordnung (WGEV) 1990 wurden in den letzten Monaten innerhalb der GBA in Arbeitsdatenbanken zusammengeführt - zum Zweck der Auswertung von geologisch bedingten Hintergrundwerten in oberflächennahen Grundwasserkörpern. Das diesbezügliche Projekt „Geohint“ wurde in den letzten Wochen abgeschlossen.

Für die integrierende Zusammenschau der verschiedenen geowissenschaftlichen Ergebnisse und Aussagen werden im Folgenden flusssedimentgeochemische und hydrochemische Analysen diskutiert.

3.1.2 Aussagen der Bachsedimentgeochemie

Die systematischen Beprobungen der Bäche und Flüsse in den Gebieten, die durch den „Geochemischen Atlas“ nicht erfasst wurden - in Oberösterreich Molassezone, Flysch, Kalkalpen -, erreicht nicht die Dichte wie innerhalb des Programms zum „Geochemischen Atlas“. Trotzdem zeigten Auswertungen in zahlreichen Teilgebieten, dass die beiden Aussageziele

- Charakterisierung des lithologisch bedingten geochemischen Umfelds in den Fluss-Einzugsgebieten
- Eingrenzung von Hinweisen auf anthropogen bedingte Belastungen in den Fluss-Einzugsgebieten

trotzdem erreicht werden können. In relativ geologisch-einheitlich aufgebauten Gebieten können die bachsedimentgeochemischen Daten teilweise auch als Ersatz für gesteinsgeochemische Daten herangezogen werden.

Im vorliegenden Projektgebiet muss aber beachtet werden, dass je nach Größe des Flusses/Baches sehr unterschiedliche Randbedingungen für die Interpretation bachsedimentgeochemischer Daten gegeben sein können. Für die zahlreich beprobten kleineren Bäche ist zu bedenken, dass ihre Einzugsgebiete in einem intensiv landwirtschaftlich bewirtschafteten Bereich situiert sind - mit allen Problemen der anthropogenen Belastungen (Agrochemikalien) und der Bewirtschaftungs-bedingten Bodenerosion. Die größeren Flüsse besitzen ihren Ursprung in den Kalkalpen; ihre Sedimentmatrix ist daher durch die Gesteinsserien ihrer oberen Einzugsgebietsanteile geprägt.

3.1.2.1 Hinweise auf die lithologische Zusammensetzung der Einzugsgebiete

Im Folgenden werden die flächeninterpolierten Verteilungen von Aluminium, Calcium, Kalium und Natrium hinsichtlich der Frage, inwieweit die Hauptelement-Analytik der Bachsedimente die lithologischen Verhältnisse in den Einzugsgebieten widerspiegelt diskutiert.

Die Aluminium-Verteilungen (Abb. 3.1) repräsentieren in Zusammenschau mit den Kalium-Verteilungen (Abb. 3.3) überwiegend die räumliche Verbreitung Glimmer- und Tonmineral-reicher Serien. Konzentrationen $>6\%$ Al in Bachsedimenten sind daher verbreitet im Südteil des Kristallins und in Gebieten mit „Älterem Schlier“ anzutreffen. Innerhalb der Sedimentserien der Traun-Enns-Platte weisen Bachsedimente Al-Konzentrationen $>4,5\%$ auf. Deutlich heben sich davon die aus den Kalkalpen beeinflussten Areale im Süden der Traun-Enns-Platte mit Al-Konzentration $<4\%$ ab. Die räumliche Verteilung der Kalium-Konzentrationen in Bachsedimenten ist analog zu beschreiben. Deutlich wird hier aber auch der eher geschlossene Bereich mit K-Konzentrationen $>1,5\%$ innerhalb der Traun-Enns-Platte östlich der Krems. Dies korreliert mit den Messergebnissen der Radiometrie/Kalium-Kanal, wo

ebenfalls die höchsten Konzentrationen bei Kalium auf geschlossenen Flächen östlich der Krems nachgewiesen wurden.

Letzteres Bild spiegelt auch die Verteilung der Natrium-Konzentrationen in den Bachsedimenten (Abb. 3.4) wider. Auch hier ist östlich der Krems ein geschlosseneres Areal mit Konzentrationen $>0,8\%$ anzutreffen. Basierend auf der Korrelation Kalium und Natrium in Bachsedimenten würde hier aber eher ein Zusammenhang mit Feldspatführung in den Einzugsgebiets-Serien zu suchen sein.

Höhere Konzentrationen bei Calcium (Abb. 3.2) finden sich bei Probepunkten an den Flüssen, die ihr Haupteinzugsgebiet in den Kalkalpen besitzen - wie Traun, Alm oder Steyr.

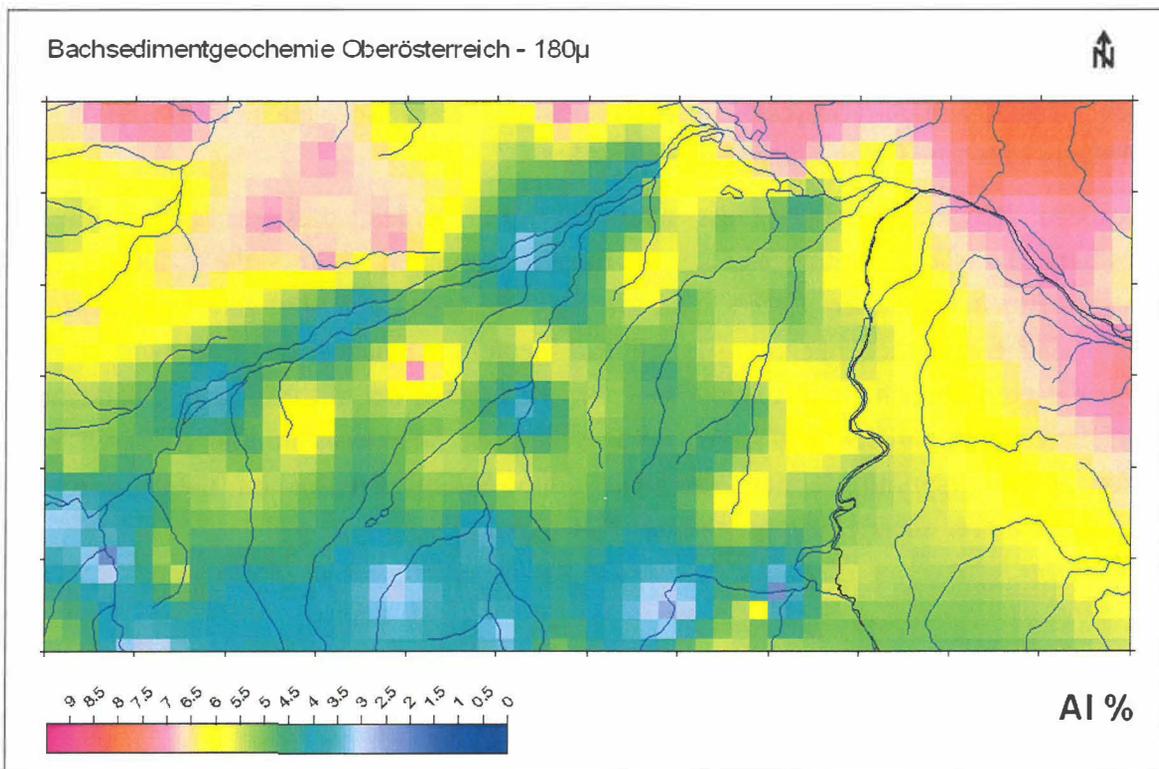


Abb. 3.1: Bachsedimentgeochemie OÖ 1994, Kornfraktion 180μ / flächeninterpolierte Verteilung von Aluminium

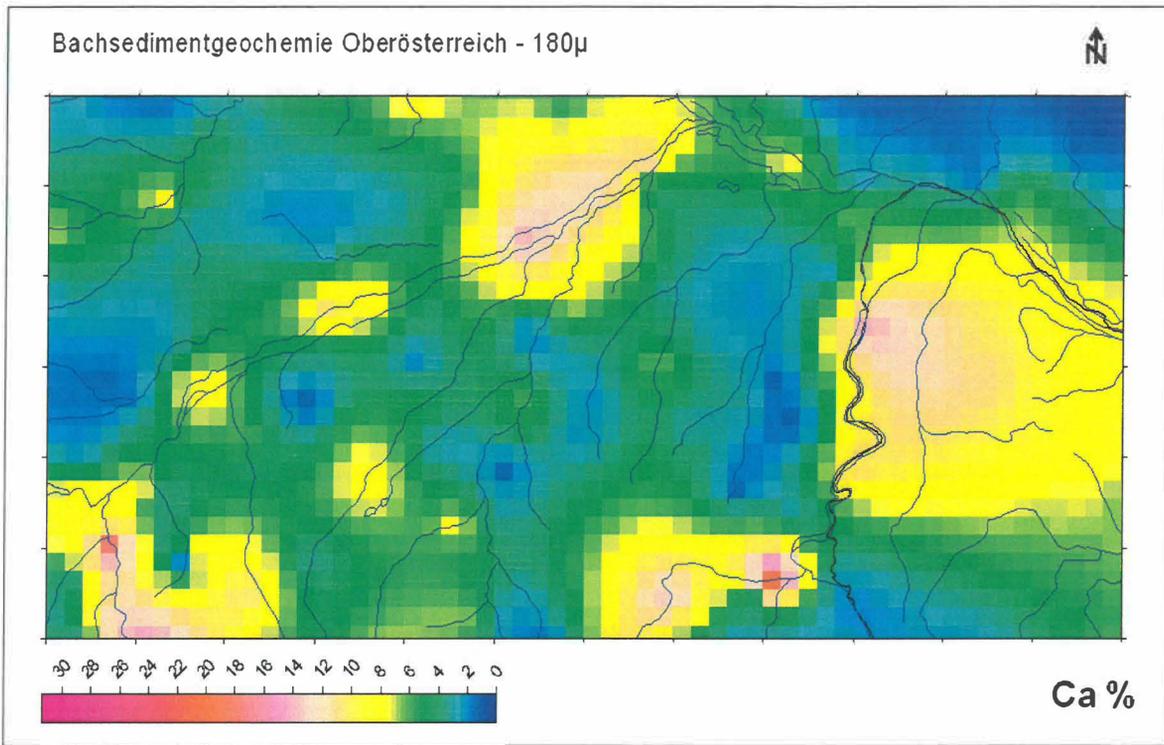


Abb. 3.2: Bachsedimentgeochemie OÖ 1994, Kornfraktion 180 μ / flächeninterpolierte Verteilung von Calcium

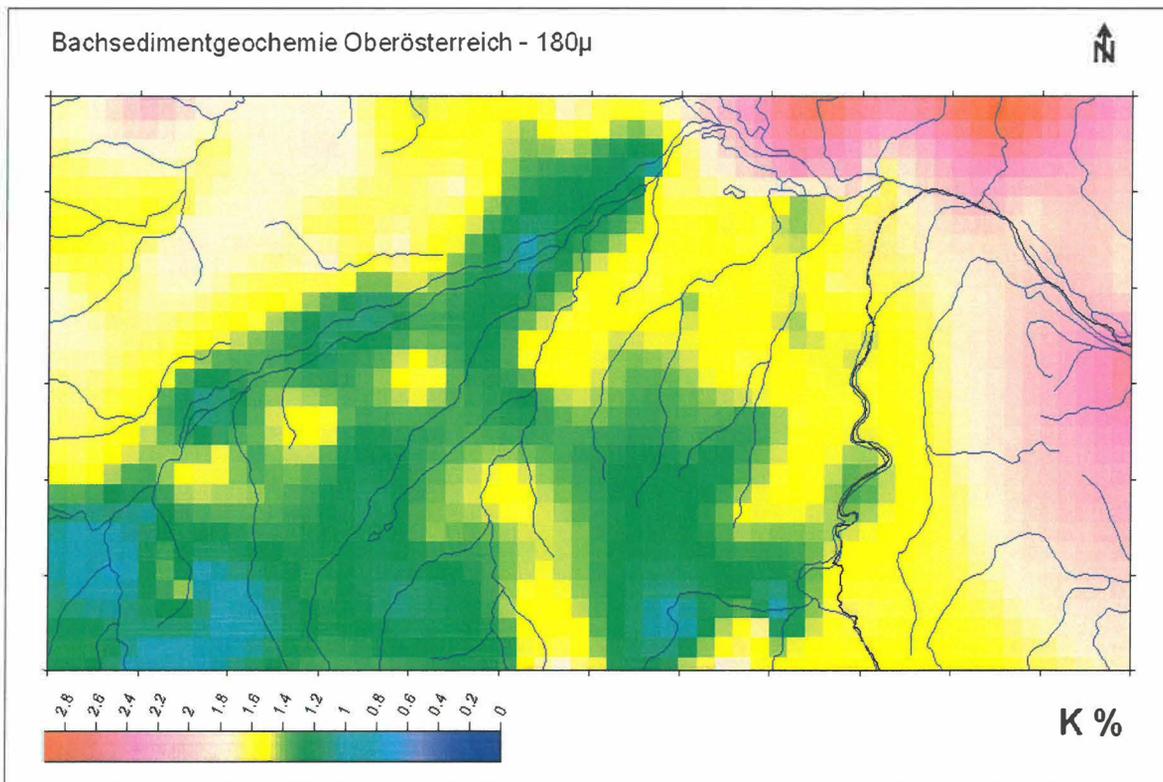


Abb. 3.3: Bachsedimentgeochemie OÖ 1994, Kornfraktion 180 μ / flächeninterpolierte Verteilung von Kalium

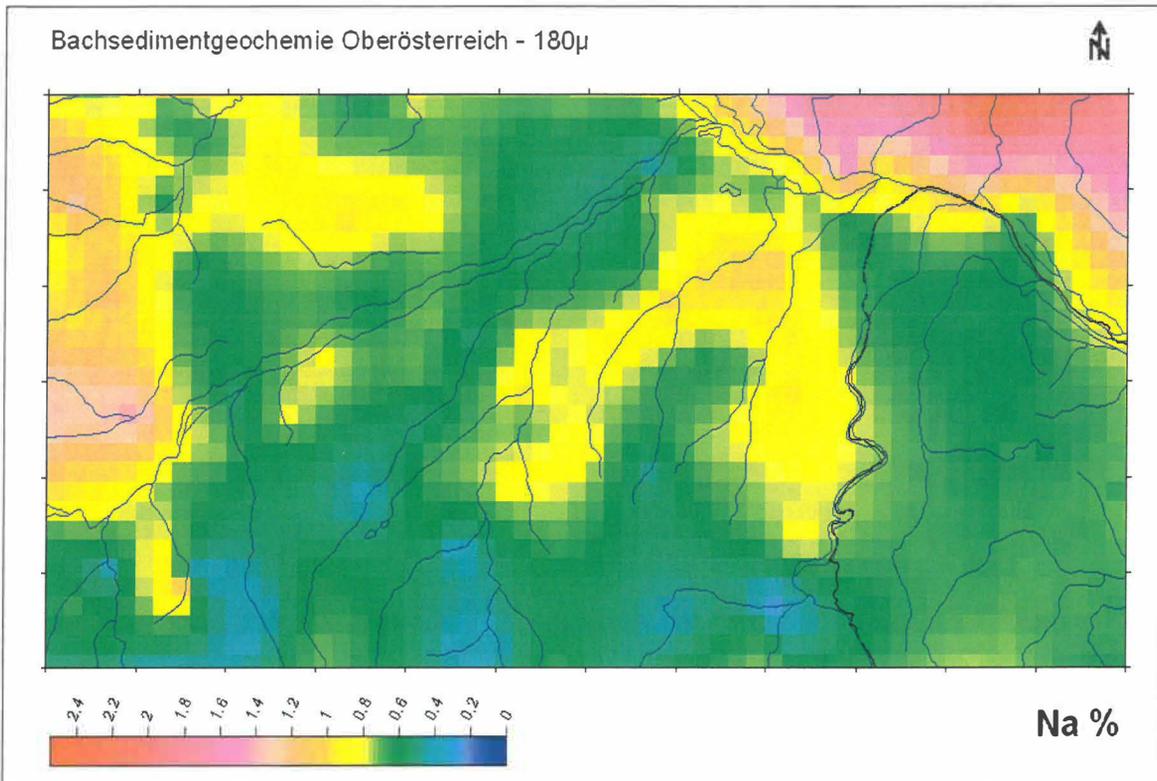


Abb. 3.4: Bachsedimentgeochemie OÖ 1994, Kornfraktion 180 μ / flächeninterpolierte Verteilung von Natrium

3.1.2.2 Verteilung von Spurenelementen

Für die Beschreibung geogen bedingter Verteilungen von Spurenelementen in Bachsedimenten des Projektgebiets werden die Flächeninterpolationen von Chrom (Abb. 3.5), Thorium (Abb. 3.6) und Uran (Abb. 3.7) herangezogen. Alle drei Elemente sind in den Lockersedimentserien des Untersuchungsraumes verknüpft mit der jeweiligen Schwermineralführung in den Serien der Einzugsgebiete. Zu beachten ist dabei freilich auch, dass die Schwerminerkonzentration in den Bachsedimenten sekundär auch von der jeweiligen Korngrößenzusammensetzung und der Fließdynamik des Baches abhängen kann!

Bei den Chromkonzentrationen (Abb. 3.5) zeigen sich „Maxima“ >100ppm innerhalb der Traun-Enns-Platte wiederum verstärkt östlich der Krems und im weiteren Umfeld im Verbreitungsgebiet des „Älteren Schliers“ nördlich von Wels.

Die Thorium-Konzentrationen in Bachsedimenten (Abb. 3.6) liegen innerhalb der Traun-Enns-Platte durchwegs sehr niedrig mit <20ppm. Dieselbe Aussage gilt auch für die Urankonzentrationen (Abb. 3.7) mit <4ppm. Daher sind auch nur schwer analoge Trends zu den Ergebnissen der Radiometrie/Thorium-Kanal und Uran-Kanal abzuleiten.

Nur undeutlich sind vielleicht einige „Minima-Fenster“ ähnlich wie bei der Radiometrie für Thorium entlang der Krems festzustellen. Als Minima bei Thorium zeigen sich aber auch die Probepunkte z.B. an der Traun oder an Probepunkten mit vergleichbarem Einfluss aus den Kalkalpen auf die Flusssediment-Matrix.

Auf Grund der sehr niedrigen Konzentrationen bei Uran in den Bachsedimenten des Untersuchungsraumes lassen sich die Ergebnisse Bachsedimentanalytik und Radiometrie in Bezug auf die U-Konzentrationen kaum vergleichen.

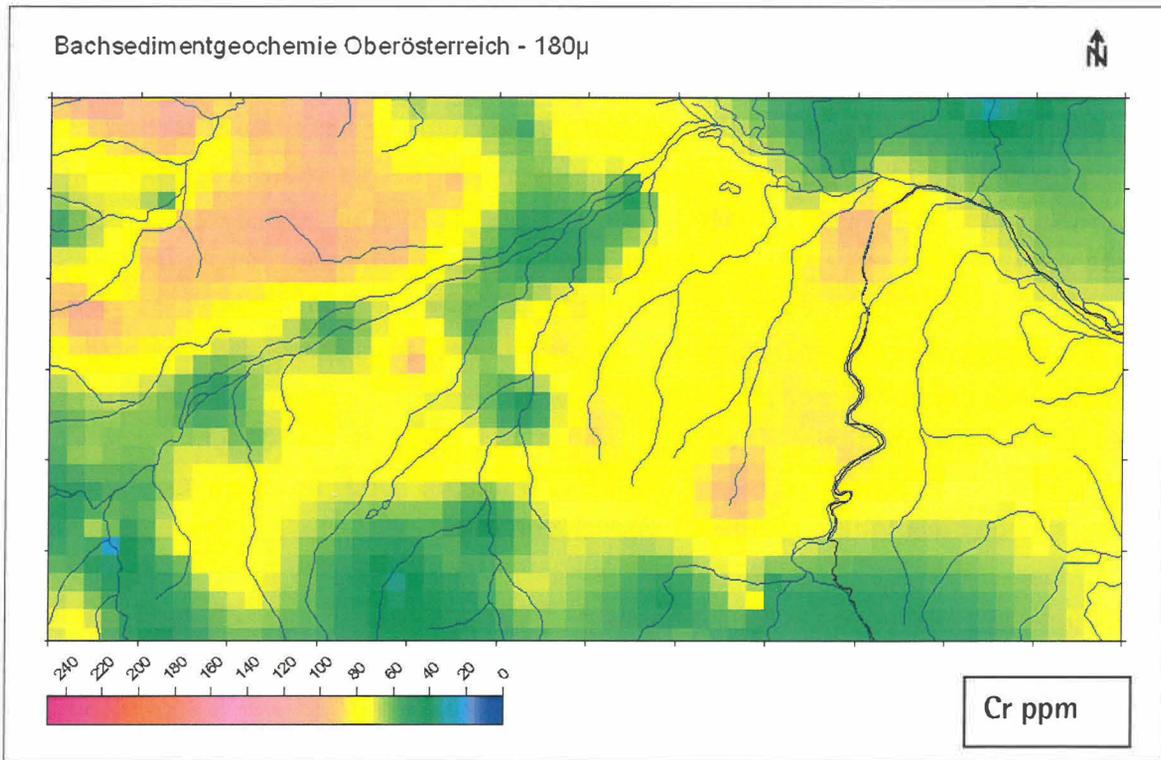


Abb. 3.5: Bachsedimentgeochemie OÖ 1994, Kornfraktion 180µ / flächeninterpolierte Verteilung von Chrom

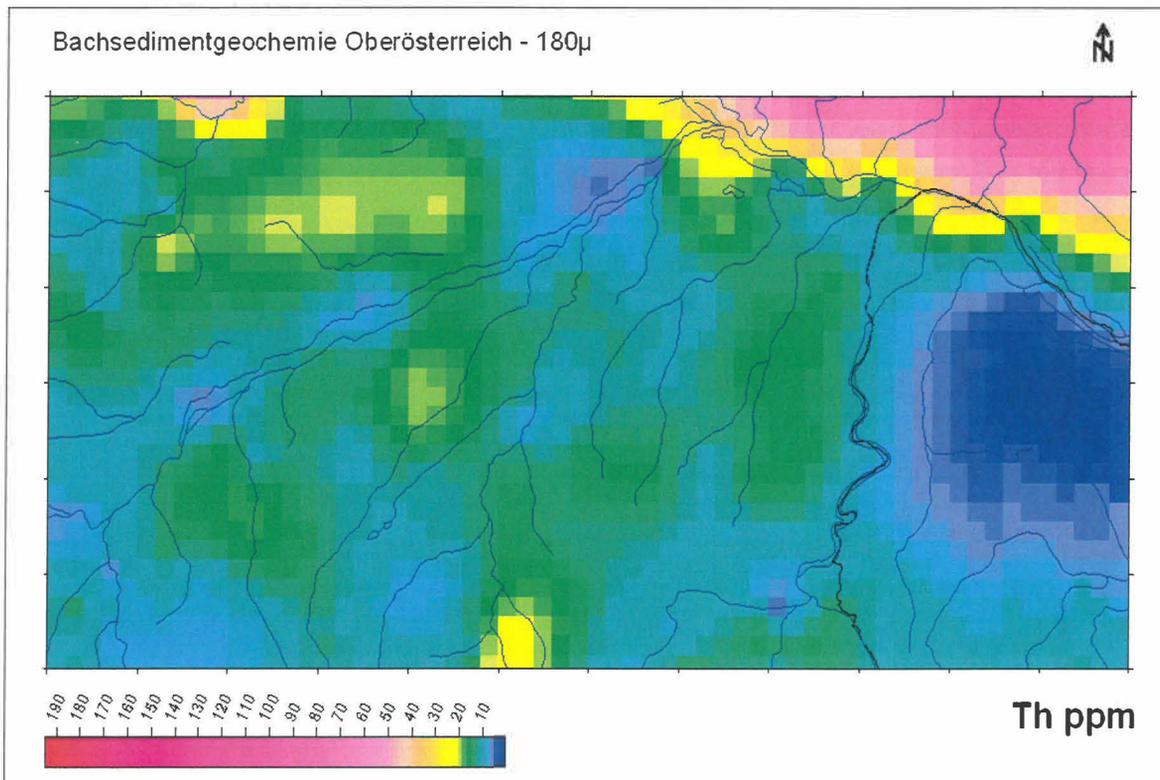


Abb. 3.6: Bachsedimentgeochemie OÖ 1994, Kornfraktion 180µ / flächeninterpolierte Verteilung von Thorium

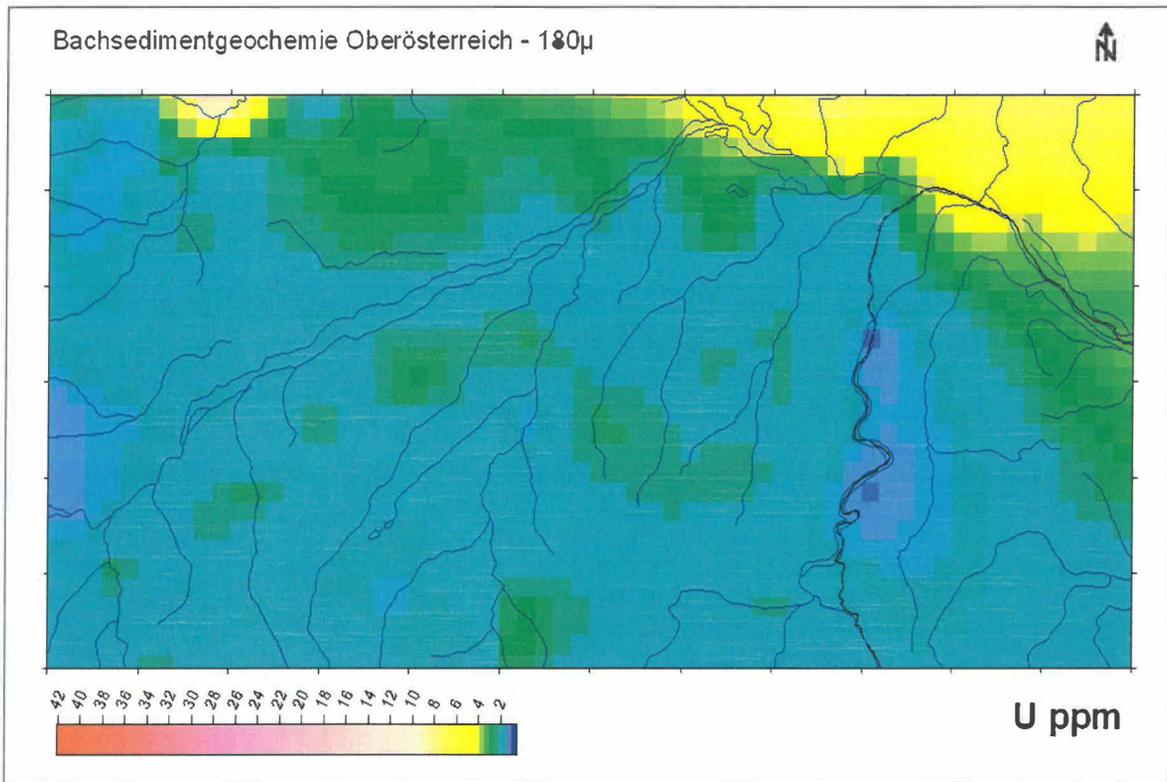


Abb. 3.7: Bachsedimentgeochemie OÖ 1994, Kornfraktion 180µ / flächeninterpolierte Verteilung von Uran

3.1.2.3 Hinweise auf anthropogene Einflüsse

Mögliche Hinweise auf anthropogene Einflüsse auf die Zusammensetzung der Bachsedimente lassen sich eventuell aus der räumlichen Verteilung von Spurenelementen ableiten. Beispielsweise werden hier die Flächeninterpolationen für Arsen (Abb. 3.8), Molybdän (Abb. 3.9) und Cadmium (Abb. 3.10) diskutiert.

Die räumliche Verteilung von Arsen in den Bachsedimenten ist ohne weitere Untersuchungen schwer zu interpretieren. Einerseits können die „Maxima“ im Untersuchungsgebiet um die 10ppm aus einem anthropogenen „Schleier“ stammen (Stäube aus dem Ballungsraum Linz-Wels; Agrochemikalien), andererseits ist es durchaus möglich, dass As-Konzentrationen geogen auch in Zusammenhang mit feinverteilten Sulfid-Führungen in marinen Sedimenten (wie Schlier) stehen. Auch eine multivariate Verrechnung (Faktorenanalyse) bringt hier für die Arsen-Verteilung keine eindeutige Aussage.

Eindeutiger sind da eher punktuelle „Maxima“ und kleinräumig wechselnde Konzentrationen, wie sie z.B. für Molybdän im Untersuchungsgebiet zu finden sind – westlich Enns oder im Raum Neuhofen an der Krems. Dabei ist davon auszugehen, dass die Ursache in anthropogenen Emissionen zu suchen sind.

Analoges gilt naturgemäß auch für die räumliche Verteilung von Cadmium (Abb. 3.10).

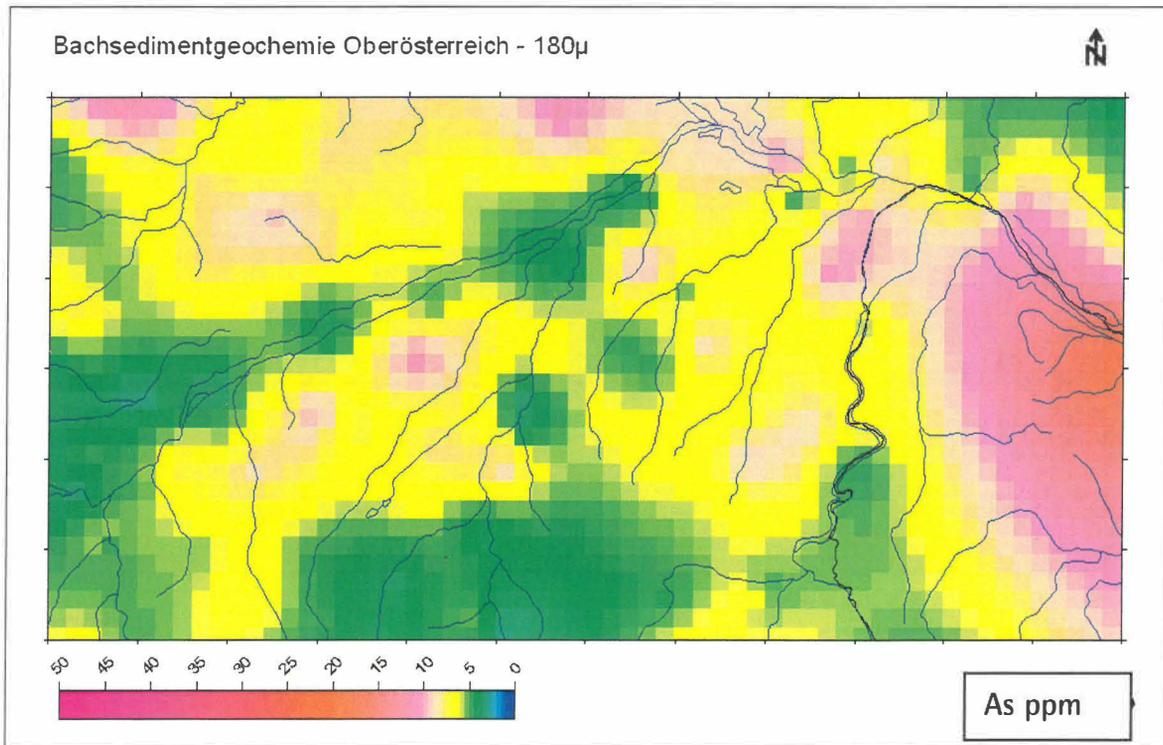


Abb. 3.8: Bachsedimentgeochemie OÖ 1994, Kornfraktion 180 μ / flächeninterpolierte Verteilung von Arsen

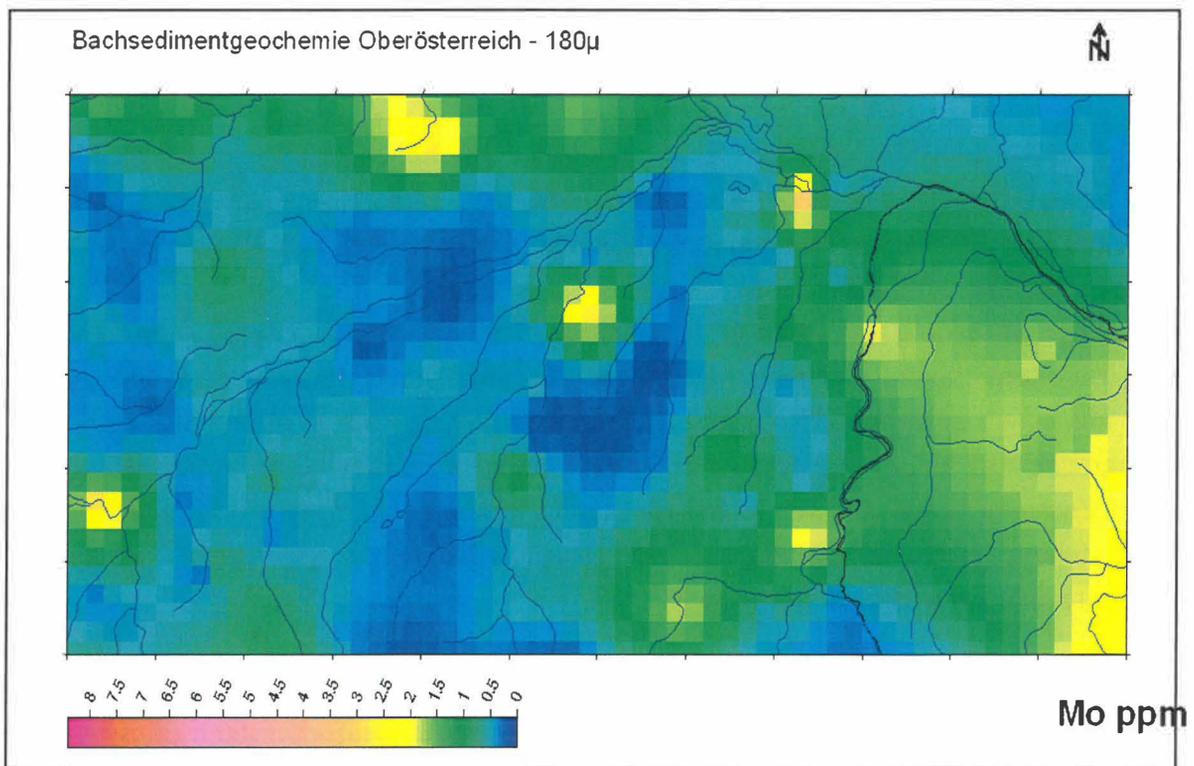


Abb. 3.9: Bachsedimentgeochemie OÖ 1994, Kornfraktion 180 μ / flächeninterpolierte Verteilung von Molybdän

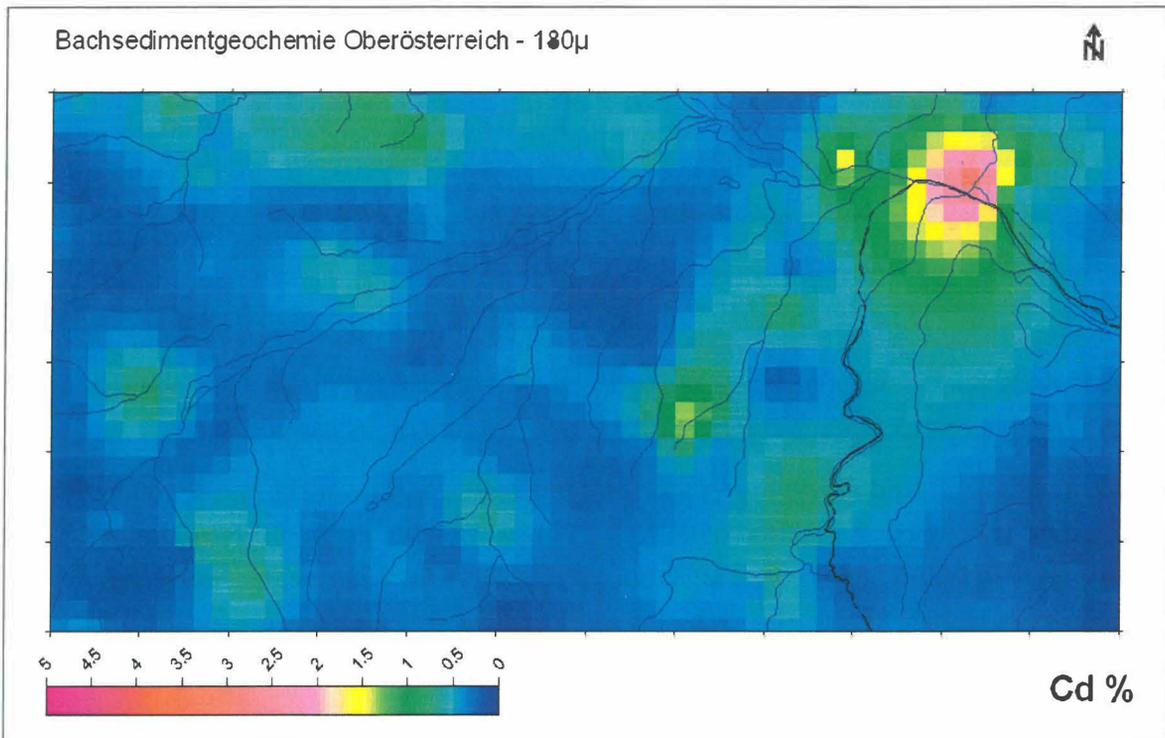


Abb. 3.10: Bachsedimentgeochemie OÖ 1994, Kornfraktion 180µ / flächeninterpolierte Verteilung von Cadmium

3.1.3 Aussagen der Hydrogeochemie

An hydrogeochemischen Daten standen für eine erste Übersicht über das Untersuchungsgebiet zur Verfügung:

- Zeitreihen des Grundwassermonitorings nach WGEV und
- punktuelle Brunnenbeprobungen und/oder kürzere Zeitreihen aus der GW-Datenbank des Amtes der OÖ. Landesregierung (Auswertungen im Rahmen des Projektes „GEOHINT“)

Im Folgenden werden die räumlichen Verteilungen von einigen Hauptparametern dieser hydrochemischen Analysen ohne weitere zeitliche Differenzierung synoptisch dargestellt. Damit wird versucht, eventuelle Zusammenhänge zwischen Hydrochemismen und geologischen Strukturen zu visualisieren. Bei der Interpretation dieser Darstellungen besteht aber eine Hauptschwierigkeit - für die einzelnen Probepunkte/Brunnen lag dem obigen Projekt keine Information über die jeweilige Tiefenlage oder die geologische Position des beprobten

Grundwassers vor. Für das Untersuchungsgebiet kommen aber mindestens drei Hauptsituationen mit sehr unterschiedlicher Grundwassercharakteristik in Frage:

- a) GW-Führung in pleistozänen (Schotter-) Terrassen (Brunnen)
- b) GW-Austritte als Quellen an der Oberkante Schlier
- c) GW-Führung in geklüftetem Schlier (Brunnen)

In Grundwässern aus geklüftetem Schlier ist zu erwarten, dass z.B. der Nitratgehalt oft niedrig ist (wenn Löss über Schlier als schützende Deckschicht wirkt), aber in Folge gewisser Gips-Führung im Schlier sich geogen höhere Sulfatkonzentrationen ausbilden können.

Je nach Mächtigkeit und Ausdehnung schützender Deckschichten wirkt sich in anderen Fällen die Intensivlandwirtschaft im Bereich der Grundwasservorkommen in Terrassensedimenten entsprechend Hydrochemie-prägend aus - wie in regional verbreitet hohen Nitratkonzentrationen.

Aus der räumlichen Verbreitung der Calcium- und Kalium-Konzentrationen (Abb. 3.11 und Abb. 3.12) sind kaum Zusammenhänge mit den geologischen Strukturen im Untersuchungsgebiet herauszulesen. Sowohl Calcium, als auch Kalium können zusätzlich über die Düngung in den Wasserkreislauf eingebracht werden.

Bei der Natrium-Verteilung könnte eventuell geprüft werden, ob ein gewisser regionaler Schwerpunkt höherer Konzentrationen östlich der Krems-Achse auch geogen bedingt sein könnte. Dabei würde sich eine Korrelation mit den entsprechenden Ergebnissen der Bachsedimentgeochemie ergeben.

Der Schwerpunkt höherer Konzentrationen von Sulfat östlich der Krems könnte auch geogen bedingt sein, wenn diese Beprobungspunkte ident mit Brunnen im Schlier sind oder mit Quellaustritten an der Oberkante des Schlier. Da viele dieser Punkte mit geringen Nitratkonzentrationen korreliert sind, ist die Wahrscheinlichkeit dieses geogen bedingten Zusammenhanges sehr groß.

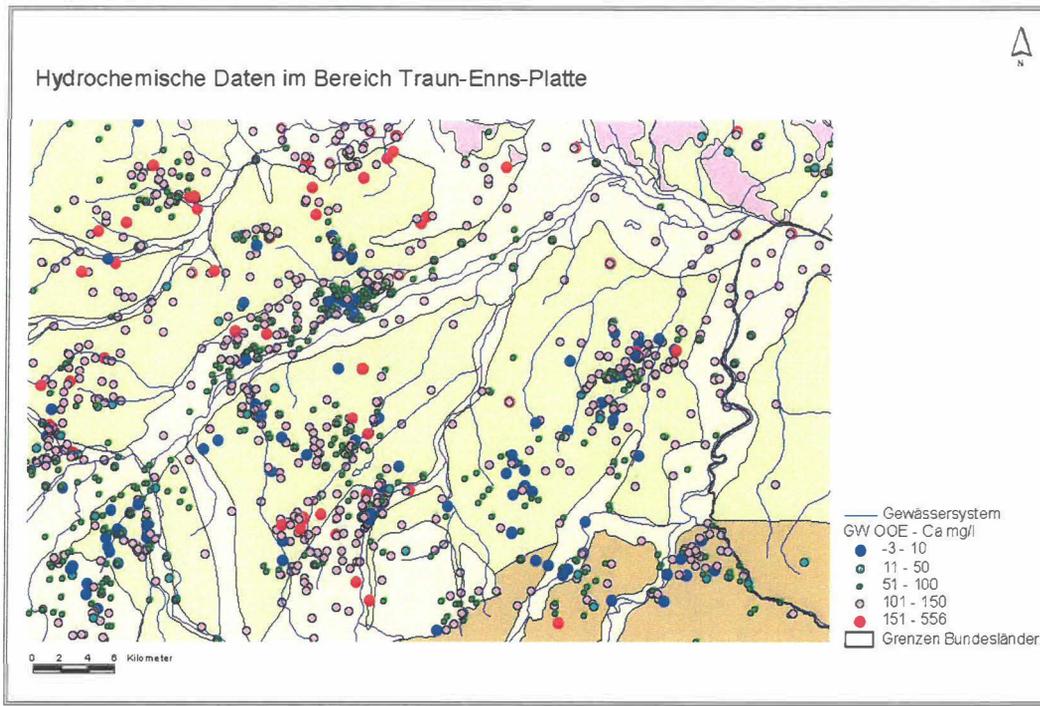


Abb. 3.11: Hydrochemie von Grundwässern / Daten WGEV und Amt der OÖ.Landesregierung - Calcium-Konzentration ohne zeitliche Differenzierung

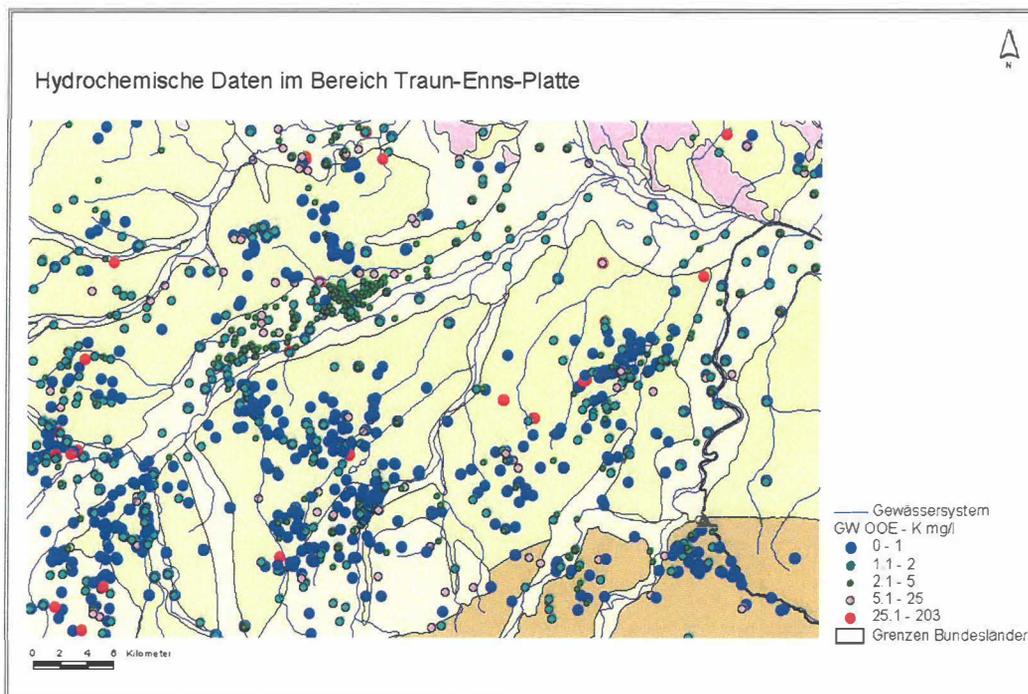


Abb. 3.12: Hydrochemie von Grundwässern / Daten WGEV und Amt der OÖ.Landesregierung - Kalium-Konzentration ohne zeitliche Differenzierung

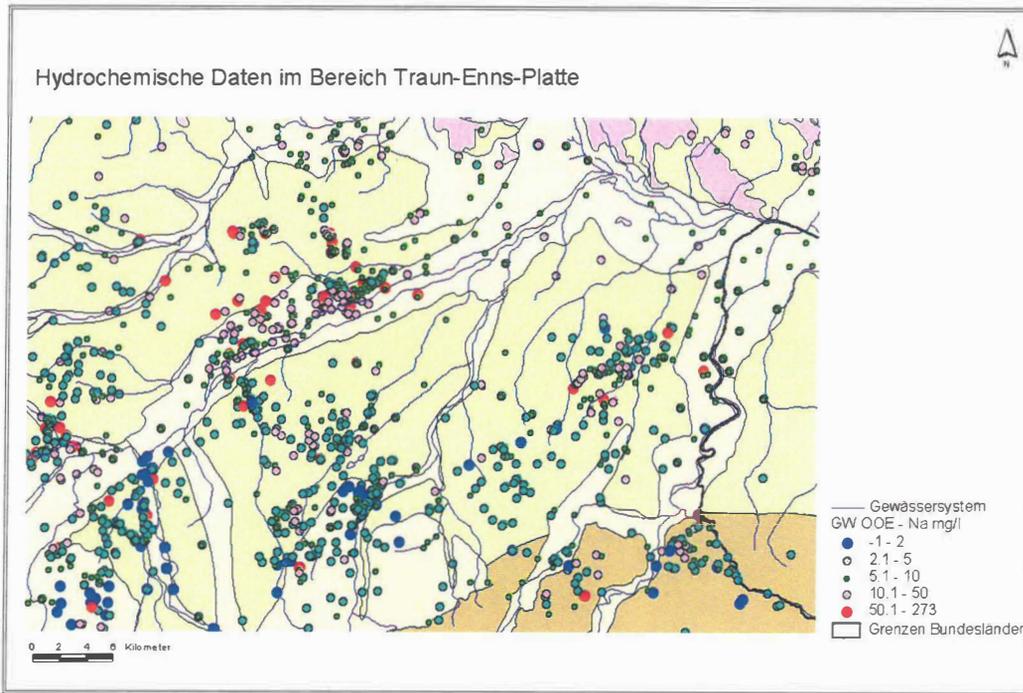


Abb. 3.13: Hydrochemie von Grundwässern / Daten WGEV und Amt der OÖ.Landesregierung - Natrium-Konzentration ohne zeitliche Differenzierung

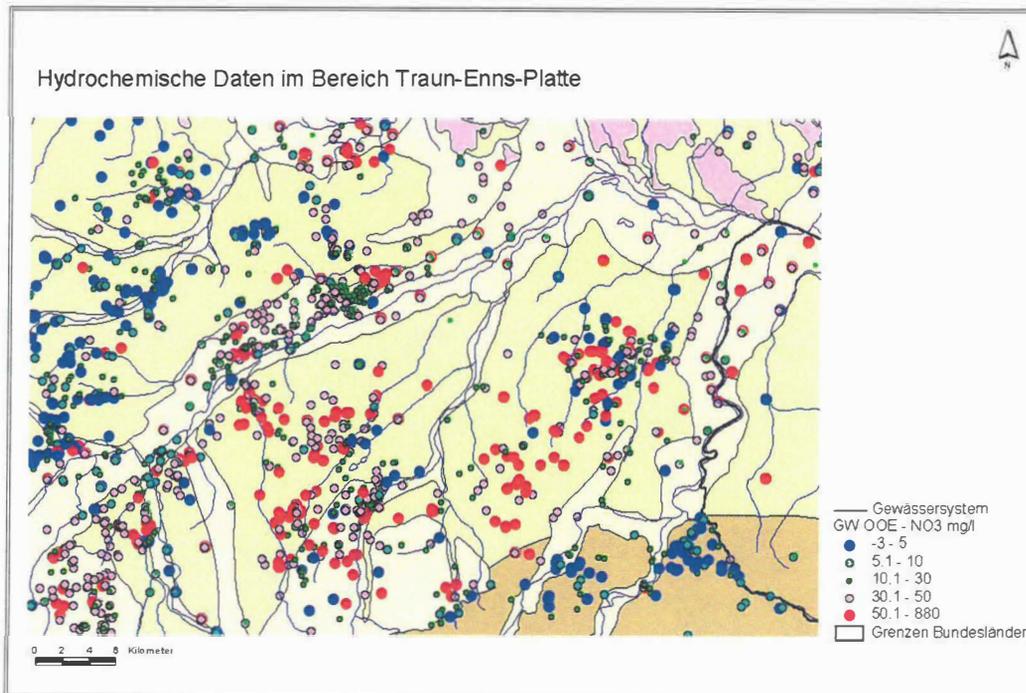


Abb. 3.14: Hydrochemie von Grundwässern / Daten WGEV und Amt der OÖ.Landesregierung - Nitrat-Konzentration ohne zeitliche Differenzierung

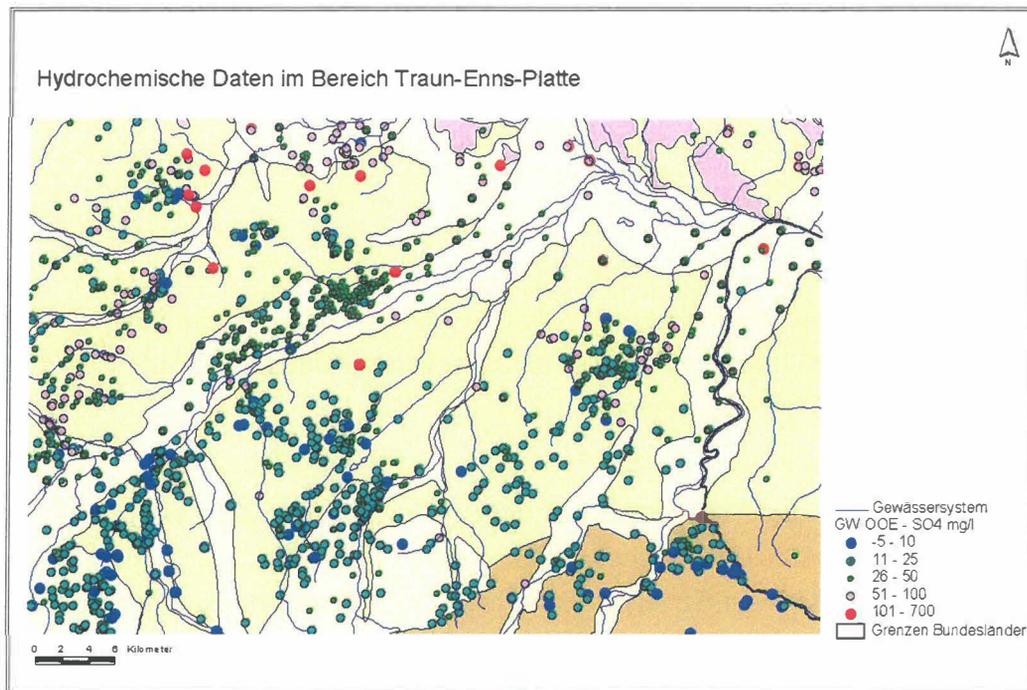


Abb. 3.15: Hydrochemie von Grundwässern / Daten WGEV und Amt der OÖ.Landesregierung - Sulfat-Konzentration ohne zeitliche Differenzierung

3.2 Charakterisierung der Deckschichten (Löss- Lösslehm) auf Basis der Aeroradiometrie

3.2.1 Ausgangssituation

Wie der Einleitung zu entnehmen ist, setzt sich die aerogeophysikalische Befliegung aus der Aufnahme der gesamten Traun-Ennsplatte und den Detailgebieten) Neuhofen an der Krems sowie ii) Sierning/Oberwolfertn zusammen.

Die Abbildungen 3.16 auf der topographischen Karte 1:500.000 bzw. 3.17 auf der geologischen Karte 1:200.000 zeigen einen Überblick über die Ausdehnung des Hubschraubermessgebiets Traun/Ennsplatte, die Lage der aerogeophysikalischen Detailgebiete Sierning und Neuhofen a.d. Krems, sowie die Gebiete der Bodenradiometrie und der Probennahmepunkte.

Für die Charakterisierung der Löss-Lösslehmbildung (Kornfraktion, Mineralogie) konzentrierte sich die Auswertung auf die Intensität der Gammastrahlung. Die Gammastrahlung der Gesteine und der aus ihnen entstandenen Böden stammt im wesentlichen aus drei Quellen: den radioaktiven Elementen Thorium und Uran mit einer Reihe von strahlenden Tochterprodukten, sowie von Kalium mit dem radioaktiven Isotop K 40. Dieses ist vor allem in Tonmineralien (Hellglimmer – Muskovit Formel: $KAl_2AlSi_3O_{10}(OH,F)_2$: *Muskovit ist ein Kalium-Glimmer von heller, silbrig glänzender Farbe. Er wird deswegen als Hellglimmer bezeichnet. Feinschuppiger Muskovit heisst Serizit, die durch Chrom grün gefärbte Varietät wird als Fuchsit bezeichnet*) angereichert, sodass die Intensität der kaliumrelevanten Gammastrahlung einen Rückschluss auf die Konzentration von Tonmineralien im Boden erlaubt. Hinsichtlich der Lösslehm-Deckschichtenproblematik bedeutet ein höherer Anteil von Tonmineralien (höhere Kalium-Gammastrahlung) eine feinkörnigere Ausbildung der Deckschicht. Geringere Konzentrationen lassen auf das Gegenteil schließen.

Aerogeophysikalisch aufgefundene Uran/Kalium/Thoriumanomalien wurden entlang von Profilen bodenradiometrisch aufgenommen und miteinander verglichen. Für die geologische Interpretation der Ergebnisse wurden die Radiometriedaten mittels granulometrischen, geochemischen und mineralogischen Analysen verifiziert.

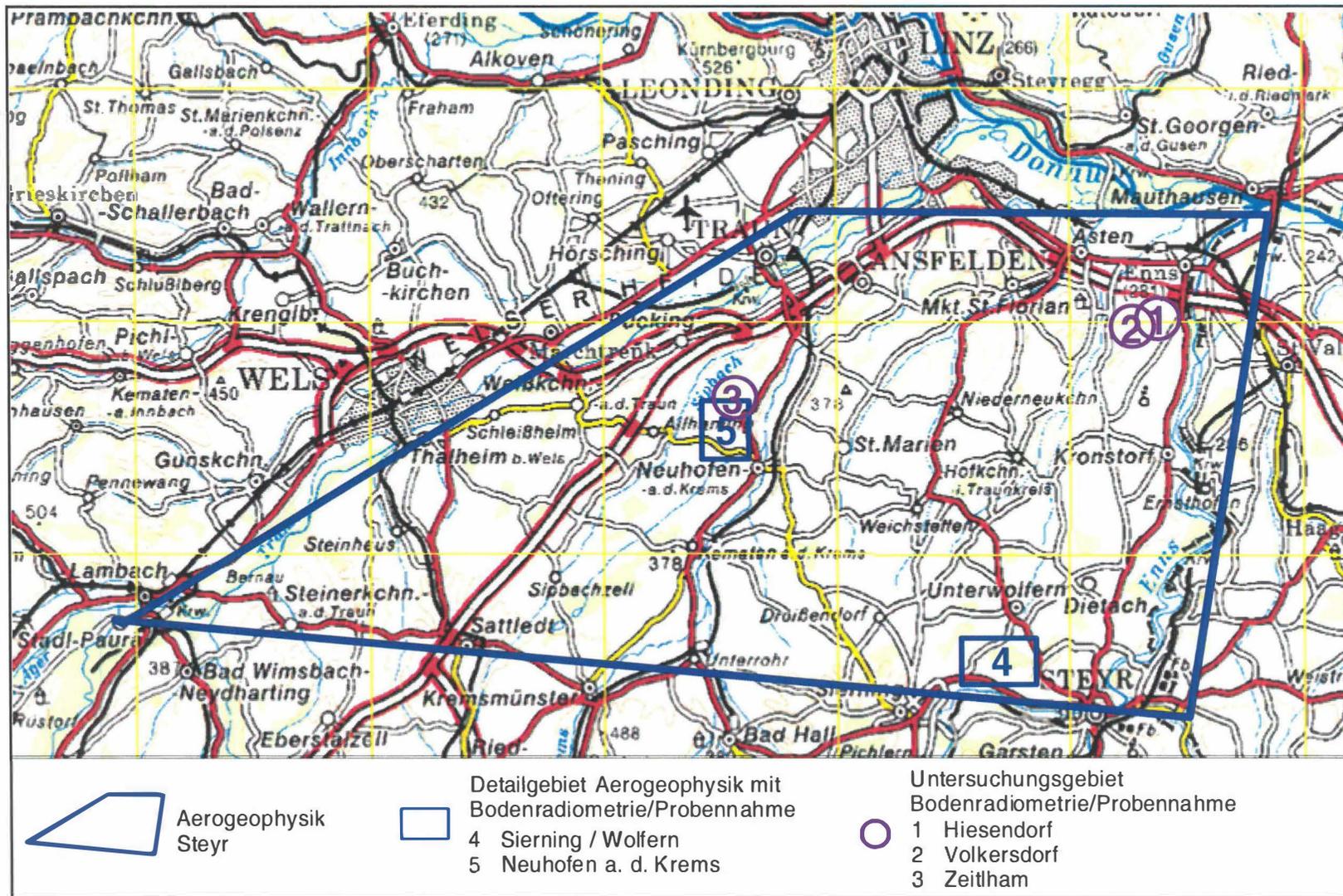


Abb. 3.16: Übersicht über das Untersuchungsgebiet mit den Detailgebieten

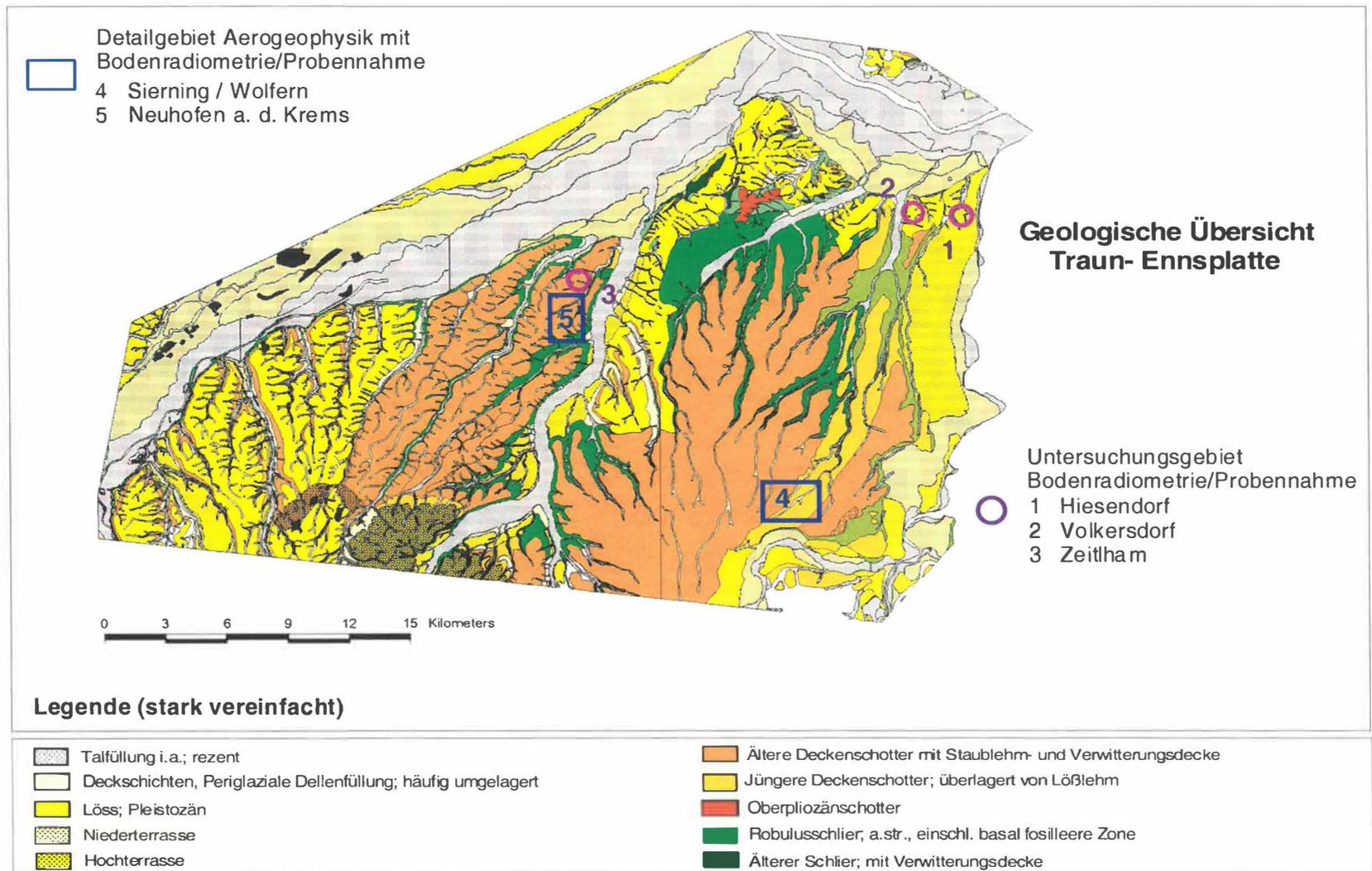


Abb. 3.17: Geologische Übersicht über das Untersuchungsgebiet mit den Detailgebieten

3.2.2 Gammaskopische Betrachtung der Traun-Enns Platte

Die Auswertung der aerogeophysikalischen Vermessung mittels Gammastrahlenspektrometer ist in den Abbildungen 3.18 bis 3.22 dargestellt. Zu sehen sind die Äquivalentkonzentrationen des Uran-, Kalium- und Thoriumfensters sowie die gesamte Dosisleistung, als auch als ternäre Darstellung der 3 Parameter.

Deutlich ist ein Ost- Westgefälle sämtlicher Messparameter zu erkennen. Die Grenze dieses Konzentrationsunterschiedes verläuft ca. NW-SE entlang der Krems. Östlich der Krems liegt eine höhere, westlich eine niedrigere Konzentration vor. Im Ostbereich ist sowohl die Kaliumkonzentration als auch die Dosisleistung durch eine maximale Konzentration der Gammastrahlung im Nordbereich gekennzeichnet.

Die geologische Verifizierung dieser großflächigen Anomaliebereiche wurde anhand von drei Detailgebieten, die in den betreffenden Anomaliebereichen liegen, durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden oberflächennahe Bodenproben und Bodenproben aus 50-100 cm Tiefe gezogen und geologisch relevante Parameter granulometrisch, geochemisch und mineralogisch analysiert. Diese Detailgebiete wurden so gewählt, dass unterschiedliche quartärgeologische Ablagerungen betroffen sind (siehe Tabelle 3.1).

LOKATION	Bezeichnung	Geologisches Umfeld	Anzahl der Proben
Detailgebiet Hiesendorf/Volkersdorf	1/2	Hochterrasse	2 Proben
Detailgebiet Neuhofen an der Krems	5/3	Ältere Deckenschotter	16 Proben
Detailgebiet Sierning / Oberwolfersdorf	4	Jüngere Deckenschotter	12 Proben

Tab. 3.1: Probennahmepunkte in den unterschiedlichen Anomaliebereichen

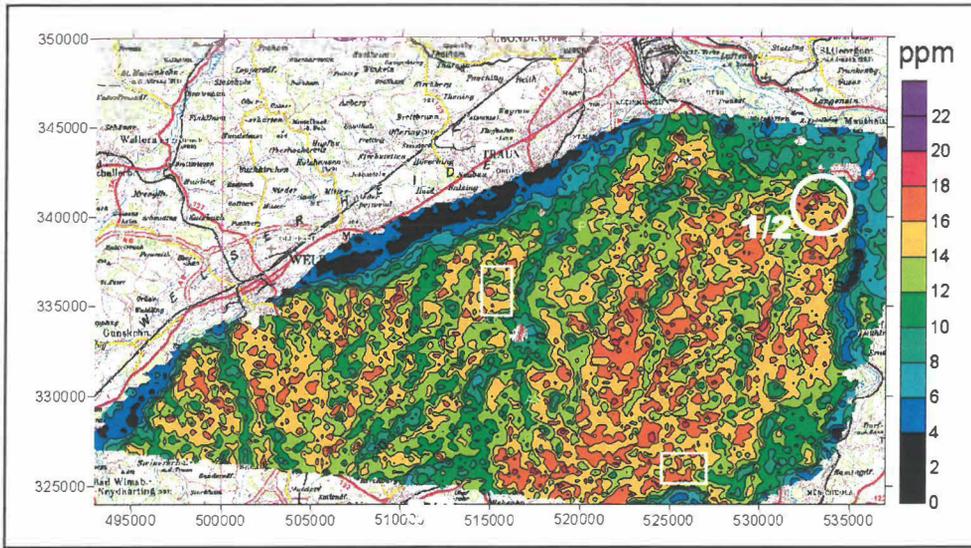


Abb. 3.18: Thoriumkonzentration berechnet aus Aero- Gammaskopie (ppm)

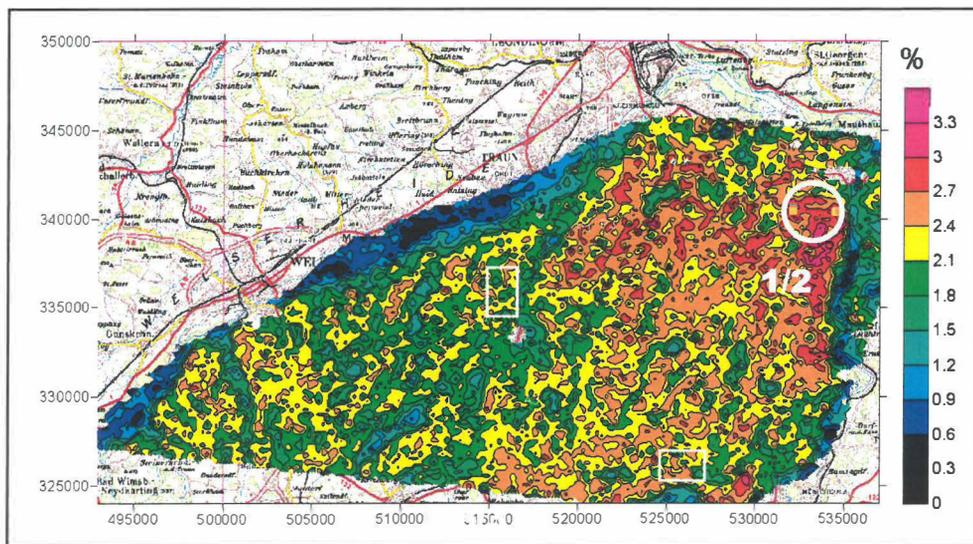


Abb. 3.19: Kaliumkonzentration berechnet aus Aero- Gammaskopie(%)

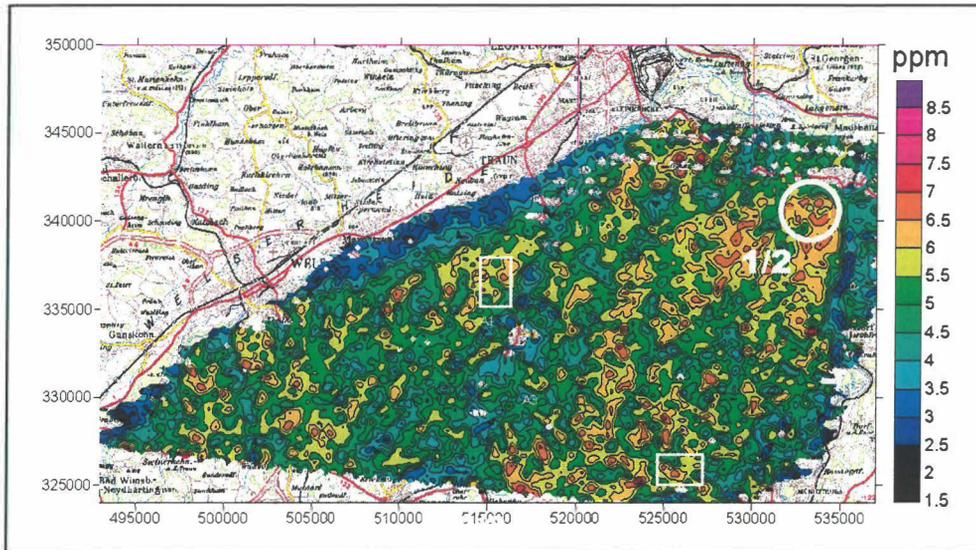


Abb. 3.20: Urankonzentration berechnet aus Aero- Gammaskopie (ppm)

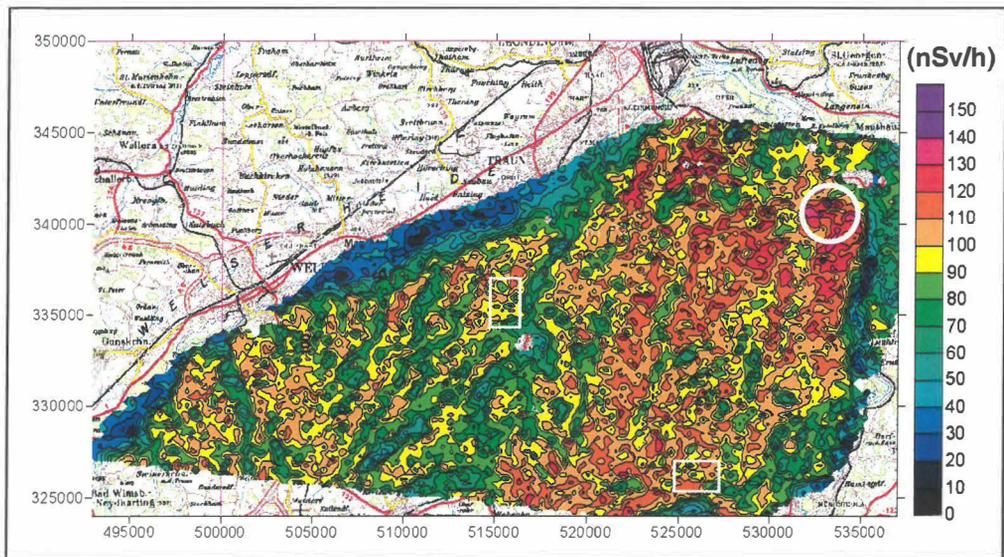


Abbildung 3.21: Dosisleistung aus Aero- Gammaspektroskopie (nSv/h)

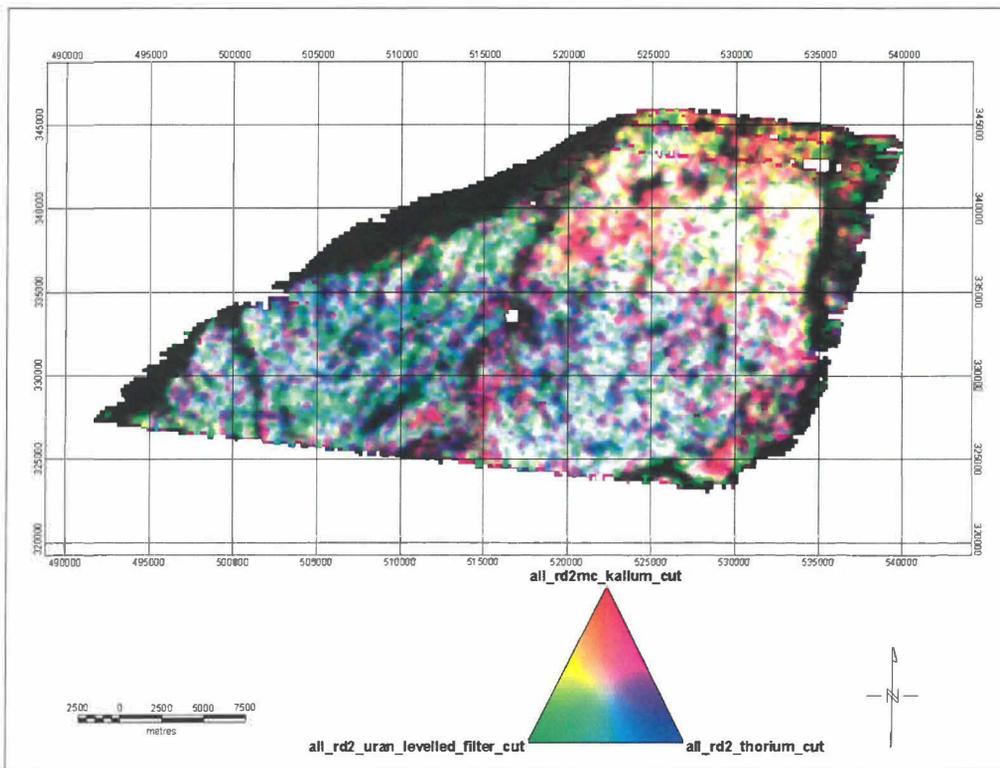


Abb. 3.22: Ternäre Darstellung von Kalium, Uran, Thorium aus Aero- Gammaspektroskopie

3.2.3 Auswertung und Interpretation

Die Auswertung der aerogeophysikalischen Gammaskopie der Elemente Kalium, Thorium, Uran und Dosisleistung für das gesamte Fluggebiet (Traun-Ennsplatte) erfolgt dahingehend, dass geologisch relevante Parameter (Bodenproben) aus den unterschiedlichen Anomaliebereichen (Hiesendorf/Volkersdorf, Neuhofen a.d. Krems und Sierning/Oberwolfen) gegenübergestellt und interpretiert werden.

Die Darstellung der aus den Bodenproben ermittelten Korngrößenverteilung, Gesamt- und Tonmineralogie sowie des Gehaltes von Uran, Thorium und Kalium erfolgt graphisch (Abb. 3.23 bis 3.25).

Für die Interpretation der umfangreichen Geochemiedaten (Hauptelemente und Spurenelemente) wurden die Daten statistisch aufbereitet und relevante Kennparameter (Mittelwert, Standardabweichung, Median und Streuung in % vom Mittelwert um Mittelwert) miteinander verglichen und interpretiert (Tab.: 3.2)

Für die Hauptelemente (siehe obere Hälfte) zeigt sich, dass Mittelwert, Standardabweichung und Median für die Gebiete Neuhofen an der Krems und Sierning / Oberwolfen eine ähnliche Charakteristik aufweisen. Das Detailgebiet Volkersdorf/Hiesendorf ist im Vergleich zu den beiden anderen Detailgebieten durch eine geringere Konzentration von SiO_2 und TiO_2 , sowie eine höhere Konzentration von Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , Na_2O und K_2O gekennzeichnet.

Betrachtet man die Streuung in % vom Mittelwert um den Mittelwert (Tab.: 3.2) so ist ersichtlich, dass die Elemente SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 und Fe_2O_3 einer geringen Streuung unterworfen sind. Bei den Elementen mit geringer Konzentration (MnO , MgO , CaO , Na_2O) liegt generell eine deutlich höhere Streuung vor, wobei die Maximalwerte jeweils im Gebiet Neuhofen an der Krems liegen.

Die Interpretation der Spurenelemente aus der geochemischen Analyse (siehe untere Hälfte) konzentriert sich auf die Elemente Thorium und Uran. Bei vergleichbaren Gehalten in den drei Detailgebieten fällt vor allem die höhere Standardabweichung und die größere Streuung in % um den Mittelwert im Gebiet Neuhofen auf.

Hinsichtlich der Verifizierung der Gammaskopie ist zu erwähnen, dass der höhere Wert von K_2O in den Bodenproben (RFA-Geochemie) im Detailgebiet Volkersdorf/Hiesendorf mit der höheren Kaliumkonzentration aus der Aerogammaskopie korreliert (Abb.: 3.23).

Eine Korrelation der ebenfalls höheren Werte von Uran und Thorium aus der Aerogammaspektrometrie im Gebiet Hiesendorf/Volkersdorf mit der Bodenansprache (RFA-Geochemie) konnte nicht gefunden werden.

Der Gehalt an Thorium und Uran in den Detailgebieten ist durch eine homogene Konzentration gekennzeichnet, wenn man die Proben aus dem Projekt: OC-13 (Bund-/Bundesländerkooperation, G: MOSER, J. REITNER, 1998) gesondert betrachtet. Jedoch muss betont werden, dass auf Grund der geringen Probendichte (Hiesendorf/Volkersdorf – 2 Proben) eine statistisch gefestigte Aussage nicht vorliegt.

In das oben skizzierte Bild, dass die erhöhten Äquivalentkonzentrationen von Kalium, Uran, Thorium aus der Aerogammaspektrometrie im Detailgebiet Hiesendorf/Volkersdorf im Vergleich zu den übrigen Detailgebieten durch den erhöhten Gehalt an Kalium (Kaliumoxid) aus der Geochemie bestätigt werden, passt auch der im selben Detailgebiet deutlich erhöhte Wert vom *Kalium-Glimmer* (Muskovit) aus der Tonmineralogie (Abb.: 3.25). Schlussendlich wird dieser Trend auch durch Bodenradiometrie bestätigt (Abb.:3.24).

Der Vergleich der Tonmineralogie (Röntgendiffraktometrie) zeigt, dass im Detailgebiet Sierning die Tonmineralgruppierung: Illit/Hellglimmer-Kaolinit-Chlorit vorherrscht. Smectit wurde in nur zwei Proben mit maximal 2 Gew % angetroffen. Im Vergleich zu den übrigen Detailgebieten (Neuhofen - Hiesendorf/Volkersdorf) ist ein überproportionaler Gehalt von Vermiculit vorhanden (Abb. 3.25 u. 3.28) bis max. 24 Gew % was als Verwitterungsprodukt auf Kosten von Chlorit zu interpretieren ist.

Eine ähnliche Verteilung der Tonmineralgruppen weist das Detailgebiet Neuhofen an der Krems auf. Die quellfähige Phase wird von Smectit (5 Gew %) und Vermiculit (4 Gew %) gebildet (Abb. 3.25). Die hochgeladene Struktur des Smectits weist auf Verwitterungseinflüsse hin.

Die Tonmineralverteilung im Detailgebiet Hiesendorf/Volkersdorf wird ebenfalls durch die Phasen Illit/Hellglimmer-Kaolinit-Chlorit dominiert. Im Vergleich zu den übrigen Detailgebieten (Neuhofen - Sierning) ist ein überproportionaler Gehalt von Illit/Hellglimmer (Muskovit) von durchschnittlich 57 Gew % vorhanden (Abb. 3.25 u. 3.28). Der relativ hohe Gehalt von Illit/Hellglimmer im Vergleich zu den übrigen Detailgebieten lässt auf ein gering verwittertes Sediment schließen.

Die ternäre Darstellung der Korngrößenverteilung (Abb.: 3.26) zeigt grundsätzlich eine homogene Verteilung. Eine Zuordnung zu den Detailgebieten kann nicht getroffen werden.

Bemerkenswert ist aber, dass exakt an der Stelle des Schlucklochs (geologische Orgel; Diplomarbeit LEOPOLD, 1998) ein deutlich erhöhter Kiesanteil vorliegt. Diesbezüglich sei auch auf das Geoelektrikprofil 2 verwiesen.

Der höhere Gehalt an K₂O in den Bodenproben im Gebiet Volkersdorf/Sierning weist auf ein juveniles, wenig verwittertes Sediment (Löss/Lösslehm) im Nahbereich des Auswehungsgebietes der Würmvereisung hin. Weiter entfernt vom Auswehungsgebiet der Würmeiszeit im Bereich der Älteren und Jüngeren Deckenschotter kam es nur zu einer geringmächtigen „Würmlöss“ Sedimentation. Es ist anzunehmen, dass die Lössakkumulation in den vom Auswehungsgebiet weiter entfernt gelegenen Bereichen derart gering war, dass sie für die Bodenbildung keine Bedeutung hatte. Diesbezüglich erfolgte die Probenahme in der bereits stark verwitterten Lössablagerung der Älteren und Jüngeren Deckenschotter, was die Kaliumarmut (durch Verwitterung) erklären würde. Der deutlich erhöhte Smektingehalt in den tieferen Proben des Detailgebietes Neuhofen an der Krems (Abb.: 3.28) weist ebenfalls auf diesen Verwitterungsprozess hin.

Das generell unterschiedliche Ost- Westgefälle der Uran-, Thorium-, Kaliumkonzentrationen, sowie der Dosisleistung aus der Aero-Gammaspektroskopie lässt den Einfluss der unterschiedlichen Auswehungsgebiete aus dem Bereich der Traun sowie der Enns vermuten. Es ist anzunehmen, dass sich die unterschiedlichen geologischen Verhältnisse der Einzugsgebiete dieser beiden Flüsse in den Auswehungsprodukten (Löss-/Lösslehm) widerspiegeln.

Obwohl beide Flüsse sowohl Flyschzone, Helvetikum als auch die nördlichen Kalkalpen durchschneiden, reicht die Enns bis in die Grauwackenzone und Niederen Tauern. Will man diese Frage klären, so sind diesbezüglich durch den Einsatz der Schwermineralanalytik wertvolle Informationen zu erwarten.

Die Unterschiede zwischen den aeroradiometrischen Ergebnissen und den lokalen bodenradiometrischen Messungen sind unter dem in Kapitel 1.2. beschriebenen Gesichtspunkten zu sehen und liegen im Bereich der Auflösungsgenauigkeit der Aeroradiometrie.

	Mittelwert			Standartabweichung			Median			Streuung in % vom Mittelwert um Mittelwert		
	Sierning	Neuhofen	Volkersdorf	Sierning	Neuhofen	Volkersdorf	Sierning	Neuhofen	Volkersdorf	Sierning	Neuhofen	Volkersdorf
Per cent				2,77	2,39		65,75	66,60		4,22	3,59	
SiO ₂	65,61	66,51	61,65	0,06	0,07		1,00	0,93		6,12	7,57	
TiO ₂	0,98	0,96	0,88	1,53	1,32		16,45	15,20		9,28	8,53	
Al ₂ O ₃	16,46	15,44	18,15	0,86	0,84		4,79	5,10		16,86	17,27	
Fe ₂ O ₃	5,08	4,84	6,15	0,04	0,08		0,14	0,10		26,99	61,73	
MnO	0,13	0,12	0,13	0,15	0,32		1,69	1,68		8,65	18,57	
MgO	1,71	1,75	2,93	0,11	0,61		0,57	0,57		19,04	83,03	
CaO	0,59	0,73	0,69	0,19	0,30		0,98	1,00		21,50	31,57	
Na ₂ O	0,89	0,95	1,17	0,07	0,19		2,11	2,08		3,22	8,98	
K ₂ O	2,08	2,15	2,68	0,50	0,43		1,49	1,42		29,29	25,61	
H ₂ O _{110° C}	1,72	1,66	1,61	1,34	1,27		2,57	0,98		54,89	96,87	
H ₂ O ⁺	2,44	1,31	2,56	0,07	0,09		0,10	0,12		50,25	54,51	
P ₂ O ₅	0,13	0,16	0,19	1,45	2,33		1,71	2,95		70,31	70,24	
CO ₂	2,06	3,31	1,19	0,01	0,02		0,02	0,05		49,41	41,63	
SO ₃	0,02	0,05	0,02	0,14	0,11		99,92	99,90		0,14	0,11	
Summe	99,90	99,89	100,01	0,64	0,72		3,08	3,82		19,97	18,82	
GV _{360° C}	3,18	3,80	2,84	1,00	1,20		6,34	6,10		15,60	18,74	
GV _{1000° C}	6,38	6,39	5,57									
ppm												
Ba	412,50	423,87	423,90	22,26	59,27		418,45	397,97		5,40	13,98	
Ce	94,67	99,75	96,41	8,24	7,02		93,19	100,83		8,71	7,04	
Co	9,83	12,98	10,51	1,78	5,53		9,03	11,68		18,14	42,63	
Cr	111,42	90,09	109,52	12,74	27,61		111,60	96,20		11,43	30,64	
Cs	16,61	17,84	17,28	2,94	2,31		15,97	17,38		17,73	12,95	
Cu	23,74	21,71	36,67	5,38	4,49		23,65	21,13		22,65	20,68	
Ga	16,61	15,64	19,05	1,91	1,77		16,63	16,00		11,50	11,35	
Ge	1,70	1,52	1,83	0,18	0,16		1,65	1,55		10,68	10,25	
Hf	10,11	11,22	9,02	1,76	1,01		10,52	11,25		17,43	9,03	
La	47,94	51,21	48,97	5,04	5,47		46,81	53,94		10,51	10,67	
Mo	0,65	3,25	0,50	0,13	2,75		0,70	3,30		19,46	84,63	
Nb	18,54	17,26	16,65	1,12	0,96		18,92	17,53		6,04	5,57	
Ni	36,45	31,98	51,58	10,16	7,15		33,85	29,00		27,88	22,35	
Pb	26,32	25,51	19,38	3,80	4,98		26,40	23,60		14,44	19,53	
Rb	99,76	96,07	111,42	8,20	12,05		99,60	93,53		8,21	12,54	
Sr	80,28	83,79	87,78	5,39	6,71		82,22	82,50		6,71	8,01	
Th	15,88	15,10	16,10	0,69	1,39		15,95	15,43		4,37	9,23	
U	3,79	5,00	3,47	0,41	1,76		3,83	4,20		10,75	35,15	
V	121,78	124,71	125,37	13,62	18,86		122,17	123,63		11,18	15,12	
W	33,45	6,27	37,72	2,06	7,31		33,87	4,17		6,15	116,58	
Y	4,62	33,57	4,72	0,48	9,17		4,58	34,13		10,35	27,32	
Zn	69,50	67,46	74,82	6,43	10,32		67,13	66,73		9,25	15,30	
Zr	418,95	448,34	375,88	59,53	33,06		435,52	456,70		14,21	7,37	

Tabelle 3.2: Statistische Aufarbeitung der Haupt und Spurenelemente aus der Geochemie (RFA)

Vergleich der Gehalte aus Bodenproben (RFA-Geochemie) von Thorium, Uran, Kaliumoxid der Deckschichten (Löss-/Lösslehm) in Sierning/ Neuhofen/Volkersdorf

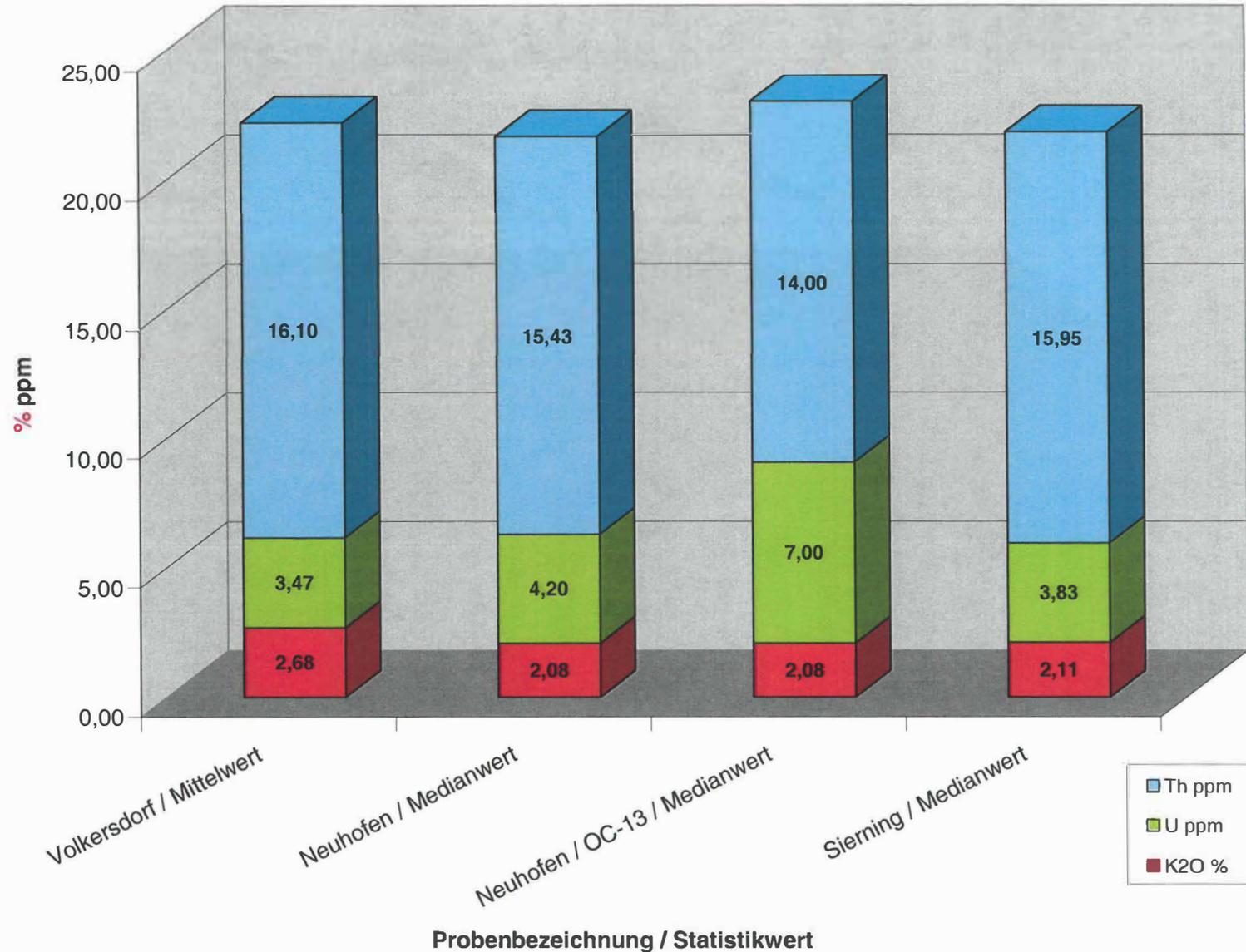


Abb. 3.23: Gehalt an Thorium, Uran, Kaliumoxid aus Bodenproben (RFA-Geochemie) der Deckschichten in den Detailgebieten

Vergleich der Zählraten aus der Bodenradiometrie von Thorium, Uran, Kalium und Gesamtbetrag in den Deckschichten (Löss-/Lösslehm) in Sierning / Neuhofen / Volkersdorf

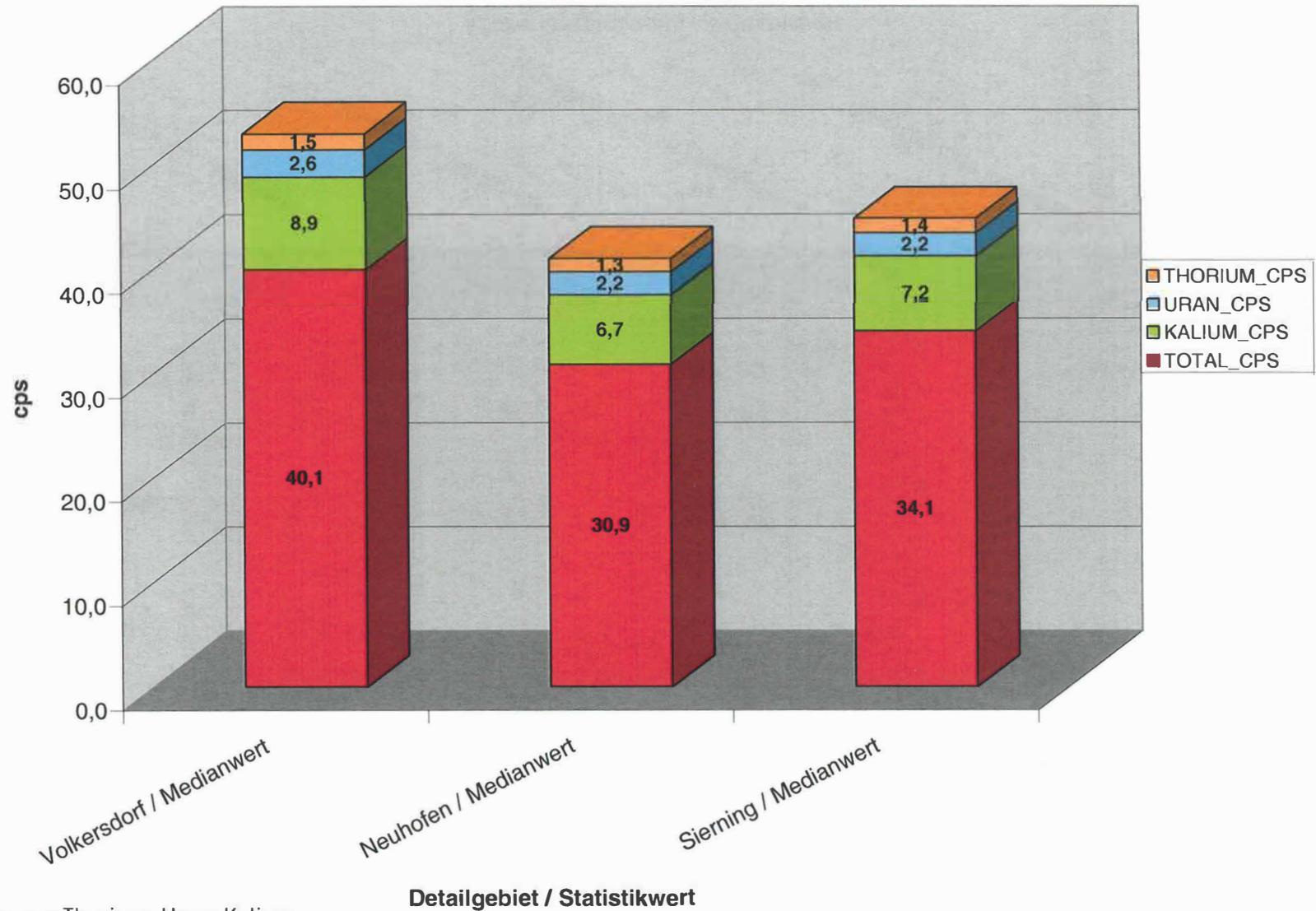


Abb. 3.24: Zählraten von Thorium, Uran, Kalium, Gesamtstrahlung aus Bodenradiometrie in den Detailgebieten

Vergleich der Gewichtsprozte unterschiedlicher Tonminerale
(Röntgendiffraktionsanalytik) in den Deckschichten (Löss-/Lösslehm) in Sierning /
Neuhofen / Volkersdorf

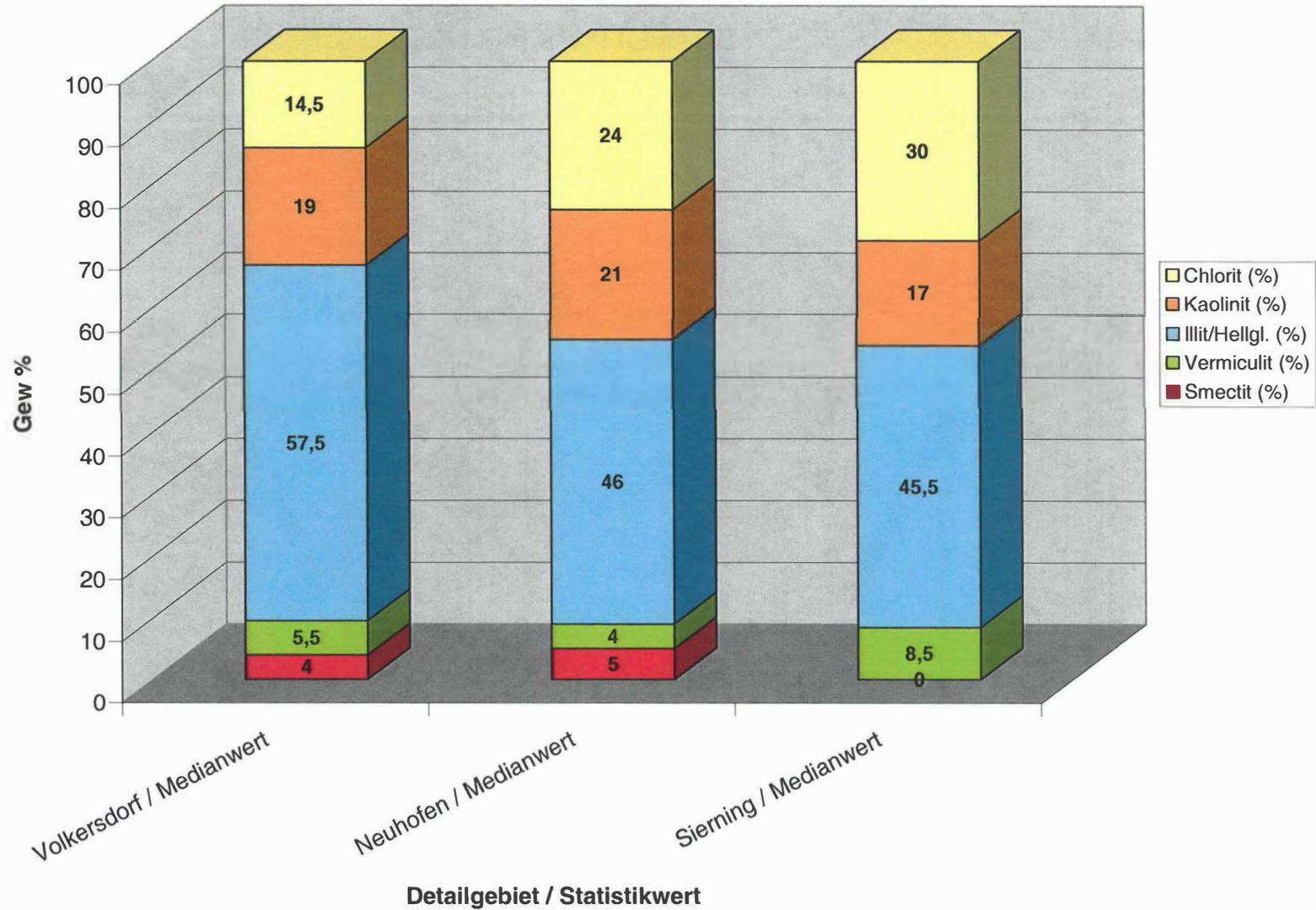


Abb. 3.25: Gewichtsprozte unterschiedlicher Tonminerale in den Detailgebieten (Röntgendiffraktionsanalytik)

Ternäre Darstellung der Korngrößenverteilung in den Untersuchungsgebieten Sierning / Neuhofen an der Kreams / Volkersdorf

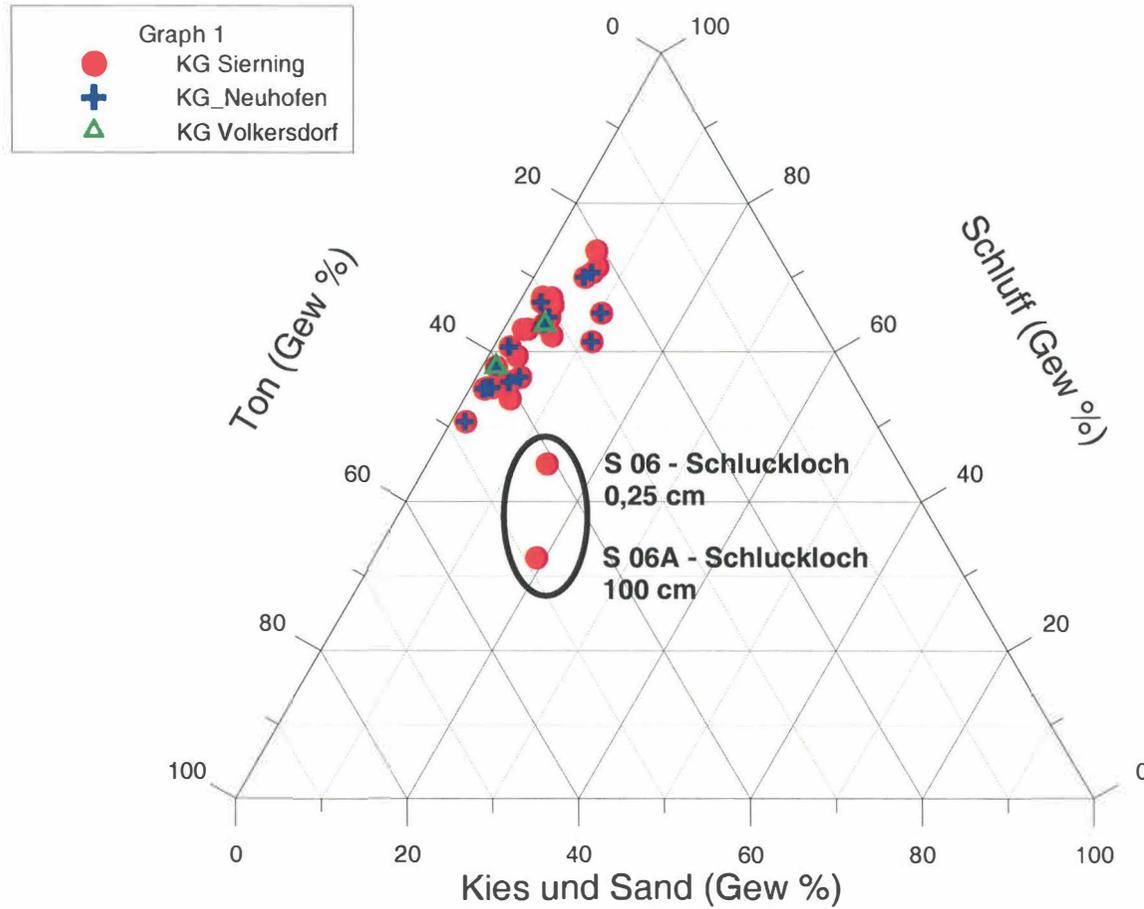


Abb. 3.26: Korngrößenverteilung in den Detailgebieten

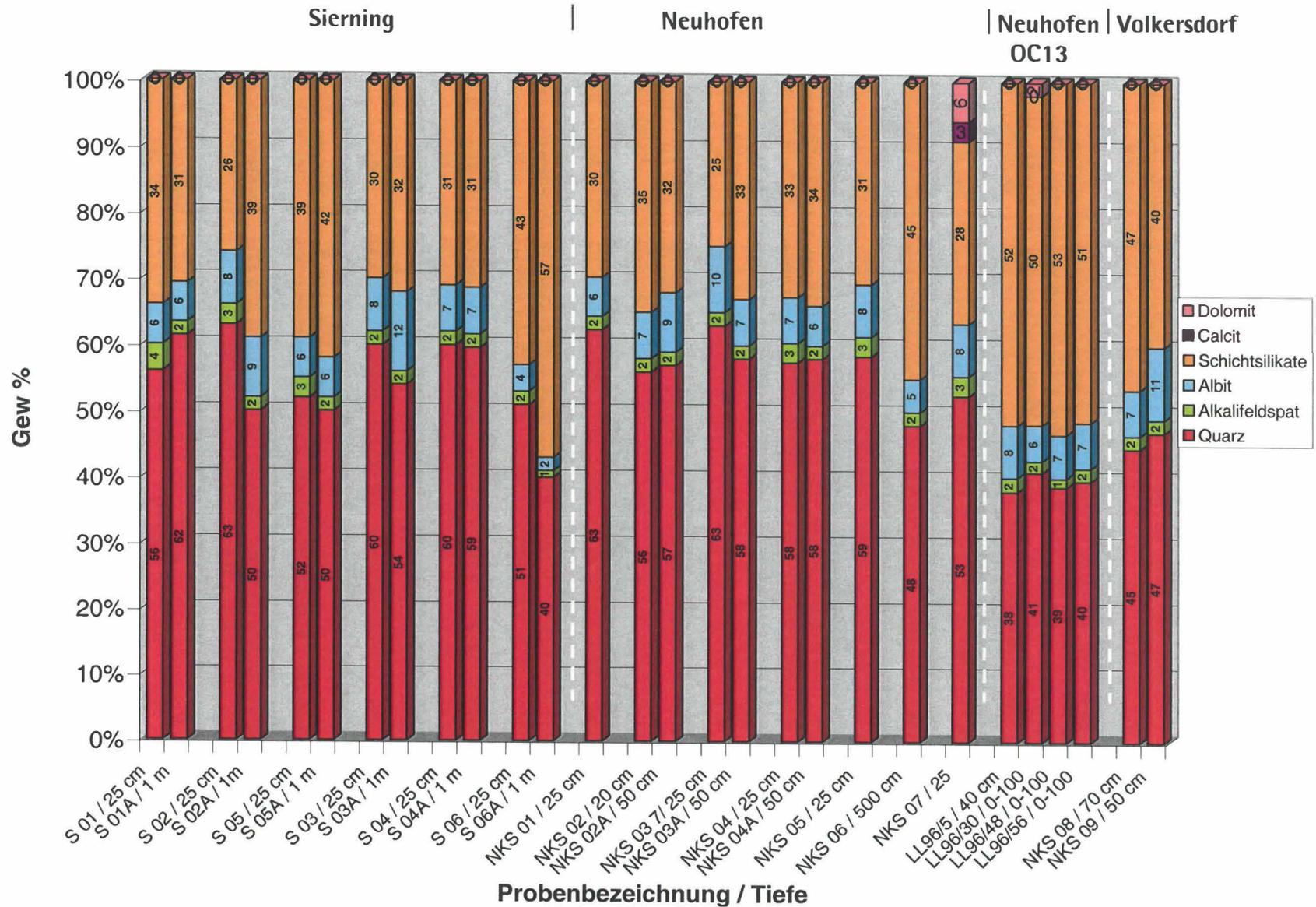


Abb. 3.27: Vergleich der Gesamtmineralogie (Röntgendiffraktion) der Deckschicht (Löss/Lösslehm) in den Detailgebieten

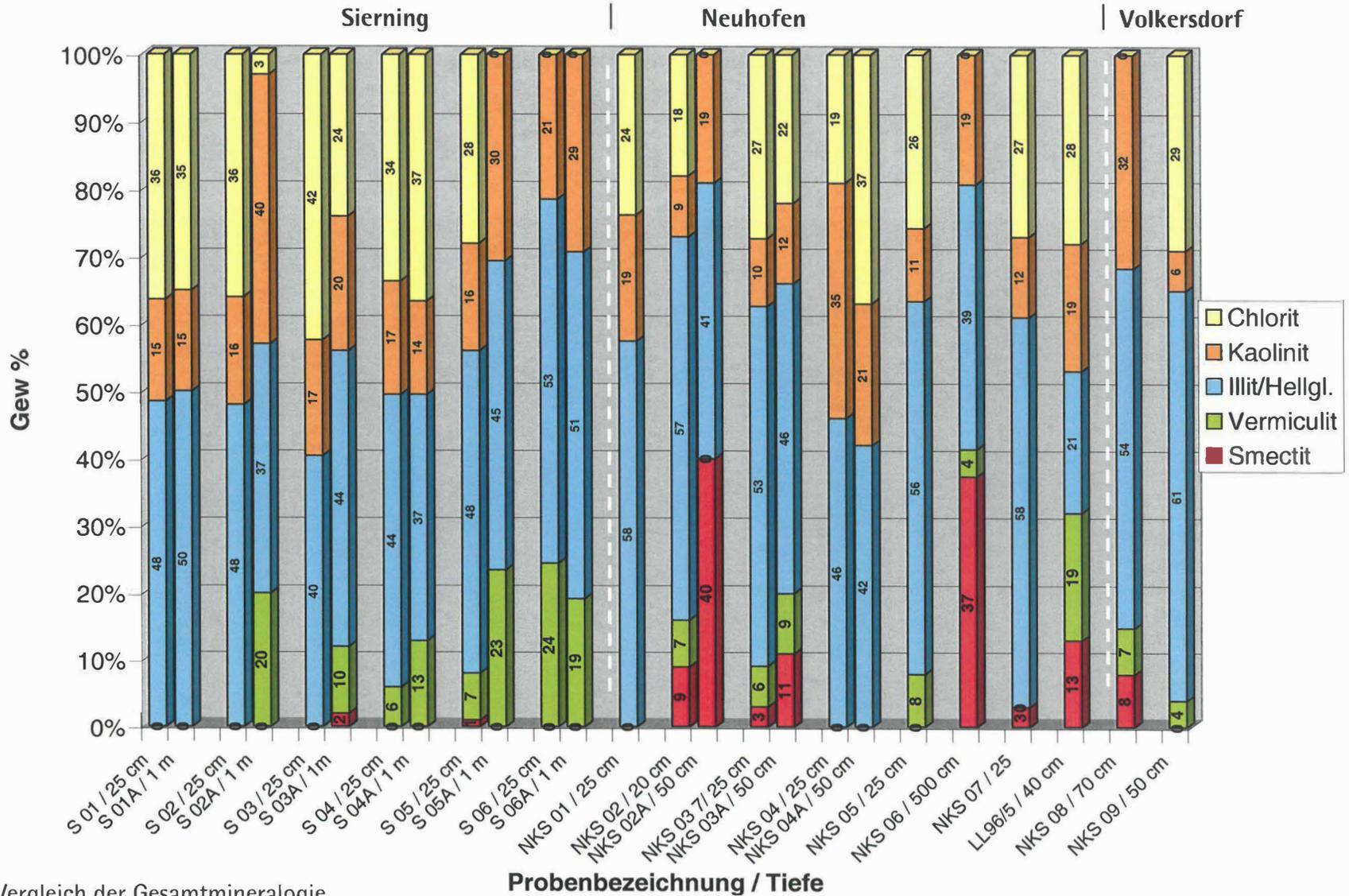


Abb. 3.28: Vergleich der Gesamtmineralogie (Röntgendiffraktion) in den Detailgebieten

3.2.4 Gammaskopische Betrachtung des Detailgebietes Sierning / Oberwolfen

Einleitung

Das Untersuchungsgebiet liegt ca. 5 km NW von Steyr, zwischen Loibersdorf und Oberwolfen, auf 360 bis 375 m Seehöhe. Die rechteckige Fläche umfasst ca. 2 km² und wird diagonal (SW nach NE) von einer abflusslosen Rinne durchzogen. Das Gebiet wird vor allem landwirtschaftlich genutzt, nur an der NW- sowie SE- Ecke wird es von größeren Waldgebieten eingenommen.

Die Geologie wird von quartären Ablagerungen der Jüngeren Deckenschotter, die dem Rinnenverlauf folgen, sowie beidseits auf einem höheren Niveau anschließenden Älteren Deckenschottern, jeweils mit Löss-, Lösslehmbedeckung, aufgebaut (Abb.: 3.29). Die Mächtigkeit der Löss-, Lösslehmbedeckung in diesem Bereich schwankt zwischen einem und zehn Metern. Die Mächtigkeit der Deckenschotter erreicht etwa 35 m (Bohrdatenbank Landesregierung OÖ). Im Liegenden, hydrogeologisch als relativer Stauer anzusprechen, ist Robulusschlier sowie Älterer Schlier der Molasse entwickelt.

Der Soll-Abstand der Messprofile im Detailgebiet beträgt 25 m. Der Messpunktabstand entlang der Profile ist von der jeweiligen Fluggeschwindigkeit abhängig, so z.B. beträgt die Datenabtastrate für die Radiometrie 1 Sekunde. Dies entspricht einem mittleren Punktabstand von ca. 30 m

Zielsetzung

Das Ziel der Aero-Gammaskopischen Auswertung von Uran, Thorium, Kalium und der Gesamtdosisleistung bestand darin, geologisch relevante Aussagen hinsichtlich der Löss-, Lösslehmcharakteristik zu treffen, um damit wertvolle Entscheidungshilfen für hydrogeologische Fragestellungen bezüglich der Funktion der Deckschicht zu liefern.

Begriffsdefinition

Nachfolgend werden die Begriffe Löss und Lösslehm erklärt, sowie eine zusammenfassende geologische Charakterisierung des Untersuchungsgebietes (aus: Endbericht OC-13 der Bund Bundesländerkooperation; G. Moser, J. Reitner, 1998) angeführt.

In Anlehnung an HINZE et al. (1989) wird in dieser Arbeit unter Löss ein graugelbes bis gelbbraunes, karbonathältiges, ungeschichtetes, sowie poröses Sediment verstanden, welches

überwiegend aus Schluff (Korngröße 2-63 µm) mit einem starken Anteil an Grobschluff (20-63 µm) und einem variierenden Anteil an Sand (> 63 µm; < 20 %) sowie Tonanteil (<2 µm; selten > 20%) besteht. Die Genese wird generell nach HINZE et al (1989) mit dem „Absatz aus der Luft bzw. Aufwehung bei geringer Windgeschwindigkeit wahrscheinlich zwischen lockerer Grasvegetation unter überwiegend trockenem bis schwach feuchtem Klima im Vorfeld der Vereisungsgebiete“ erklärt. Aufeinanderfolgende Wurzelgenerationen der Lösssteppenvegetation verursachten die charakteristische poröse Struktur des Löss.

Unter Lösslehm wird hier ein hellbraunes bis graues, karbonatfreies, meist ungeschichtetes Sediment, bestehend aus Schluff mit einem stark variierenden Anteil an Ton und einem geringen Sandanteil (< 20 %) verstanden. Die Genese wird analog zum Löss als äolische Ablagerung erklärt. Die Karbonatfreiheit ist entweder mit der Sedimentation von primär karbonatfreiem Ausgangsmaterial oder - wie für das Alpenvorland angenommen (vgl. BRUNNACKER 1982) - durch zeitgleiche (= synsedimentäre) bzw. spätere (früh postsedimentäre bis frühdigenetische) Entkalkung unter „feuchtem Klima“ zu erklären. Synonyme Begriffe für Lösslehm sind u.a. Decklehm (z.T.) und Staublehm.

Charakteristik der Äolischen Deckschichten der Deckenschotter

(aus: Endbericht OC-13 der Bund Bundesländerkooperation; G. Moser, J.Reitner,1998)

Auch im Bereich der äolischen Deckschichten auf Deckenschottern zeigt sich qualitativ eine großräumige Abhängigkeit von der Entfernung zum Auswehungsgebiet. Neben diesem "Primärfaktor" zeigt sich auch eine qualitative Differenzierung entsprechend der heutigen Niederschlagsverteilung. Die durchwegs hohen Tongehalte weisen bei einem hohen Anteil an Schichtsilikaten eine stark schwankende Tonmineralverteilung auf. Häufig zu beobachten ist das horizontweise gegenseitige Ausschließen von Vermiculit und Smectit. Aufgrund der Unterschiede in der Korngrößenverteilung, in der Porosität und im Wassergehalt ist eine Feingliederung im Bohrloch am besten über das Leitfähigkeits-Log möglich. Die Durchlässigkeit liegt im Durchschnitt bei $4,7 \text{ E-}10 \text{ m/s}$.

Bearbeitungsschritte

Aerogeophysikalisch aufgefundene Uran/Kalium/Thoriumanomalien wurden entlang von Profilen bodenradiometrisch aufgenommen und miteinander verglichen. Für die geologische Interpretation der Ergebnisse wurden die Radiometriedaten mittels granulometrischen, geochemischen und mineralogischen Analysen verifiziert.

Für die bodenradiometrische Messung der spezifischen γ -Strahlung von Kalium, Uran und Thorium wurde ein Gammaskpektrometer vom Typ GS-256 der Firma Geofyzika Brno verwendet. Für die vorliegenden Messbereiche wurde Kalium in den Kanälen 108-125, Uran in den Kanälen 130-148 und Thorium in den Kanälen 195-218 des Gammaskpektrometers erfasst. Die Messungen erfolgten mit einer Akkumulationszeit von 2 Minuten, die aufgrund von Testmessreihen (BELOCKY et al. 1999) als akzeptabler Kompromiss zwischen Messgenauigkeit und Zeitaufwand ermittelt wurde. Die Messungen wurden einerseits entlang von Feldwegen, andererseits im Feld selbst durchgeführt (Abb.: 3.29). Der Abstand von Messpunkt zu Messpunkt beträgt etwa 10 m. Um den Einfluss bautechnischer Abschnitte (mit Fremdmaterial befestigte Feldwege) hintanzuhalten, wurden die Profile jeweils parallel zu den Feldwegen, in einem Abstand von ca. 3 m vermessen.

Für die geologische Verifizierung dieser Anomaliebereiche wurden oberflächennahe Bodenproben und Bodenproben aus 50-100 cm Tiefe gezogen und geologisch relevante Parameter granulometrisch, geochemisch und mineralogisch analysiert. Die Probenpunkte im Untersuchungsgebiet wurden so gewählt, dass unterschiedliche quartärgeologische Ablagerungen betroffen sind (siehe Tabelle 3.3).

Bezeichnung der Proben	Geologisches Umfeld	Anzahl der Proben
S 01	Lösslehm auf Jüngeren Deckenschotter	2
S 02	Lösslehm auf Jüngeren Deckenschotter	2
S 03	Lösslehm auf Jüngeren Deckenschotter	2
S 04	Stablehm, Verwitterungsdecke auf Älteren Deckenschotter	2
S 05	Stablehm, Verwitterungsdecke auf Älteren Deckenschotter	2
S 06	Deckschicht, periglaziale Dellenfüllung, häufig umgelagert	2

Tab. 3.3: Probenahmepunkte in den unterschiedlichen Anomaliebereichen im Detailgebiet Sierning

Auswertung

Die Auswertung der aerogeophysikalischen Vermessung ist in den Abbildungen 3.29 bis 3.33 dargestellt. Zu sehen sind die Äquivalentkonzentrationen des Uran-, Kalium- und Thoriumfensters mit der Dosisleistung sowie entlang von Profilen die Ergebnisse aus der Bodenradiometrie. Geochemische Parameter (Haupt- und Spurenelemente) werden als Tabelle (Tab.: 3.4) dargestellt und statistisch ausgewertet. Die Korngrößenverteilung, Gesamt- und Tonmineralogie wird in Form von Säulendiagrammen dargestellt (Abb.: 3.34. – 3.37). Als graphisches Darstellungsmedium für die Datenanalyse wurde GIS ArcView 3.1 verwendet

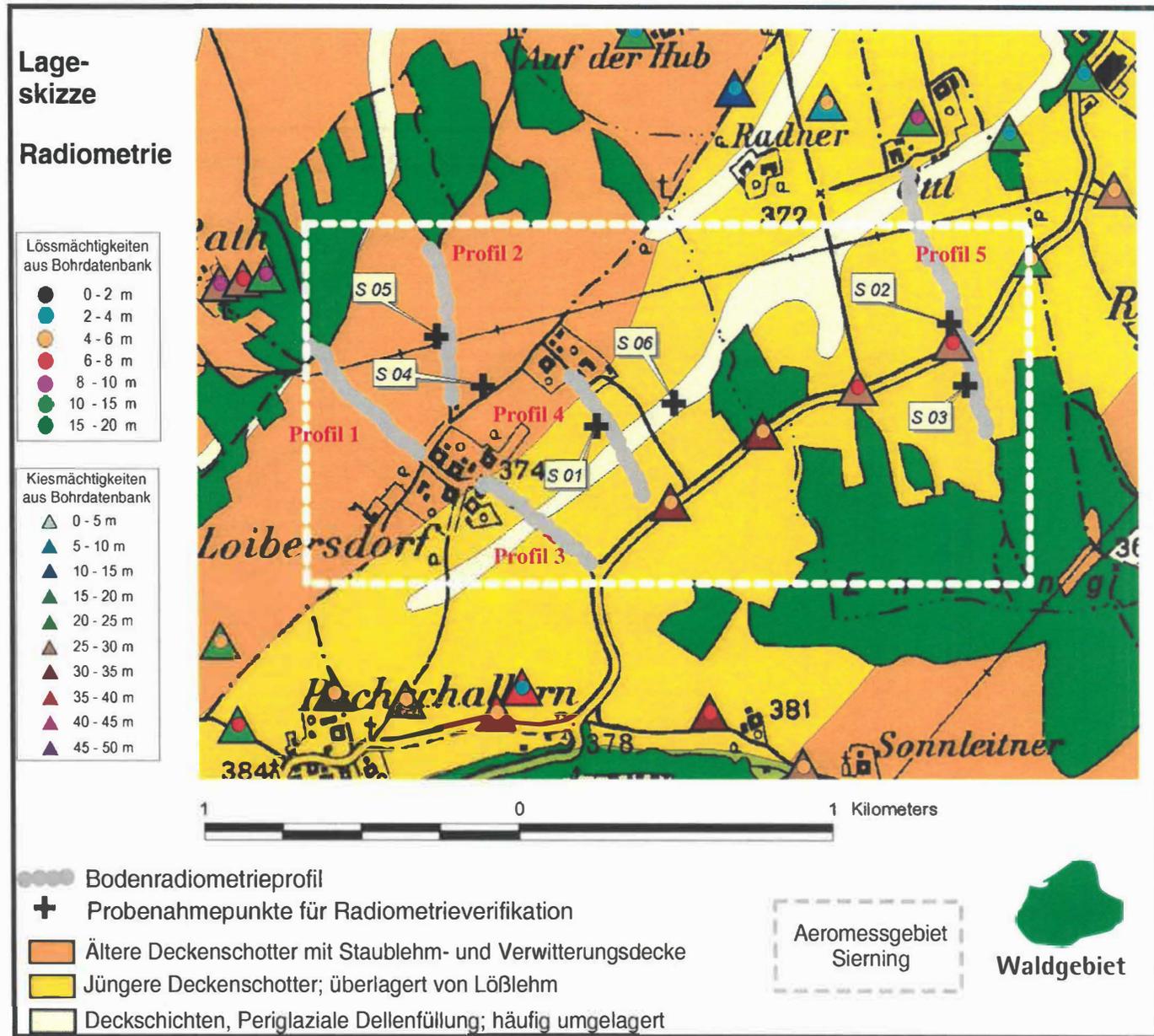


Abb. 3.29:

Lageskizze des
Bearbeitungsgebietes
Sierning / Wolfers für
Radiometrieauswertung

Aero/Bodenradiometrie-Geologie - URAN

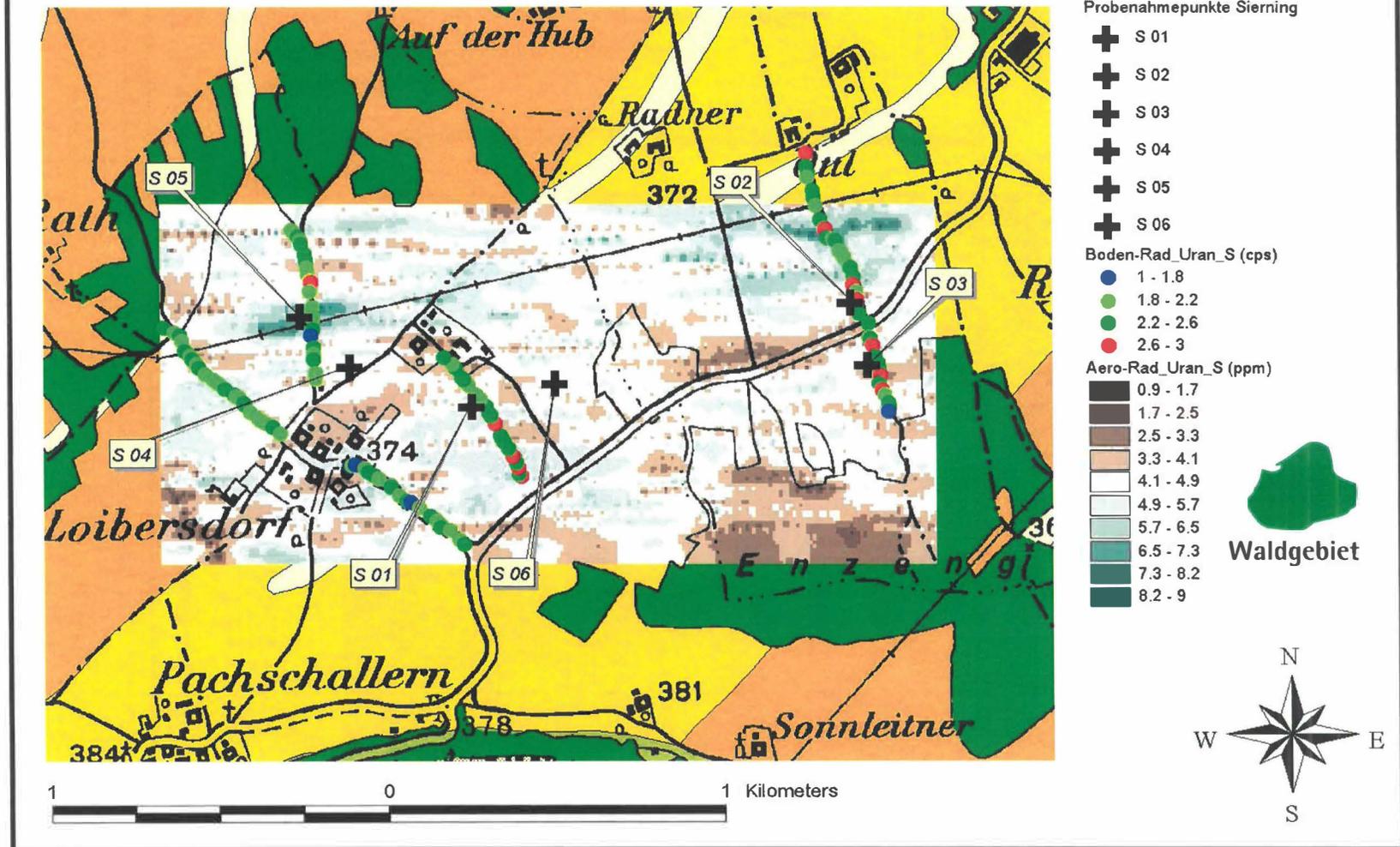


Abb. 3.30: Darstellung der Äquivalentkonzentration für Uran aus Aero- und Bodenradiometrie

Aero/Bodenradiometrie-Geologie - THORIUM

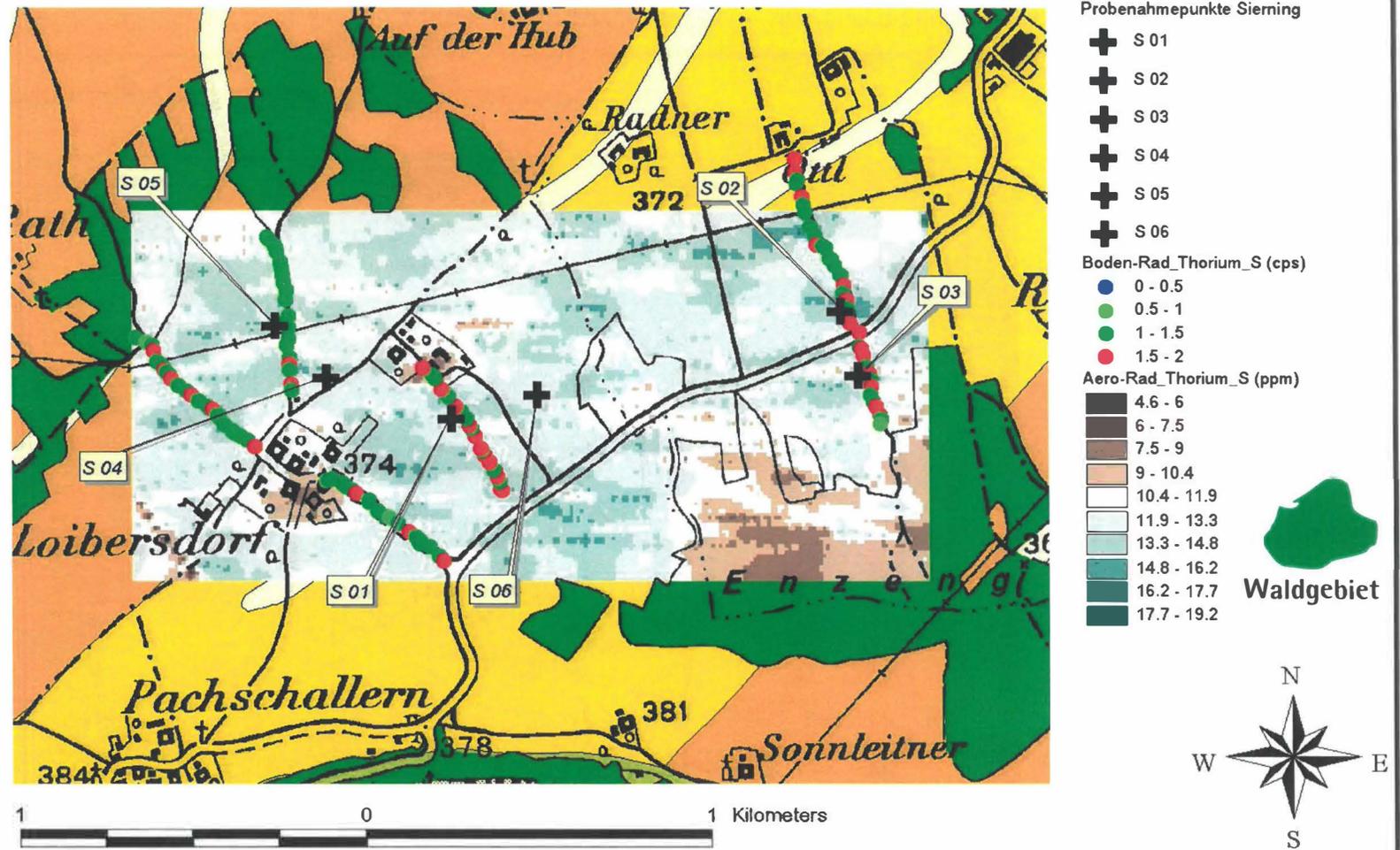


Abb. 3.31: Darstellung der Äquivalentkonzentration für Thorium aus Aero- und Bodenradiometrie

Aero/Bodenradiometrie-Geologie - KALIUM

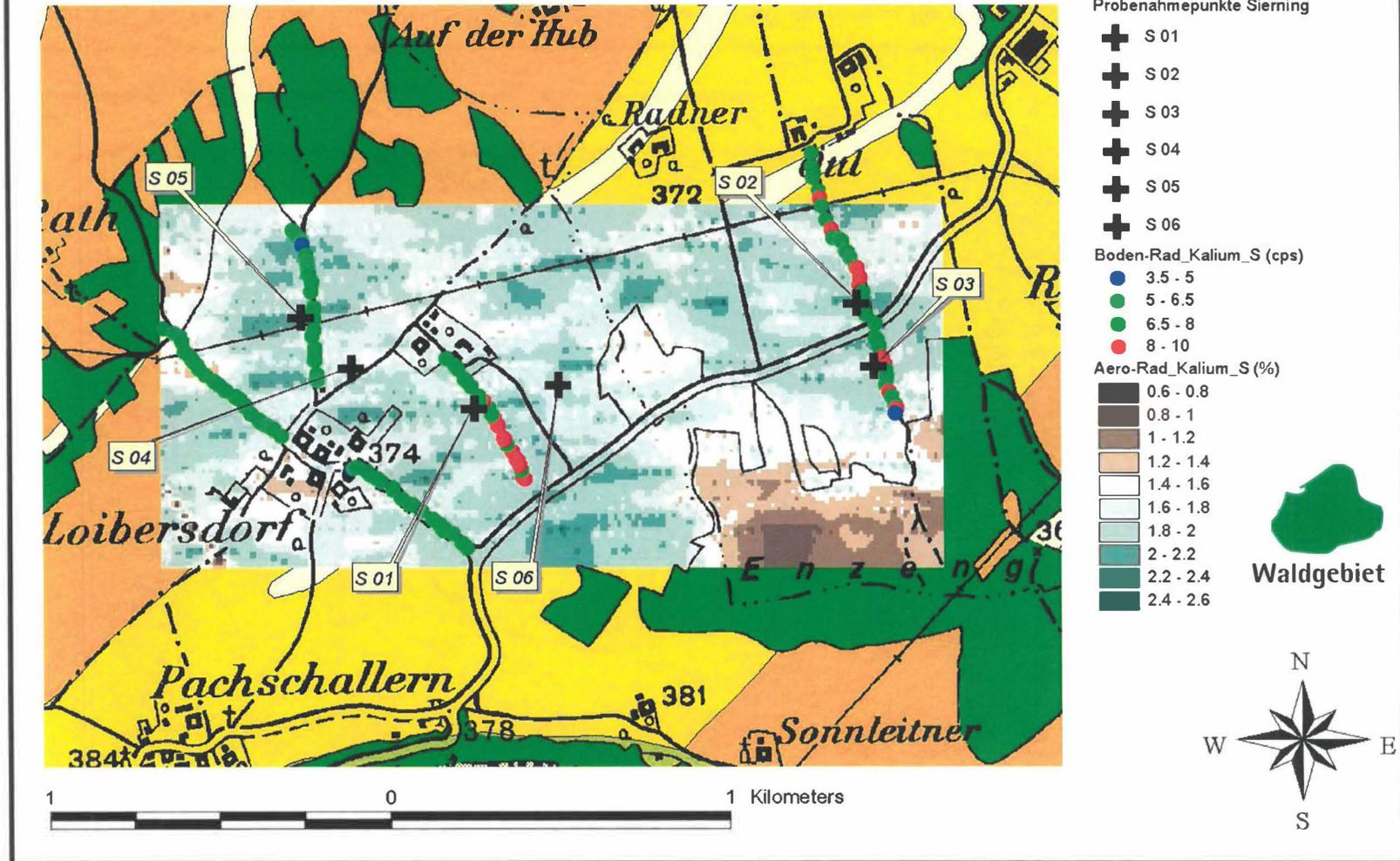


Abb. 3.32: Darstellung der Äquivalentkonzentration für Kalium aus Aero- und Bodenradiometrie

Aero/Bodenradiometrie-Geologie - DOSISLEISTUNG

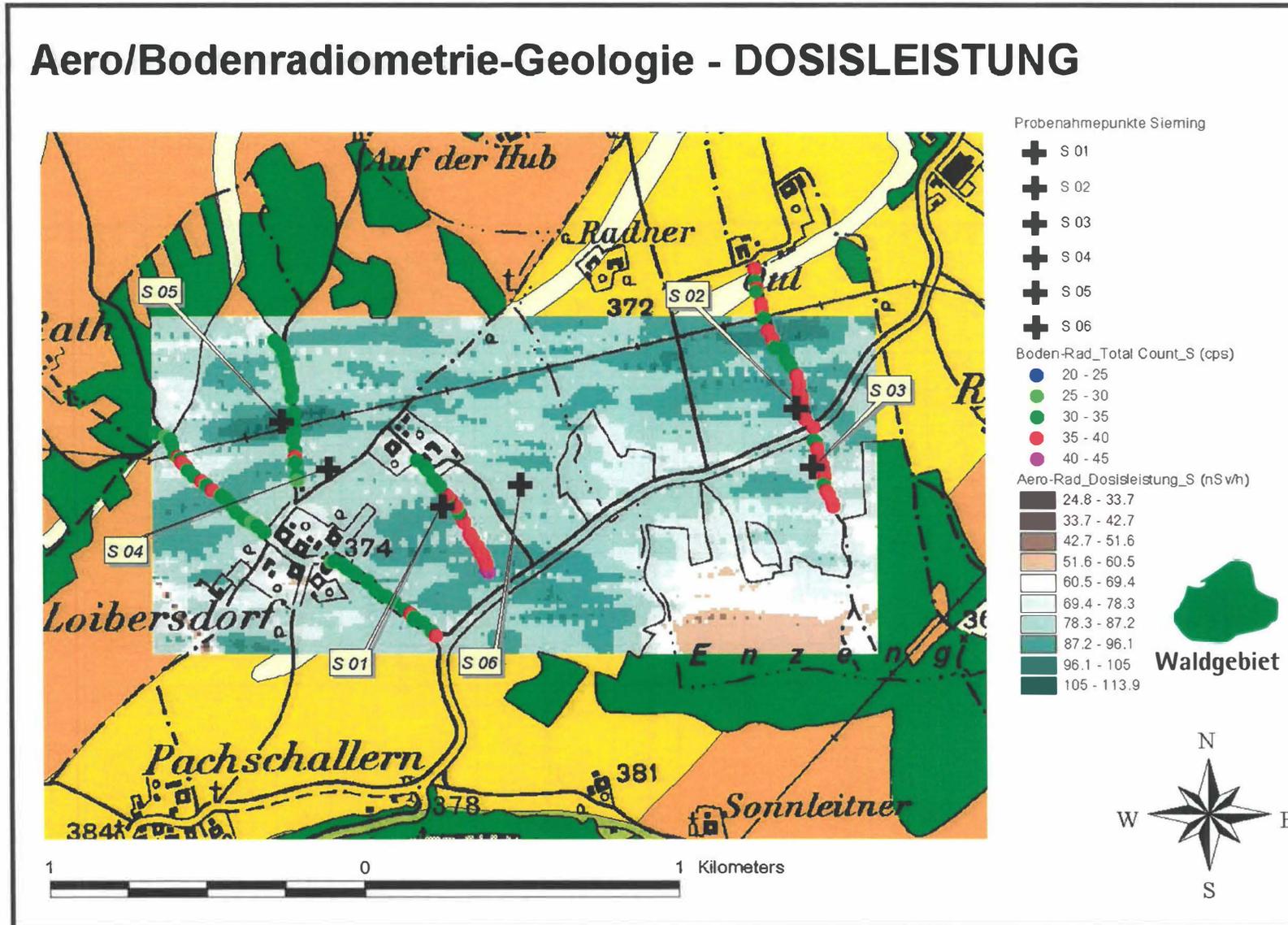


Abb. 3.33: Darstellung der Dosisleistung aus Aero- und Bodenradiometrie

CH-47.03	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				Standardab		
Probe	S 01	S 01a	S 02	S 02a	S 03	S 03a	S 04	S 04a	S 05	S 05a	S 06	S 06a	max	min	Mittelwert	weichung	Median	Streuung in % vom Mittelwert um Mittelwert
Per cent																		
SiO ₂	69,2	67,5	67,6	64,0	68,5	64,2	68,8	66,5	65,0	62,0	64,0	60,0	69,2	60,0	65,6	2,8	65,8	4,2
TiO ₂	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8	1,1	0,8	1,0	0,1	1,0	6,1
Al ₂ O ₃	15,1	14,9	14,7	18,1	15,7	17,5	14,1	16,3	16,6	18,4	17,2	18,9	18,9	14,1	16,5	1,5	16,4	9,3
Fe ₂ O ₃	4,1	4,3	4,5	4,8	4,4	5,6	4,1	4,7	5,9	6,2	5,7	6,7	6,7	4,1	5,1	0,9	4,8	16,9
MnO	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	27,0
MgO	1,7	1,6	1,6	1,9	1,8	1,8	1,6	2,0	1,7	1,5	1,7	1,7	2,0	1,5	1,7	0,1	1,7	8,6
CaO	0,5	0,7	0,9	0,6	0,5	0,6	0,8	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,9	0,5	0,6	0,1	0,6	19,0
Na ₂ O	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	1,1	0,5	0,9	0,2	1,0	21,5
K ₂ O	2,1	2,1	2,0	2,1	2,1	2,1	1,9	2,1	2,1	2,0	2,1	2,0	2,1	1,9	2,1	0,1	2,1	3,2
H ₂ O _{110°C}	1,2	1,5	1,5	2,1	1,1	1,7	1,3	1,4	1,5	2,4	2,0	2,9	2,9	1,1	1,7	0,5	1,5	29,3
H ₂ O ⁺	1,8	0,4	0,7	3,5	2,2	3,3	0,4	2,3	2,8	4,2	3,2	4,4	4,4	0,4	2,4	1,3	2,6	54,9
P ₂ O ₅	0,1	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	50,3
CO ₂	1,8	4,6	4,2	0,5	1,3	0,7	4,5	1,8	1,7	0,6	1,9	1,1	4,6	0,5	2,1	1,4	1,7	70,3
SO ₃	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,06	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,06	0,01	0,02	0,01	0,02	49,41
Summe	99,9	100,0	100,1	99,9	100,0	99,7	99,7	100,0	100,0	99,7	99,9	99,8	100,1	99,7	99,9	0,1	99,9	0,1
GV _{360°C}	2,4	3,7	3,4	3,1	2,4	2,9	3,9	2,8	3,1	2,4	3,7	4,5	4,5	2,4	3,2	0,6	3,1	20,0
GV _{1000°C}	5,0	7,0	6,6	6,2	4,7	5,8	6,4	5,7	6,1	7,3	7,1	8,5	8,5	4,7	6,4	1,0	6,3	15,6
H₂O⁺ = GV_{1000°C} - H₂O_{110°C} - P₂O₅ - CO₂ - SO₃																		
ppm																		
Ba	426	395	386	435	417	432	389	427	420	450	397	376	450	376	413	22	418	5
Ce	94	80	92	89	96	98	110	88	92	111	95	93	111	80	95	8	93	9
Co	8	8	8	10	8	12	8	8	11	11	11	14	8	10	2	2	9	18
Cr	99	106	92	114	101	109	97	114	135	115	128	127	135	92	111	13	112	11
Cs	15	12	14	15	17	18	18	14	15	23	18	20	23	12	17	3	16	18
Cu	18	25	17	25	17	22	20	20	25	30	30	34	34	17	24	5	24	23
Ga	15	15	15	19	16	18	13	17	17	19	17	19	19	13	17	2	17	11
Ge	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	11
Hf	12	11	12	9	11	11	12	10	10	8	8	6	12	6	10	2	11	17
La	48	39	45	45	50	51	57	44	46	57	44	50	57	39	48	5	47	11
Mo	<1	<1	<1	<1	<1	1	1	<1	1	1	<1	1	1	1	1	0	1	19
Nb	19	19	19	18	20	19	18	19	19	20	17	15	20	15	19	1	19	6
Ni	28	32	27	38	29	36	28	32	36	39	49	64	64	27	36	10	34	28
Pb	22	34	27	23	22	23	32	23	30	27	26	26	34	22	26	4	26	14
Rb	95	95	90	101	96	105	84	98	103	112	105	113	113	84	100	8	100	8
Sr	82	82	85	88	86	84	79	82	76	70	74	75	88	70	80	5	82	7
Th	15	16	15	17	16	17	16	16	16	17	15	15	17	15	16	1	16	4
U	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4	0	4	11
V	101	109	120	132	108	132	111	113	126	136	124	150	150	101	122	14	122	11
W	34	34	35	36	32	34	36	33	34	34	29	31	36	29	33	2	34	6
Y	4	5	5	4	5	5	4	6	4	4	4	5	6	4	5	0	5	10
Zn	68	77	66	66	64	67	65	70	62	68	77	85	85	62	70	6	67	9
Zr	444	434	470	394	484	426	491	441	437	394	338	274	491	274	419	60	436	14

Tab. 3.4: Geochemische Untersuchungsparameter (Haupt- und Spurenelemente) aus Bodenproben im Detailgebiet Sierning/Wolfern

S 01- S 06: Probenahme 0-30 cm Tiefe; S 01a- S 06a: Probenahme zwischen 50 und 100 cm Tiefe

Korngrößenverteilung der Deckschicht / Sierning (Löss-/Lösslehm)

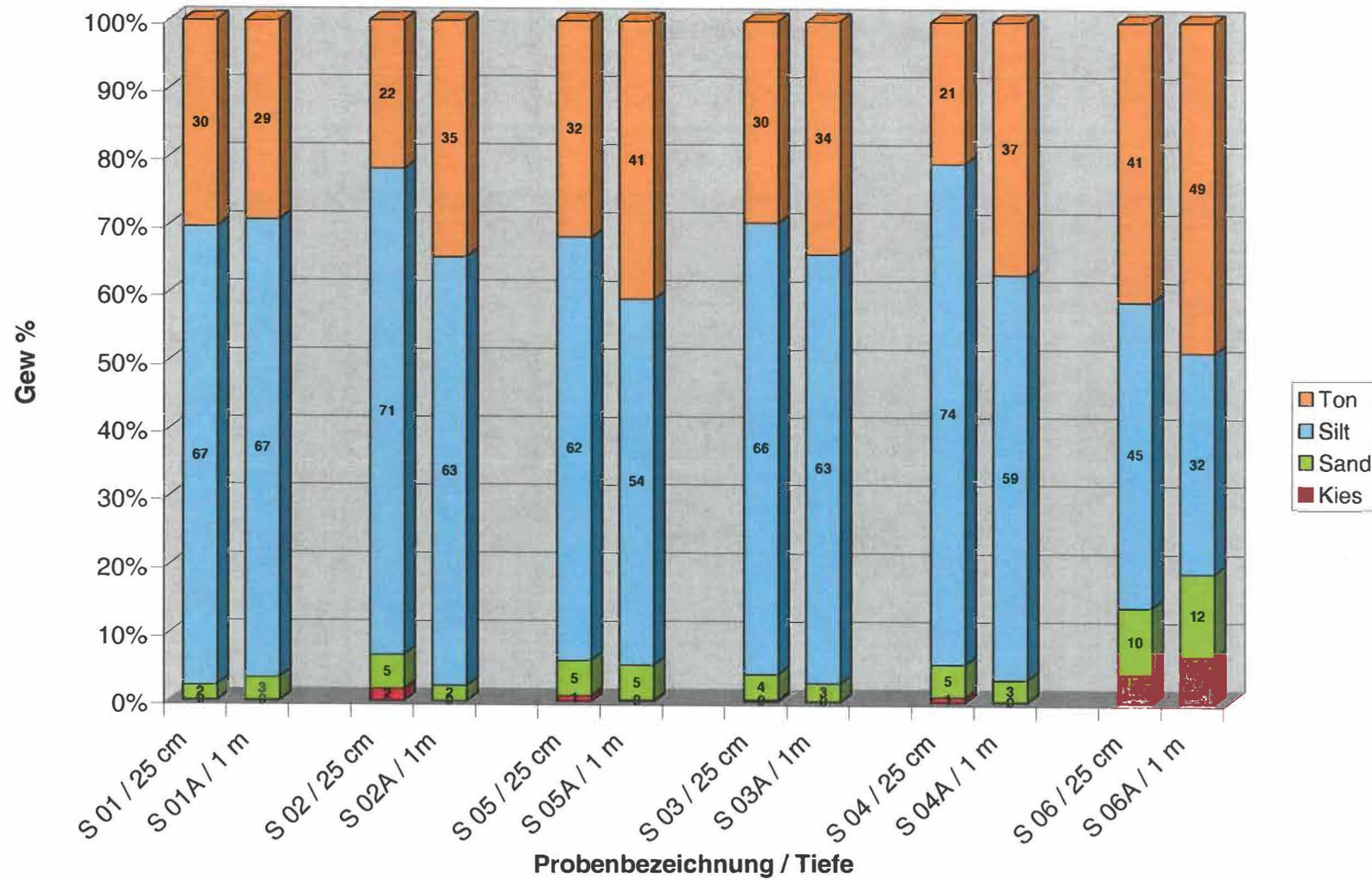


Abb.: 3.34: Darstellung der Korngrößenverteilung aus Bodenproben in unterschiedlichen Tiefen (25 und 100 cm)

Gesamtmineralisation (XRD) der Deckschicht / Sierning (Löss-/Lösslehm)

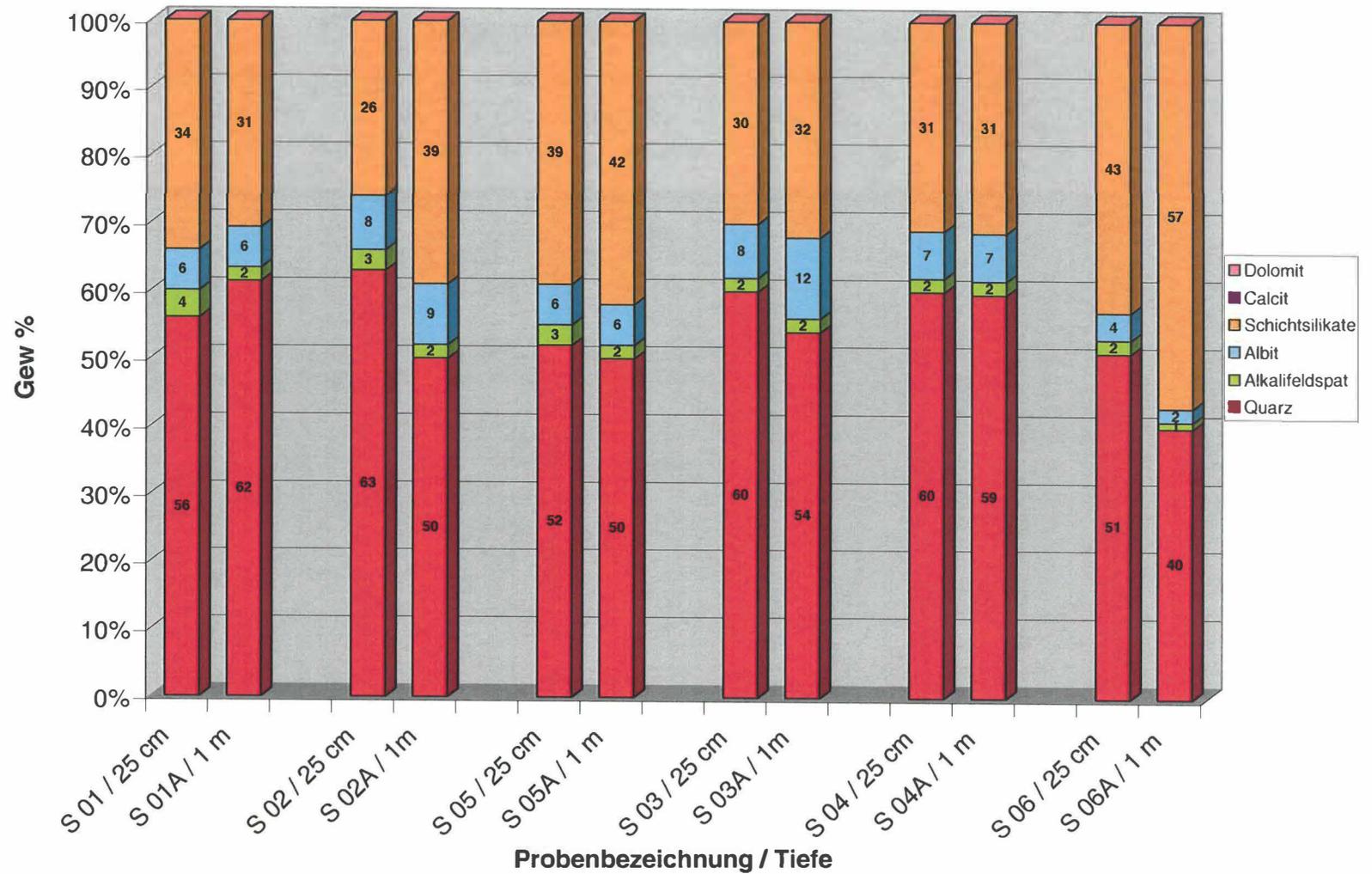


Abb. 3.35: Darstellung der Gesamtmineralisation aus Bodenproben in unterschiedlichen Tiefen (25 und 100 cm) mittels Röntgendiffraktometrie

Tonmineralogie (XRD) der Deckschicht / Sierning (Löss-/Lösslehm)

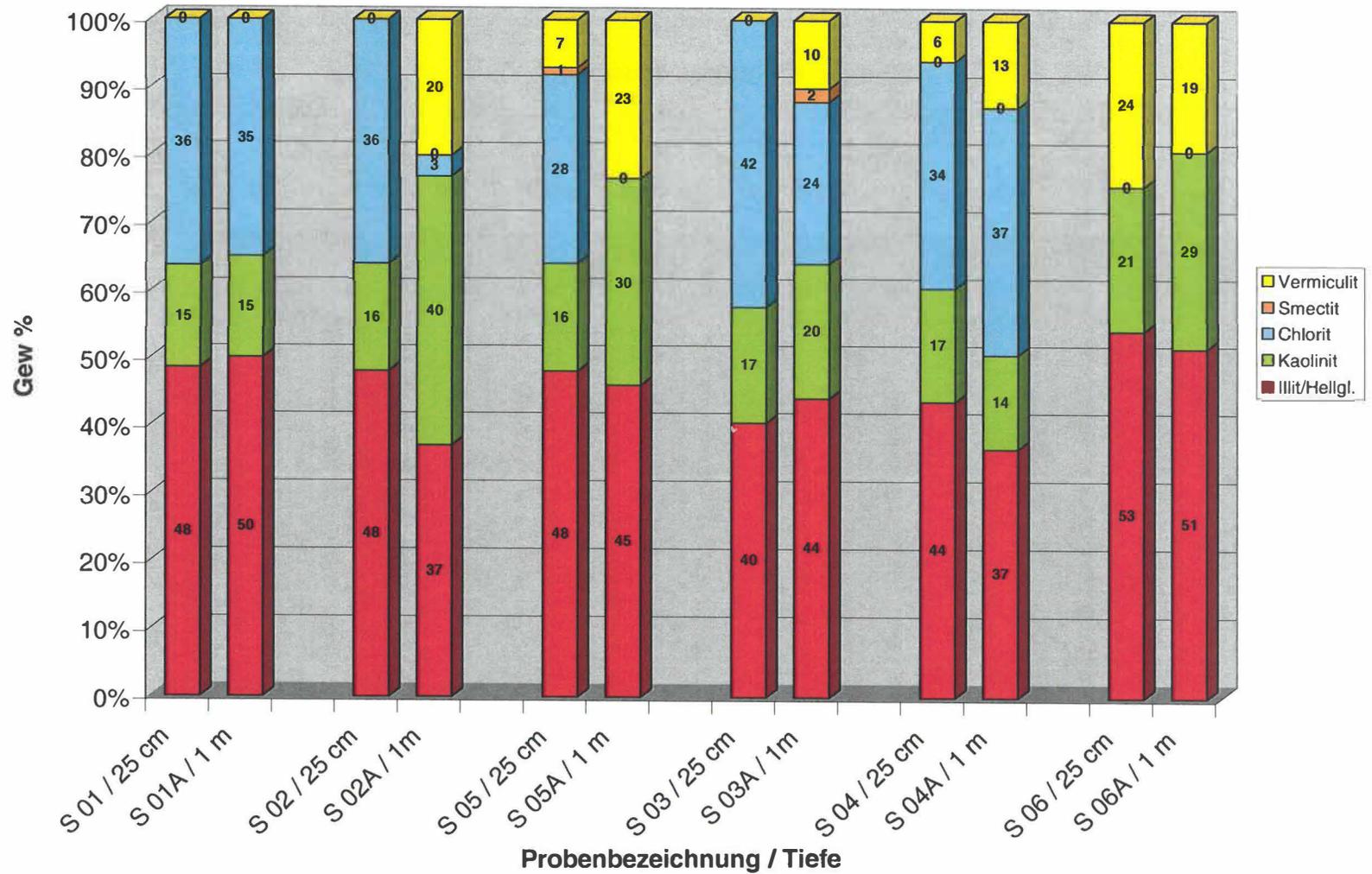


Abb. 3.36: Darstellung der Tonmineralogie aus Bodenproben in unterschiedlichen Tiefen (25 und 100 cm) mittels Röntgendiffraktometrie

Radiometrieparameter (RFA) der Deckschicht / Sierning (Löss-/Lösslehm)

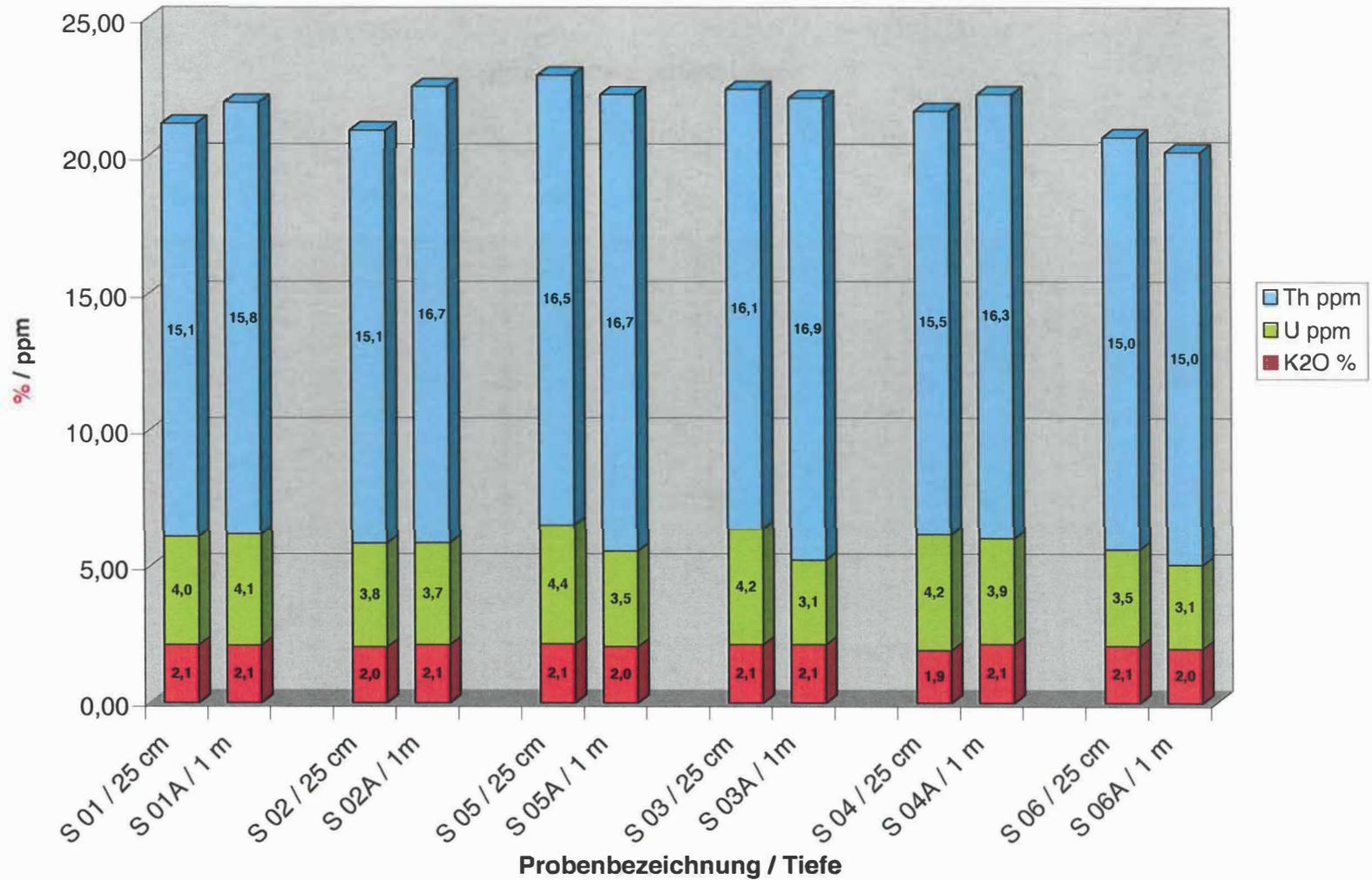


Abb. 3.37: Darstellung der Uran, Thorium und Kaliumgehalte aus Bodenproben in unterschiedlichen Tiefen (25 und 100 cm) mittels RFA (Geochemie)

Interpretation der Gammaskopie des Detailgebietes Sierning/Oberwolforn

Betrachtet man die graphische Auswertung der Gegenüberstellung der Äquivalentkonzentrationen von Uran, Thorium, Kalium sowie der Dosisleistung aus der Aeroradiometrie, so bildet sich klar ein Minimum über Waldgebieten sowie ein Maximum über landwirtschaftlich (Nicht-Waldgebieten) genutzten Flächen ab (Abb.: 3.30 – 3.33).

Bei gleicher Flughöhe ist diese ungleiche Verteilung auf die unterschiedliche Konzentration der Biomasse (kg/m^2) und der Feuchtigkeit zurückzuführen. Bei einer Biomassenkonzentration von 15, 35, 51 und 122 kg/m^2 erhält man für Uran, bei einer Flughöhe von 121,9 m, eine Reduktion (Dämpfung) auf ca. 90, 80, 74 und 50 % von der Ausgangsstrahlung (Uranium Resource Evaluation Project, -Effects of Vegetation on the energy and angular distribution of Uranium daughter gamma-rays at an altitude of 121,9 meters-; GJBX-55 (80), R.M.Rubin, J.H.Price and M.B. Wells).

Hinsichtlich der Minima über Waldgebieten und der Maxima über „Nicht-Waldgebieten“ der unterschiedlichen Parameter (Uran, Thorium, Kalium, Dosisleistung) ergeben sich für das Detailgebiet Sierning / Wolforn je Parameter unterschiedliche Äquivalentkonzentrationen. Diese grob angenährten Konzentrationsunterschiede (für Nicht-Waldgebiete und Waldgebiete) reichen von ca. 40 % Abweichung (Dämpfung) vom durchschnittlichen Maxima für Thorium und Dosisleistung bis 50-60 % Abweichung (Dämpfung) vom Maxima für Kalium und Uran.

Diesbezüglich wird im Detailgebiet Neuhofen an der Krems noch näher eingegangen.

Hinsichtlich der Verteilung der Äquivalentkonzentrationen der Aerogammaskopie im unbewaldeten Gebiet (Uran, Thorium, Kalium) sind kleinräumige Anomalien zu beobachten. Die bodenradiometrische Verifikation (Profil 1-5 – Abb.: 3.30 – 3.33) konnte diese kleinräumigen Anomaliebereiche mit geringen Konzentrationsschwankungen nicht deutlich erfassen. Eine Ausnahme stellt die Dosisleistung dar (Abb.: 3.33), die punktuell eine trendmäßige Korrelation zwischen den Ergebnissen der Aero- und der Bodengammaskopie herstellt (Profil 1,3,4,5).

Die Annahme, dass unterschiedliche Gehalte von Kaliumglimmer (Hellglimmer – Muskovit Formel: $\text{KA}_2\text{AISi}_3\text{O}_{10}(\text{OH},\text{F})_2$) durch die Aero-Gammaskopie kartiert werden, und daher einen Rückschluss auf die Konzentration von Tonmineralien im Boden erlaubt, wurde durch die geringe Schwankungsbreite des Hellglimmers beeinträchtigt. Die aus der geochemischen Analytik (RFA) von K_2O auf Muskovit umgerechnete Konzentration schwankt zwischen 17,4 und 19,4 % Muskovit in der Kornfraktion der Tonmineralogie (Abb.: 3.37).

Die Proben S 01, S 02, S 05, die in Maximalbereichen der Äquivalentkonzentration für Kalium und für die Dosisleistung gezogen wurden, unterscheiden sich weder in der Korngrößenanalyse (Abb.:3.34), noch in der Gesamt- (Abb.:3.35) bzw. Tonmineralogie (Abb.:3.36) von den Proben S 03, S 04, S 06, die in Minimumbereichen der Äquivalentkonzentration liegen.

Interessant ist die Probe S 06, die in einer periglazen Dellenfüllung situiert ist. Durch die häufige Umlagerung des Materials liegt grundsätzlich stark feinklastisches Material vor. Dies wird durch die Korngrößenverteilung, Gesamtmineralogie (hoher Anteil von Schichtsilikaten) und Tonmineralogie (hoher Anteil von Illit/Hellglimmer) bestätigt. Auffallend ist nun, dass genau in diesem Bereich der höchste Kiesanteil von 4 und 7 Gew % vorliegt und dieser Bereich in der Diplomarbeit von LEOPOLD, 1998 als GEOLOGISCHE ORGEL, mit bevorzugter Wasserversickerung, angesprochen wird. Interessant ist weiters, dass ebenfalls genau in diesem Bereich die Bodengeoelektrik (Profil 2) eine markante Anomalie aufweist (Abb.: 4.29, Kap.4.2)

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass speziell in diesem kleinen Detailgebiet, auf Grund der relativ homogenen Ausbildung der Deckschicht (Löss/Lösslehm), mit äußerst geringen Konzentrationsunterschieden in den für die Gammaskopie relevanten, geologischen Parametern, Aussagen hinsichtlich der Lösscharakteristik und der Funktion für die Deckschicht nicht getroffen werden können.

Hinsichtlich der methodischen Aussage muss betont werden, dass die relativ homogene Ausbildung der Deckschicht (Löss/Lösslehm) ein homogenes Verteilungsmuster der Äquivalentkonzentration von Uran, Thorium und Kalium mit sich zieht, wenn man vom Einfluss der Biomasse (Wald) absieht. Augenscheinliche Verteilungsmuster beruhen auf nur sehr geringen Konzentrationsunterschieden und sind in diesem Fall geologisch bzw. bodenradiometrisch nicht zu erfassen und liegen auch im Bereich der Auflösungsgränze der Aeroradiometrie.

Einleitung

Das Untersuchungsgebiet beginnt ca. 1 km NW von Neuhofen an der Krems in Dambach und erstreckt sich mit einer Breite von 1 km zwischen den Gerinnen Dammbach (SE) und Sipbach (NW). Die Längserstreckung beträgt etwa 2 km. Im NW - Drittel durchfließt ein kleines Gerinne (periodisch) in NE-Richtung das Untersuchungsgebiet. Das Gebiet wird vor allem landwirtschaftlich genutzt, nur der NW-Bereich sowie ein Teilbereich im Zentrum des Untersuchungsgebietes wird von größeren Waldgebieten eingenommen.

Auf der Hochfläche (350-360 müA), zwischen den beiden Gerinnen, wird die Geologie von quartären Ablagerungen der Älteren Deckenschotter, mit untergeordnet periglazialen Dellenfüllungen, die den kleinen Entwässerungsstrukturen folgen, aufgebaut. Diese Älteren Deckenschotter werden von Löss- und Lösslehm bedeckt (Abb.: 3.38). Die Mächtigkeit der Löss-, Lösslehmbedeckung in diesem Bereich erreicht 10 m und wird durch eine Lehmgrube genutzt. Die Mächtigkeit der Deckenschotter schwankt um 10 m (Bohrdatenbank Landesregierung OÖ). Im Liegenden, hydrogeologisch als relativer Stauer anzusprechen, ist Robulusschlier entwickelt, der an der SE Abdachung zum Dambach großflächig aufgeschlossen ist.

Der Soll-Abstand der Messprofile im Detailgebiete beträgt 25 m. Der Messpunktabstand entlang der Profile ist von der jeweiligen Fluggeschwindigkeit abhängig, so z.B. beträgt die Datenabtastrate für die Radiometrie 1 Sekunde. Dies entspricht einem mittleren Punktabstand von ca. 30 m

Zielsetzung

Das Ziel der Aerogammaskopischen Auswertung von Uran, Thorium, Kalium und der Gesamtdosisleistung bestand darin, geologisch relevante Aussagen hinsichtlich der Löss-, Lösslehmcharakteristik zu treffen, und damit wertvolle Entscheidungshilfen für hydrogeologische Fragestellungen bezüglich der Funktion der Deckschicht zu liefern.

Weiters wurde angestrebt, die augenscheinliche Korrelation zwischen Minima der Äquivalentkonzentrationen in der Aeroradiometrie über Waldgebieten zu hinterfragen.

Charakteristik der Äolischen Deckschichten der Älteren Deckenschotter im Gebiet Neuhofen an der Krems

(aus: „*Untersuchungen der Löss- und Lösslehme in Oberösterreich südlich der Donau hinsichtlich ihrer Grundwasserschutzfunktion*“ (Bund-/Bundesländerkooperation, G: MOSER, J. REITNER, 1998)

Die Lehmgrube östlich des Ziegelwerkes Neuhofen gibt einen guten Einblick in den Aufbau der Lösslehmdecke über Älteren Deckenschotter (ÄDS). Es gibt bezüglich der Gliederung noch keine publizierten Daten, jedoch wurden den Autoren von Dr. H. KOHL (Linz) die Lösslehm-Paläosequenzen im Aufschluss gezeigt.

Die durchschnittliche Korngrößenzusammensetzung ist mit 2 M-% Sand, 52 M-% Schluff und 46 M-% Ton umrissen und entspricht einem Schluff-Ton-Gemisch. Innerhalb des Profils haben die Boden- bzw. Paläobodenbildungen - bis auf eine Ausnahme - einen 3-5 M-% höheren Tongehalt als der Lösslehm im jeweils Liegenden. Ein Vergleich der Tongehalte der Bohrung B4 (42-54 M-% Ton) mit denen des Aufschlusses (33-45 M-% Ton) zeigt, daß die räumliche Variabilität beträchtlich ist. Ein Zusammenhang mit der morphologischen Lage (B4 am höchsten Punkt, Aufschluß an einem sehr flachen Hang) und damit mit (periglazialen) Umlagerungsprozessen (z.B. Abspül-Solifluktion n. WEISE 1983) scheint naheliegend. Das karbonatfreie Material besteht im Durchschnitt aus 36 M-% Quarz, 55 M-% Schichtsilikaten und 9 % Feldspat. Smectit und Vermikulit schließen sich in den überwiegenden Fällen an. In Summe macht der Anteil dieser quellfähigen Tonminerale jedoch etwa 40 M-% der Tonfraktion aus, wie zusätzliche DTA Analysen zeigten. Der Limonitgehalt eines mittels DTA/TG analysierten Paläobodens (LL 96/9) liegt bei 3 M-%. Dies kann anhand vergleichbarer Fe_2O_3 -Gehalte um 5 % (s. Gesamtchemie A5 Abb.2a und 2b), die aufgrund der Mineralchemie der röntgenographisch erfaßbaren Phasen zu einem Gutteil dem Limonit zuzuschreiben sind, als Richtwert auch für den Lösslehm genommen werden.

Die A_Keff liegt zwischen 139 und 205 mval/kg (Durchschnitt 177 mval/kg) und zeigt die selben Trends wie der Tongehalt (s.o.). Die spezifische Oberfläche (3 Proben) schwankt zwischen 20,61 und 28,5 m²/g. Ein durchschnittlicher pH von 5,8 sowie eine Basensättigung von 95 % zeigen klar den Silikat - Pufferbereich an.

Zum Vergleich hat der landwirtschaftliche Boden bis in eine Tiefe von 70 cm einen pH von 6,1-6,2 und eine A_Keff von 120-146 mval/kg (95 % Basensättigung). Der Mineralboden im Fichtenwald bei B8 und B9 weist im Bereich 0,1-0,7 m u. GOK niedrige pH-Werte (3,8-4,0), niedrige Austauschkapazitäten (41-90 mval/kg) und niedrige Basensättigungen (16-51 %) auf, die in Summe für den Aluminium-Pufferbereich sprechen. Unterhalb 1,6 m u. GOK sind auch

auf diesem Standort (B 8) wieder pH-Werte zwischen 5 und 6 (Silikat-Pufferbereich) anzutreffen.

Die äolischen Deckschichten haben eine mittlere Lagerungsdichte von $1,60 \text{ g/cm}^3$ (1,51-1,69), eine mittlere Porosität von 40 Vol.-% (37-42), ein Grobporenvolumen von 4 - 6,4 Vol.-%, und eine mittlere Durchlässigkeit von $3,13\text{E-}10 \text{ m/s}$ ($7,84\text{E-}10$ - $2,13\text{E-}11 \text{ m/s}$, A3, Tab. 2 und Abb. 6). Horizontbezogen ist festzuhalten, dass die Bodenbildungen jeweils im Mittel eine etwas geringere Lagerungsdichte, höhere Porosität sowie Durchlässigkeit als das Ausgangssubstrat im Liegenden haben. Die Ergebnisse der Dünnschliff- und Elektronenmikroskopie, sowie der Quecksilberporosimetrie sind in Kap. 4.

Die geophysikalischen Messungen umfassten neben Bohrlochmessungen (Leitfähigkeit, Gamma und Suszeptibilität) in 7 Schneckenbohrungen auch geoelektrische Messungen nach Schlumberger. Die oberflächengeophysikalischen Messungen konzentrierten sich auf den Bereich südlich der bestehenden Lehmgrube, ein weiteres Profil wurde nördlich der Grube an einem annähernd W-E orientierten Waldweg gemessen (Pkt. 101 bis 107). Die Lage der Aufschluss- und Messpunkte ist im Anhang unter A9 Abb. 10 dargestellt (aus HÜBL et. al. 1996/1997).

Die Ergebnisse der Bohrlochgeophysik zeigen, dass – wie auch bereits in den Gebieten Trindorf-Wibau und Oftering-Niederbacher Feld beobachtet – auf den Deckenschottern eine bessere Interpretierbarkeit des Leitfähigkeit-Logs gegeben ist, während auf der Hochterrasse das Gamma-Log eine gute Horizontierung innerhalb der Deckschichten ermöglicht. So sind die auch im Aufschluss beobachteten Horizonte der zwei Paläoböden im Leitfähigkeits-Log in Form eines Maximums erkennbar. Bei der im Anhang unter A9 Abb. 5 dargestellten Bohrung B4 wurde der Paläosol I zwischen 2 und 3 m unter GOK angetroffen, Paläosol II zwischen 5,5 und 6,5 m. Das Antreffen der beiden Paläoböden in unterschiedlichen Höhen und Abständen zueinander ist auf morphologische Ursachen in Form einer kuppenförmigen Ausbildung des Untersuchungsgebietes zurückzuführen. Das Gamma-Log ermöglicht innerhalb des Lösslehms keine deutliche Gliederung. Die Suszeptibilitätsmessungen zeigen im Lösslehm ein zur Leitfähigkeit inverses Verhalten und bieten somit auch eine gute Möglichkeit zur Interngliederung der Lösslehme.

Im Liegenden des Lösslehms weist ein kleineres, jedoch deutliches und in allen Leitfähigkeits-Logs nachvollziehbares Maximum den 1-2 m mächtigen Horizont der feinteilreichen Pechschotter am Top der Deckenschotter aus. Der Übergang zu den Schottern zeigt sich auch bei den Zählraten des Gamma-Logs in einem deutlichen Abfall und beim Suszeptibilitätslog durch einen unruhigen Kurvenverlauf.

Die Ergebnisse der geoelektrischen Messungen nach Schlumberger wurden von Mag. HÜBL ausgewertet und dargestellt (Bericht ÜLG-35/96, 1996/1997). Die Darstellungen der Lösslehm Unterkante, sowie der Schlieroberkante sind dem Anhang unter A9 Abb. 11 und 12 beigelegt. Eine ausführliche Darstellung der Messergebnisse findet sich im oben erwähnten Bericht HÜBL et. al. (1997).

Bearbeitungsschritte

Aerogeophysikalisch aufgefundene Uran/Kalium/Thoriumanomalien wurden entlang von Profilen bodenradiometrisch aufgenommen und miteinander verglichen. Für die geologische Interpretation der Ergebnisse wurden die Radiometriedaten mittels granulometrischen, geochemischen und mineralogischen Analysen verifiziert. Die Messmethodik und Durchführung der bodenradiometrische Messung ist ausführlich im Kapitel 8 beschrieben.

Für die geologische Verifizierung dieser Anomaliebereiche wurden oberflächennahe Bodenproben aus 25 cm Tiefe und Bodenproben aus 50 cm Tiefe gezogen und geologisch relevante Parameter granulometrisch, geochemisch und mineralogisch analysiert. Die Probenpunkte im Untersuchungsgebiet wurden so gewählt, dass unterschiedliche quartärgeologische Ablagerungen betroffen sind (siehe Tabelle 3.5). Mit Fremddaten aus dem Projekt: „*Untersuchungen der Löss- und Lösslehme in Oberösterreich südlich der Donau hinsichtlich ihrer Grundwasserschutzfunktion*“ (Bund-/Bundesländerkooperation, G: MOSER, J. REITNER, 1998) wurden die Ergebnisse komplettiert.

Bezeichnung der Proben	Geologisches Umfeld	Anzahl der Proben
NKS 01	Stablehm, Verwitterungsdecke auf Älteren Deckenschotter	1
NKS 02	Deckschicht, periglaziale Dellenfüllung, häufig umgelagert	2
NKS 03	Stablehm, Verwitterungsdecke auf Älteren Deckenschotter	2
NKS 04	Stablehm, Verwitterungsdecke auf Älteren Deckenschotter	2
NKS 05	Stablehm, Verwitterungsdecke auf Älteren Deckenschotter	1
NKS 06	Stablehm, Verwitterungsdecke auf Älteren Deckenschotter	1
LL96/50-30-48-56	Stablehm, Verwitterungsdecke auf Älteren Deckenschotter	4

Tab. 3.5: Probennahmepunkte in den unterschiedlichen Anomaliebereichen im Detailgebiet Neuhofen an der Krems

Auswertung

Die Auswertung der aerogeophysikalischen Vermessung ist in den Abbildungen 3.39 bis 3.42 dargestellt. Zu sehen sind die Äquivalentkonzentrationen des Uran-, Kalium- und Thoriumfensters, die Dosisleistung und die Ergebnisse aus der Bodenradiometrie entlang von Profilen. Geochemische Parameter (Haupt- und Spurenelemente) werden als Tabelle (Tab.: 3.6) dargestellt und statistisch (Tab.: 3.7) ausgewertet. Die Korngrößenverteilung, Gesamt- und Tonmineralogie sowie die geochemische Analyse von Uran, Thorium und Kaliumoxid wird in Form von Säulendiagrammen dargestellt (Abb.: 3.43 bis 3.46). Als graphisches Darstellungsmedium für die Datenanalyse wurde GIS ArcView 3.1 verwendet

Lage- skizze

Radiometrie

Lössmächtigkeiten
aus Bohrdatenbank



Kiesmächtigkeiten
aus Bohrdatenbank

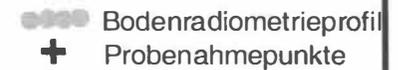
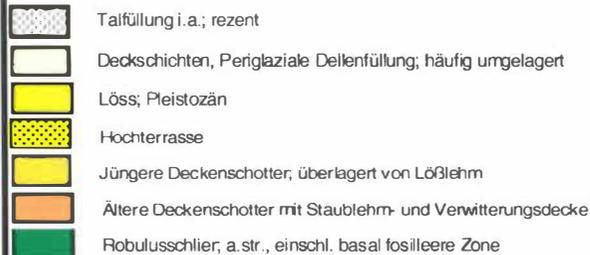
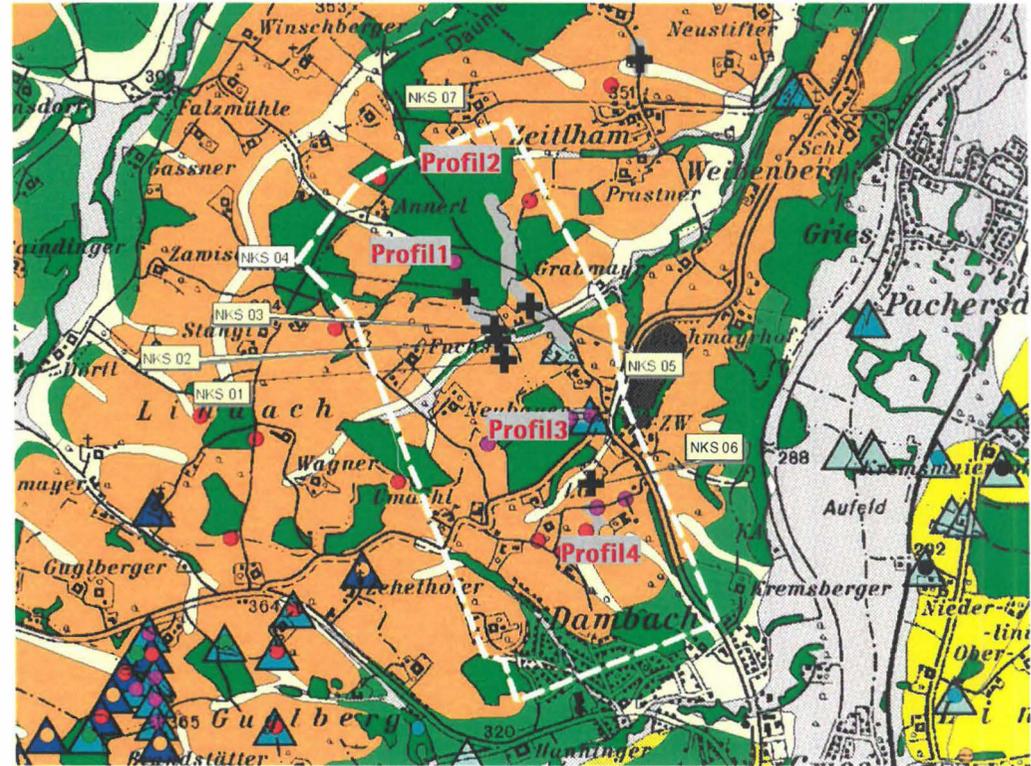


Abb. 3.38:

Lageskizze des
Bearbeitungsgebietes
Neuhofen an der Krems für
Radiometrieauswertung

Aero/Bodenradiometrie-Geologie - THORIUM

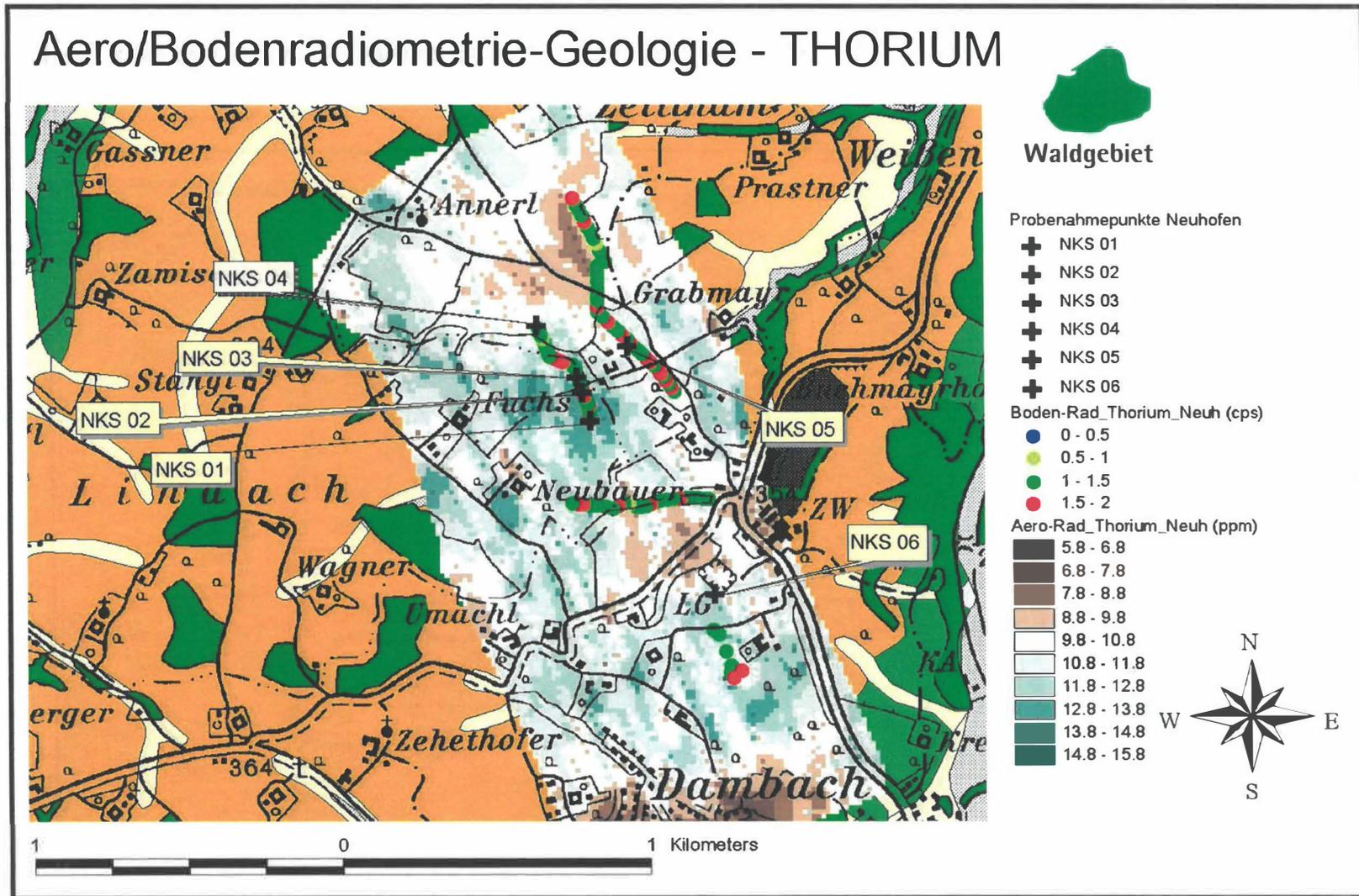


Abb. 3.39: Darstellung der Äquivalentkonzentration für Thorium aus Aeroradiometrie und Zählraten Bodenradiometrie

Aero/Bodenradiometrie-Geologie - URAN

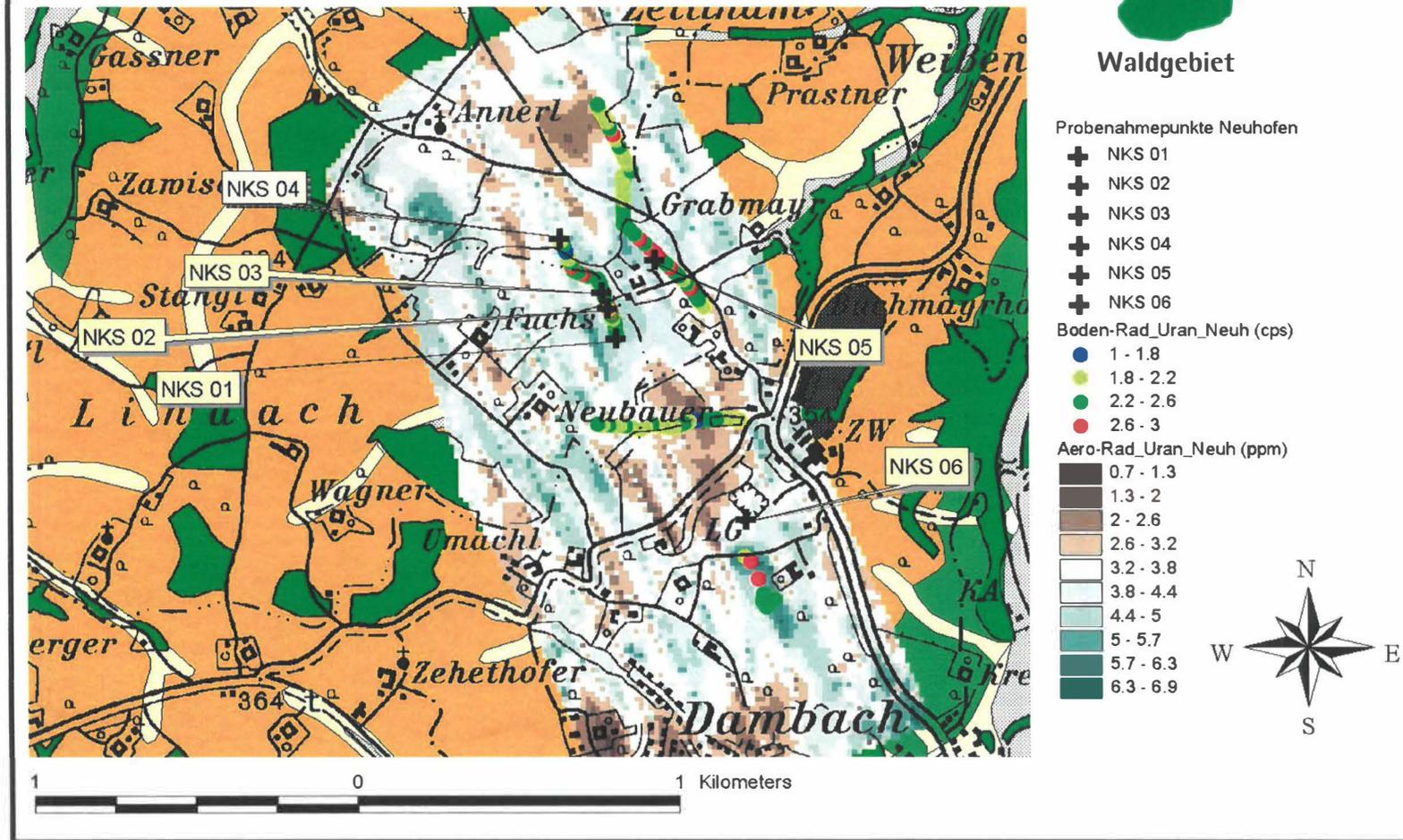


Abb. 3.40: Darstellung der Äquivalentkonzentration für Uran aus Aeroradiometrie und Zählraten Bodenradiometrie

Aero/Bodenradiometrie-Geologie - KALIUM

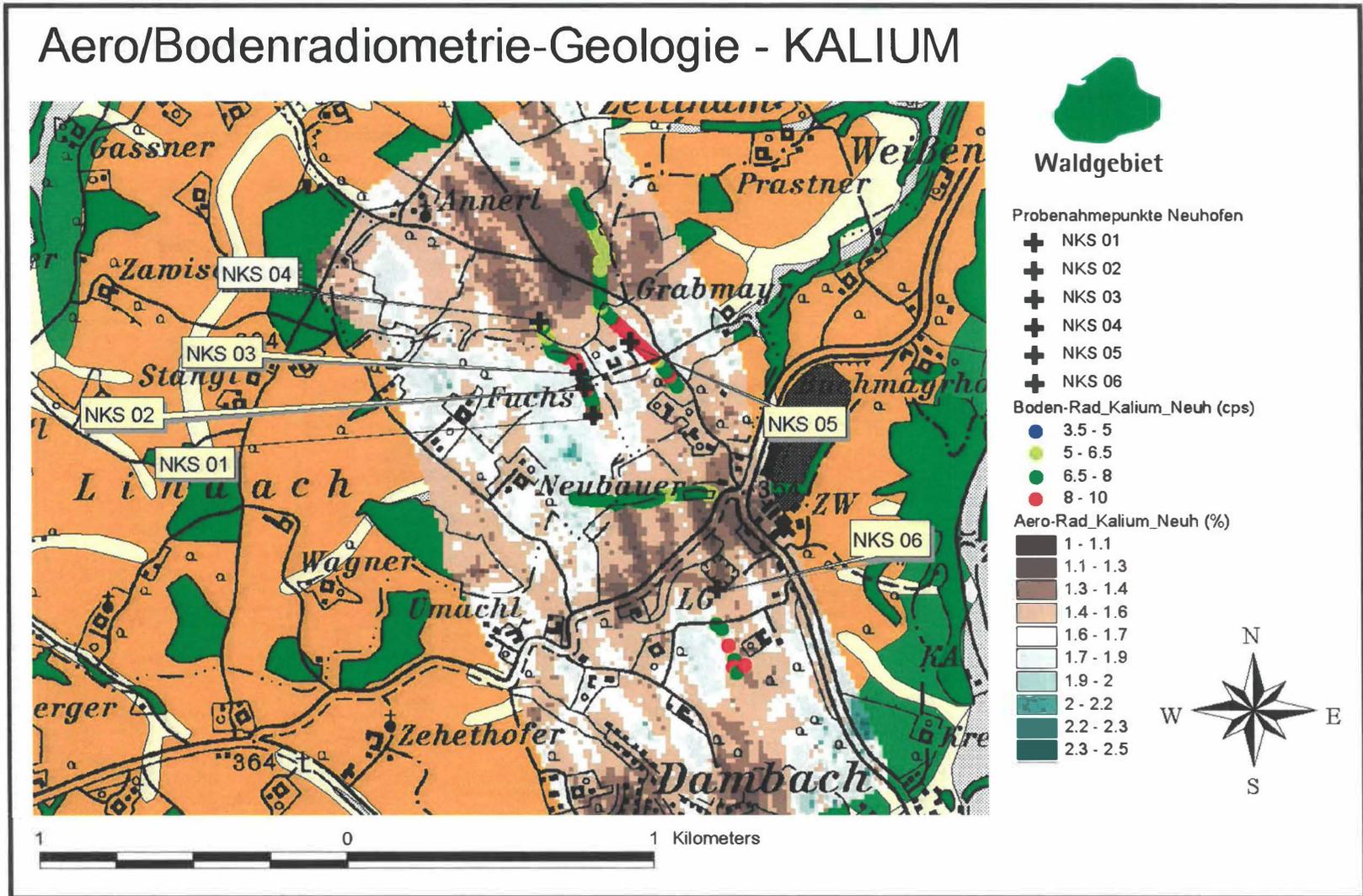


Abb. 3.41: Darstellung der Äquivalentkonzentration für Kalium aus Aeroradiometrie und Zählraten Bodenradiometrie

Aero/Bodenradiometrie-Geologie - DOSISLEISTUNG

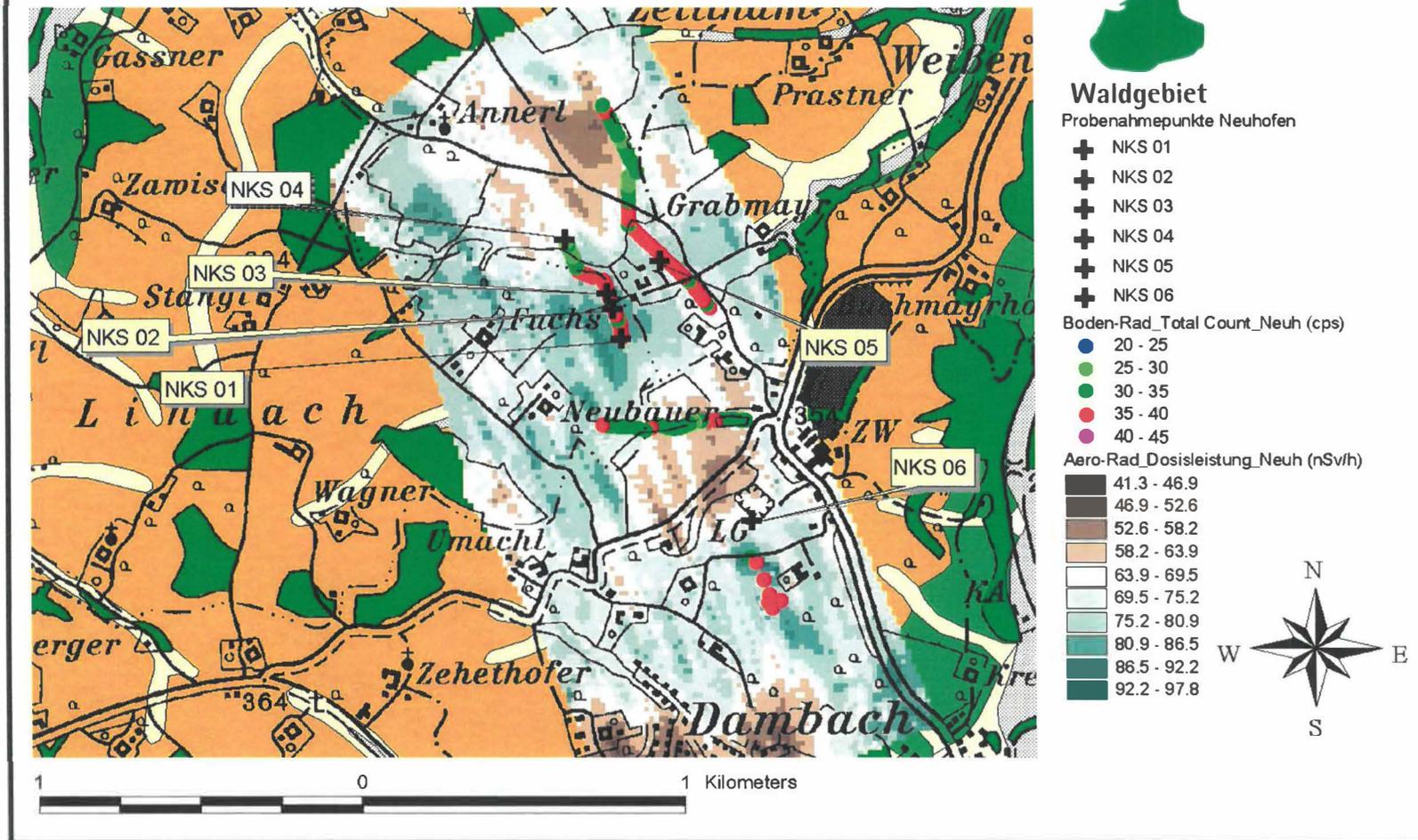


Abbildung 3.42: Darstellung der Dosisleistung aus Aeroradiometrie und Zählraten Bodenradiometrie

CH-47/03	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15
Probe	NKS 01	NKS 02	NKS 02a	NKS 03	NKS 03a	NKS 04	NKS 04a	NKS 05	NKS 06	LL96/6	LL96/7	LL96/8	LL96/9	LL96/11
Per cent														
SiO2	67,5	64,4	64,5	69,1	65,3	70,0	70,0	69,0	61,5	68,2	65,3	66,8	65,7	66,6
TiO2	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	0,9
Al2O3	14,6	14,8	16,5	14,5	16,4	14,0	14,5	13,9	18,0	15,2	16,1	16,2	16,5	17,2
Fe2O3	4,3	5,9	5,7	4,4	5,4	3,9	4,0	4,1	6,1	5,4	5,9	5,1	5,1	3,6
MnO	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0
MgO	1,7	1,8	2,1	1,8	2,2	1,7	1,7	1,6	2,4	1,3	1,4	1,2	1,6	1,6
CaO	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,3	0,3	0,7	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,4
Na2O	1,1	1,1	1,0	1,2	1,0	1,3	1,3	1,4	0,9	0,7	0,5	0,6	0,7	0,4
K2O	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,0	2,1	2,1	2,5	2,0	2,1	1,9	2,2	2,6
H2O _{110° C}	1,4	2,0	2,1	1,4	1,9	1,4	1,1	1,3	2,6					
H2O+	0,1	0,2	2,5	1,5	2,7	0,4	1,6	0,1	3,8					
P2O5	0,3	0,4	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
CO2	4,9	5,2	1,4	2,0	1,0	3,9	1,9	4,2	0,3					
SO3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0					
Summe	99,7	99,9	99,9	99,9	100,0	100,1	99,8	99,8	99,9					
GV _{360° C}	4,4	5,2	3,6	3,0	3,3	3,9	2,6	3,9	3,8					
GV _{1000° C}	6,6	7,8	6,1	5,1	5,7	6,1	4,7	6,0	6,8					
H2O+ = GV_{1000° C} - H2O_{110° C} - P2O5 - CO2 - SO3										11	12	13	14	15
ppm										LL96/6	LL96/7	LL96/8	LL96/9	LL96/11
Ba	383	398	384	393	417	345	374	380	466	488	509	487	500	501
Ce	104	91	106	95	105	96	112	103	99					
Co	8	15	12	10	10	7	9	8	12	22	27	18	16	13
Cr	107	96	96	89	162	103	108	84	110	57	60	66	61	52
Cs	17	18	17	16	22	16	21	18	19					
Cu	21	25	26	20	26	15	16	21	29	17	22	16	21	30
Ga	14	14	16	15	17	14	14	14	19	16	17	17	17	18
Ge	2	1	2	2	2	1	2	1	2					
Hf	12	10	13	11	10	12	12	11	9					
La	54	38	55	47	55	49	57	54	55					
Mo	<1	1	1	<1	<1	<1	<1	<1	0	6	6	<4	6	<4
Nb	18	16	18	17	17	18	18	18	19	16	15	18	18	17
Ni	29	37	42	31	39	25	26	27	50	24	28	29	33	34
Pb	28	43	23	24	23	28	24	27	23	21	23	23	23	25
Rb	88	90	98	94	105	82	88	86	117	91	99	96	104	124
Sr	83	80	84	83	81	81	82	87	79	90	78	86	101	71
Th	15	16	18	15	15	16	16	16	17	12	13	15	14	14
U	4	3	4	3	4	3	4	4	4	8	7	7	8	7
V	113	134	124	108	117	96	99	106	133	142	147	153	151	141
W	5	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4
Y	35	35	43	34	33	33	34	34	46	42	35	38	30	28
Zn	67	76	71	65	73	57	60	69	91	52	60	55	68	84
Zr	488	420	512	451	400	473	474	467	397	459	400	458	422	448

Tab. 3.6: Geochemische Untersuchungsparameter (Haupt- und Spurenelemente) aus Bodenproben im

Detailgebiet Neuhofen an der Krems; NKS 01- NKS 06: Probenahme 0-30 cm Tiefe; NKS 01a- NKS 06a: Probenahme 50 bis 100 cm Tiefe; LL96/6-11 Fremdaten (BBK; OC-13)

max	min	Mittelwert	Standartabweichung	Median	Streuung in % vom	Mittelwert	Standartabweichung	Median	Streuung in % vom Mittelwert um Mittelwert	CH-47/03 Probe
Per cent										
70,0	61,5	66,7	2,4	66,7	3,5	66,5	1,0	66,6	1,5	SiO2
1,1	0,9	1,0	0,1	0,9	7,2	1,0	0,1	1,0	6,9	TiO2
18,0	13,9	15,6	1,2	15,7	7,8	16,2	0,6	16,2	4,0	Al2O3
6,1	3,6	4,9	0,8	5,1	16,6	5,0	0,8	5,1	15,3	Fe2O3
0,4	0,0	0,1	0,1	0,1	63,8	0,1	0,0	0,1	44,7	MnO
2,4	1,2	1,7	0,3	1,7	18,7	1,4	0,1	1,4	9,4	MgO
0,8	0,3	0,6	0,1	0,6	24,4	0,5	0,1	0,6	14,3	CaO
1,4	0,4	0,9	0,3	1,0	32,8	0,6	0,1	0,6	22,9	Na2O
2,6	1,9	2,2	0,2	2,1	8,6	2,2	0,2	2,1	11,2	K2O
2,6	1,1	1,7	0,4	1,4	26,1					H2O _{110° C}
3,8	0,1	1,4	1,3	1,5	87,8					H2O+
0,4	0,0	0,1	0,1	0,1	55,0	0,1	0,0	0,1	9,9	P2O5
5,2	0,3	2,8	1,7	2,0	62,0					CO2
0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	39,0					SO3
100,1	99,7	99,9	0,1	99,9	0,1					Summe
5,2	2,6	3,7	0,7	3,8	19,3					GV _{300° C}
7,8	4,7	6,1	0,9	6,1	14,2					GV _{1000° C}
$H2O+ = GV_{1000° C} - H2O_{110° C} - P2O5 - CO2 - SO3$										
ppm										
509	345	430	56	407	13	497	8	500	2	Ba
112	91	101	6	103	6					Ce
27	7	13	6	12	41	19	5	18	25	Co
162	52	89	28	93	32	59	5	60	8	Cr
22	16	18	2	18	12					Cs
30	15	22	5	21	21	21	5	21	23	Cu
19	14	16	2	16	10	17	1	17	4	Ga
2	1	2	0	2	10					Ge
13	9	11	1	11	10					Hf
57	38	52	6	54	11					La
6	0	3	3	3	85	6	0	6	0	Mo
19	15	17	1	18	5	17	1	17	7	Nb
50	24	32	7	30	22	30	4	29	12	Ni
43	21	26	5	23	20	23	1	23	5	Pb
124	82	97	12	95	12	103	11	99	11	Rb
101	71	83	7	82	8	85	10	86	12	Sr
18	12	15	1	15	10	14	1	14	7	Th
8	3	5	2	4	36	7	0	7	7	U
153	96	126	19	128	15	147	5	147	3	V
5	4	4	0	4	10	4	0	4	0	W
46	28	36	5	34	14	35	5	35	15	Y
91	52	68	11	67	16	64	11	60	18	Zn
512	397	448	34	454	8	437	23	448	5	Zr

Tab. 3.7: Statische Auswertung der Geochemische Untersuchungsparameter (Haupt- und Spurenelemente) aus Bodenproben im Detailgebiet Neuhofen an der Krems, in blau LL96/6-11 Fremdaten (BBK; OC-13)

Korngrößenverteilung der Deckschicht / Neuhofen a.d. K. (Löss-/Lösslehm)

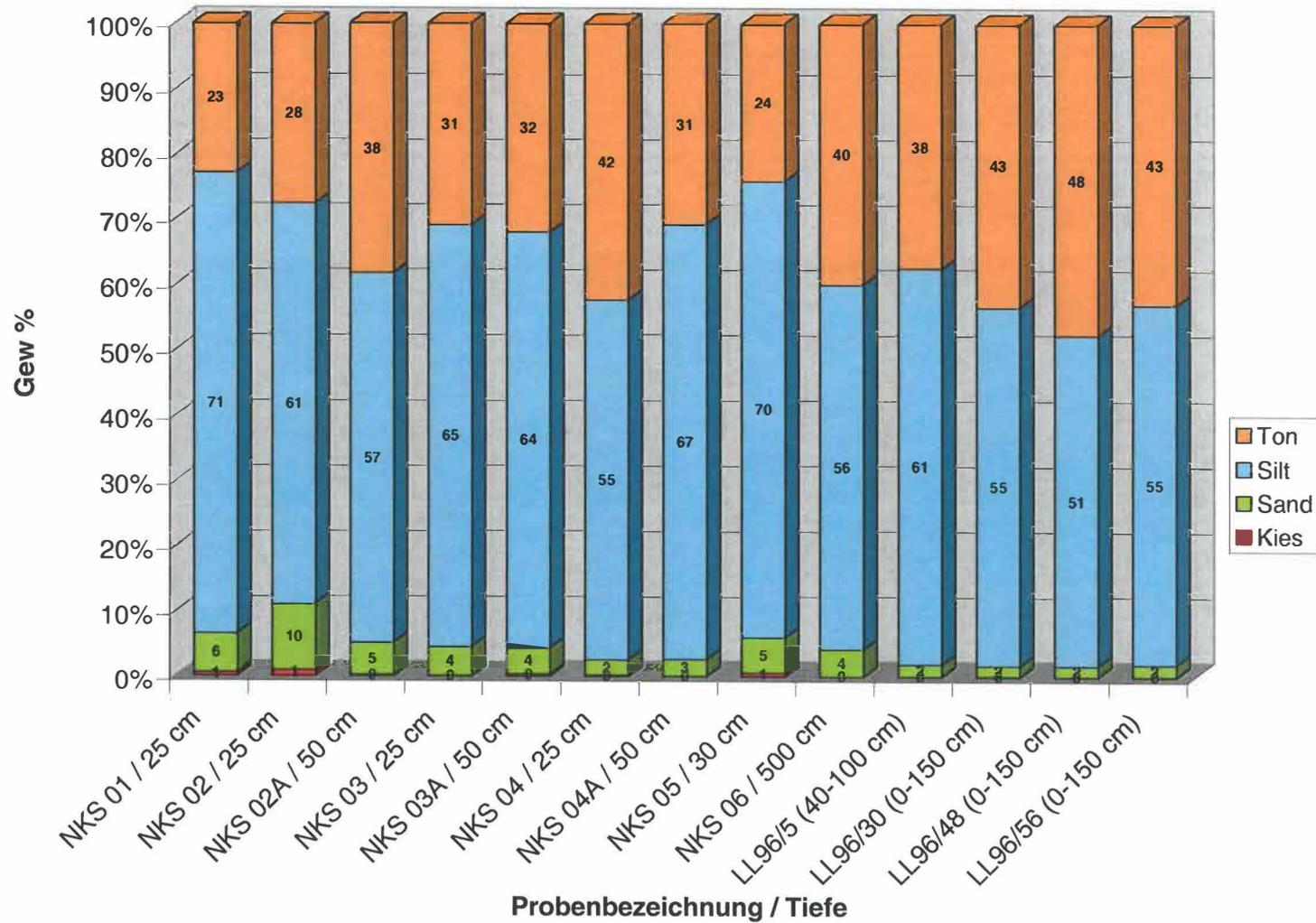


Abb. 3.43: Darstellung der Korngrößenverteilung aus Bodenproben in unterschiedlichen Tiefen

Gesamtmineralisation (XRD) der Deckschicht / Neuhofen a.d. K. (Löss-/Lösslehm)

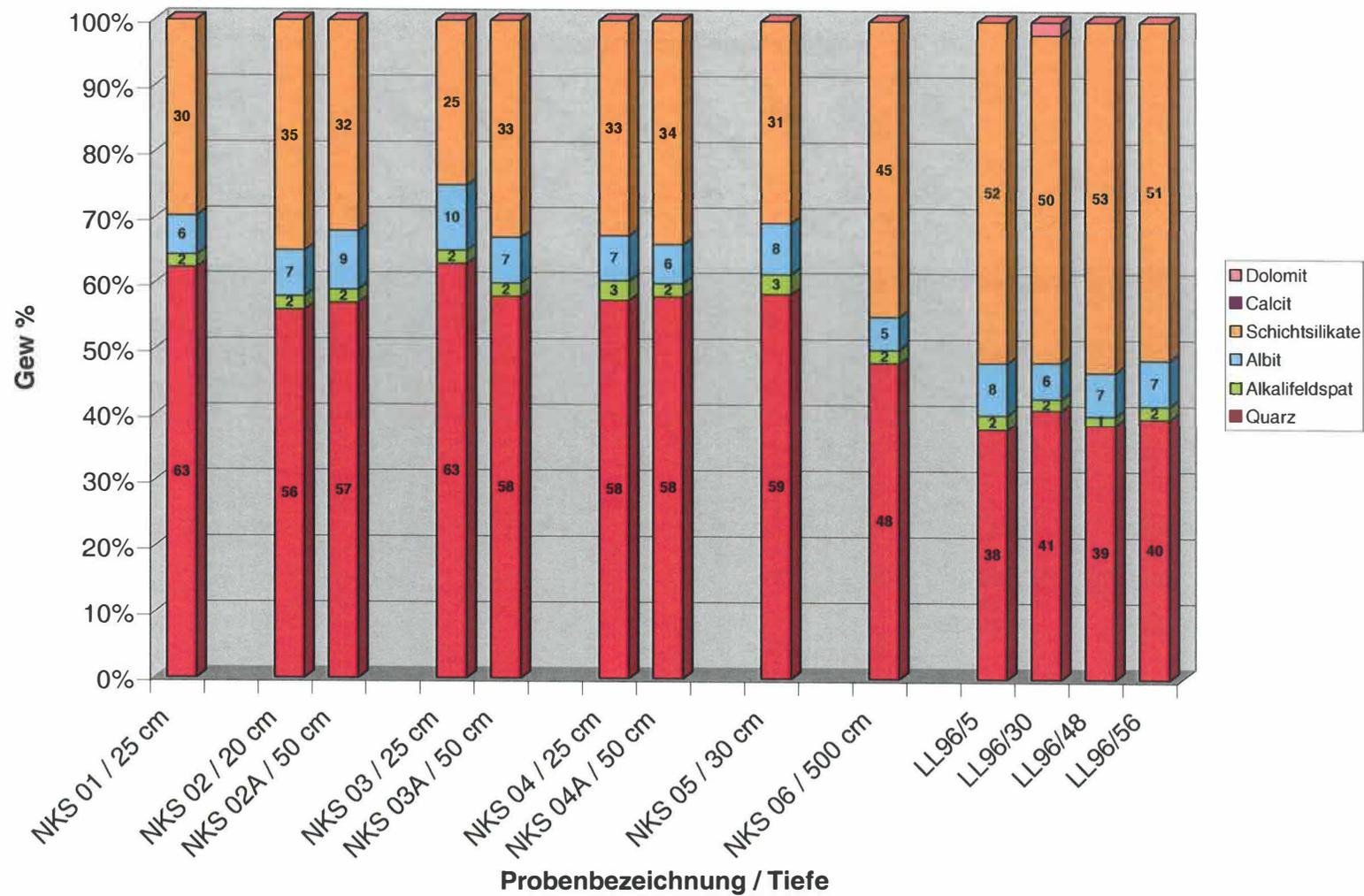


Abb. 3.44: Darstellung der Gesamtmineralisation aus Bodenproben in unterschiedlichen Tiefen mittels Röntgendiffraktometrie

Tonmineralogie (XRD) der Deckschicht / Neuhofen a.d. K. (Löss-/Lösslehm)

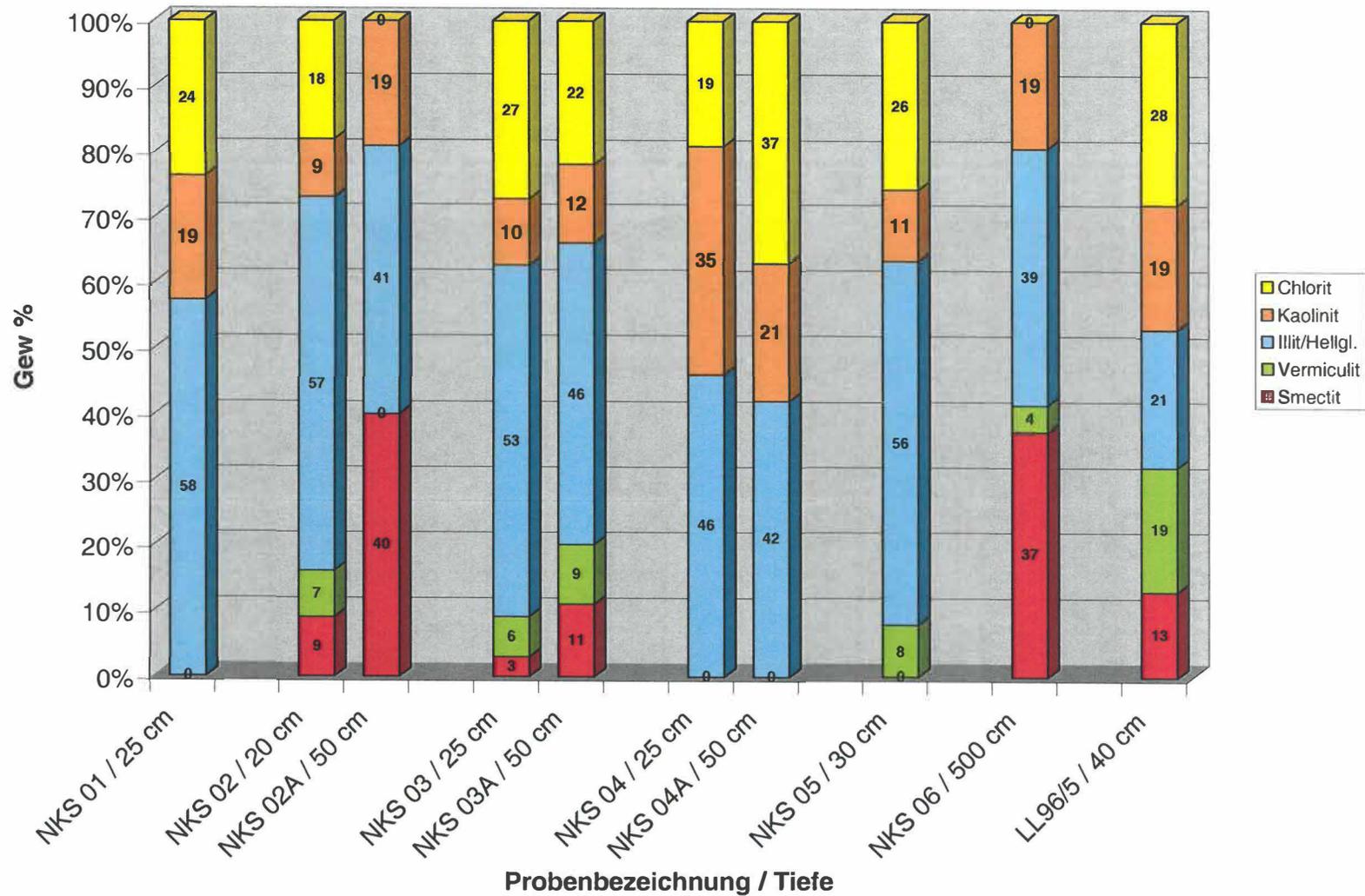


Abb. 3.45: Darstellung der Tonmineralogie aus Bodenproben in unterschiedlichen Tiefen mittels Röntgendiffraktometrie

Radiometrieparameter (RFA) der Deckschicht / Neuhofen a.d. K. (Löss-/Lösslehm)

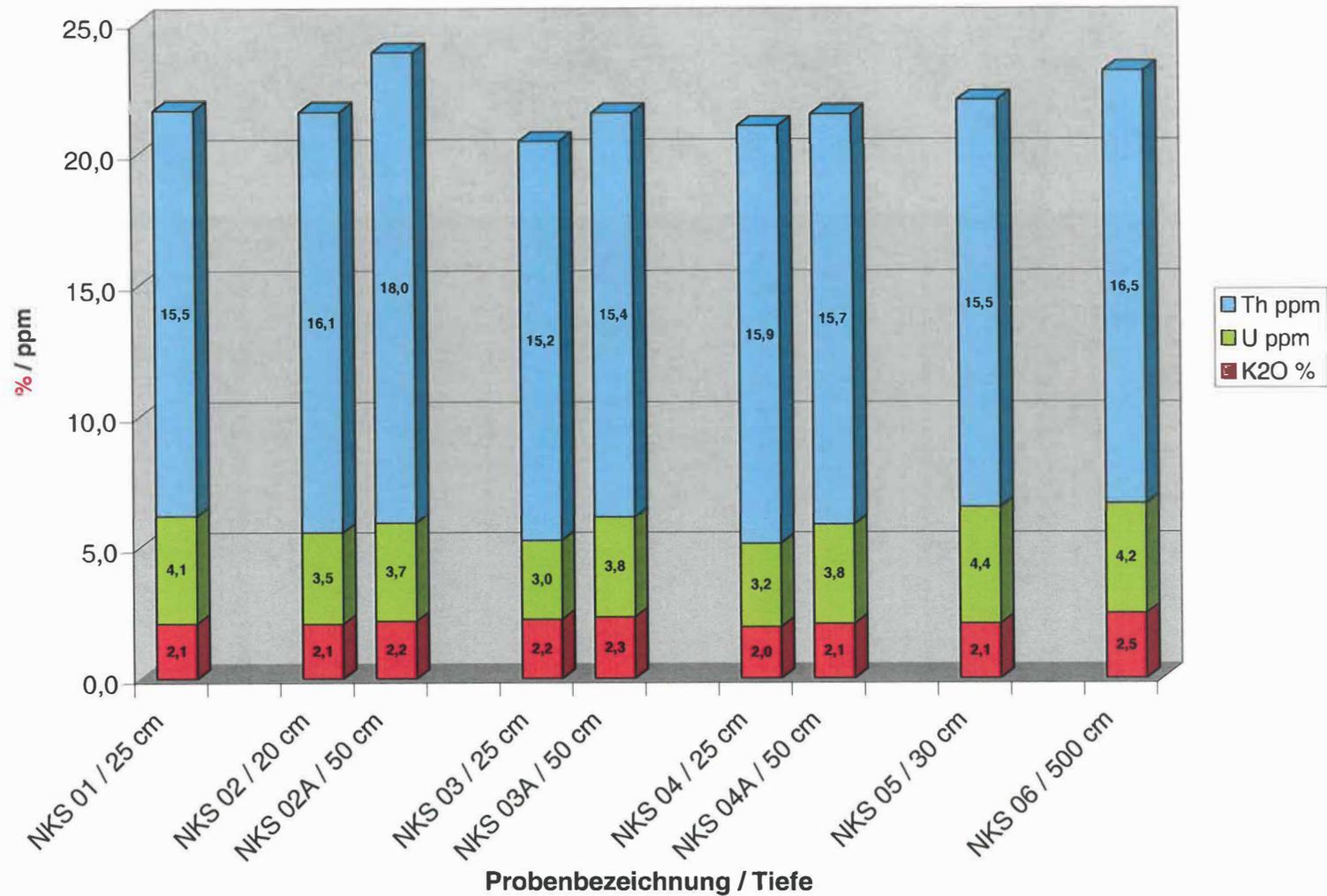


Abb. 3.46: Darstellung der Uran, Thorium und Kaliumgehalte aus Bodenproben in unterschiedlichen Tiefen mittels RFA (Geochemie)

Interpretation der Gammaskopie des Detailgebietes Neuhofen an der Krems

Betrachtet man die graphische Auswertung der Gegenüberstellung der Äquivalentkonzentrationen von Uran, Thorium, Kalium sowie der Dosisleistung aus der Aeroradiometrie, so bildet sich klar ein Minimum über Waldgebieten und verbautem Gebiet (Dambach) sowie ein Maximum über unbewaldeten Flächen ab (Abb.: 3.39 – 3.42).

Bei gleicher Flughöhe ist diese ungleiche Verteilung auf die unterschiedliche Konzentration der Biomasse (kg/m^2) und der Feuchtigkeit zurückzuführen. Bei einer Biomassenkonzentration von 15, 35, 51 und 122 kg/m^2 erhält man für Uran, bei einer Flughöhe von 121,9 m, eine Reduktion (Dämpfung) auf ca. 90, 80, 74 und 50 % von der Ausgangsstrahlung (Uranium Resource Evaluation Project, -Effects of Vegetation on the energy and angular distribution of Uranium daughter gamma-rays at an altitude of 121,9 meters-; GJBX-55 (80), R.M.Rubin, J.H.Price and M.B. Wells).

Hinsichtlich der Minima über Waldgebieten und der Maxima über „Nicht-Waldgebieten“ der unterschiedlichen Parameter (Uran, Thorium, Kalium, Dosisleistung) ergeben sich ähnlich unterschiedliche Äquivalentkonzentrationen wie für das Detailgebiet Sierning / Wolfers. Diese grob angenäherten Konzentrationsunterschiede (für Nicht-Waldgebiete und Waldgebiete) reichen von ca. 40 % Abweichung (Dämpfung) vom durchschnittlichen Maxima für Thorium und der Dosisleistung bis 50-60 % Abweichung (Dämpfung) vom Maxima für Kalium und Uran. Diese sind auf die o.a. dämpfenden Eigenschaften der Biomasse zurückzuführen.

Generell kennzeichnend ist, dass die Verteilung der Äquivalentkonzentrationen der Aero-Gammaskopie in unbewaldeten Gebieten (Uran, Thorium, Kalium) durch eine über weite Strecken homogene Verteilung charakterisiert ist. Anomalien sind an die Übergangsbereiche (Saum) zu forstwirtschaftlichen Nutzflächen anzutreffen. Kleinsträumige Anomalien in den Zählraten mit einer sehr geringen Schwankungsbreite lassen sich im Bereich des bodenradiometrischen Profils 4 orten.

Die bodenradiometrische Verifikation der Aerogammaskopie (Profil 1-4 – Abb.: 3.39 – 3.42) zeigt eine ausgeprägte Korrelation der Äquivalentkonzentration von Uran, Kalium sowie der Dosisleistung mit den Zählraten der Bodenradiometrie. Dies ist vor allem auf die Lage der bodenradiometrischen Profile zurückzuführen, die jeweils von unbewaldeten Gebieten (höhere

Äquivalentkonzentration) in bewaldete Gebiete (geringere Äquivalentkonzentration) führen. Hinsichtlich der Konzentrationsverteilung von Thorium liegt keine Korrelation vor.

Die Annahme, dass unterschiedliche Gehalte von Kaliumglimmer (Hellglimmer – Muskovit Formel: $KAl_2AlSi_3O_{10}(OH,F)_2$) durch die Aero-Gammaspektroskopie kartiert werden, und daher ein Rückschluss auf die Konzentration von Tonmineralien im Boden möglich ist, wurde durch die geringe Schwankungsbreite des Hellglimmergehaltes beeinträchtigt. Die aus der geochemischen Analytik (RFA) von K_2O (2,2-2,6 %), siehe Abb.:3.46 und Tab.: 3.6., auf Muskovit umgerechnete Konzentration schwankt zwischen 19 und 22 % Muskovit in der Kornfraktion der Tonmineralogie

Die Proben wurde so situiert, dass NKS 01, NKS 02, NKS 03, NKS 05 in den Maximalbereichen der Äquivalentkonzentration für Kalium und für die Dosisleistung liegen, NKS 04 und NKS 06 in den Minimalbereichen.

Ordnet man den o.a. Maximal- und Minimalbereichen aus der Gammaspektroskopie (Aero- und Bodengammaspektroskopie) die geologischen Verifikationsproben zu, so ist anhand der Kornverteilung, der Gesamt- und Tonmineralogie kein signifikanter Unterschied in den Proben gegeben. Lediglich der höhere Anteil von Kaolinit und das Fehlen quellfähiger Tonminerale (Smectit, Vermiculit) in der Probe NKS 04 (Waldboden) ist als Unterscheidungskriterium anzuführen (Abb.: 3.45). Auffallend ist, dass sich die Sammelproben LL96/5-30-48-56 aus 0-150 cm Tiefe (Fremddaten aus „*Untersuchungen der Löss- und Lösslehme in Oberösterreich südlich der Donau hinsichtlich ihrer Grundwasserschutzfunktion*“ (Bund-/Bundesländerkooperation, G: MOSER, J. REITNER, 1998)) durch einen etwas höheren Tonanteil bei gleichzeitig reduziertem Schluffanteil von den übrigen Proben unterscheiden. Dies spiegelt sich auch durch den erhöhten Schichtsilikatanteil in der Gesamtmineralogie wider (Abb.: 3.44).

Zusammenfassend betrachtet zeigt sich, dass speziell in diesem kleinen Detailgebiet, auf Grund der relativ homogen Ausbildung der Deckschicht (Löss/Lösslehm), mit äußerst geringen Konzentrationsunterschieden in den für die Gammaspektroskopie relevanten, geologischen Parametern, keine Aussagen hinsichtlich der Lösscharakteristik und der Funktion für die Deckschicht getroffen werden können.

Hinsichtlich der methodischen Aussage muss betont werden, dass die relativ homogene Ausbildung der Deckschicht (Löss/Lösslehm) ein homogenes Verteilungsmuster der Äquivalentkonzentration von Uran, Thorium und Kalium mit sich zieht, wenn man vom

Einfluss der Biomasse (Wald) absieht. Augenscheinliche Verteilungsmuster beruhen auf nur sehr geringen Konzentrationsunterschieden und sind in diesem Fall geologisch nicht zu erfassen (Auflösungsgrenze Aeroradiometrie).

Vertiefte Betrachtung der Einflussgröße Biomasse (Wald) hinsichtlich der gedämpften Zählraten aus der Aero- und Bodengammaspektroskopie

Wie aus der gammaspektroskopischen Interpretation der Äquivalentkonzentration aus der Aero- und Bodenradiometrie hervorgeht, sind bewaldete Bereiche durch eine Dämpfung der Werte gekennzeichnet (Abb.: 3.30-3.33 und 3.39-3.42).

Da nun diese Dämpfung beim Übergang von unbewaldeten zu bewaldeten Gebieten auch in der Bodenradiometrie deutlich zu erkennen ist (Abb.3.41 und 3.42), galt es, die Ursache auch am „Boden“ zu suchen. Die Dämpfungseigenschaft der Biomasse Wald ist bekannt und ist in der Literatur nachzulesen (Uranium Resource Evaluation Project, -Effects of Vegetation on the energy and angular distribution of Uranium daughter gamma-rays at an altitude of 121,9 meters-; GJBX-55 (80), R.M.Rubin, J.H.Price and M.B. Wells).

Die Abbildung 3.47 veranschaulicht den oben angeführten Sachverhalt. Bemerkenswert ist, dass die Bodenradiometrie sehr sensibel auf geringfügige Änderungen der Ausbildung des Messsubstrates reagiert. So weist das „Bachsediment“ im periodisch fließenden Gerinne (Probenahmepunkt NKS 02, Profil 1) in der Gesamtstrahlung einen hohen Wert von 40-55 cps aus (Deckschichten, periglaziale Dellenfüllung, häufig umgelagert). Hingegen ist der gammaspektroskopische Messpunkt NKS 02 (Dosisleistung) ca. 300 m unterstromig im selben Bachbett durch einen niedrigen Wert von 30-35 cps gekennzeichnet. Die Geländeaufnahme zeigte, dass in diesem Bereich die Kiese der Älteren Deckenschotter ausbeißen und an der Sohle des periodisch fließenden Gerinnes aufgeschlossen sind (vgl. Geoelektrik. Abb. 4. 31).

In den Abbildungen 3.50-3.52 sind die Wechselwirkungen der gesamten bodenradiometrisch erfassten Parameter (Kalium, Uran, Thorium und Total count) inklusive der Bodenfeuchte an Hand der Profile 1 und 3 nochmals zusammengefasst. Daraus geht einerseits deutlich hervor, dass die Sedimente in der Bachsohle des Profils 1 durch generell erhöhte Zählraten gekennzeichnet sind. Andererseits ist deutlich die Abnahme der Zählraten in bewaldeten Gebieten (Abb. 3.51 und 3.52) zu erkennen.

Das NW-Ende von Profil 1 liegt im Wald. An der Vegetationsgrenze von Wiese zu Wald ist deutlich der Rückgang der Gesamtstrahlung in der Bodenradiometrie zu erkennen. Nachdem die geochemische Analyse geologisch relevanter Parameter im Waldboden (Probe NKS 04)

keine Hinweise auf eine signifikante Änderung gammaspektrometrischer Parameter (Uran, Thorium, Kalium) zeigte, wurde an diesen Stellen im Waldboden ein gammaspektrometrisches „Tiefenprofil“ vermessen.

Zu diesem Zweck wurden zuerst die Streu und dann die Bodenschichten großflächig (um den Topographieeffekt zu verringern) abgetragen und das Anstehende bodenradiometrisch in unterschiedlichen Tiefen vermessen (Abb. 3.48 & 3.49). Als Vergleich dazu wurde der selbe Vorgang auf einer angrenzenden Wiese durchgeführt, wobei die Grasnarbe bis zu einer Tiefe von 10 cm entfernt wurde.

Das Ergebnis der teufenspezifischen Profile der Testmessungen im Wald sowie auf der Wiese ist in der Tabelle 3.8 dargestellt.

Die Auswertung dieser Testserie zeigt, dass nach Entfernung der Bodenbedeckung im Wald in 20 cm Tiefe eine Angleichung der Zählraten mit jenen auf der Wiese eintritt. Hingegen hatte die Entfernung der Grasnarbe keinen Einfluss auf die Bodenradiometrie. Die Werte für Total count in 20 cm Tiefe, nach Entfernung der Bodenbedeckung, entsprechen den Messwerten im nicht bewaldeten Gebiet (Abb. 3.47).

Dies bedeutet, dass die Dämpfung im Waldboden auf die Bodenbedeckung zurückzuführen ist, zumal in der geochemischen Analyse der betreffenden Bodenprobe (NKS 04) keine signifikante Änderung gammaspektrometrischer Parameter (Uran, Thorium, Kalium) zu erkennen ist. Daraus lässt sich auch ein bestimmter Beitrag zur Dämpfung der Werte aus der Aero-Gammaspektroskopie ableiten.

Detailsituation Bodenradiometrie - Einfluss der Vegetation auf die Messwerte - TOTALCOUNT

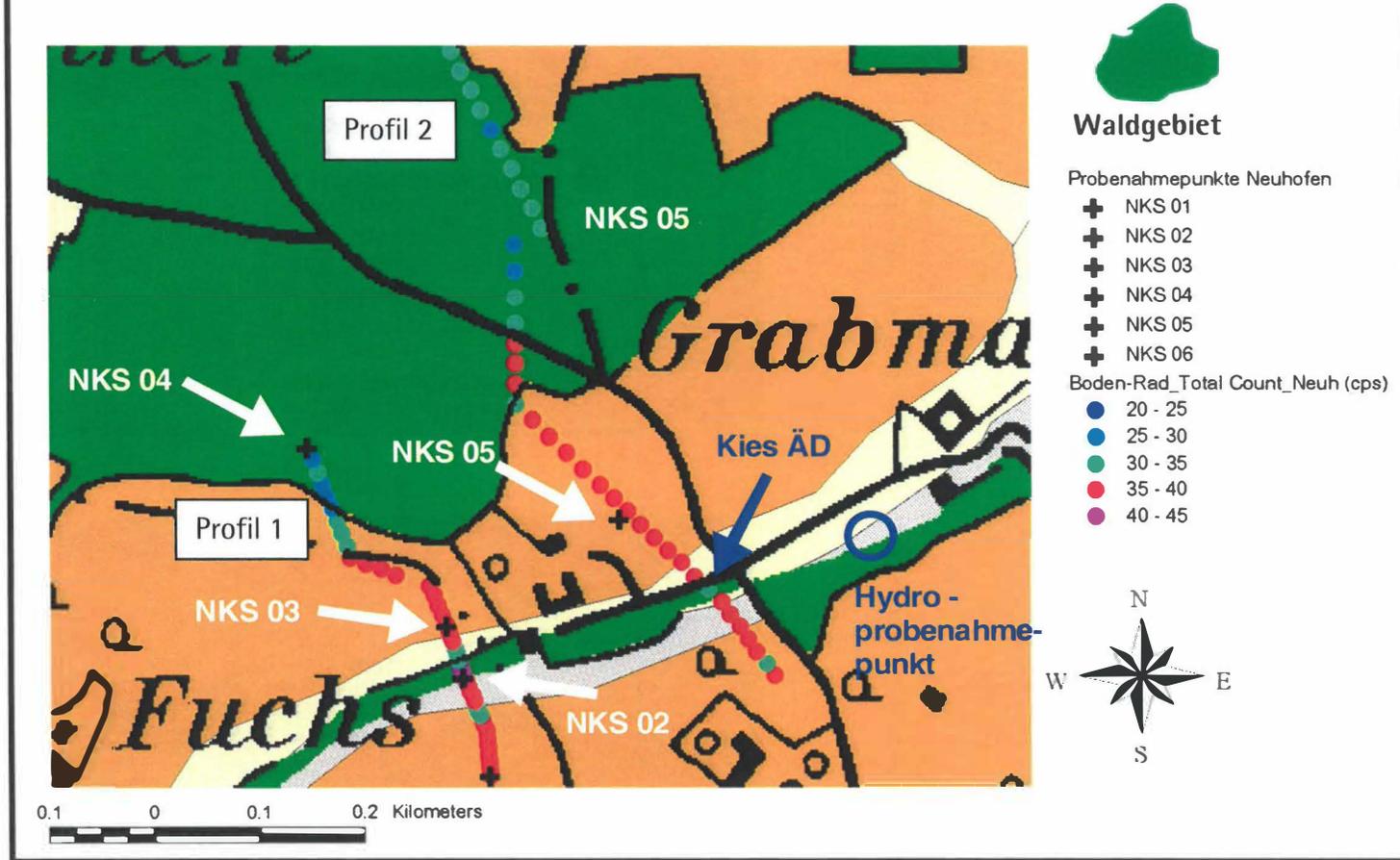


Abb. 3.47: Detailbetrachtung der Gesamtstrahlung aus der Bodenradiometrie hinsichtlich des Einflusses aus der Vegetation, grüne Flächen entsprechen Waldgebieten

Testmessung Wald mit / ohne Humusbedeckung				
Tiefe der Messung (cm)	CPS			
	Total	Kalium	Uran	Thorium
0,0	21,8	4,1	1,9	1,0
0,0	21,2	4,3	1,3	0,7
0,0	21,6	4,0	1,5	0,9
10,0	29,0	4,2	1,8	1,3
10,0	28,6	5,5	1,9	1,0
10,0	29,7	6,1	2,2	1,0
10,0	29,4	6,1	2,1	1,3
10,0	29,3	6,2	2,2	1,2
20,0	47,0	9,8	3,3	2,1
Testmessung Wiese mit / ohne Grasnabe				
0,0	32,8	7,0	1,9	1,4
0,0	32,2	6,6	2,2	1,3
10,0	31,9	6,6	2,0	1,1
10,0	31,9	6,6	2,0	1,5

Tab. 3.8: Darstellung der Radiometrie-Testmessungen hinsichtlich der dämpfenden Eigenschaften der Bodenbedeckung im Wald und auf der Wiese



Abb. 3.48: Probenahme NKS 04 am Ende des Profils 1



Abb. 3.49: Bodenradiometrische Messung mit Gammaspektrometer

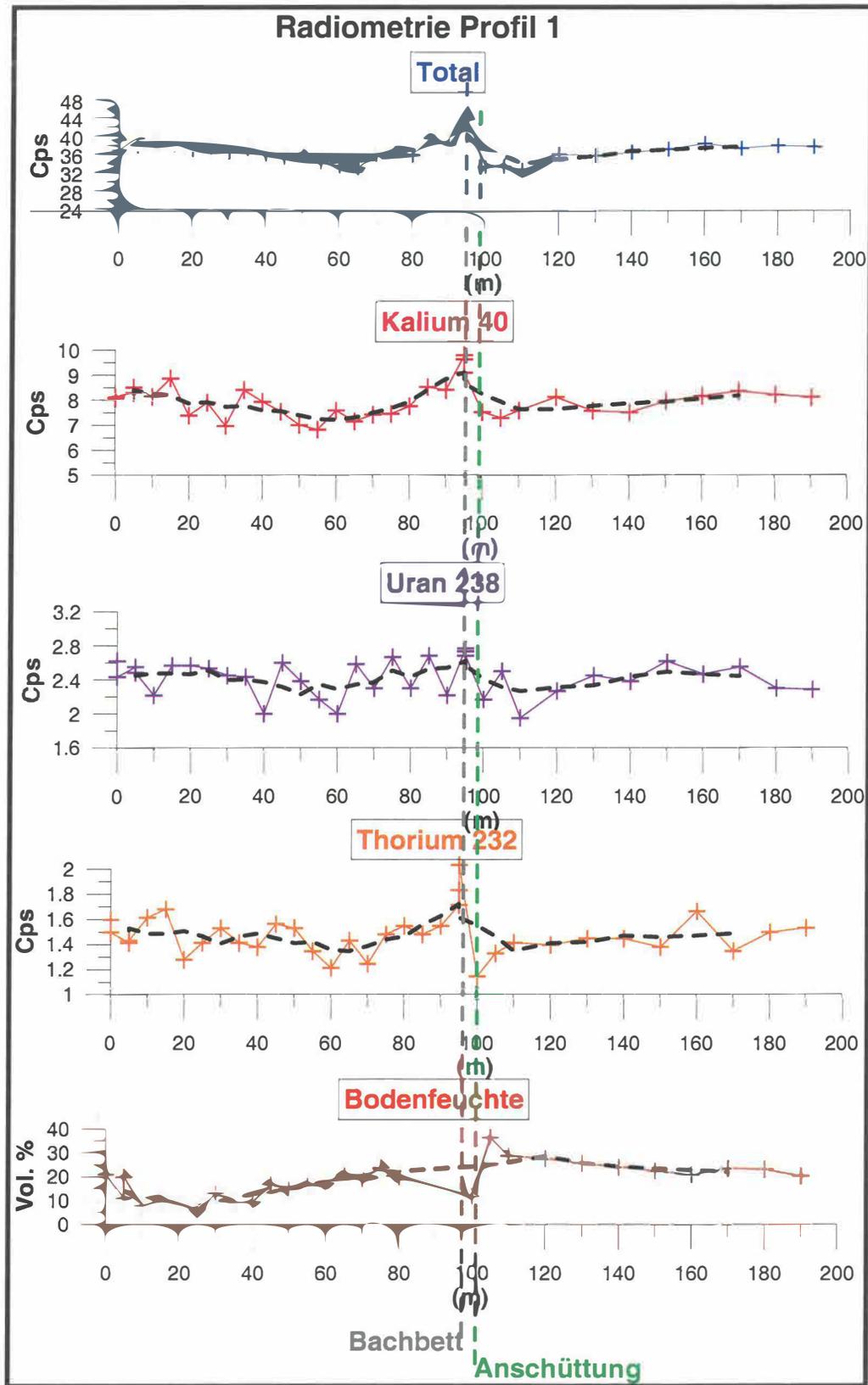


Abb. 3.50: Darstellung der Zählraten von Kalium, Uran, Thorium, der Gesamtstrahlung sowie der Bodenfeuchte entlang des Profils 1 in der Wiese

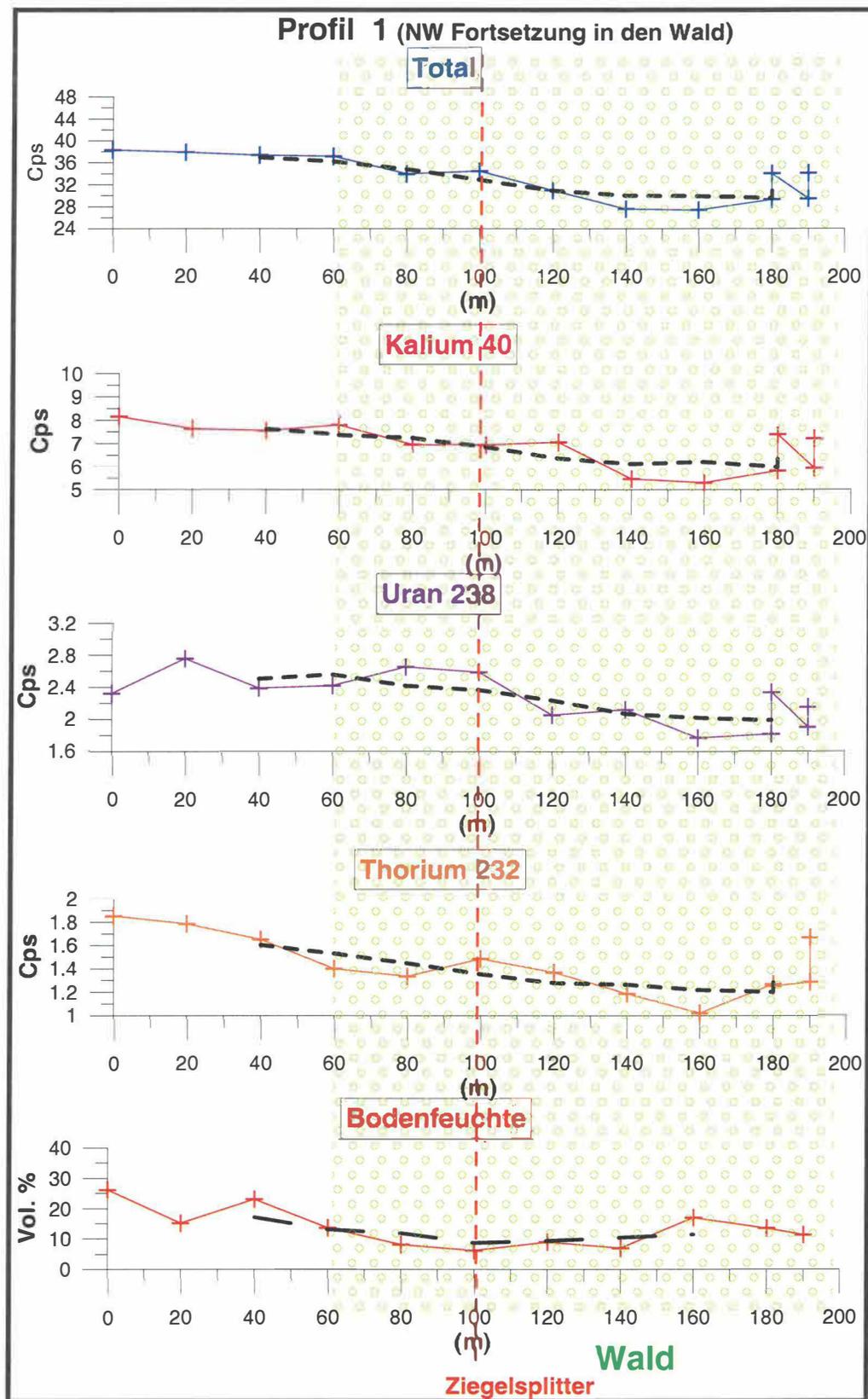


Abb. 3.51 Darstellung der Zählraten von Kalium, Uran, Thorium, der Gesamtstrahlung sowie der Bodenfeuchte entlang des Profils 1 im Übergangsbereich Wiese/Wald

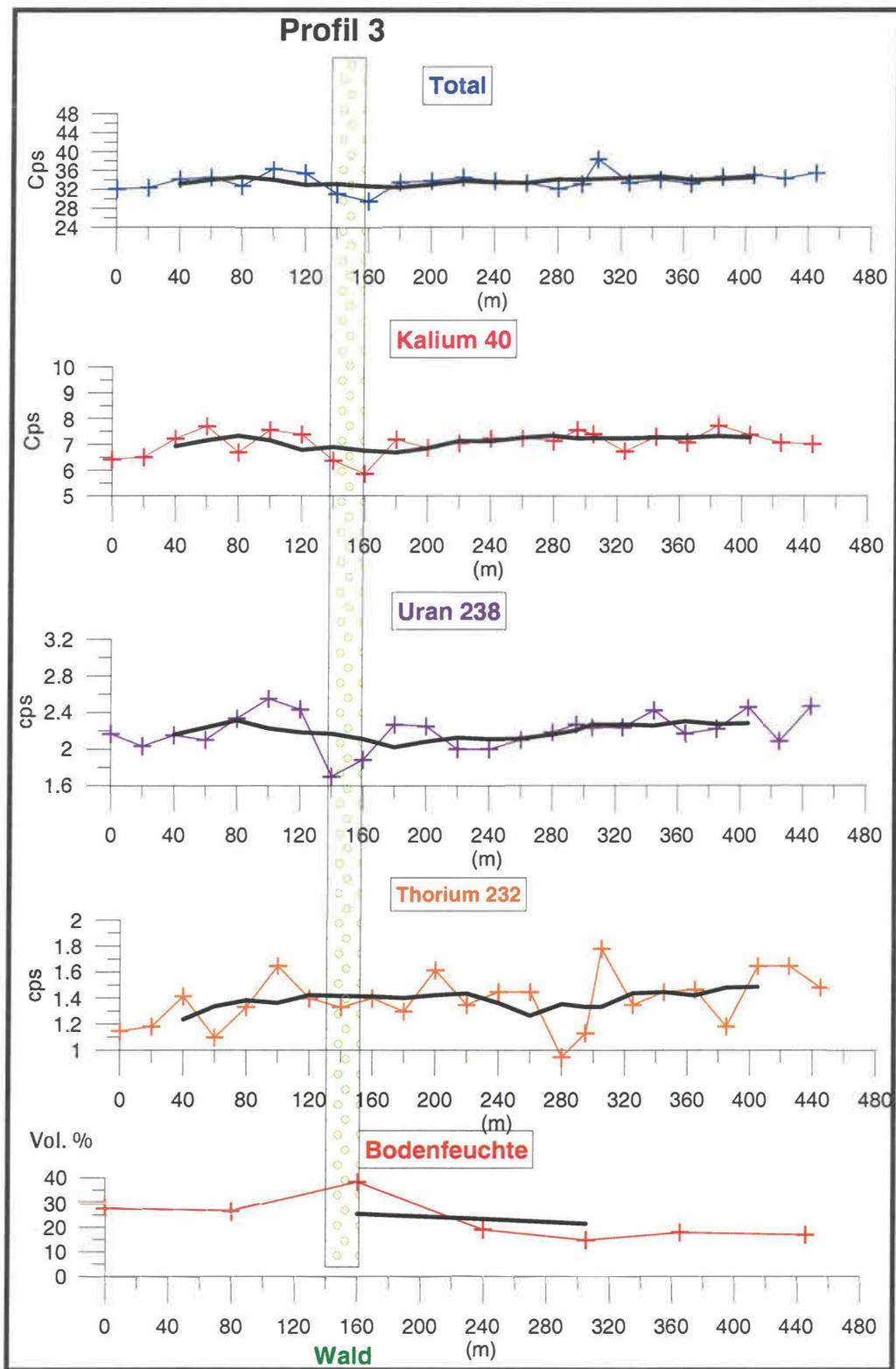


Abb. 3.52: Darstellung der Zählraten von Kalium, Uran, Thorium, der Dosisleistung sowie der Gesamtstrahlung entlang des Profils 3; Einfluss einer schmalen Waldzeile auf die Messwerte

Evaluierung der Grundwassersituation hinsichtlich der Wirksamkeit der Deckschichten in Neuhofen an der Krems

Zu diesem Zweck wurden hydrochemische Proben an Stellen mit geringer sowie mit mächtiger Löss/Lösslehmbedeckung gezogen und auf anthropogene Marker analysiert.

Geringe Lösslehmbedeckung

Der Ausbiss der Älteren Deckenschotter im Bereich des beschriebenen Gerinneeinschnittes, Höhe Profil 2, zieht etwas unterstromig, ca. 100 m vor dem Gehöft Grabmayer (Abb. 3.47, 3.53) ein Grundwasseraustritt mit einer Schüttung von ca. 0,5 l/sec nach sich. Diese Quelle, die durch den Verschnitt der Geländeneigung mit dem Grundwasserleiter (ÄD) entsteht, wurde zweimal (14. 10. & 05.11. 2003) hydrochemisch beprobt.

Die Analyseergebnisse der einzelnen Parameter (Kationen, Anionen) sind weitestgehend ident. Nur die Nitratkonzentration ist durch einen Abnahme von 21 mg/l auf 8,8 mg/l gekennzeichnet. Das Analysenprotokoll ist dem Anhang zu entnehmen.

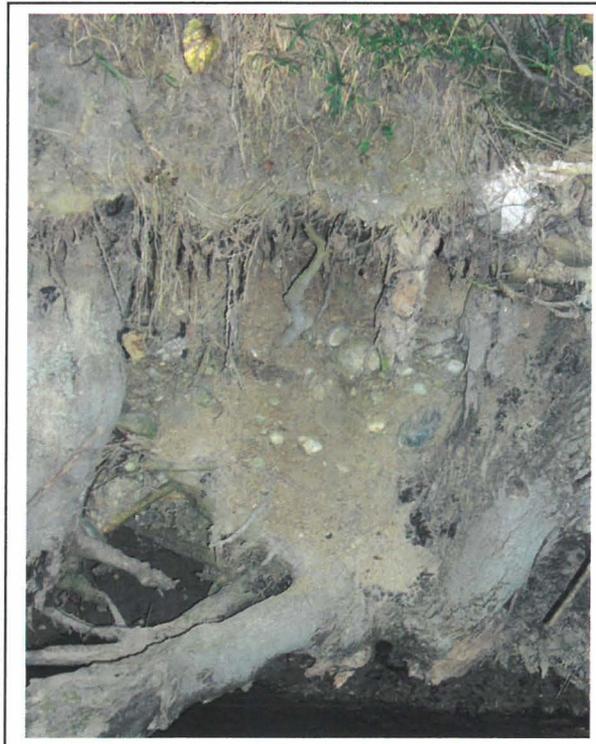


Abb. 3.53: Probenahme in der Quellmulde
Verschnitt Geländeneigung mit
Grundwasserleiter der Älteren
Deckenschotter

Mächtige Lösslehmbedeckung

Südlich der Lehmgrube Neuhofen an der Krems wurde das Grundwasser an zwei Messstellen (GWS 01 und GWS 02) zweimal (14. 10. & 05.11. 2003) auf anthropogene Marker untersucht (Abb. 3.54). Im Gegensatz zur Situation Grabmayer, wo der Aquifer in Form Älterer Deckenschotter an der Oberfläche ausbeißt, liegt im Gebiet eine mächtige Deckschicht vor. Die Mächtigkeit liegt zwischen 8 und 10 Meter. Der Flurabstand zum Zeitpunkt der Probenahme betrug 16 m.

Trotz dieser Überdeckung durch Löss/Lösslehm liegen deutlich höhere Nitratwerte als im Gerinneinschnitt Grabmayer (Abb. 3.47, 3.53) vor.

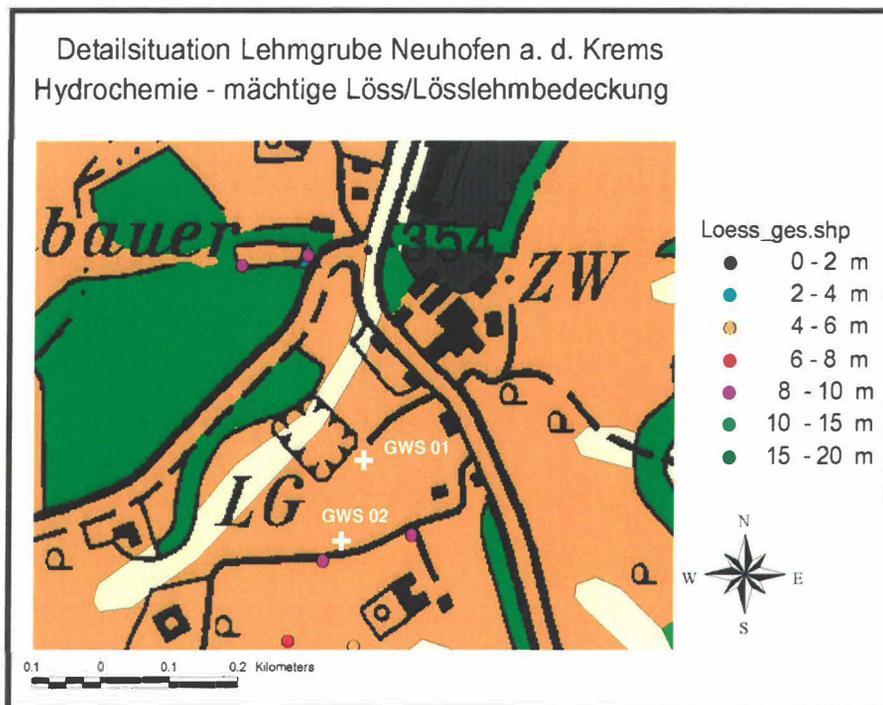


Abb. 3.54:
Lage der hydrochemischen
Probenahmepunkte



Abb. 3.55:
Hydrochemische Probenahme an der Sonde
GWS 01

In der Grundwassersonde 01 beträgt der Nitratwert 18,5 mg/l. In der Grundwassersonde 02 liegt der Nitratwert zwischen 43,5 und 45 mg / l.

Mit 28 mg / l Chlorid in der GWS 02 scheint der Wert im Vergleich zu 6 mg / l aus der GWS 01 etwas erhöht.

Interessant ist, dass bei der Quelle „Grabmayer“ (Abb. 3.47, 3.53) bei sehr geringer Überlagerung durch Löss/Lösslehm eine nur mäßige (21 mg/l auf 8,8 mg/l) Belastung durch Nitrat vorliegt. Hingegen liegt der Nitratwert, als anthropogener Marker angesprochen, in den Sonden GWS 01 und GWS 02 südlich der Lehmgrube zwischen 18,5 und 45 mg/l, obwohl hier eine mächtige Löss/Lösslehmbedeckung von 8-10 m vorliegt.

Dazu wird angeregt, hydrogeologische Reihenuntersuchungen über ein Jahr durchzuführen.

Das Analysenprotokoll ist dem Anhang zu entnehmen.

4 ERGEBNISSE/INTERPRETATION DER ELEKTROMAGNETIK

Die im Rahmen der hubschraubergeophysikalischen Landesaufnahme durchgeführten Befliegungen des Messgebietes **Steyr (Traun/Ennsplatte)** und der Detailgebiete **Sierning** und **Neuhofen a. d. Krems** wurden mittels bodengeophysikalischen Messkampagnen weiterbearbeitet. Ziel war es, ausgehend von geologischen Beschreibungen von in diesem Gebiet abgeteuften Bohrungen (z.T. Schussbohrungen der Fa. RAG), typische Schichtfolgen geoelektrisch zu charakterisieren, um Ausgangswerte (v.a. der spezifischen elektrischen Widerstände für Löss/Lösslehm, der Deckenschotter und des Schliers) für die Inversion der aerogeophysikalischen EM-Messungen zu erhalten. Ein weiterer Aspekt der bodengeoelektrischen Untersuchungen war die Verifizierung der aus der AEM berechneten Modelle, die v.a. im Detailgebiet Sierning umfassend durchgeführt wurde. In diesem Untersuchungsgebiet wurden auch ingenieurseismische Messungen mittels Refraktionsseismik ausgeführt, die v.a. die Erfassung der Löss/Lösslehm-mächtigkeiten zum Ziel hatten.

Da es sich bei dem Messgebiet Traun/Ennsplatte um ein Gebiet von über 600 km² handelt und auf Grund dieser Größe eine Vielfalt an geologischen Einheiten (z.B. Löss/Lösslehmbedeckung, Hochterrasse, Ältere und Jüngere Deckenschotter, Schlier) und Situationen (z.B. Löss/Lösslehm auf Hochterrasse, Löss/Lösslehm auf Deckenschotter, Löss/Lösslehm auf Schlier) überstrichen werden, ist eine qualitative Interpretation des gesamten Messgebietes hier nicht möglich und auch nicht sinnvoll. Um für bestimmte Bereiche detaillierte Aussagen zu erhalten, ist die Betrachtung von ausgewählten, geographisch und geologisch definierten Abschnitten zu empfehlen, die dann im Rahmen von eigenen Projekten, mit weiteren bodengeophysikalischen Messkampagnen begleitet und je nach Fragestellung eigens interpretiert werden sollten.

Prinzipiell muss gesagt werden, dass für die Auflösung der Löss/Lösslehmschicht, die den Ergebnissen der Bohrdatenbank entsprechend, Mächtigkeiten von kleinräumig (0 bis > 10m) sehr unterschiedlichen Größenordnungen aufweist, der Fluglinienabstand von 200 m für die Traun/Ennsplatte als zu grob angesehen werden muss. Hingegen ist eine Befliegung mit einem Profilabstand von 25 m für die Detailgebiete ausreichend. Ein weiteres Problem bei der Interpretation der Mächtigkeiten der Löss/Lösslehmbedeckung ist, dass der Übergang der Löss/Lösslehmschicht zum liegenden Deckenschotter keine scharfe Grenzschicht bildet, sondern ein gradueller Übergang mit zunehmendem Schotteranteil mit der Tiefe vorliegt (siehe Abb. 4.1). Somit ist die Mächtigkeitsbestimmung aus physikalischem Blickwinkel, d.h. in der Modellrechnung der Aeroelektromagnetik, schwierig, weil in diesem Übergangsbereich von Löss/Lösslehm zu den Deckenschottern wenig bis gar keine Unterschiede in den elektr. Widerständen zu erwarten sind. Erst wenn der Deckenschotter in einer größeren Tiefe mit einem erhöhten Kiesanteil vorliegt, ist eine physikalische, d.h. eine Unterscheidung des spez. Elektr. Widerstandes möglich. Andererseits besteht auch die Möglichkeit, dass bei den Löss/Lösslehm-mächtigkeiten in den Bohrungen diese überschätzt werden können, wenn in den

stark verwitterten Deckenschottern wenig bis keine Kieskomponenten in der Bohrung angetroffen wurden. So können die Mächtigkeiten aus den aeroelektromagnetischen Modellrechnungen eine Abweichung in der Mächtigkeit der Löss/Lösslehmschicht im Verhältnis zu den Bohrergebnissen am jeweiligen Bohrpunkt aufweisen. Im Gegensatz dazu gibt es Bereiche, wo der Übergang zwischen der Löss/Lösslehmbedeckung und den Deckenschottern schärfer ausgebildet ist (siehe Abb. 4.2).

Betrachtet man aber die Ergebnisse der aeroelektromagnetischen Modellrechnungen als flächige Information, dann können strukturelle Aussagen über die Verbreitung der Löss/Lösslehm mächtigkeiten, v.a. bei den Detailbefliegungen, getroffen werden. Es lassen sich gut Abschnitte mit größerer bzw. geringerer Mächtigkeit nachweisen, die sinnvolle Aussagen für die Verteilung von Deckschichten (wichtig z.B. bei hydrologischen Fragestellungen) zulassen.



Abb. 4.1: stark verwitterte Deckenschotter mit geringer Löss/Lösslehmbedeckung (Baugrube in Oberwolfen)



Abb. 4.2: verwitterte Deckenschotter mit mächtiger Löss/Lösslehmbedeckung (Lehmgrube nördl. von Neuhofen)

Was die Fragestellung der Mächtigkeiten und Ausprägung der (Älteren und Jüngerer) Deckenschotter betrifft (v.a. in den Detailgebieten Sierning und Neuhofen) kann gesagt werden, dass, ausgehend von den bodengeoelektrischen Ergebnissen, große Unterschiede in den elektrischen Widerständen von 200 bis weit über 1000 Ohmm dieser Deckenschotter auftreten. Geologisch können diese Differenzen von mehreren Ursachen abhängen. (z.B. Konglomeration der Deckenschotter, Verwitterungsgrad, unterschiedliche Korngrößenverteilungen, Wassergehalt) Dies bedeutet, dass z.B. sehr hohe elektr. Widerstände auf konglomerierte Bereiche in den Deckenschotter hinweisen können. Dies hat aber folgende Konsequenzen in der Interpretation der Inversionsergebnisse der Bodengeoelektrik: So wurden die aus der Inversionsrechnung abgeleiteten Mächtigkeiten der Deckenschotter deutlich zu hoch (tw. bis 60-70m) angenommen, d.h. die hohen elektr. Widerstände zeigen erst in größerer Tiefe typische elektr. Widerstände für den liegenden Schlier. Zu diesem Zweck wurde eine Modellrechnung mit hohen elektr. Widerständen (1000 Ohmm) und typischen Mächtigkeiten (40m) für die Deckenschotter durchgeführt und diese Modellergebnisse wurden anschließend invertiert (siehe Abb. 4.3). Das Ergebnis zeigt, dass einerseits die Mächtigkeit für die geringohmige Deckschicht (Löss/Lösslehm) gut interpretiert werden kann, andererseits die in der Inversionsrechnung der Geoelektrik verwendete Software den großen

Widerstandskontrast der Deckenschotter zum Schlier (> 1:10) schwer auflösen kann und man in der Interpretation der Inversionsergebnisse deutlich höhere Mächtigkeiten als die vorgegebenen 40m interpretieren würde. Das hat, zusammengefasst, die Konsequenz, dass man die aus den geoelektrischen Messungen erhaltenen Ergebnisse kritisch betrachten muss und die Interpretation hinsichtlich der Mächtigkeiten von hochohmigen Bereichen der Deckenschotter unter diesem Gesichtspunkt zu bewerten sind. Diese Feststellung ist v.a. im Detailgebiet Sierning/Oberwolforn relevant.

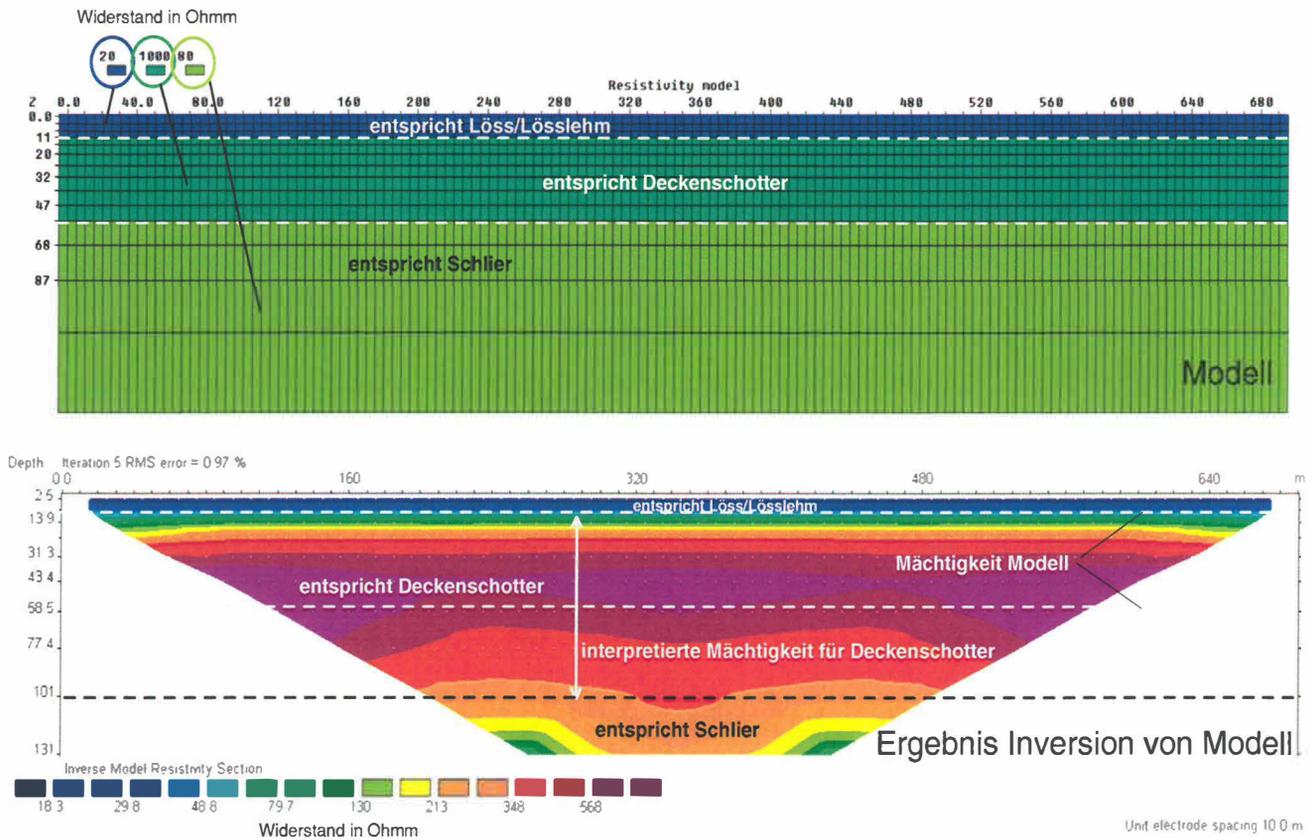


Abb. 4.3: Modell und Inversionsergebnis für eine typische geolog. Situation mit hochohmigen Deckenschottern

Ganz generell kann gesagt werden, dass die hangende Lössschicht elektr. Widerstände von 20 bis max. 70 Ohmm zeigen. Die im Liegenden auftretenden Schotter mit unterschiedlichen Mächtigkeiten zeichnen sich durchwegs durch elektr. Widerstände ab 150 bis über 1000 Ohmm aus. Das in der Tiefe anschließende Tertiär (Schlier) kann durch elektr. Widerstände um 20–50 Ohmm charakterisiert werden.

Im Folgenden werden die Messkampagnen und die bodengeophysikalischen Einzelergebnisse der jeweiligen Untersuchungsgebiete im Detail dargestellt und eine umfassende geologische Interpretation und ein Verschnitt mit den Ergebnissen der Aerogeophysik, den Bohrungen (Bohrdatenbank, Schneckenbohrungen; Rammkernsondierungen, Handbohrungen), den Ergebnissen der Kornfraktionsbestimmungen, den geochemischen und den gesamt- und tonmineralogischen Analysen durchgeführt.

Abb. 4.4 auf der topographischen Karte 1:500.000 bzw. Abb. 4.5 auf der geologischen Karte 1:200.000 zeigen einen Überblick über die Ausdehnung des Hubschraubermessgebietes Traun/Ennsplatte, die Lage der aerogeophysikalischen Detailgebiete Sierning und Neuhofen a.d. Krems, die Lage der Bohrungen, sowie die Messgebiete der Bodengeophysik, in denen weitere bodengeophysikalische Messungen (Sierning, Neuhofen, Ansfelden, Kematen, Waidern) durchgeführt worden sind.

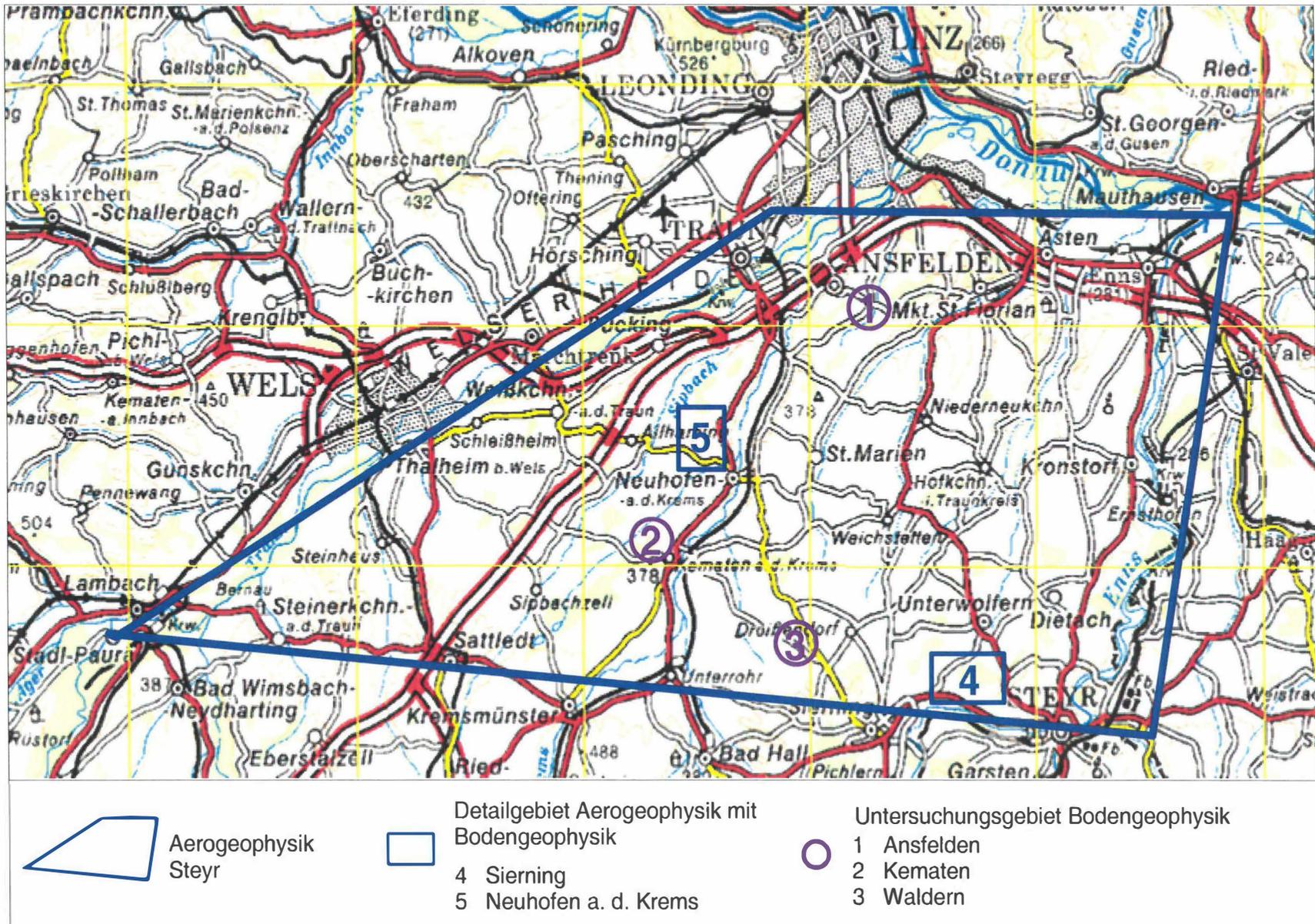
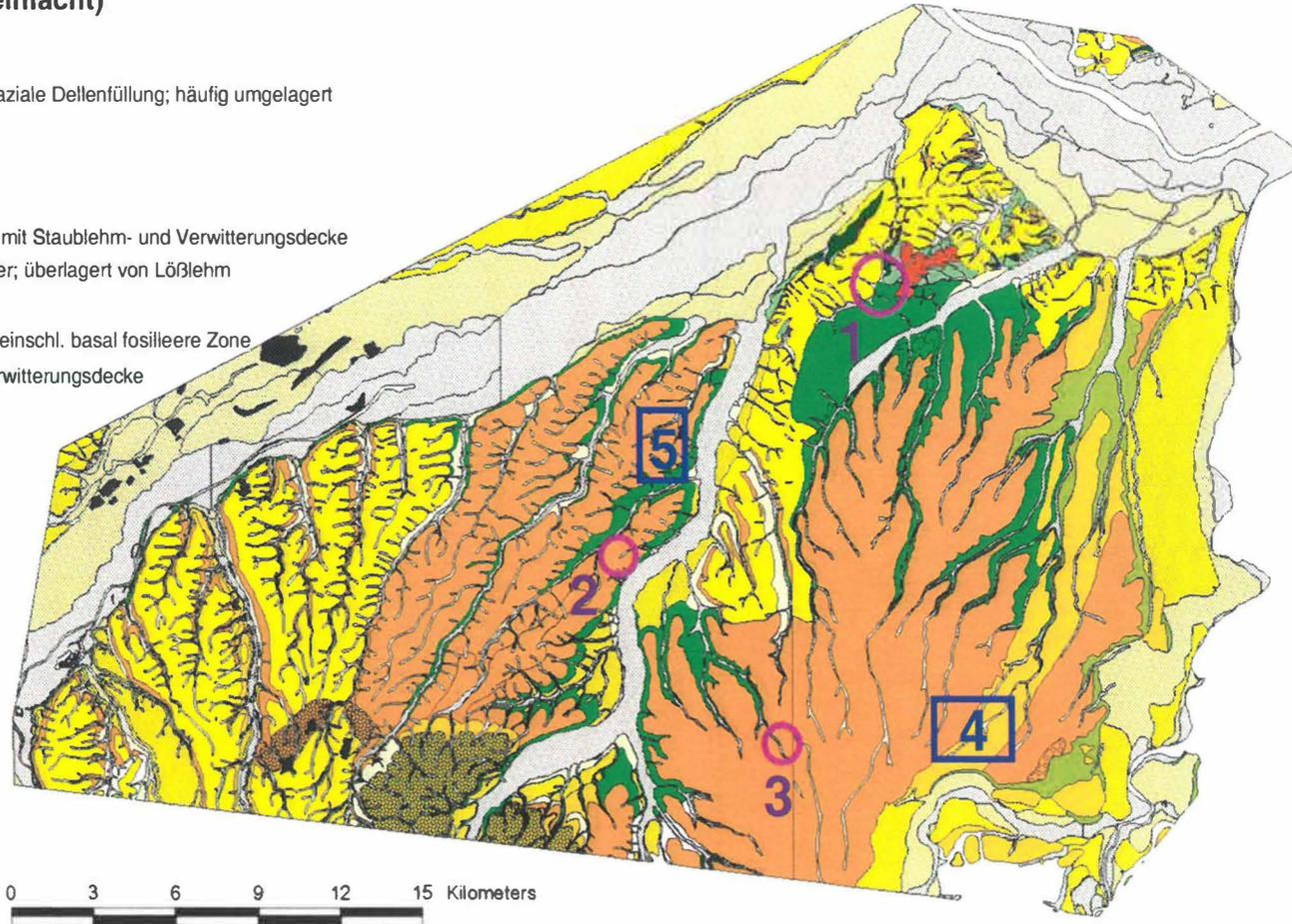


Abb. 4.4: Überblick über die Lage der Hubschraubermessgebiete Traun/Ennsplatte, Sierning und Neuhofen a. d. Krems und der Messgebiete der Bodengeophysik

Legende (stark vereinfacht)

-  Talfüllung i.a.; rezent
-  Deckschichten, Periglaziale Dellenfüllung; häufig umgelagert
-  Löss; Pleistozän
-  Niederterrasse
-  Hochterrasse
-  Ältere Deckenschotter mit Staublehm- und Verwitterungsdecke
-  Jüngere Deckenschotter; überlagert von Lößlehm
-  Oberpliozänschotter
-  Robulusschlier; a.str., einschl. basal fossilere Zone
-  Älterer Schlier; mit Verwitterungsdecke



-  Detailgebiet Aerogeophysik mit Bodengeophysik
- 4 Sierning
- 5 Neuhofen a. d. Krems

-  Untersuchungsgebiet Bodengeophysik
- 1 Ansfelden
- 2 Kematen
- 3 Waldern

Abb. 4.5: Überblick über die Lage der Hubschraubermessgebiete Traun/Ennsplatte, Sierning und Neuhofen a.d. Krems und der Messgebiete der Bodengeophysik auf der geologischen Karte 1:200.000

4.1 Untersuchungsgebiet Traun/Ennsplatte

Zunächst sollen hier die Ergebnisse der aerogeophysikalischen Vermessung der gesamten Traun/Ennsplatte präsentiert und kurz diskutiert werden. Im Anschluss folgt eine Beschreibung der bodengeophysikalischen Messkampagnen mit einem Detailausschnitt der Aerogeophysik und eine Diskussion der jeweiligen Ergebnisse.

Für die Auswertung der Ergebnisse wurde (basierend auf Informationen, die v.a. aus den bodengeophysikalischen Vermessungen und der Bohrdatenbank abgeleitet wurden) eine Beschränkung der Modellrechnung für die elektromagnetischen Parameter (Input: ppm Werte der In- und Out- Phasen für die verschiedenen Messfrequenzen) definiert. So wurden die Widerstandsbereiche für die erste und zweite Schicht nur in einem relativ engen Bereich variiert. Die Vorgabe für die Mächtigkeiten wurde an die Min/Maxwerte der Mächtigkeiten aus der Bohrdatenbank angelehnt.

Abb. 4.6 zeigt das Ergebnis der Mächtigkeit der ersten Schicht, welche der Löss/Lösslehmschicht entspricht. In den Abbildungen 4.7 und 4.8 ist ein Vergleich dieses Ergebnisses an den Positionen der Bohrpunkte mit den Mächtigkeiten für die Löss/Lösslehmbedeckung aus der Bohrdatenbank für 2 geologische Situationen, die Löss/Lösslehmbedeckung auf den Älteren Deckenschottern und die Löss/Lösslehmbedeckung auf der Hochterrasse zu sehen. Generell kann gesagt werden, dass die Mächtigkeiten der Löss/Lösslehmbedeckung aus der Aerogeophysik im Trend geringere Mächtigkeiten aufweisen, wobei der Unterschied im Bereich der Älteren Deckenschotter etwas größer ausfällt. Im Gebiet der Hochterrasse ist im Mittel die Differenz geringer, andererseits zeigen die Mächtigkeiten der Aerogeophysik teilweise Maximalmächtigkeiten ($> 10\text{m}$), die in der Bohrdatenbank nicht vorkommen. Dazu ist folgendes festzustellen: Wie bereits eingangs erwähnt, besteht die Möglichkeit, dass bei den Mächtigkeiten in den Bohrungen die eigentliche Löss/Lösslehmbedeckung überschätzt werden können, wenn in den verwitterten Deckenschottern wenig bis keine Kieskomponenten in der Bohrung angetroffen wurden. Andererseits kann man die etwas bessere Mächtigkeitsbestimmung auf der Hochterrasse mit dem geringeren Verwitterungsgrad der Hochterrassenschotter erklären, die im Gegensatz zu den Älteren Deckenschottern weniger stark verwittert sind. So ist die Grenze zwischen Löss/Lösslehm zum liegenden Hochterrassenschotter mehr oder weniger scharf ausgebildet und dementsprechend besser modellierbar. Außerdem wurde der Vergleich mit den, auf ein regelmäßiges Grid interpolierten, Ergebnissen der Aerogeophysik durchgeführt und beinhaltet somit auch Effekte der Interpolation, die mit dem vorgegebenen Profilabstand von 200m wahrscheinlich die Kleinräumigkeit der unterschiedlichen Mächtigkeiten der Löss/Lösslehmbedeckung nicht exakt erfassen konnten. Zusätzlich muss man die laterale Auflösung der Aerogeophysik (bei ca. 50 m Flughöhe) mit einem Radius von $\sim 100\text{-}150\text{m}$ am Boden berücksichtigen (Differenzenplots siehe Abbildung 4.7 und 4.8).

Abb. 4.9 zeigt die Verteilung der Lössmächtigkeiten in Abhängigkeit der Hangexposition. Es lässt sich ein Trend Richtung N, NW exponierten Hängen zu etwas größeren Löss/Löslehmmächtigkeiten herauslesen. Dies entspricht nicht den zu erwartenden Paleowindrichtung aus N bzw. NW.

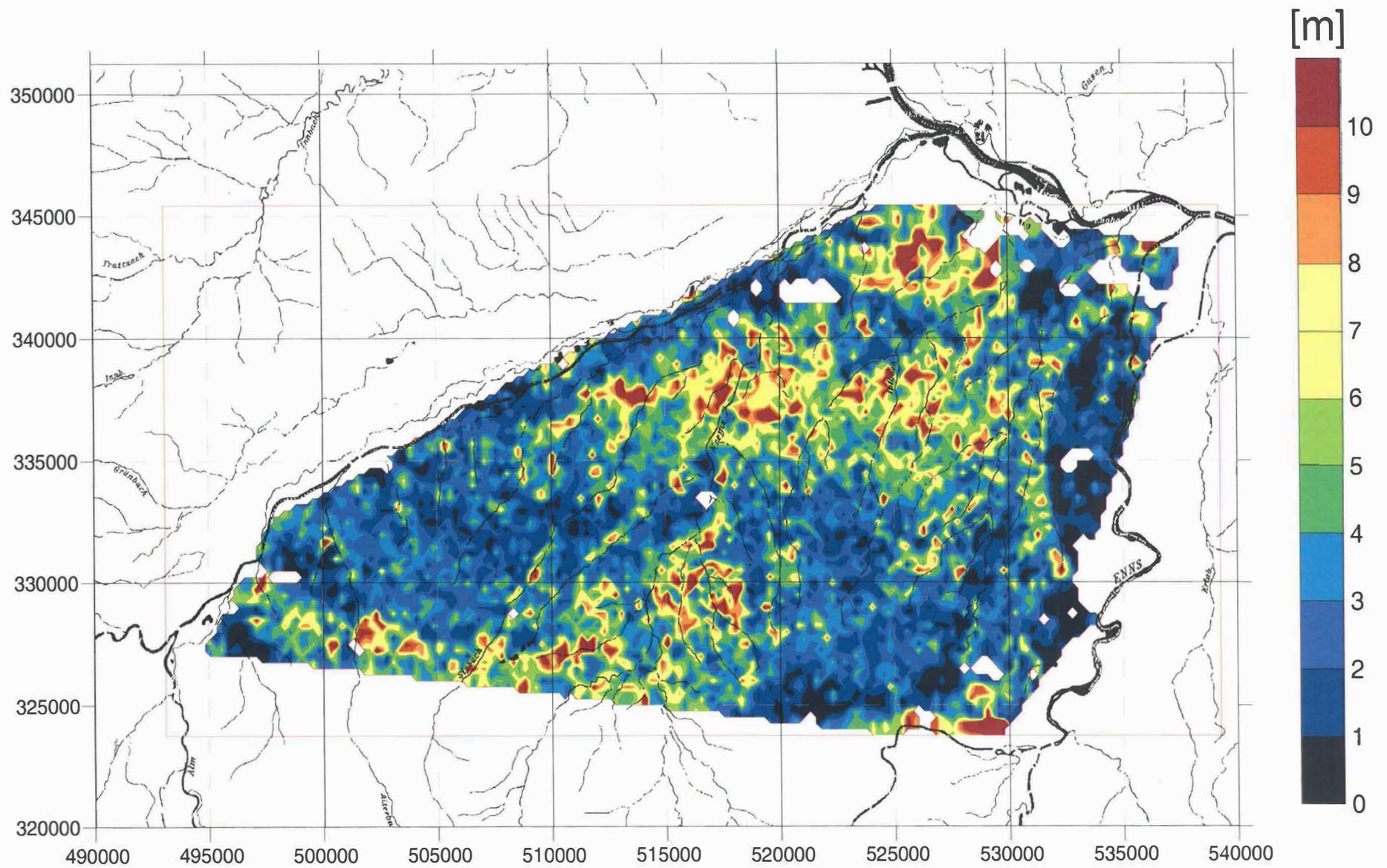


Abb. 4.6: Mächtigkeit der ersten Schicht aus aeroelektromagnetischer Modellrechnung

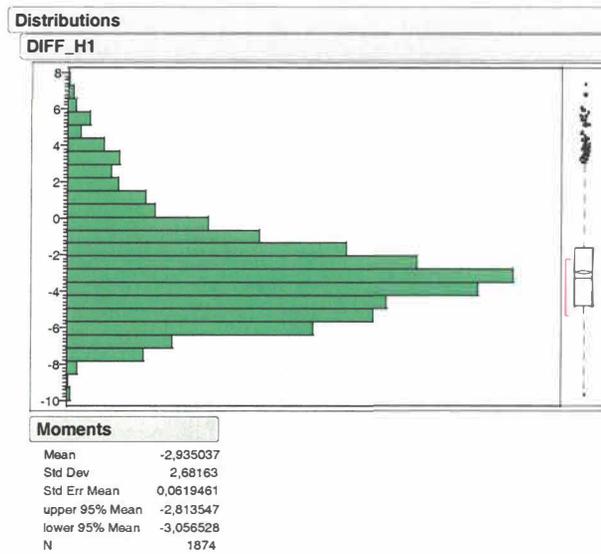
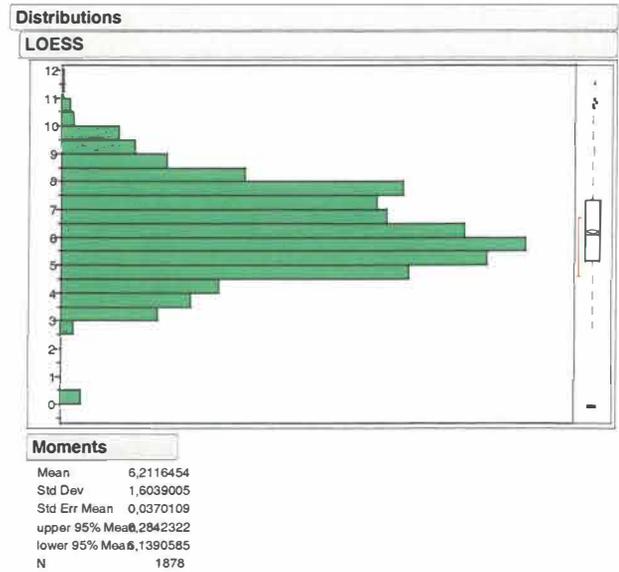
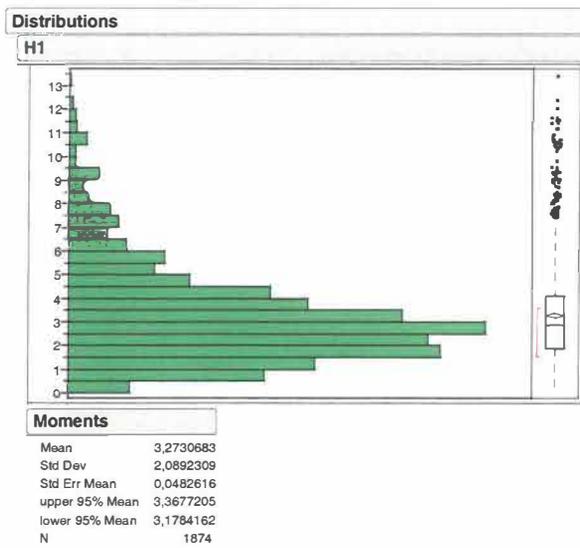


Abb. 4.7: Mächtigkeit 1. Schicht / Löss auf Ältere Deckenschotter aus Bohrdatenbank und Differenz

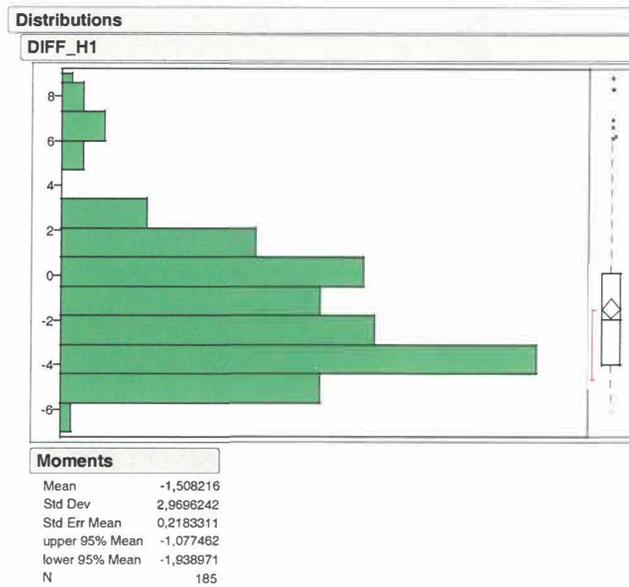
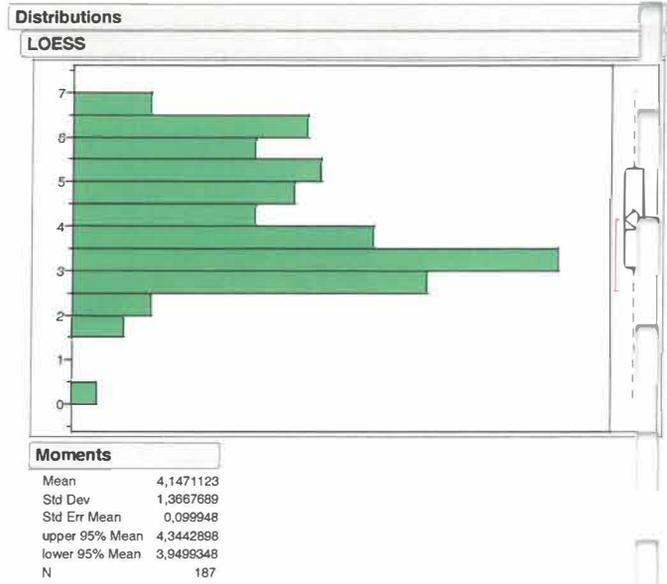
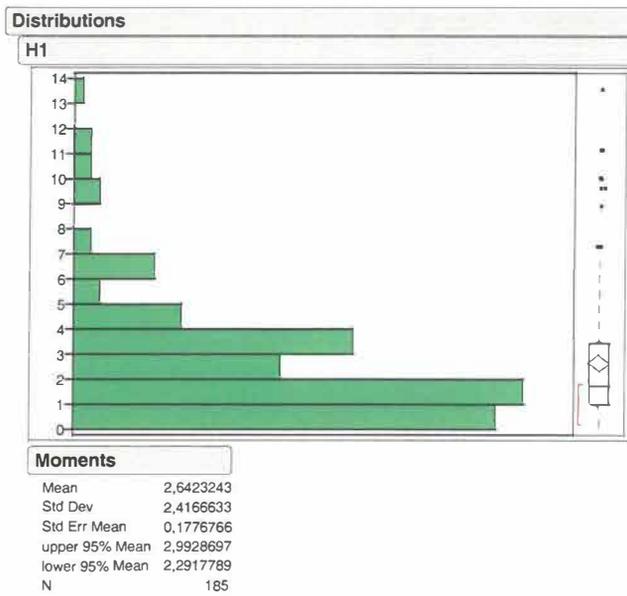


Abb. 4.8: Mächtigkeit 1. Schicht / Löss auf Hochterrasse aus Bohrdatenbank und Differenz

Verteilung der Lössmächtigkeit in Abhängigkeit zur Hangexposition

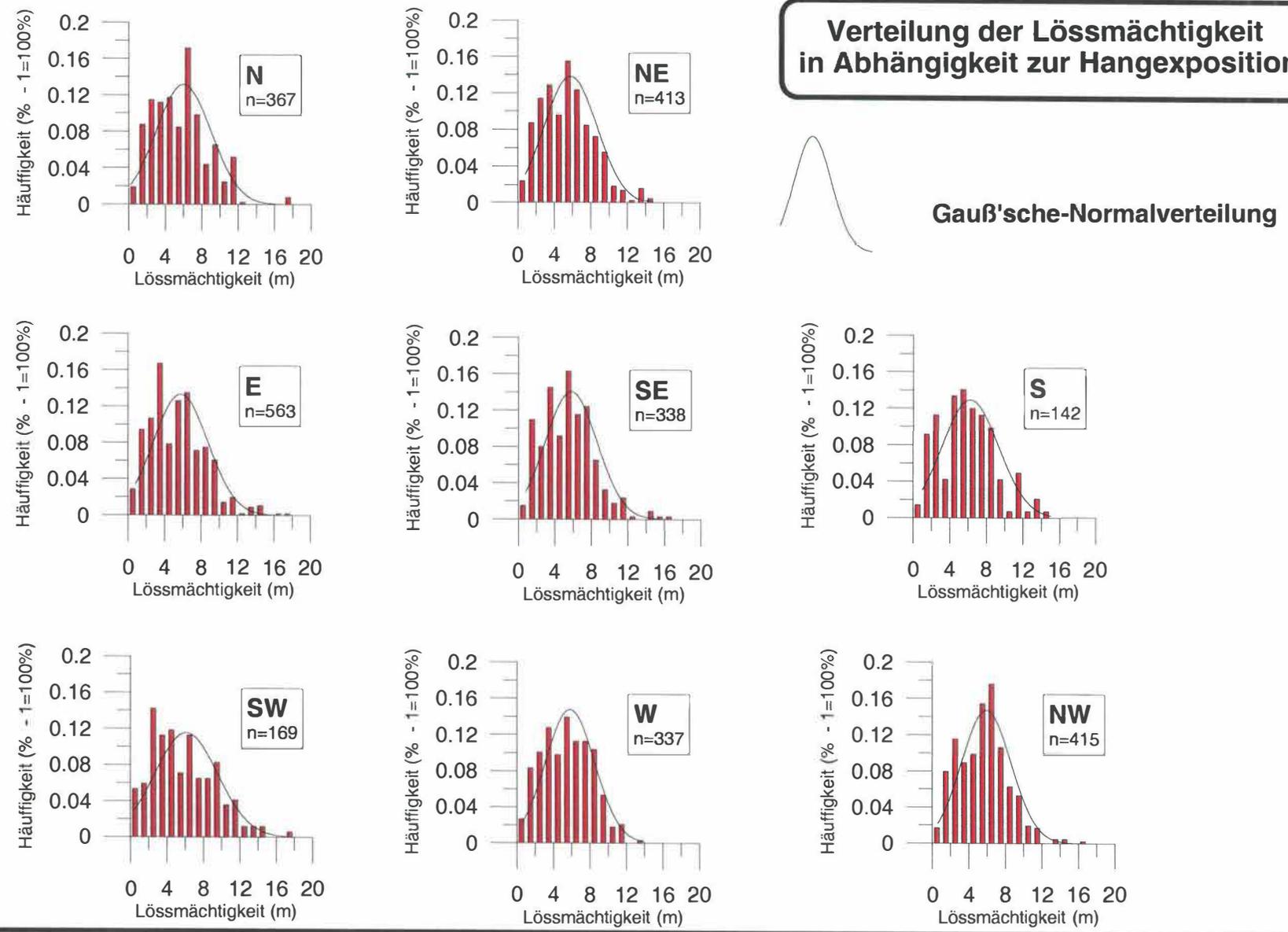


Abb. 4.9: Verteilung der Lössmächtigkeiten in Abhängigkeit der Hangexposition

Abb. 4.10 zeigt das Ergebnis der Mächtigkeit der zweiten Schicht (i.a. Kies). Sehr gut sind die größeren Mächtigkeiten im Süden des Messgebietes zu erkennen. Gegen Norden nimmt die Mächtigkeit dieser Schicht ab, wobei sich im Osten die Bereiche der Hochterrasse auch klar erkennbar abzeichnen. Auch hier wurde wieder ein Vergleich der Ergebnisse der Sand/Schottermächtigkeiten aus der Bohrdatenbank mit den Ergebnissen der 2. Schicht aus der Aeroelektromagnetik in den Gebieten der Älteren Deckenschotter bzw. der Hochterrasse durchgeführt (Abb. 4.11 und Abb. 4.12). Hier zeigen sich etwas größere Mächtigkeiten aus der Aeroeophysik im Bereich der Älteren Deckenschotter. Die Mächtigkeiten der Hochterrasse, die im Mittel ganz gut entsprechen, unterscheiden sich durch eine etwas andere Verteilung, wo einerseits viele geringe Mächtigkeiten (0-10 m) der Hochterrasse aus den Bohrungen und andererseits maximale Mächtigkeiten bis zu 50m angegeben werden, die in der Aeroeophysik in dieser Häufigkeit und in diesen Extremwerten nicht erreicht werden.

Die Abbildung 4.10A zeigt das Ergebnis einer probabilistischen Zweischichtinversion und in diesem Fall wird die Mächtigkeit der 1. Schicht als Tiefe zur Schlieroberkante interpretiert.

Durch Abziehen dieser Tiefe von der Topographie erhält man die Schlieroberkante in Meter über Adria (m.ü.A.).

Durch Vorgabe von Schwankungsbreiten des elektrischen Widerstandes der 1. (Summenparameter aus Löss/Lösslehm und Kies) und der 2. Schicht (Schlier) wurde aus der Vielzahl der möglichen EM-Modellen das für die vorliegende geologische Situation das wahrscheinlichste ausgewählt.

Obwohl noch Streifigkeiten in der Schlieroberkante vorliegen, zeichnen sich im Ostteil des Messgebietes Rinnenstrukturen ab. Zum einen ist die, aus der Literatur bekannte, „Rinne von Wolfers“ (NW von Steyr) (A), zum anderen ist, im nordöstlichen Teil des Untersuchungsgebietes, im Bereich der Hochterrasse, eine Rinnenstruktur (B) zu erkennen. Die N-S verlaufende Struktur dieser Rinne ist jedoch wegen der W-E verlaufenden Streifigkeit weniger gut erkennbar, als die Rinne von Wolfers. Für die Abklärung dieser Struktur wird Bodengeophysik und ein detailliertes Re-Processing der AEM Daten empfohlen.

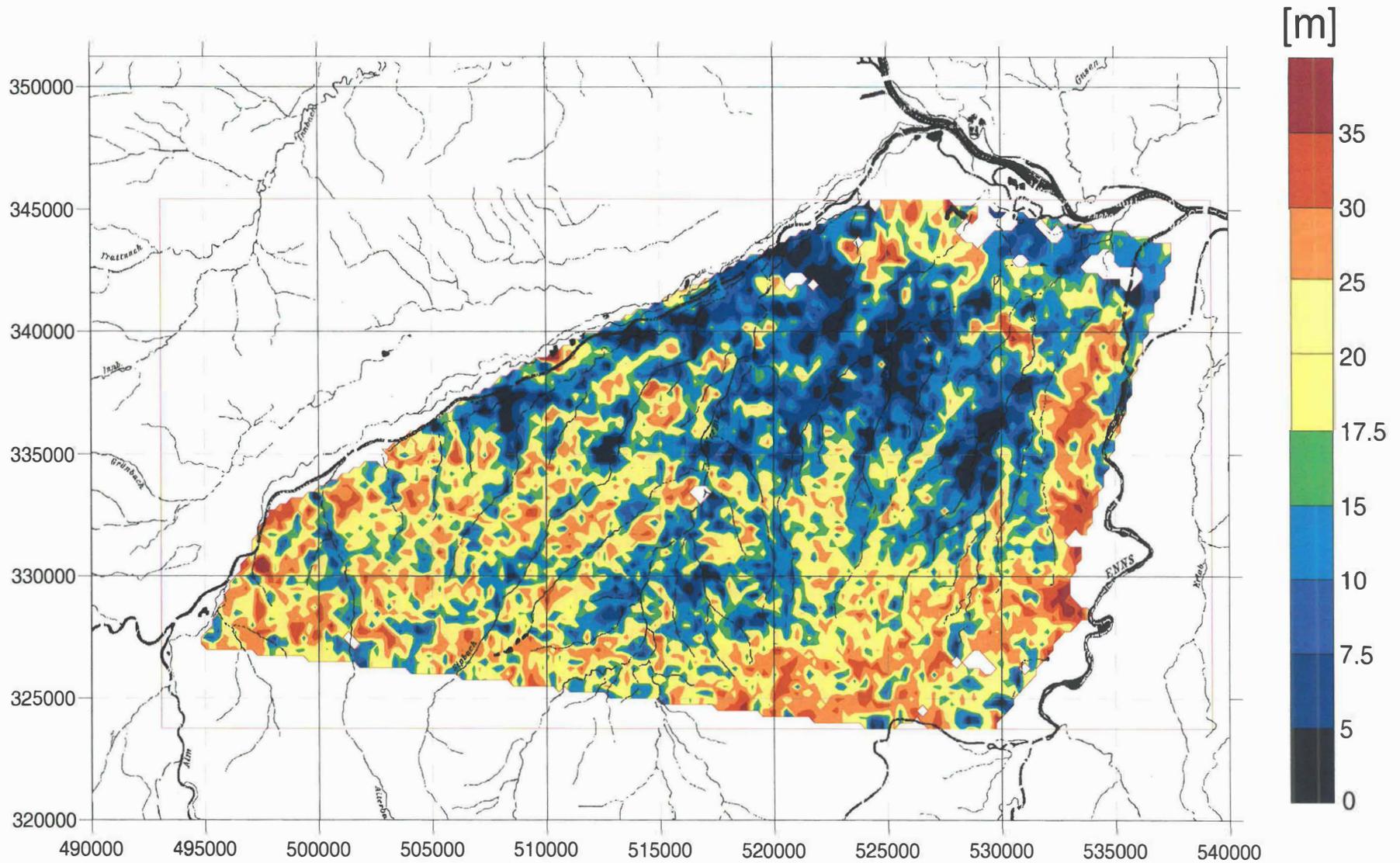


Abb. 4.10: Mächtigkeit der zweiten Schicht aus aeromagnetischer Modellrechnung

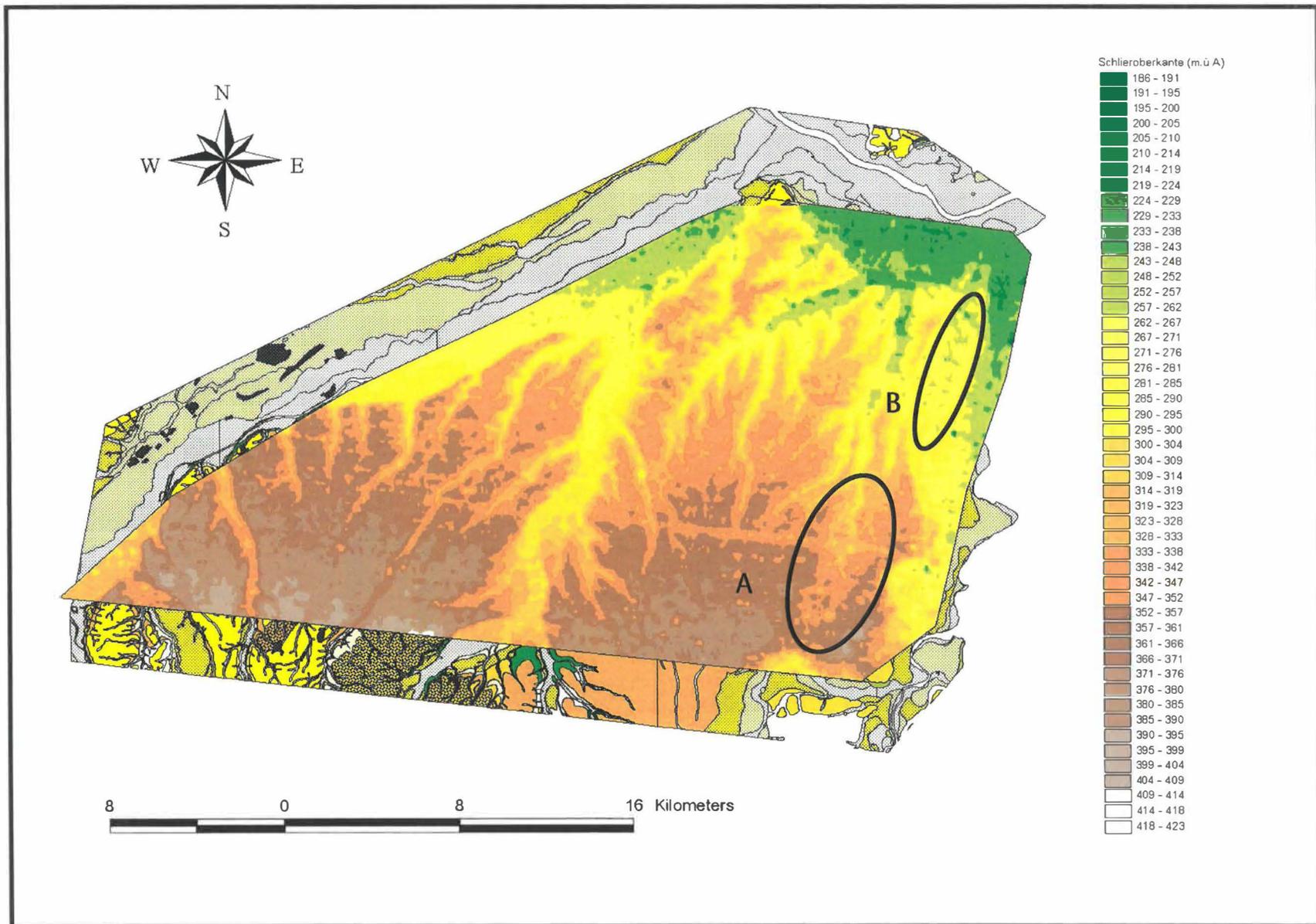


Abb. 4.10A: Schlieroberkante (m.ü.A.) aus aeroelektromagnetischer Modellrechnung

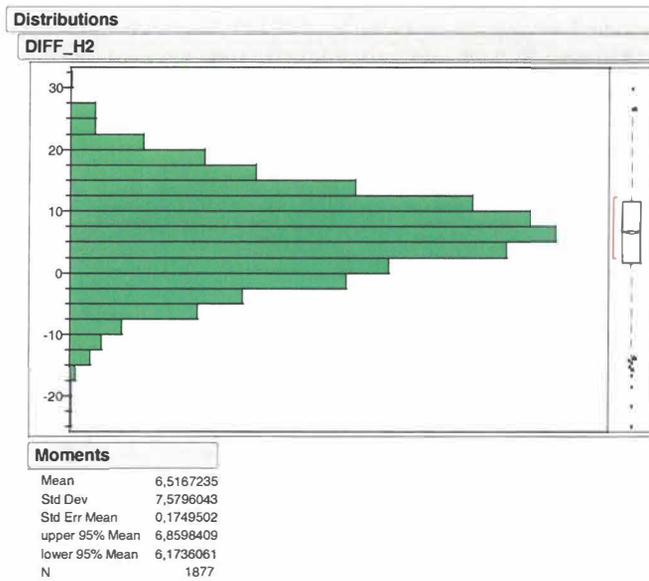
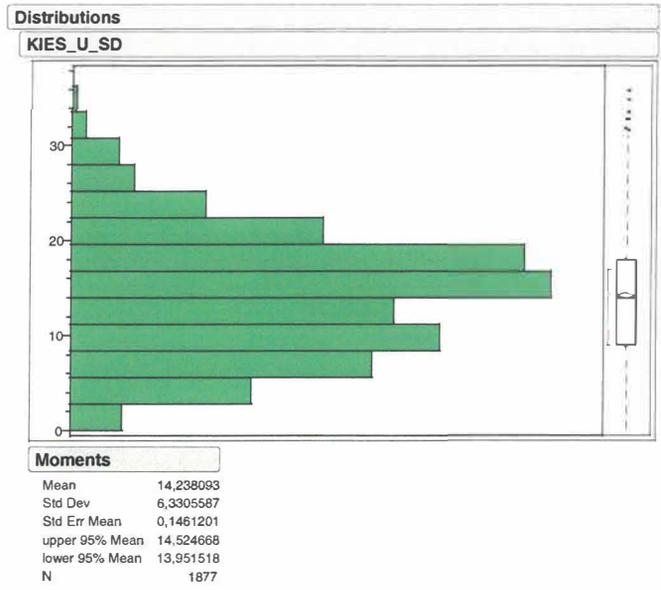
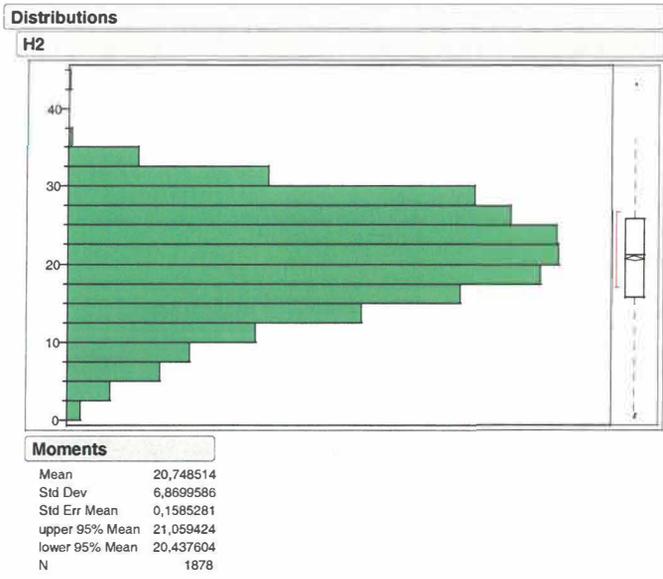
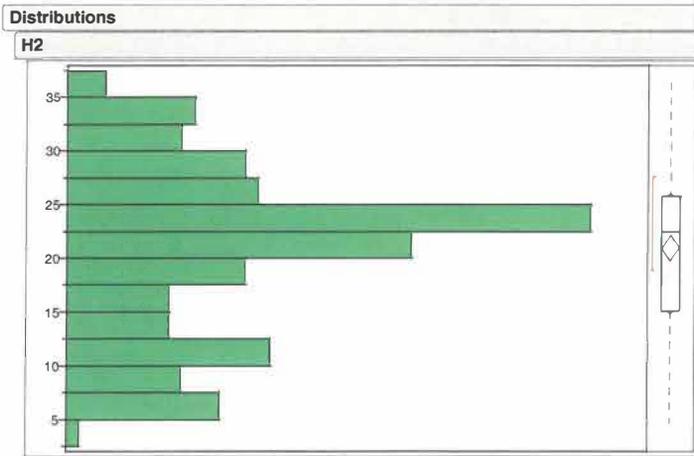
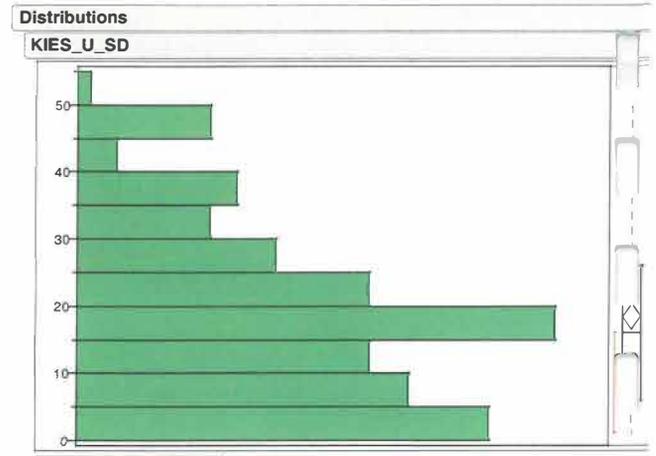


Abb. 4.11: Mächtigkeit 2. Schicht und Ältere Deckenschotter aus Bohrdatenbank und Differenz



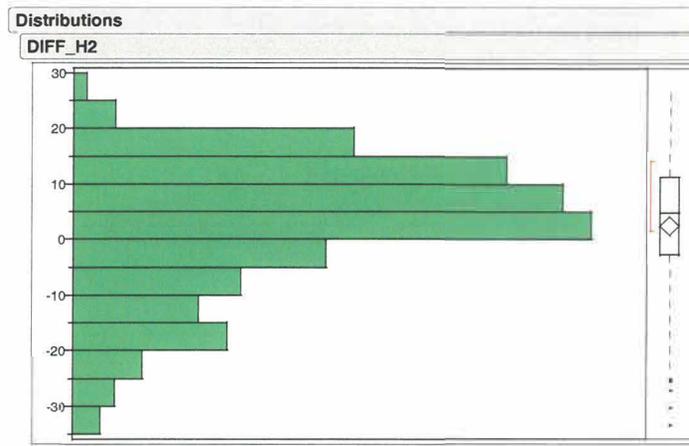
Moments

Mean	20,922139
Std Dev	7,7964118
Std Err Mean	0,5701301
upper 95% Mean	22,046892
lower 95% Mean	19,797386
N	187



Moments

Mean	18,407487
Std Dev	12,928681
Std Err Mean	0,9454388
upper 95% Mean	20,272648
lower 95% Mean	16,542325
N	187



Moments

Mean	2,5146524
Std Dev	11,684087
Std Err Mean	0,854425
upper 95% Mean	4,2002622
lower 95% Mean	0,8290426
N	187

Abb. 4.12: Mächtigkeit 2. Schicht der Hochterrasse aus Bohrdatenbank und Differenz

Detailkampagnen

Im Aeromessgebiet Traun/Ennsplatte wurden 3 Untersuchungsgebiete (exklusive den Detailgebieten Sierning und Neuhofen) bodengeophysikalisch untersucht. Im Folgenden soll auf diese 3 Untersuchungsgebiete:

- 1) Ansfelden
- 2) Kematen
- 3) Waidern

jeweils kurz eingegangen werden, die Ergebnisse der bodengeophysikalischen Vermessung präsentiert und interpretiert werden und mit den Ergebnissen der Modellrechnung der Aeroelektromagnetik verglichen werden.

KAMPAGNE 1 ANSFELDEN

Im Gebiet SW Ansfelden wurden 4 geoelektrische Profile auf unterschiedlichen geologischen Situationen vermessen:

In Tab. 4.1 ist die Lage der einzelnen geoelektrischen Profile im Bezug zur geologischen Situation und eine generalisierte, geophysikalische Schichtansprache der elektr. Widerstände angegeben. Abb. 4.13. zeigt die Lage der Geoelektrikprofile auf der geologischen Karte 1:200.000.

Profilnummer	Geologie lt. Karte	Widerstandsverteilung
1	Robulusschlier; a. str. einschl. basal fosilleere Zone	Schicht 1: 20-30 Ohmm Schicht 2. 10 Ohmm
2	Oberpliozänschotter	Schicht 1: 200 Ohmm Schicht 2. 10 – 50 Ohmm
3	Löss; Pleistozän	Schicht 1: bis 100 Ohmm Schicht 2. 10 Ohmm
4	Löss; Pleistozän	Schicht 1: bis 100 Ohmm Schicht 2. 10 Ohmm

Tab. 4.1: Geoelektrik, Geologie und generalisierte Schichtansprache

Abb. 4.14: Geoelektrik Profil 1 zeigt generell eine niederohmige Widerstandsverteilung, wobei tendenziell eine Schichtung von etwas höheren Widerständen (20-30 Ohmm) mit einer nach Osten zunehmenden Mächtigkeit auf niedrigeren Widerständen (~10 Ohmm) vorliegt. Bei Geoelektrikprofil 2 sind ganz klar die höherohmigen (~200 Ohmm) Oberpliozänschotter mit Mächtigkeiten von max. 10 m auf niederohmigen Bereichen zu erkennen. Die Profile 3 und 4 zeigen, dass hier Löss auf Schlier vorliegt, wobei der Löss z.T. höherohmig (80-100 Ohmm) ausgeprägt ist und Mächtigkeiten von ca. 5 m aufweist. Dies korreliert gut mit den in der Nähe befindlichen Bohrungen aus der Bohrdatenbank, die Lössmächtigkeiten von 4-6 m zeigen.

Abb. 4.15 zeigt einen Ausschnitt aus der Modellrechnung der aereoelektromagnetischen Modellrechnung, Mächtigkeit der ersten Schicht. Sehr gut sind hier die größeren Mächtigkeiten bis max. 10 m v.a. bei Geoelektrik Profil 2 im Bereich der Oberpliozänschotter zu erkennen.

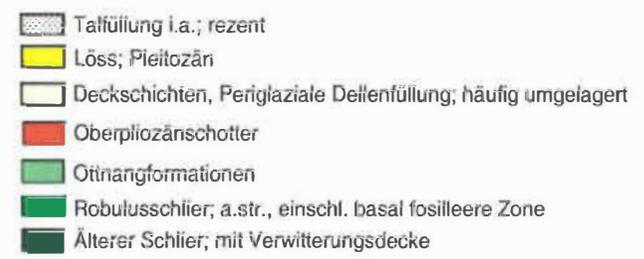
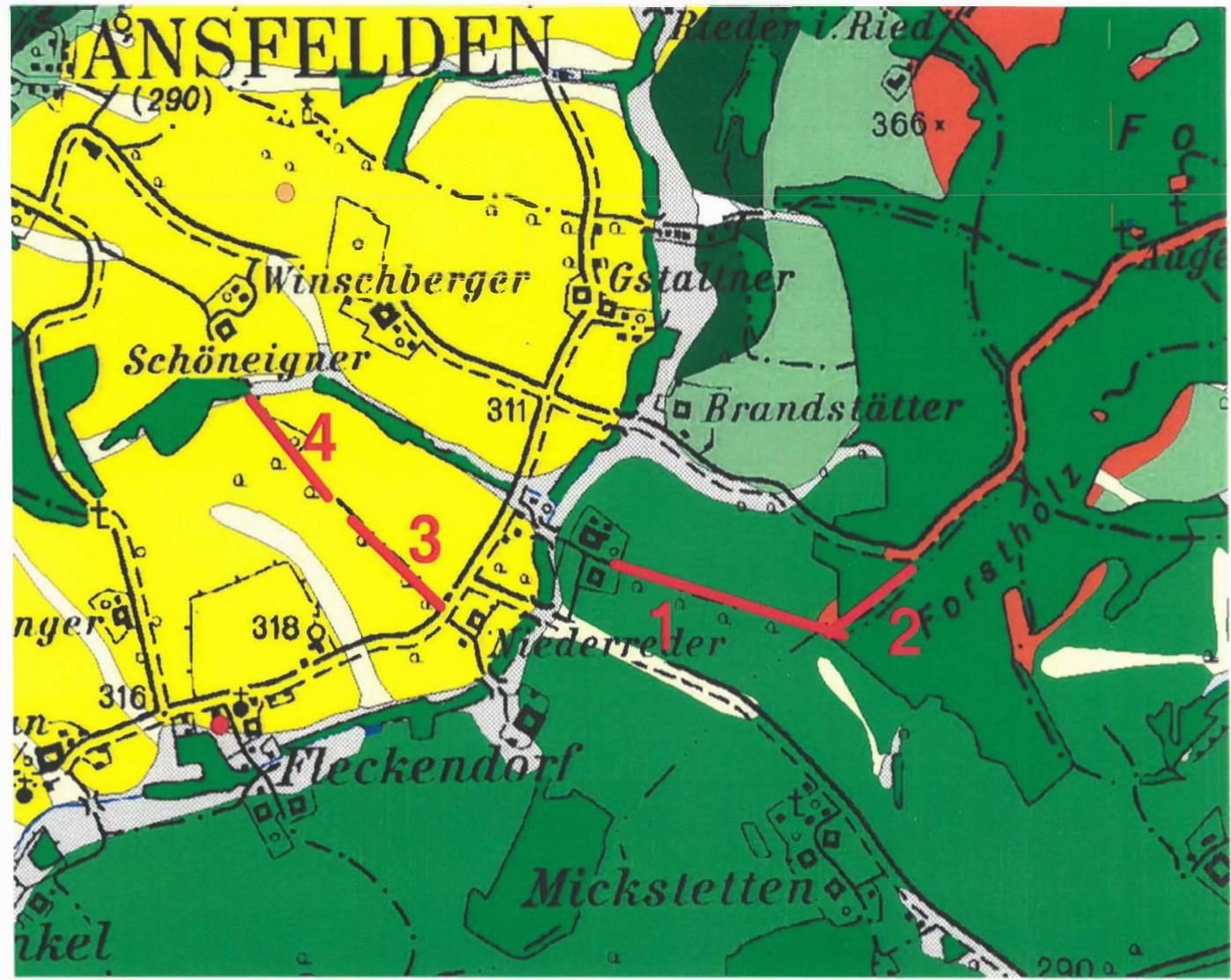
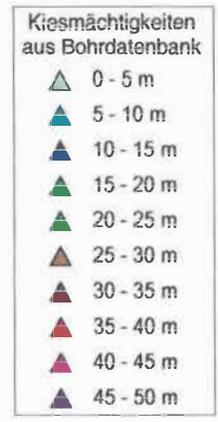


Abb. 4.13: Lageplan der geoelektrischen Profile auf Ausschnitt der geologischen Karte 1:200.00 im Messgebiet Ansfelden

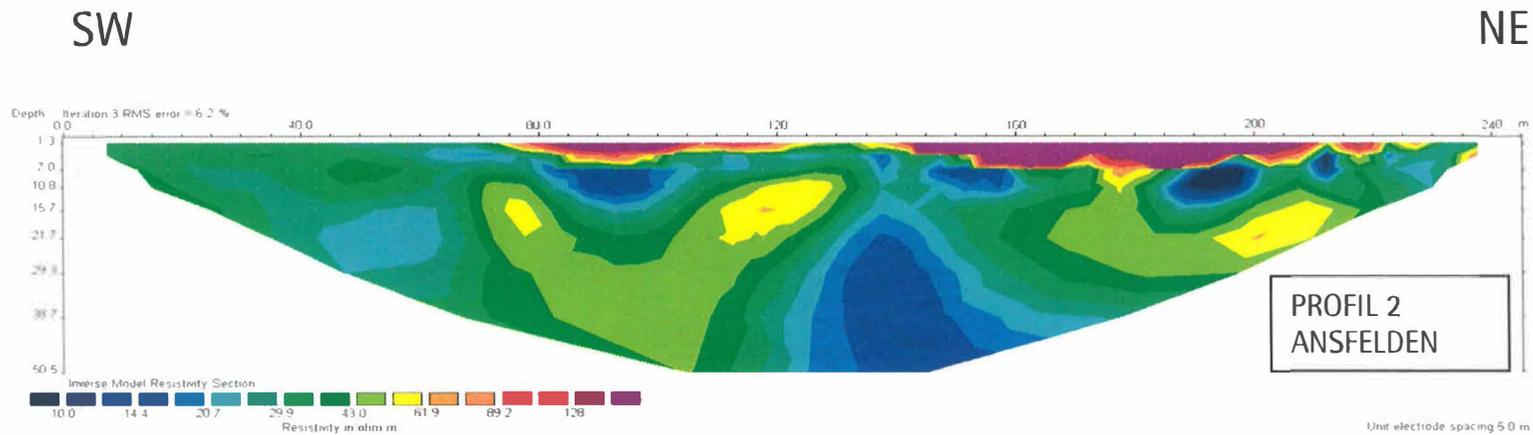
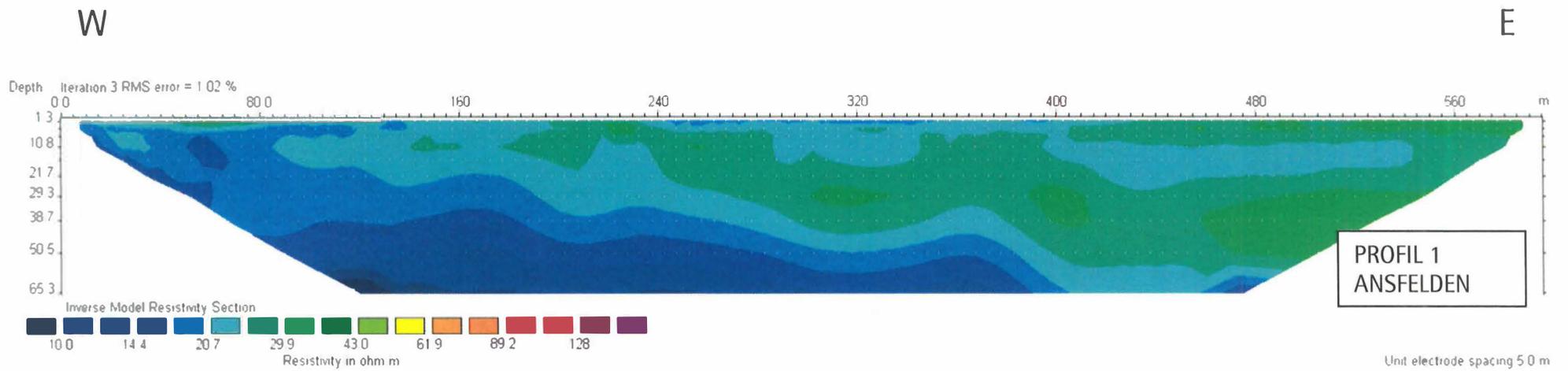
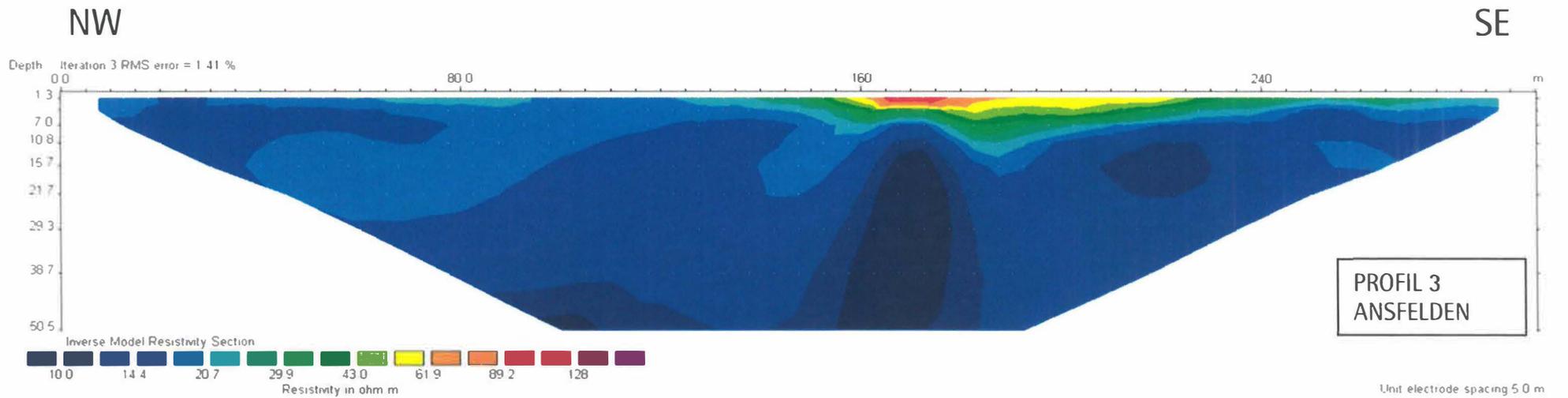
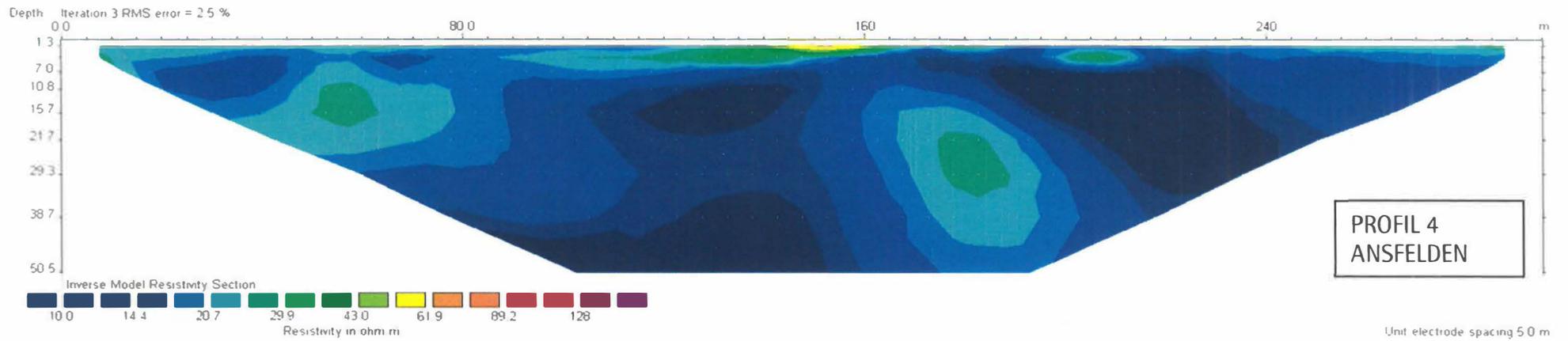


Abb. 4.14: Ergebnis der bodengeoelektrischen Profile als Widerstands/Tiefenplot im Messgebiet Ansfelden

Fortsetzung Abb. 4.14



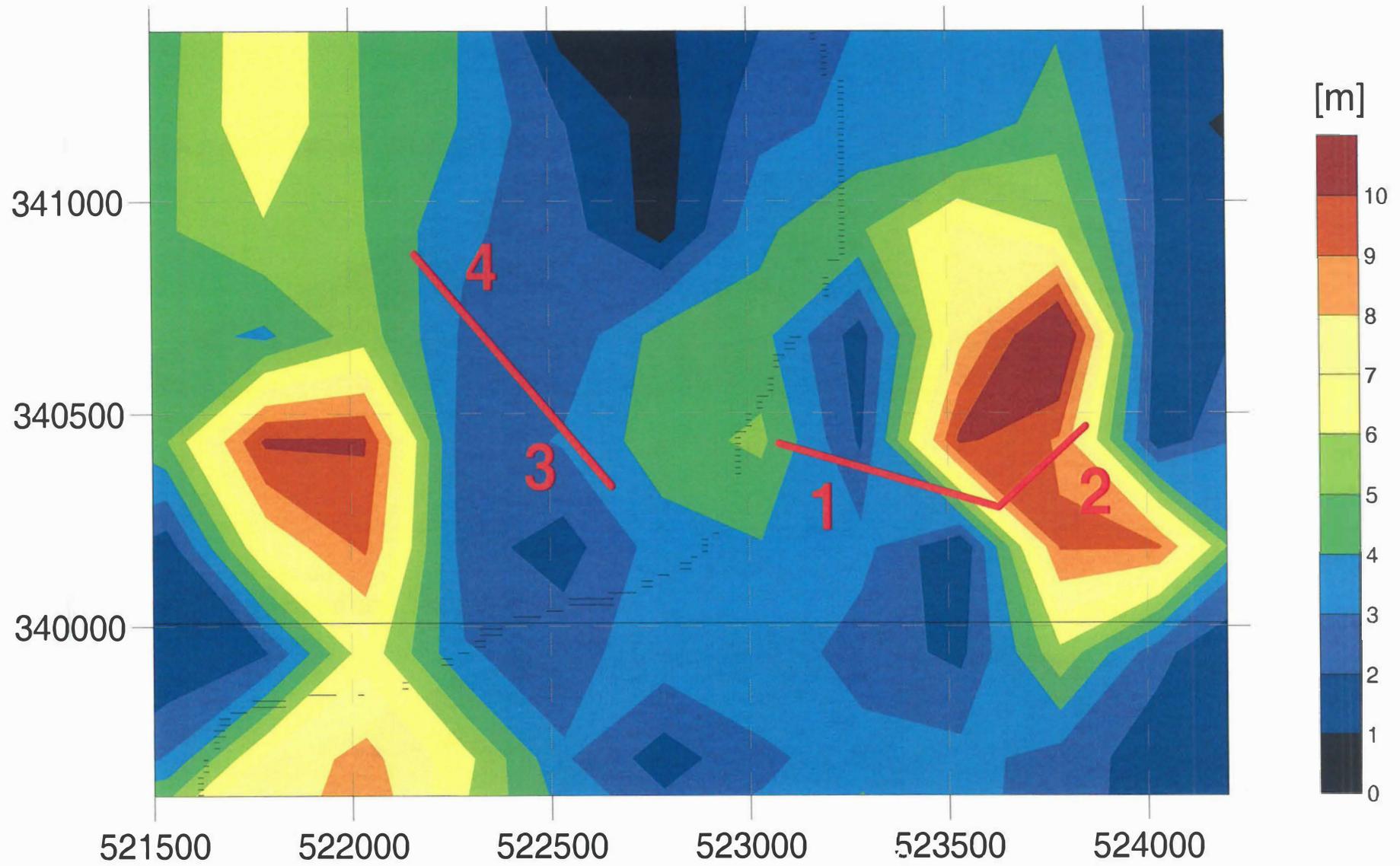


Abb. 4.15: Ergebnis der aeromagnetischen Modellrechnung, Mächtigkeit 1. Schicht
 Ausschnitt Messgebiet Ansfelden

KAMPAGNE 2 KEMATEN

Im Gebiet NW Kematen wurde 1 geoelektrisches Profil vermessen:

In Tab. 4.2 ist die Lage des geoelektrischen Profils im Bezug zur geologischen Situation und eine generalisierte, geophysikalische Schichtansprache der elektr. Widerstände angegeben. Abb. 4.16. zeigt die Lage des Geoelektrikprofils auf der geologischen Karte 1:200.000.

Profilnummer	Geologie lt. Karte	Widerstandsverteilung
1	Ältere Deckenschotter mit Stablehm- und Verwitterungsdecke	Schicht 1: 20-60 Ohmm Schicht 2. bis 700 Ohmm Schicht 3. < 50 Ohmm

Tab. 4.2: Geoelektrik, Geologie und generalisierte Schichtansprache

Abb. 4.17: Das Geoelektrik Profil 1 zeigt eindeutig einen 3-Schichtfall, wobei eine niederohmige erste Schicht mit Widerständen von 20-60 Ohmm vorliegt. Die Ergebnisse der Bohrungen zeigen ziemlich unterschiedliche Mächtigkeiten auf kurzer Entfernung für diese als Stablehmdecke angesprochene Deckschicht. Diese werden in der Geoelektrik für die erste Schicht mit Mächtigkeiten von 5-10 m bestätigt. Darunter folgen die Älteren Deckenschotter mit Mächtigkeiten von 10-20 m lt. Bohrdatenbank. Die hochohmige 2. Schicht mit Widerständen bis 700 Ohmm zeigt generell etwas größere Mächtigkeiten zum liegenden Schlier, was aber auf das Problem der höherohmigen Deckenschotter, wie vorher diskutiert, zurückzuführen ist. Jedenfalls ist eindeutig eine niederohmige 3. Schicht zu erkennen, die den Schlier darstellt.

Zu erwähnen wäre noch, dass die Darstellung des Profils hier im Gegensatz zu den Profilen im Messgebiet Ansfelden, mit einer anderen Farbverteilung durchgeführt wurde.

Im Ausschnitt der aeroelektromagnetischen Modellrechnung, Mächtigkeit der zweiten Schicht (Abb. 4.18), zeichnet sich sehr gut der Bereich der Älteren Deckenschotter (höhere Mächtigkeiten, gelb bis braun) ab, die nach Norden durch den Robulusschlier bzw. den Talfüllungen im Bereich des Dambaches und nach Süden durch die rezenten Talfüllungen der Krems (geringe Mächtigkeiten, blau) begrenzt sind. Die Mächtigkeiten der Älteren Deckenschotter sind nach dem Ergebnis der Modellrechnung im Vergleich zu den Bohrungen etwas zu hoch.

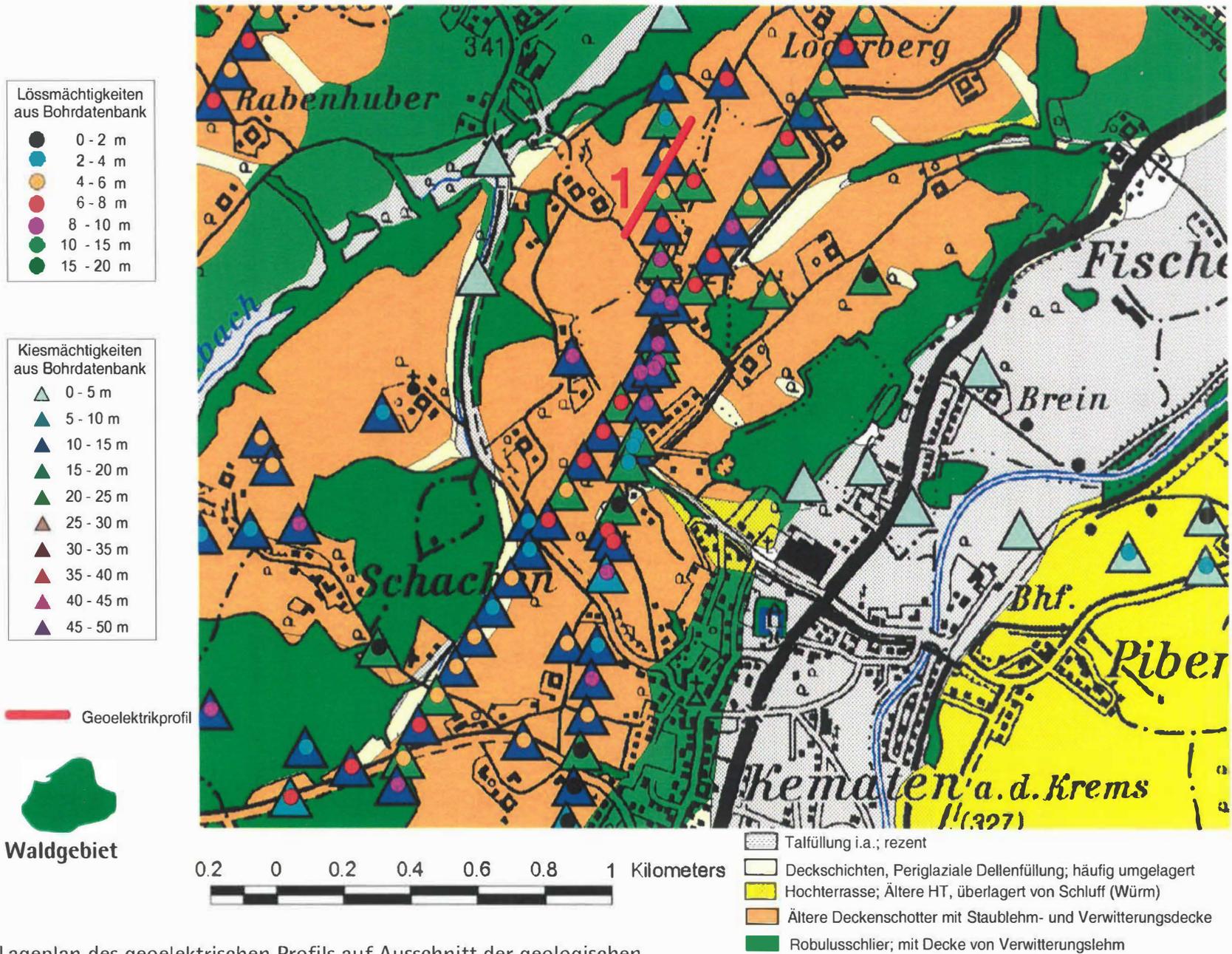


Abb. 4.16: Lageplan des geoelektrischen Profils auf Ausschnitt der geologischen Karte 1:200.00 im Messgebiet Kematen

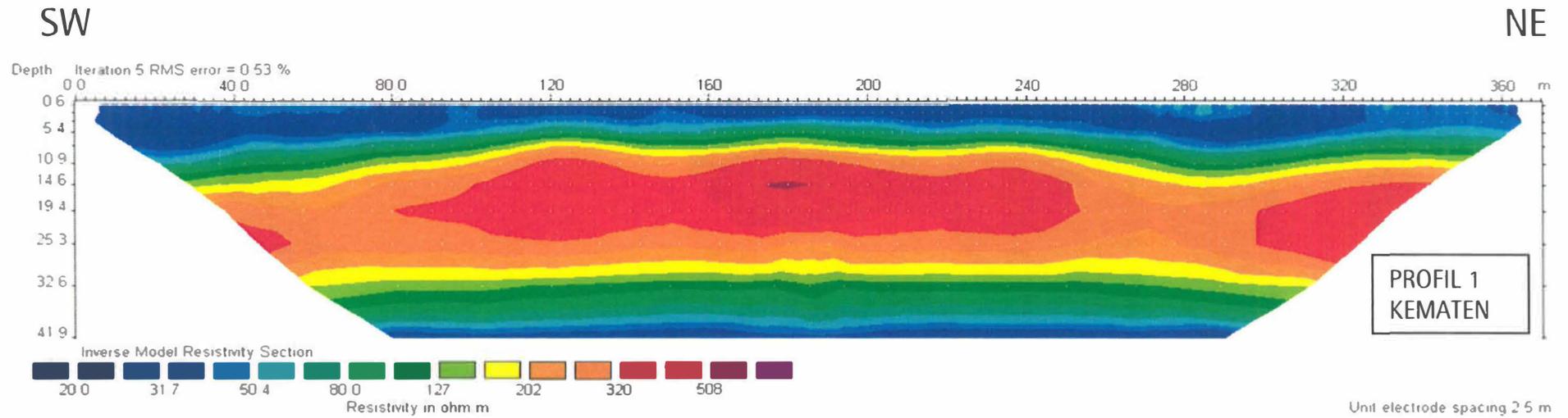


Abb. 4.17: Ergebnis des bodengeoelektrischen Profils als Widerstands/Tiefenplot im Messgebiet Kematen

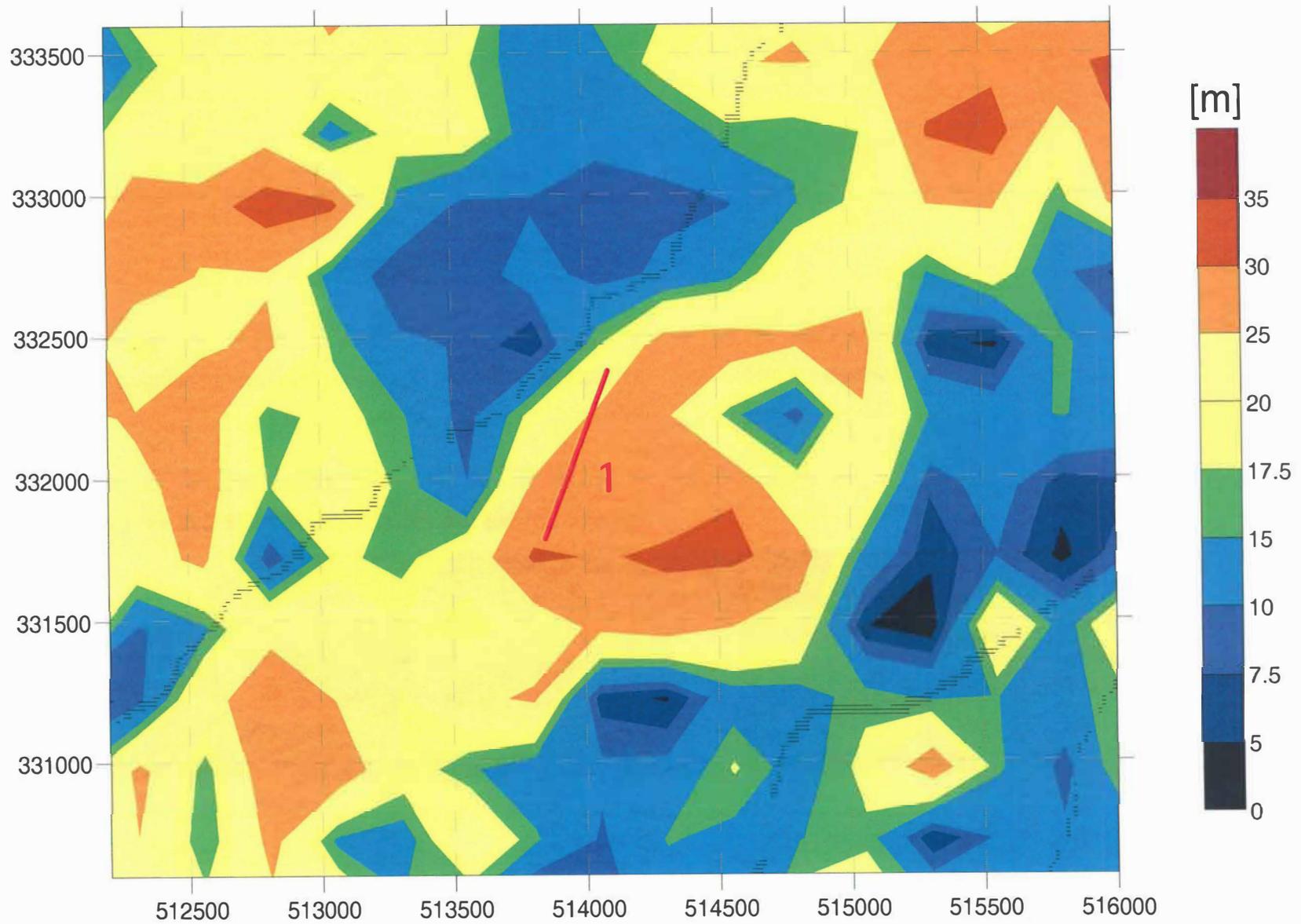


Abb. 4.18: Ergebnis der aeroelektromagnetischen Modellrechnung, Mächtigkeit 2. Schicht
Ausschnitt Messgebiet Kematen

KAMPAGNE 3 WAIDERN

Im Gebiet S Waidern wurde ein geoelektrisches Profil vermessen. Die Lage auf dem Ausschnitt der geologischen Karte 1:200.000 ist in Abb. 4.19 dargestellt.

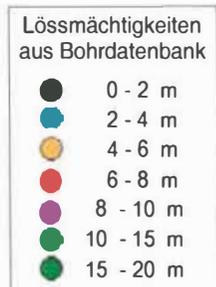
In Tab. 4.3 ist die Lage des einzelnen geoelektrischen Profils im Bezug zur geologischen Situation und eine generalisierte, geophysikalische Schichtansprache der elektr. Widerstände angegeben.

Profilnummer	Geologie lt. Karte	Widerstandsverteilung
1	Ältere Deckenschotter mit Staublehm- und Verwitterungsdecke Talfüllung i.a.; rezent	Schicht 1: 20-60 Ohmm Schicht 2. bis 700 Ohmm Schicht 3. < 50 Ohmm

Tab. 4.3: Geoelektrik, Geologie und generalisierte Schichtansprache

Abb. 4.20: Das Geoelektrik Profil 1 Waidern zeigt auch hier eindeutig einen 3-Schichtfall, wobei eine niederohmige erste Schicht mit Widerständen von < 60 Ohmm vorliegt, deren Mächtigkeit in guter Korrelation mit den Bohrungen um die 5 m beträgt. Anders stellt sich die Situation im Bereich der Talfüllung (Profilmeter 200 – 250) eines kleinen Baches dar. Hier scheint die Deckschicht tw. zu fehlen und die Älteren Deckenschotter westlich des Baches bis an die Geländeoberkante zu reichen. Diese Situation in den abflusslosen Rinnen scheint ziemlich typisch für das Gebiet im Süden der Traun/Ennsplatte zu sein. Auch in anderen Untersuchungsgebieten in Sierning/Oberwolfen bzw. in Neuhofen ist das Phänomen der fehlenden Deckschichten bzw. ausbeißenden Schotter zu beobachten. Auch eine Bohrung (nördlich des Profils) am Rand dieser als rezente Talfüllung angesprochenen Bereiche weist Mächtigkeiten von 0-2 m aus. Eine Differenzierung in den elektr. Widerständen für die älteren Deckenschotter von Werten zwischen 130 bis über 500 Ohmm ist zu beobachten.

In Abb. 4.21 ist ein Ausschnitt der aereoelektromagnetischen Modellrechnung, Mächtigkeit der zweiten Schicht im Gebiet um Waidern dargestellt. Die Bereiche der Älteren Deckenschotter sind durch Mächtigkeiten von 20-30 m gekennzeichnet. In den abflusslosen Rinnen bzw. in den rezenten Talfüllungen des Piberbaches ist eine Abnahme der Mächtigkeiten auf ca. 15m zu beobachten, die Richtung NW, wo am Rand dieser Rinnen der Schlier ausbeißt, weiter abnimmt.



— Geoelektrikprofil

Waldgebiet

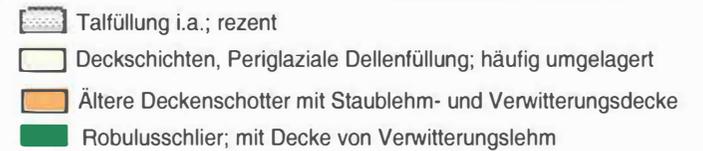
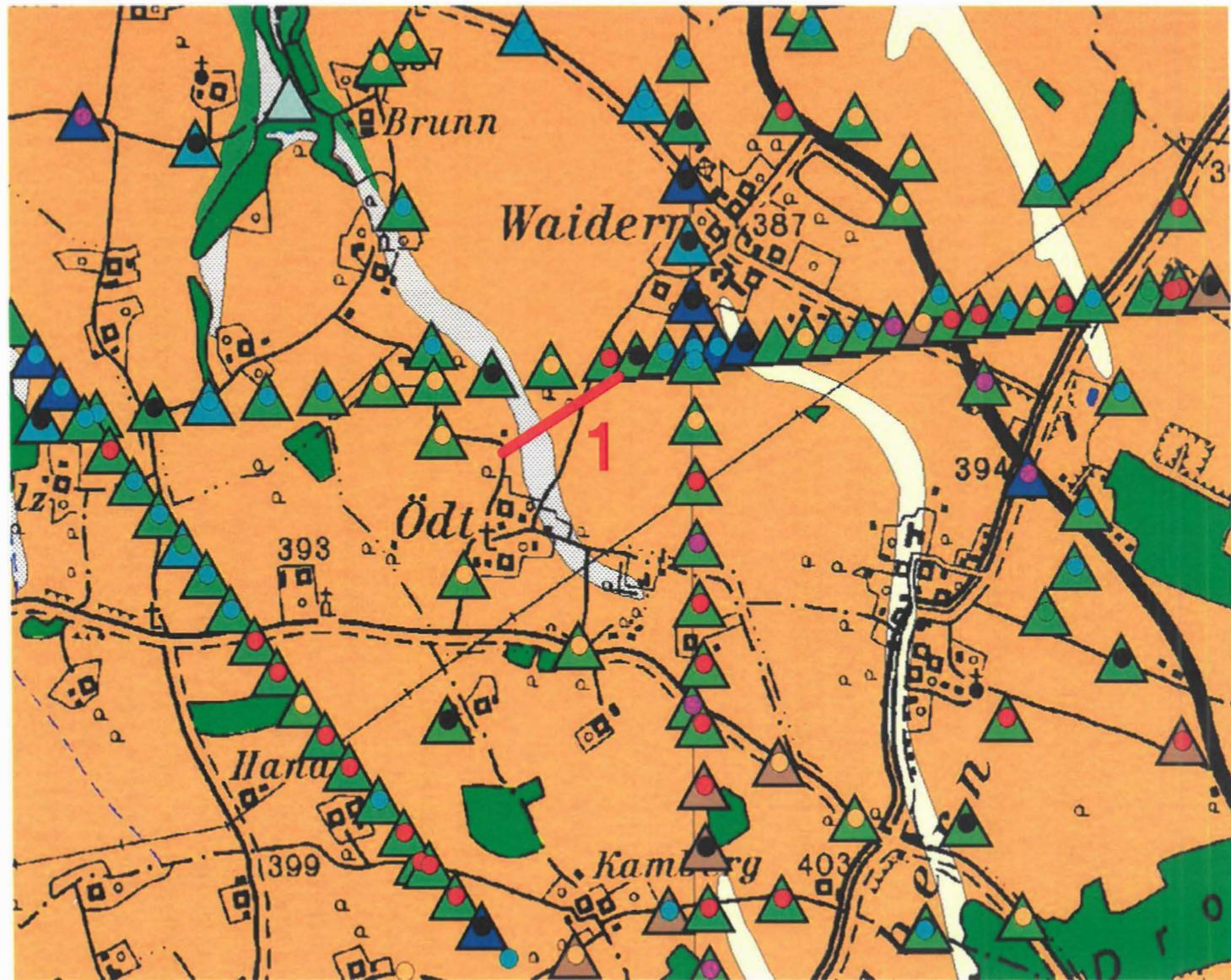


Abb. 4.19: Lageplan des geoelektrischen Profils auf Ausschnitt der geologischen Karte 1:200.00 im Messgebiet Waidern

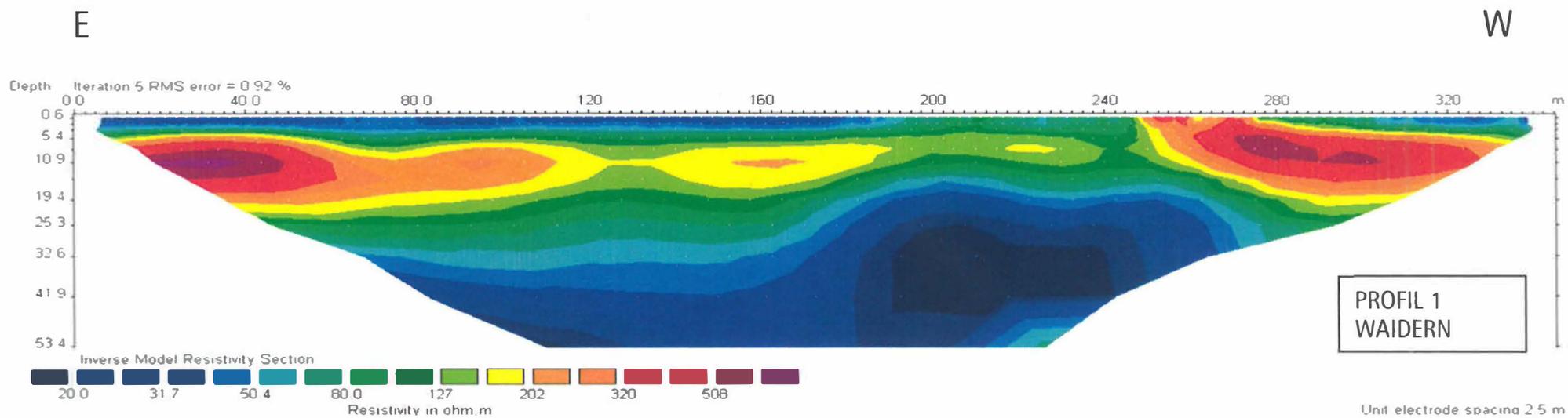


Abb. 4.20: Ergebnis des bodengeoelektrischen Profils als Widerstands/Tiefenplot im Messgebiet Waidern

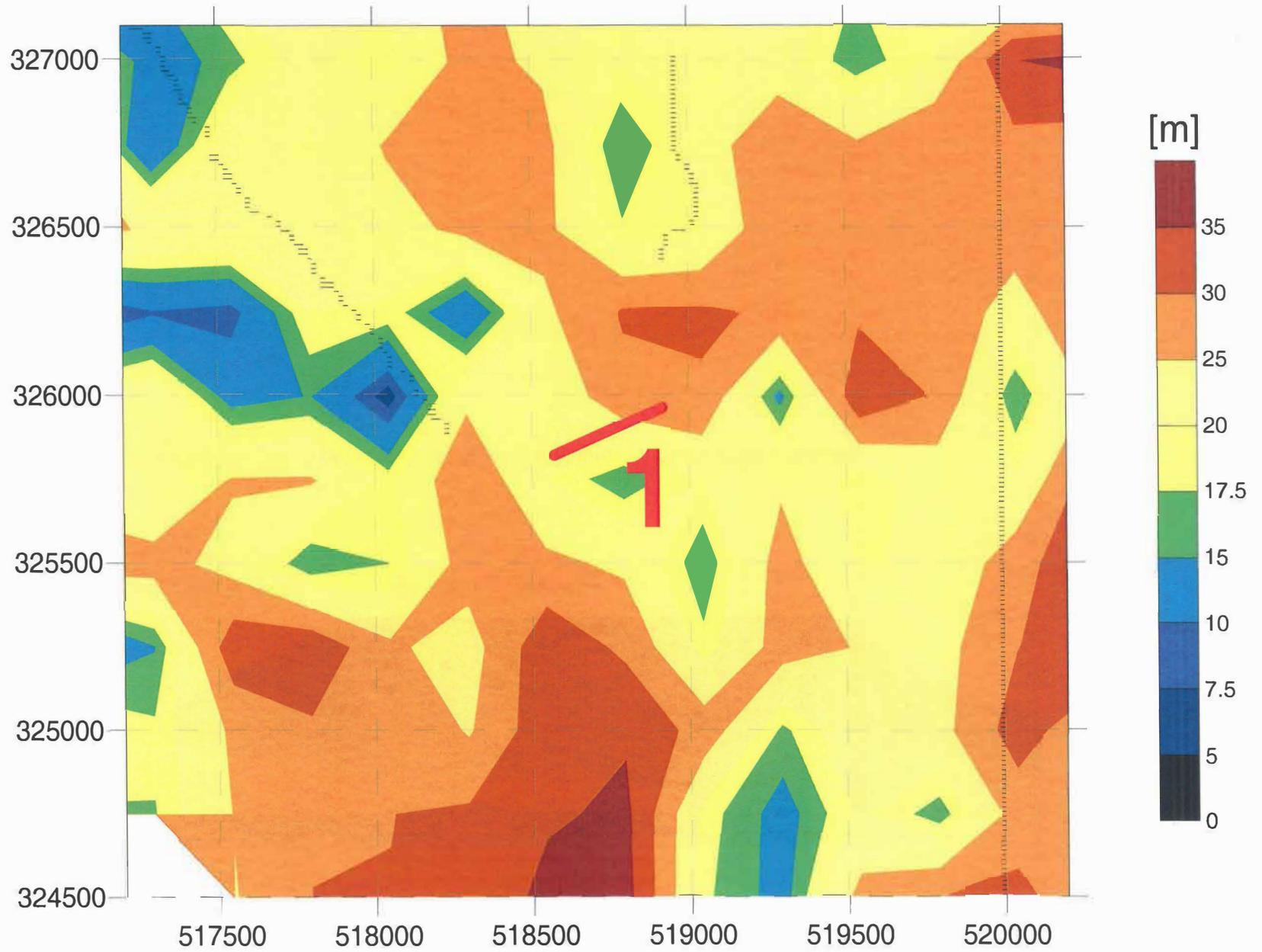


Abb. 4.21: Ergebnis der aeroelektromagnetischen Modellrechnung, Mächtigkeit 2. Schicht
Ausschnitt Messgebiet Waidern

4.2 Detailgebiet Sierning/Oberwolfen

Einleitung

Im Detailgebiet Sierning/Oberwolfen wurde die umfangreichste bodengeophysikalische Kampagne, bestehend aus 10 Profilen Geoelektrik und 14 Profilen Refraktionsseismik, in Kombination mit einer Bohrkampagne zur Charakterisierung der Untergrundverhältnisse und zur Verifizierung der aeroelektromagnetischen Resultate durchgeführt. Bevor auf die eigentlichen geophysikalischen/geologischen Ergebnisse hinsichtlich der Interpretation bezüglich der Mächtigkeiten der Löss/Lösslehmbedeckung und der Deckenschotter näher eingegangen wird, soll noch die Problematik bei der komplexen Vorgangsweise, die zu den eigentlichen Ergebnissen führt, etwas ausführlicher dargestellt werden.

Das Ergebnis der aerogeophysikalischen Vermessung zeigt, dass es im Rahmen einer gewissen Unschärfe möglich ist, Aussagen über Mächtigkeiten der Löss/Lösslehmbedeckung und der Deckenschotter zu tätigen. Diese Unschärfe umfasst einerseits die bereits angesprochene Problematik der Grenzziehung zwischen überlagernder Löss/Lösslehmdecke zu den Deckenschottern hinsichtlich der physikalischen Unterscheidbarkeit in einem eher schwach kiesig ausgebildeten Übergangsbereich der stark verwitterten Deckenschotter, andererseits die Genauigkeitsaussagen der geophysikalischen Messwerte per se. Hier muss dem Interpretieren der geophysikalischen Ergebnisse klar sein, dass Aussagen der Mächtigkeit aus der Aerogeophysik in erster Linie zueinander relativ, d.h. strukturell und nicht 100-prozentig absolut zu nehmen sind.

Zur Untersuchung der Mächtigkeiten der Löss/Lösslehmbedeckung wurden einerseits die geoelektrischen (und hier v.a. die Profile mit geringeren Elektrodenabständen) und die seismischen Profile herangezogen. Andererseits wurden die Bohrungen aus der Bohrdatenbank und die von uns durchgeführten Schneckenbohrungen und Rammkernsondierungen zur Interpretation und Verifikation der aerogeophysikalischen Ergebnisse verwendet. Zunächst wurden die, an den einzelnen Geophysikprofilen situierten Bohrpunkte, zur Interpretation der, aus den geophysikalischen Bodenmessungen erhaltenen Ergebnisparameter (elektr. Widerstände bzw. seismische Geschwindigkeiten) verwendet und die Ergebnisse der Geoelektrik und Seismik miteinander abgeglichen. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass eine gute Übereinstimmung mit den Bohrergebnissen und den geophysikalischen Messungen besteht. Dies war gleichzeitig Ausgangspunkt, um eine Eingrenzung der Variablen im Auswerteverfahren der aeroelektromagnetischen Modellrechnung der Wahrscheinlichkeiten als Vorgabe für die vertikale Verteilung der elektr. Widerstände an bestimmten Punkten zu definieren. Ziel dieser Vorgangsweise ist es, die dateninherente Mehrdeutigkeit der Modellergebnisse aus der Aeroelektromagnetik durch gemessene Widerstandsverteilungen deutlich zu reduzieren und dadurch die geologische Aussagekraft zu verbessern. Dieses Zusammenspiel zwischen Bodengeophysik und Aerogeophysik ist einerseits eine notwendige Voraussetzung, um die Qualität der aerogeophysikalischen Modellrechnung deutlich zu

verbessern, andererseits muss gesagt werden, dass dies sehr wohl auch ein iterativer Prozess ist, der einen beträchtlichen Input an geologischer Information bzw. know how erfordert, der, wie bereits ausgeführt, nur im Wechselspiel zwischen Geophysiker und Geologen möglich ist. Dies zeigt sich auch an der eingangs erwähnten Problematik bei der Interpretation der Mächtigkeiten der Deckenschotter aus den bodengeoelektrischen Profilen, v.a. dort wo sehr hohe elektr. Widerstände auftreten. Dies bedeutet weiters, dass eine abschließende geologische Interpretation des geophysikalischen Ergebnisses in Zusammenarbeit mit einem Geophysiker durchgeführt werden sollte und dementsprechend mit einem nicht unbeträchtlichen Zeitaufwand verbunden ist.

Man beachte, dass für die Darstellung der geoelektrischen Ergebnisse eine andere Farbverteilung als in vorhergehenden Untersuchungsgebiete gewählt wurde.

Tab. 4.4 gibt einen Überblick über die geoelektrischen Profile, deren Lage im Bezug zur lokalen Geologie und eine generalisierte geophysikalische Schichtansprache der elektrischen Widerstände.

Abb. 4.22. zeigt die Lage der bodengeophysikalischen geoelektrischen Profile und die Mittelpunkte der seismischen Auslagen im Detailgebiet Sierning/Oberwolfen. Auf den Abbildungen 4.23 und 4.24 sind die Positionen der Schneckenbohrungen bzw. der Rammkernsondierungen zu sehen.

Im Anschluss wird auf die beiden Fragestellungen bezüglich Löss/Lösslehmbedeckung und den Älteren bzw. Jüngeren Deckenschottern im Rahmen einer komplexen Interpretation näher eingegangen. Es soll aber nochmals deutlich gemacht werden, dass im Rahmen dieses Berichtes nicht auf alle möglichen Fragestellungen eingegangen werden kann. Detailliertere bzw. weitere Untersuchungsziele sollten in spezifischen Detailprojekten behandelt werden.

Profilnummer	Geologie lt. Karte	Widerstandsverteilung
1	Jünger Deckenschotter überlagert von Lösslehm Talfüllung i.a.; rezent	Schicht 1: 40-100 Ohmm Schicht 2. 200->1000 Ohmm Schicht 3. <100 Ohmm
2	Talfüllung i.a.; rezent	Schicht 1: 40-100 Ohmm Schicht 2. 100-600 Ohmm Schicht 3. <100 Ohmm
3	Jünger Deckenschotter überlagert von Lösslehm Talfüllung i.a.; rezent	Schicht 1: 10-100 Ohmm Schicht 2. 200->1000 Ohmm Schicht 3. <100 Ohmm
4	Jünger Deckenschotter überlagert von Lösslehm Talfüllung i.a.; rezent	Schicht 1: 10-100 Ohmm Schicht 2. 200->1000 Ohmm Schicht 3. 10-100 Ohmm
5	Jünger Deckenschotter überlagert von Lösslehm	Schicht 1: 10-100 Ohmm Schicht 2. 200->1000 Ohmm Schicht 3. 10-100 Ohmm
6	Ältere Deckenschotter mit Stablehm- und Verwitterungsdecke	Schicht 1: 40-100 Ohmm Schicht 2. 200->1000 Ohmm Schicht 3. <100 Ohmm
7	Ältere Deckenschotter mit Stablehm- und Verwitterungsdecke	Schicht 1: 40-100 Ohmm Schicht 2. 100-600 Ohmm Schicht 3. <100 Ohmm
8	Jünger Deckenschotter überlagert von Lösslehm	Schicht 1: 40-100 Ohmm Schicht 2. 200->1000 Ohmm Schicht 3. <100 Ohmm
9	Ältere Deckenschotter mit Stablehm- und Verwitterungsdecke	Schicht 1: 10-80 Ohmm Schicht 2. 100-300 Ohmm Schicht 3. <100 Ohmm
10	Ältere Deckenschotter mit Stablehm- und Verwitterungsdecke	Schicht 1: 10-80 Ohmm Schicht 2. 100-300 Ohmm Schicht 3. <100 Ohmm

Tab. 4.4: Geoelektrikprofile Sierning/Oberwolfen mit Position auf Geologie und Ansprache der Widerstandsverteilung der geoelektrischen Profile

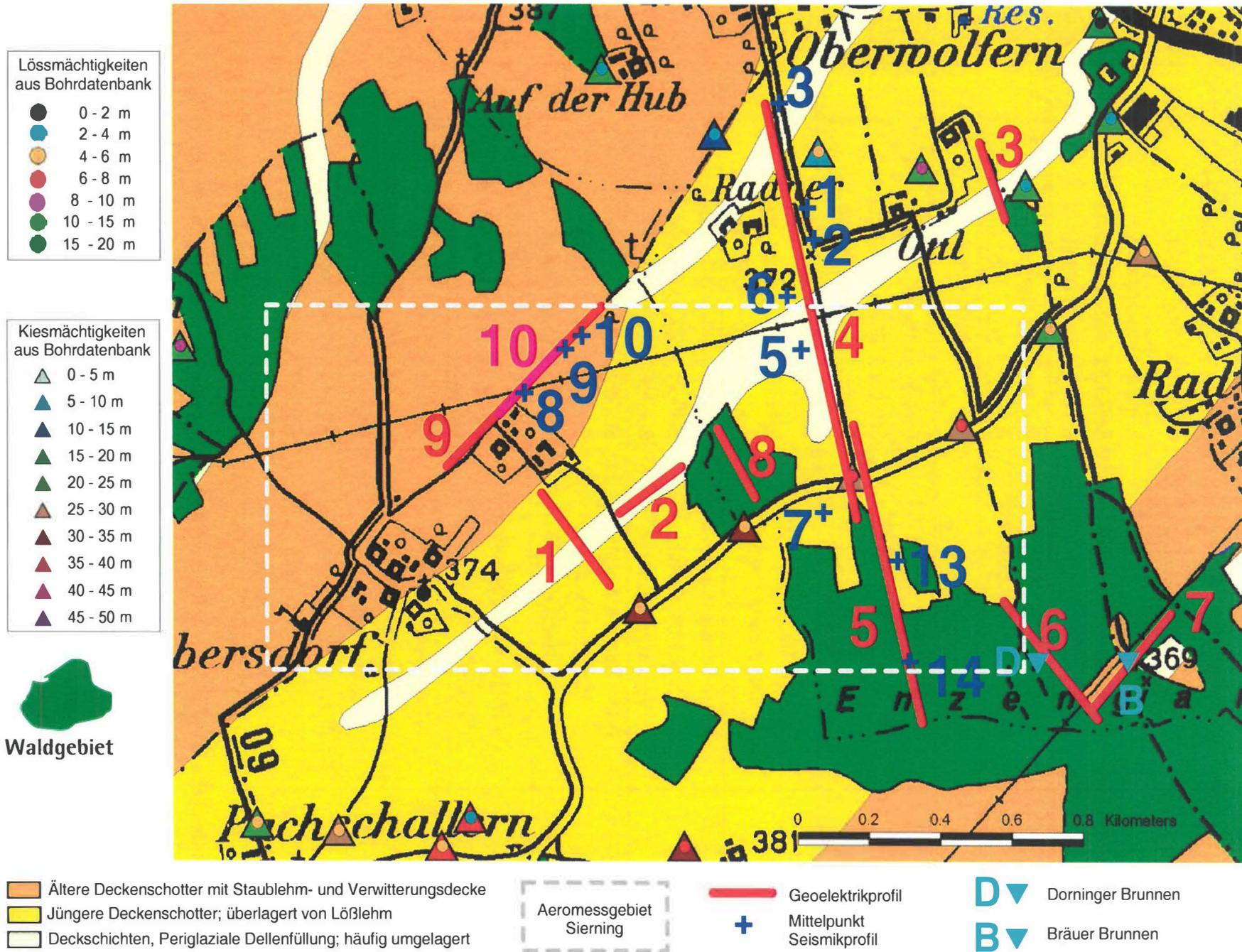


Abb. 4.22: Lageplan der bodengeophysikalischen Messkampagnen in Sierning/Oberwolfertn

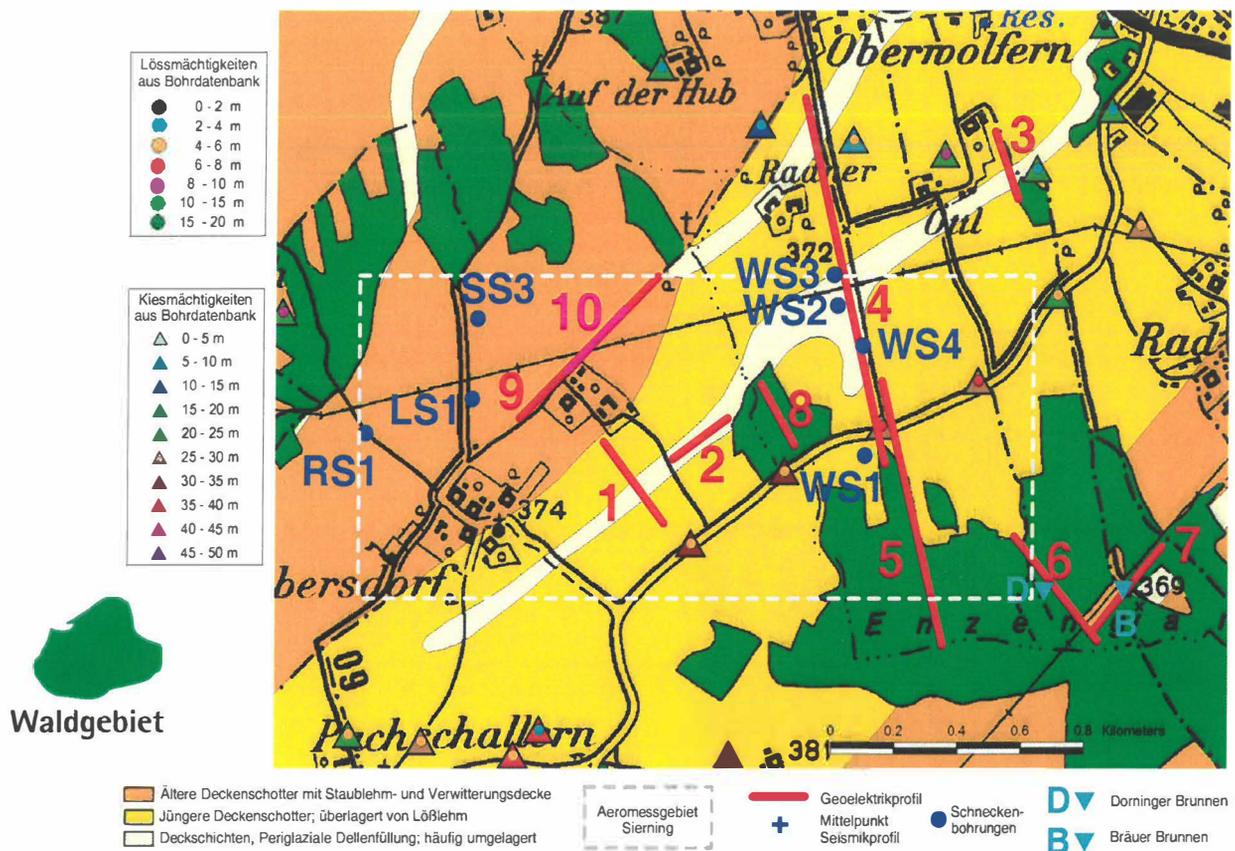


Abb. 4.23: Lageplan der bodengeoelektrischen Messkampagnen und der Schneckenbohrungen in Sierning/Oberwolfertn

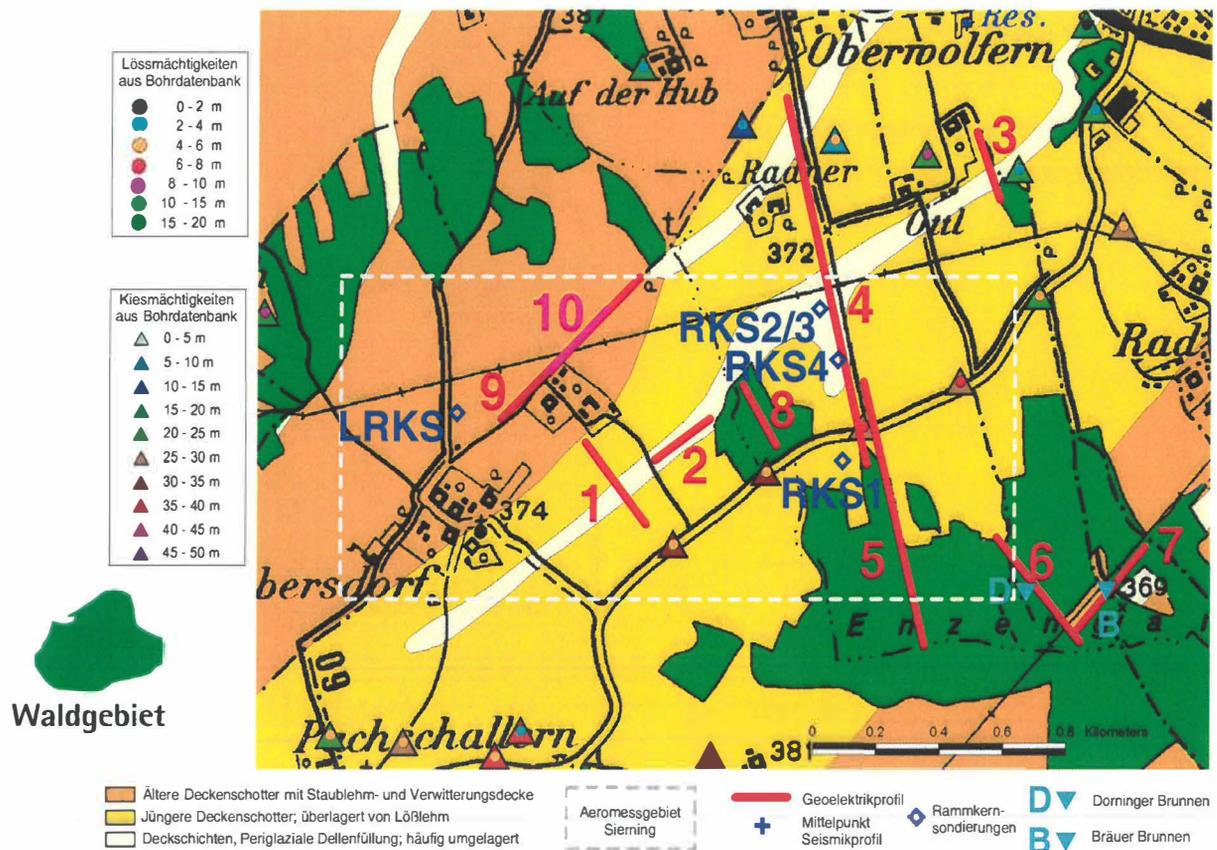


Abb. 4.24: Lageplan der bodengeoelektrischen Messkampagnen und der Rammkernsondierungen in Sierning/Oberwolfertn

Die Abb. 4.25 und Abb. 4.26 zeigen den Einsatz des GBA-Bohrgerätes beim Einsatz in Sierning/Oberwolfertn im Rahmen des gemeinsam mit dem Institut für angewandte Geologie der Universität für Bodenkultur, Wien, durchgeführten Geländepraktikums.



Abb. 4.25: Einsatz des Bohrwagens der GBA bei der Bohrkampagne Sierning/Oberwolfertn 2004



Abb. 4.26: Studenten bei einer Rammkernsondierungen bei der Bohrkampagne Sierning/Oberwolfertn 2004

Problematik Löss/Lösslehmbedeckung – 1. Schicht

Bevor auf die Resultate der Aeroelektromagnetik für die Mächtigkeiten der Löss/Lösslehmbedeckung eingegangen wird, sollte zunächst folgende Gegebenheit vorausgeschickt werden. Eine generelle Aussage, die sich sowohl auf eine grossflächigere Betrachtung der Ergebnisse der Bohrdatenbank, als auch auf die Ergebnisse der Geoelektrik, Seismik und den Ergebnissen der Bohrkampagne stützt, ist, dass die laterale Verteilung der Mächtigkeiten der Löss/Lösslehmbedeckung sehr heterogen ist, d.h. dass z.T beträchtliche Mächtigkeitsunterschiede von 0 bis >10 m sehr kleinräumig vorkommen können.

Abb. 4.28 zeigt die Mächtigkeiten der ersten Schicht aus den aeroelektromagnetischen Messungen, die geologisch betrachtet als Löss/Lösslehmbedeckung anzusprechen ist. Auffällig ist, dass im Westen/Nordwesten und zum Teil im Südwesten höhere Mächtigkeiten (> 4-6 m in orange, rot, violett) im Löss/Lösslehm auftreten. Tab. 4.5 zeigt einen Vergleich zwischen der Aeroelektromagnetik und den Ergebnissen aus der Seismik für die als Löss/Lösslehmschicht interpretierten Geschwindigkeiten, die eine gute Korrelation zeigen. Vergleicht man die Mächtigkeiten der Löss/Lösslehmbedeckung aus der Aeroelektromagnetik mit den Ergebnissen der Geoelektrik und den seismischen Profilen an den Bohrpunkten (Bohrdatenbank, Schneckenbohrungen, Rammkernsondierungen) – siehe Tab. 4.6 – ist eine größere Abweichung eigentlich nur bei der Bohrung Wolfern S2, RKS2/RKS3 zu beobachten, wobei auch die Seismik dort eher geringere Mächtigkeiten für die als Löss/Lösslehmschicht interpretierten Geschwindigkeiten ausweist. Geologisch befindet sich diese Stelle im Bereich der abflusslosen Rinnen, die im Detail eine differenziertere geologische Situation darstellen (siehe auch Abb. 4.36 Geoelektrik Profil 4 Profilmeter 640-700). Als mögliches Modell kann man sich aus der Talflanke in die Rinne eingeschwemmte Kieskomponenten vorstellen, das im Senkentieftsten eine kiesigere Lage ergibt, die die geophysikalischen Resultate erklärbar machen. So zeigt eben die Bohrung Wolfern S2 eine Schicht zwischen 2.5 und 8 m, die kiesige Komponenten enthält, die als diese eingeschwemmten Kieskomponenten angesehen werden können.

Dass die Mächtigkeiten der Löss/Lösslehmbedeckung auf kleinstem Raum grosse Unterschiede zeigen, ist in Geoelektrik Profil 3 gut ersichtlich (Abb. 4.36). Im Norden des Profils scheinen die Jüngeren Deckenschotter fast bis an die GOK auszubeißen, während sie im Süden des Profils, nur 150 m entfernt, von einer bis fast 10 m mächtigen Löss/Lösslehmbedeckung überlagert werden (siehe auch Abb. 4.27).

Betrachtet man die Detailergebnisse der Geoelektrik (die Ergebnisse aller geoelektrischen Profile sind am Ende des Kapitels in Abb. 4.36 dargestellt) für den oberen Bereich der Deckschicht, so fällt auf, dass durchaus Unterschiede in den elektr. Widerständen von ~10 bis 100 Ohmm vorhanden sind, die auf unterschiedliche Ausbildung in schluffigere bzw. sandigere Abschnitte im Löss schließen lassen. Dies lässt sich bei Geoelektrik Profil 6 und 7 zeigen, wo sich die beiden Brunnenbohrungen Dorninger Brunnen (Profil 6) bzw. bei der Bohrung Bräuer Brunnen (Profil 7) befinden. Vor allem hier ist die die Mächtigkeitsbestimmung des Löss auf Grund der bereits erwähnten tw. verwitterten (Älteren) Deckenschottern und dem damit

verbundenem Übergangsbereich, der sich als Widerstandsgradient in den geoelektrischen Ergebnissen darstellt, nicht eindeutig festzulegen.



Abb. 4.27: Das Foto links stellt die Situation im Bereich der abflusslosen Rinnen dar. Das Foto rechts zeigt, dass in diesem Bereich zahlreiche Schotterkomponenten bis an die GOK im Acker bei Profil 3 vorkommen, was wie auch das Geoelektrik Profil 3 zeigt, auf sehr gering Löss/Lösslehm-mächtigkeiten schließen lässt.

Die Grenzen der Auflösungs-genauigkeit der geoelektrischen Messungen werden am Beispiel der Geoelektrik Profile 9 und 10 deutlich. Dabei stellt Geoelektrik Profil 10 einen detaillierteren, mit geringeren Elektrodenabständen (6 m zu 3 m) vermessenen, Ausschnitt von Geoelektrik Profil 9 dar. Bei Geoelektrik Profil 9 ist die die hangendste niederohmige Schicht, obwohl sichtbar, nicht so gut definierbar und dadurch eine Mächtigkeitsbestimmung nicht eindeutig möglich. Bei Geoelektrik Profil 10 zeichnet sich hingegen die Löss/Lösslehmbedeckung wesentlich deutlicher mit Mächtigkeiten von ca. 3-6 m ab.

Betrachtet man die geologische Situation der eingangs erwähnten größeren Mächtigkeiten in der Löss/Lösslehmbedeckung (W, NW und SW des Messgebietes), so fällt auf, dass diese v.a. im Bereich der Älteren Deckenschotter auftreten. Umgekehrt wären dann die Jüngeren Deckenschotter von einer etwas geringeren Löss/Lösslehmbedeckung überlagert.

Lössmächtigkeit		
Profil Seismik	Aero	Seismik
6	0-4	3-4
5	0-2	3
7	6-8	mind. 8
13	2-6	2-8
14	2-4	4
8	8-10	8
9	6-8	8
10	2-6	7
11	8-10	mind. 10
12	2-6	3

Tab. 4.5: Vergleich der Löss/Lösslehm-mächtigkeiten an den seismischen Profilen

Als Konsequenz der eingangs erwähnten Tatsache der Kleinräumigkeit der Löss/Lösslehm-mächtigkeiten, muss nochmals gesagt werden, dass die im Detailgebiet Sierning durchgeführte Befliegung mit 25 m Profilabstand als ausreichend, ein Profilabstand von 200 m (wie bei der Befliegung der gesamten Traun/Ennsplatte) aber als zu groß für eine detaillierte Betrachtung der Löss/Lösslehm-mächtigkeiten angesehen werden muss.

Abschließend sei noch erwähnt, dass auf eine Darstellung der elektr. Widerstände der 1. Schicht verzichtet wurde, da diese für die hier durchgeführte Interpretation, keine Relevanz besitzt.

Bezeichnung	Rechtswert	Hochwert	Lössmächtigkeit (m)				Bemerkung
			Aufschluss	Geoelektrik	Seismik	Aero	
Wolfers S1	526722	326051	7	~10	> 8	4 - 6)	Seismik 7
RK S1	526712	326056	> 4	~10	> 8	4 - 6	Seismik 7
Bohrdat 2589	526754	326104	7	~10	> 8	4 - 6	Schnittpunkt Geoelektrik 1
Bohrdat 2542	527058	326238	7	--	--	2 - 4	östlich Geoelektrik 1
Bohrdat 2631	526451	325971	5	5	--	2 - 4	westlich Geoelektrik 1; Anfang Geol. 8
Bohrdat 2690	526157	325758	6	--	--	4 - 6	westlich Geoelektrik 1
Wolfers S2	526647	326454	8	~10	3	0 - 2	Seismik 5
RK S2	526655	326456	> 2	~10	3	0 - 2	Seismik 5
RK S3	526652	326455	6	~10	8	0 - 2	lagig eingeschwemmter Terrassenschotter ?
Wolfers S3	526621	326581	5	~5	~ 5	2 - 4	Seismik 6
Wolfers S4	526706	326321	9	~10	--	6 - 8	
RK S4	526704	326255	5	5 - 6	--	6 - 8	
Loibersdorf S1	525449	326177	8	--	--	8 - 10	
Loibersdorf RKS	525456	326122	> 4	--	--	8 - 10	
Rath S1	525138	326054	1	--	3	2 - 4	Seismik 12
Sierning S3	525444	326427	4	--	--	2 - 4	

Tab. 4.6: Vergleich der Löss/Lösslehm mächtigkeiten an den Bohrpunkten

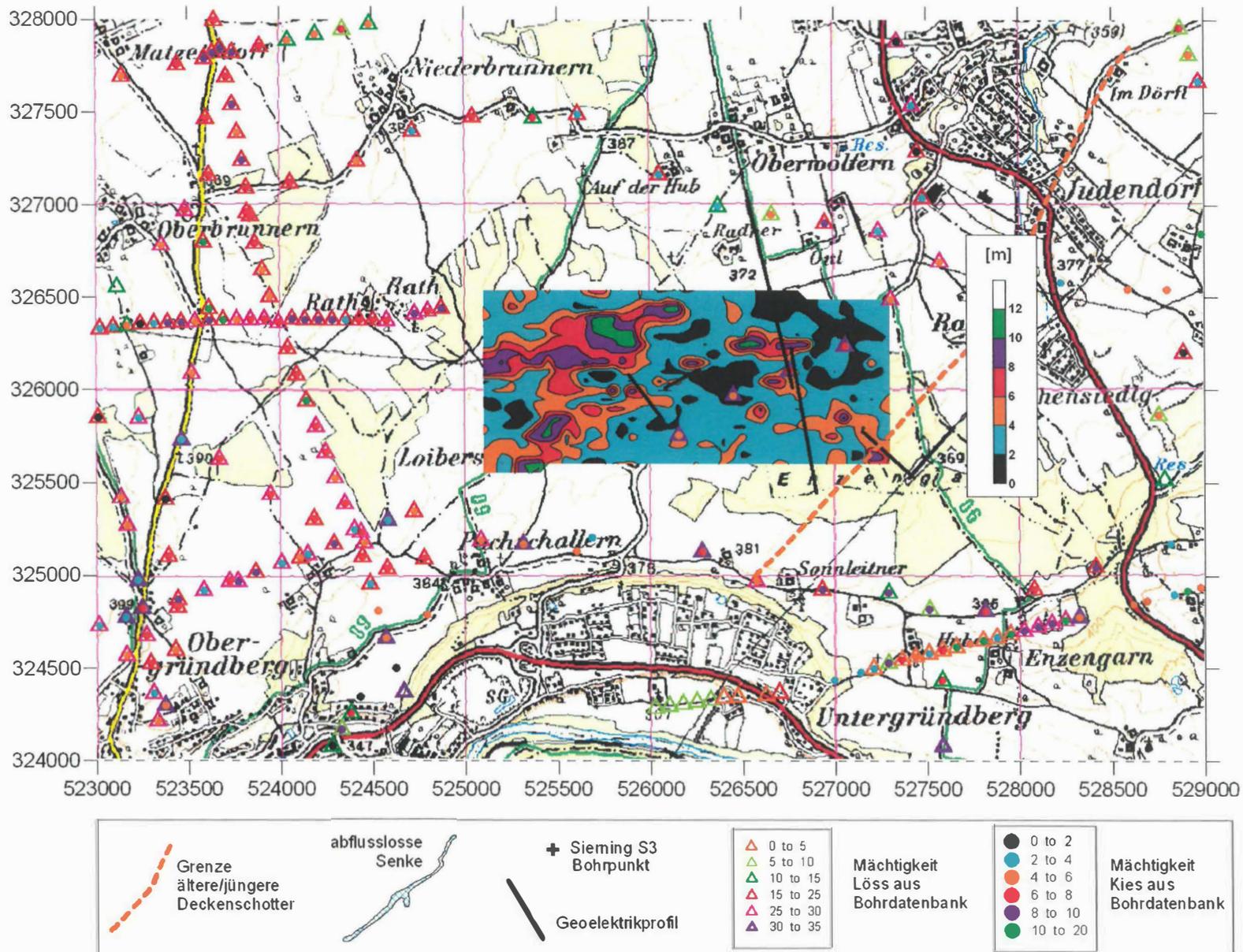


Abb. 4.28: Mächtigkeiten der ersten Schicht aus aeroelektromagnetischen Modellrechnung Löss/Lösslehmbedeckung

Die Abb. 4.29-4.30 zeigen die Einzelergebnisse der verschiedenen Kampagnen:

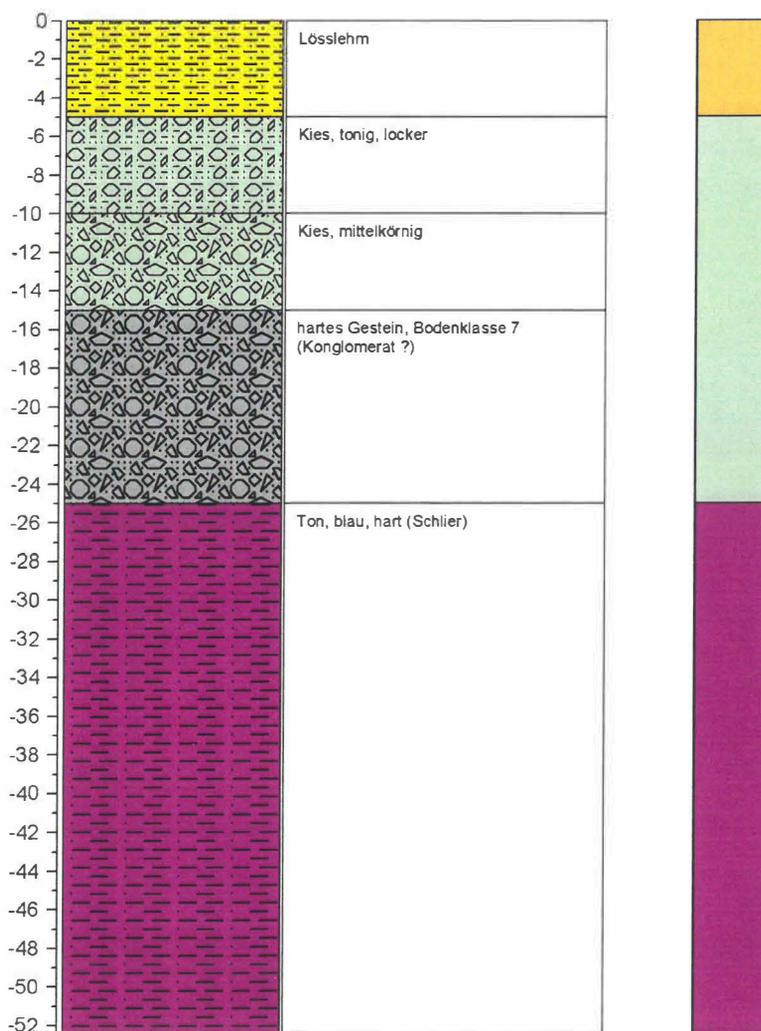
Abb.: 4.29: Bohrprofile der Schneckenbohrungen und Rammkernsondierungen in Sierning/Oberwolfen

Abb. 4.30: Ergebnisse der refraktionsseismischen Tomographieauswertung als Geschwindigkeits/Tiefenplot für die seismischen Profile in Sierning/Oberwolfen

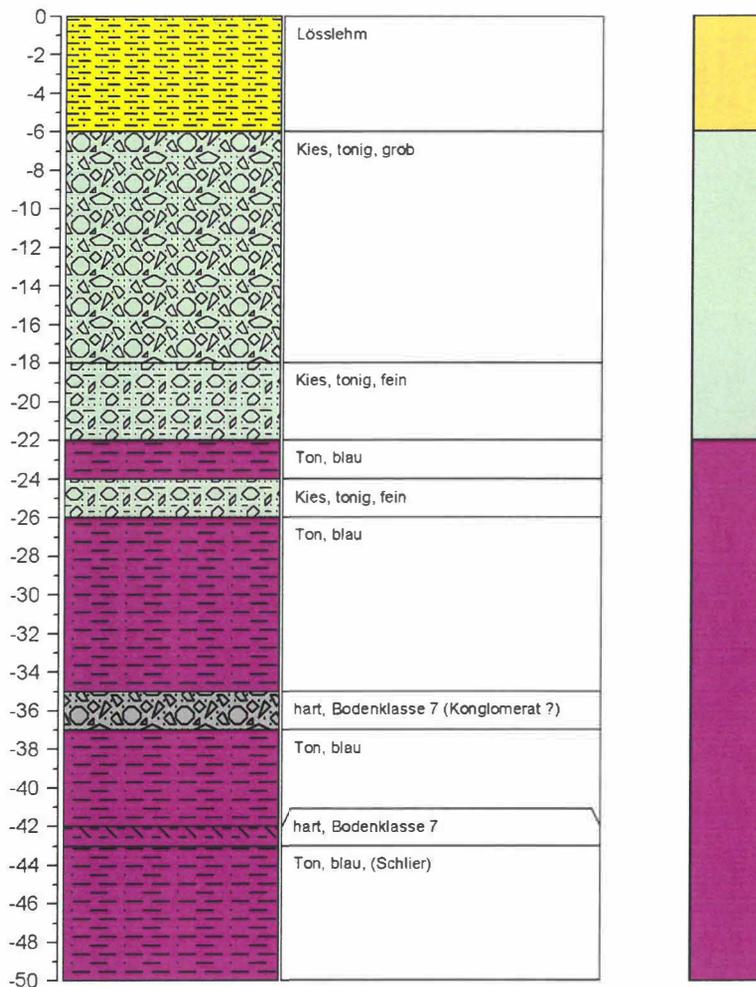
Die Ergebnisse der geoelektrischen Profile sind im Anschluss an das nächste Kapitel dargestellt.

Abb. 4.29: Bohrprofile der Schneckenbohrungen und Rammkernsondierungen in Sierning/Oberwolfen

<p>Datenquelle: Gemeinde Oberwolfen</p> <p>Ort: Wolfen</p> <p>Bezeichnung: BR 1</p> <p>Datum Bohranfang: 1998</p> <p>Datum Bohrende: 1998</p>	 <p>GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT FA Geophysik</p>	<p>Bohrmethode:</p> <p>Bohrungsaufnahme: Fa Pillinger</p> <p>Lage BMN Rechtswert: 527287</p> <p>Lage BMN Hochwert: 325570</p> <p>Tiefe ab GOK: 52,5 m</p>	
<p>Tiefe (m)</p> <p>GOK</p>	<p>Lithologie</p>	<p>Beschreibung</p>	<p>Löss/Lösslehm</p> <p>Deckenschotter</p> <p>Schlier</p>



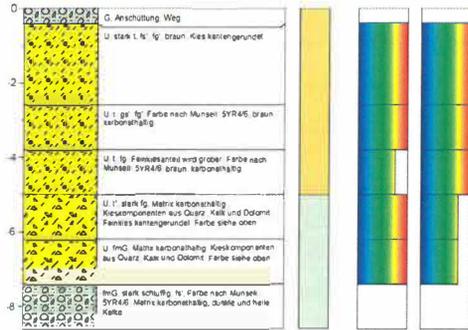
<p>Datenquelle: Gemeinde Oberwolfert Ort: Wolfert Bezeichnung: BR 2 Datum Bohranfang: 1998 Datum Bohrende: 1998</p>	 GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT FA Geophysik	<p>Bohrmethode: Bohrungsaufnahme: Fa Pillinger Lage BMN Rechtswert: 527541 Lage BMN Hochwert: 325595 Tiefe ab GOK: 50 m</p>	
Tiefe (m)	Lithologie	Beschreibung	Löss/Lösslehm Deckenschotter Schlier
GOK			



Fortsetzung Abb. 4.29

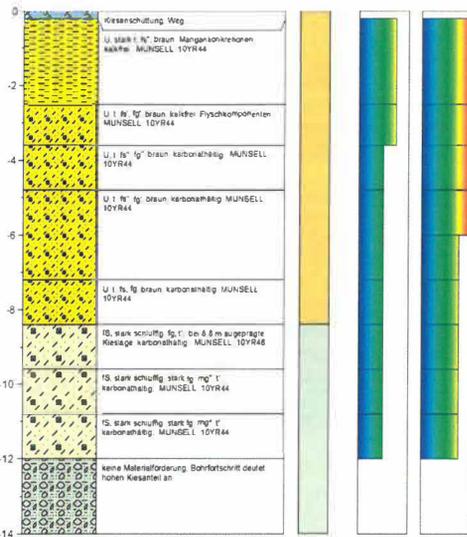
WOLFERN WS3

GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT FA Geophysik		UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN Institut für angewandte Geologie	
Auftraggeber: GBA Ort: Wolfen Bohrbezeichnung: Wolfen S3 Datum Bohranfang: 16.06.2014 Datum Bohrende: 16.06.2014		Bohrmethode: Rotationsbohrung Bohrungsaufnahme: Huber Gruppe 4 Lage BMN-Hochwert: 529621 Lage BMN-Hochwert: 426581 Tiefe ab GOK: 8,6 m	
Tiefe (m)	Lithologie	Beschreibung	Löss/Lösslehm Deckenschotter Konzistenz Rüssig > fest Plastizität gering > hoch



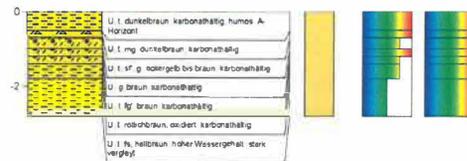
WOLFERN WS2

GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT FA Geophysik		UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN Institut für angewandte Geologie	
Auftraggeber: GBA Ort: Wolfen Bohrbezeichnung: Wolfen S2 Datum Bohranfang: 14.06.2014 Datum Bohrende: 15.06.2014		Bohrmethode: Rotationsbohrung Bohrungsaufnahme: Fischer Gruppe 2 Lage BMN-Hochwert: 526647 Lage BMN-Hochwert: 420454 Tiefe ab GOK: 14 m	
Tiefe (m)	Lithologie	Beschreibung	Löss/Lösslehm Deckenschotter Konzistenz Rüssig > fest Plastizität gering > hoch



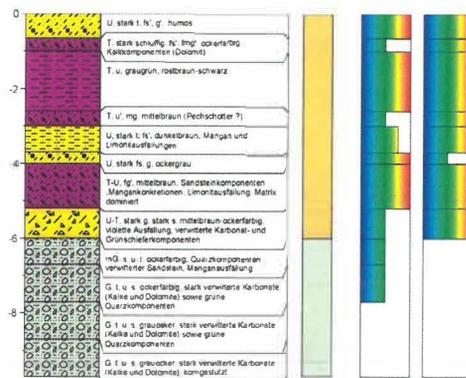
WOLFERN RKS2

GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT FA Geophysik		UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN Institut für angewandte Geologie	
Auftraggeber: GBA Ort: Wolfen Bohrbezeichnung: RKS 2 Datum Bohranfang: 15.06.2014 Datum Bohrende: 15.06.2014		Bohrmethode: Rammkernsondierung Bohrungsaufnahme: Gmendl Gruppe 2h Lage BMN-Hochwert: 526655 Lage BMN-Hochwert: 426456 Tiefe ab GOK: 2,8 m	
Tiefe (m)	Lithologie	Beschreibung	Löss/Lösslehm Deckenschotter Konzistenz Rüssig > fest Plastizität gering > hoch



WOLFERN RKS3

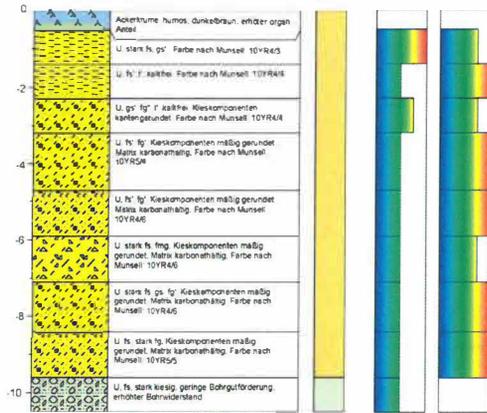
GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT FA Geophysik		UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN Institut für angewandte Geologie	
Auftraggeber: GBA Ort: Wolfen Bohrbezeichnung: RKS 3 Datum Bohranfang: 16.06.2014 Datum Bohrende: 16.06.2014		Bohrmethode: Rammkernsondierung Bohrungsaufnahme: Gmendl Gruppe 4 Lage BMN-Hochwert: 526625 Lage BMN-Hochwert: 426581 Tiefe ab GOK: 9,7 m	
Tiefe (m)	Lithologie	Beschreibung	Löss/Lösslehm Deckenschotter Konzistenz Rüssig > fest Plastizität gering > hoch



Fortsetzung Abb. 4.29

WOLFERN WS4

GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT FA Geophysik		UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN Institut für angewandte Geologie			
Auftraggeber: GBA Ort: Wolfert Bohrbezeichnung: Wolfert S4 Datum Bohranfang: 16.06.2014 Datum Bohrende: 16.06.2014		Bohrmethode: Rotationsbohrung Bohrungsaufnahme: Biebet Gruppe 4 Lage BNM Rechtswert: 526706 Lage BNM Hochwert: 326321 Tiefe ab GOK: 34,5			
Tiefe (m)	Lithologie	Beschreibung	Löss/Lösslehm Deckenschotter	Konsistenz flüssig > fest	Plastizität gering > hoch



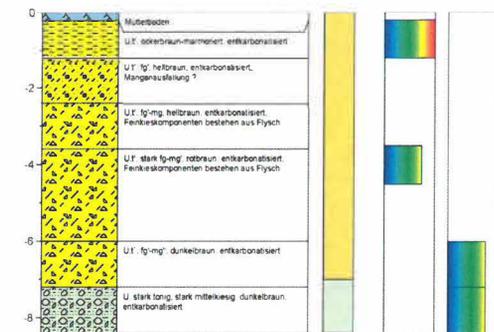
WOLFERN RKS4

GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT FA Geophysik		UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN Institut für angewandte Geologie			
Auftraggeber: GBA Ort: Wolfert Bohrbezeichnung: Wolfert RKS4 Datum Bohranfang: 17.06.2014 Datum Bohrende: 17.06.2014		Bohrmethode: Rammkernsondierung Bohrungsaufnahme: Gemeinll. Gruppe 3 Lage BNM Rechtswert: 526714 Lage BNM Hochwert: 326255 Tiefe ab GOK: 5,2 m			
Tiefe (m)	Lithologie	Beschreibung	Löss/Lösslehm Deckenschotter	Konsistenz flüssig > fest	Plastizität gering > hoch



WOLFERN WS1

GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT FA Geophysik		UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN Institut für angewandte Geologie			
Auftraggeber: GBA Ort: Wolfert Bohrbezeichnung: Wolfert S1 Datum Bohranfang: 15.06.2014 Datum Bohrende: 15.06.2014		Bohrmethode: Rotationsbohrung Bohrungsaufnahme: Biebet Gruppe 2 Lage BNM Rechtswert: 526722 Lage BNM Hochwert: 326051 Tiefe ab GOK: 8,4 m			
Tiefe (m)	Lithologie	Beschreibung	Löss/Lösslehm Deckenschotter	Konsistenz flüssig > fest	Plastizität gering > hoch



WOLFERN RKS1

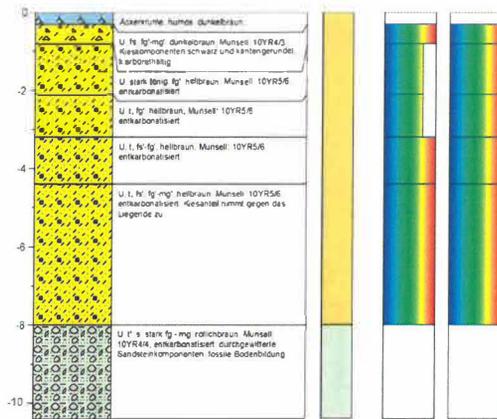
GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT FA Geophysik		UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN Institut für angewandte Geologie			
Auftraggeber: GBA Ort: Wolfert Bohrbezeichnung: RKS 1 Datum Bohranfang: 15.06.2014 Datum Bohrende: 15.06.2014		Bohrmethode: Rammkernsondierung Bohrungsaufnahme: Gemeinll. Gruppe 2a Lage BNM Rechtswert: 526712 Lage BNM Hochwert: 326056 Tiefe ab GOK: 4,4 m			
Tiefe (m)	Lithologie	Beschreibung	Löss/Lösslehm Deckenschotter	Konsistenz flüssig > fest	Plastizität gering > hoch



Fortsetzung Abb. 4.29

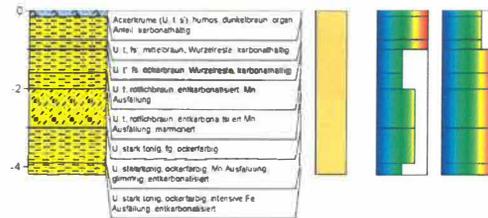
LOIBERSDORF LS1

GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT FA Geophysik		UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN Institut für angewandte Geologie			
Auftraggeber: GBA Ort: Wolfersdorf Bohrbezeichnung: Loibersdorf LS1 Datum Bohranfang: 17.06.2014 Datum Bohrende: 17.06.2014		Bohrmethode: Rotationsbohrung Bohrungsaufnahme: Heber-Gruppe 3 Lage BMN Rechtswert: 525449 Lage BMN Hochwert: 326177 Tiefe ab GOK: 10,5			
Tiefe (m)	Lithologie	Beschreibung	Löss/Lösslehm Deckenschotter	Konsistenz flüssig > fest	Plastizität gering > hoch



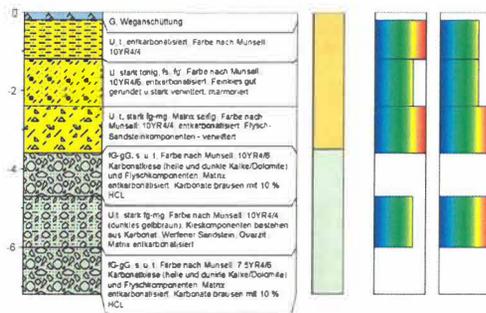
LOIBERSDORF RKS1

GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT FA Geophysik		UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN Institut für angewandte Geologie			
Auftraggeber: GBA Ort: Loibersdorf Bohrbezeichnung: Loibersdorf RKS1 Datum Bohranfang: 18.06.2014 Datum Bohrende: 18.06.2014		Bohrmethode: Rammkernsondierung Bohrungsaufnahme: Gemeindl Gruppe 1 Lage BMN Rechtswert: 525456 Lage BMN Hochwert: 326122 Tiefe ab GOK: 4,2 m			
Tiefe (m)	Lithologie	Beschreibung	Löss/Lösslehm Deckenschotter	Konsistenz flüssig > fest	Plastizität gering > hoch



SIERNING SS3

GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT FA Geophysik		UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN Institut für angewandte Geologie			
Auftraggeber: GBA Ort: Loibersdorf Bohrbezeichnung: Sierning SS3 Datum Bohranfang: 18.06.2014 Datum Bohrende: 18.06.2014		Bohrmethode: Rotationsbohrung Bohrungsaufnahme: Heber-Gruppe 1 Lage BMN Rechtswert: 525444 Lage BMN Hochwert: 326427 Tiefe ab GOK: 7,2 m			
Tiefe (m)	Lithologie	Beschreibung	Löss/Lösslehm Deckenschotter	Konsistenz flüssig > fest	Plastizität gering > hoch



RATH RS1

GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT FA Geophysik		UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN Institut für angewandte Geologie			
Auftraggeber: GBA Ort: Loibersdorf Bohrbezeichnung: Rath RS1 Datum Bohranfang: 17.06.2014 Datum Bohrende: 17.06.2014		Bohrmethode: Rotationsbohrung Bohrungsaufnahme: Heber-Gruppe 1 Lage BMN Rechtswert: 525138 Lage BMN Hochwert: 326154 Tiefe ab GOK: 7,2 m			
Tiefe (m)	Lithologie	Beschreibung	Löss/Lösslehm Deckenschotter	Konsistenz flüssig > fest	Plastizität gering > hoch

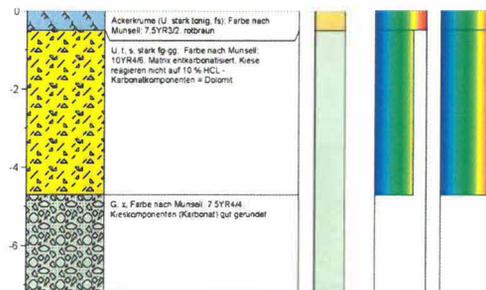
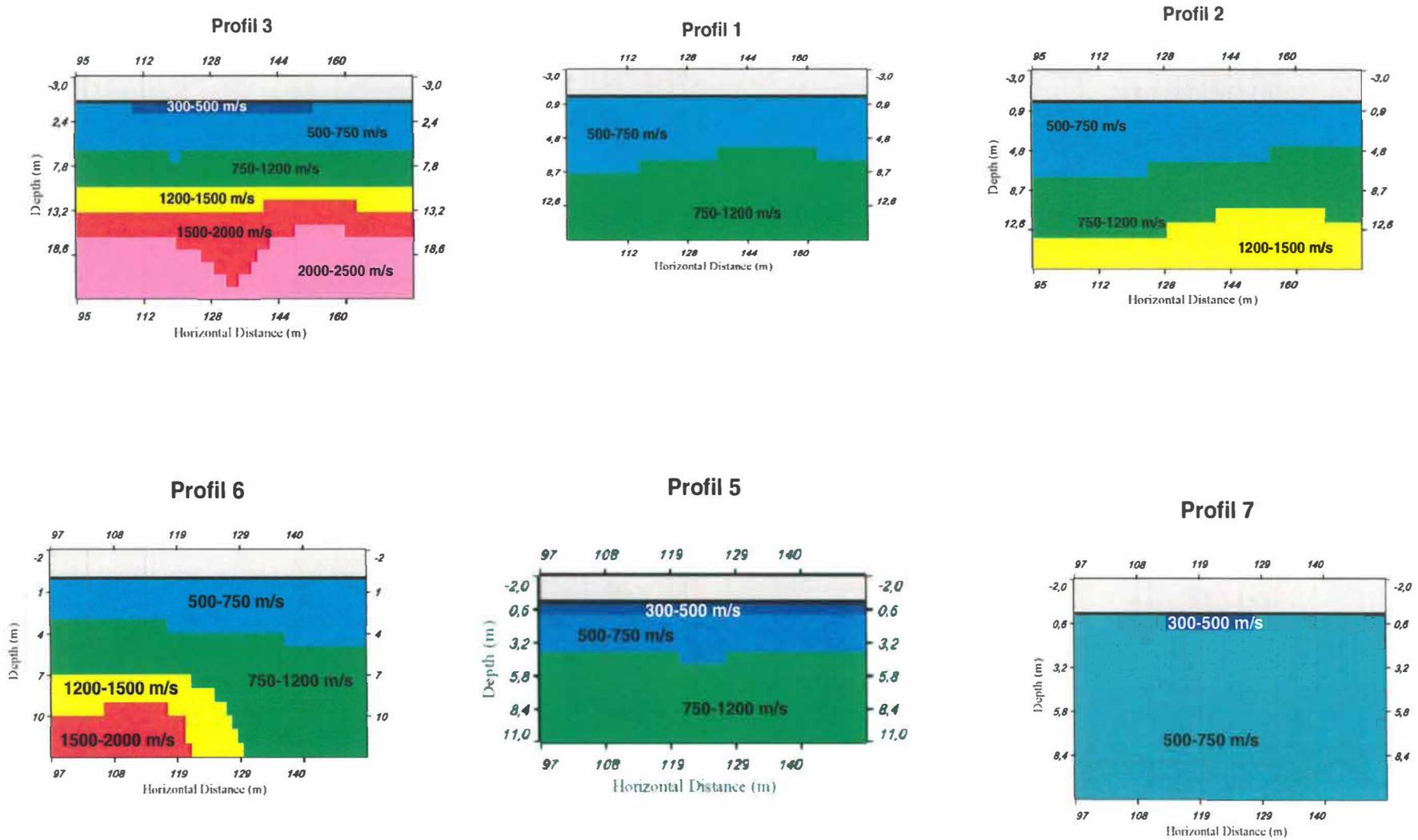
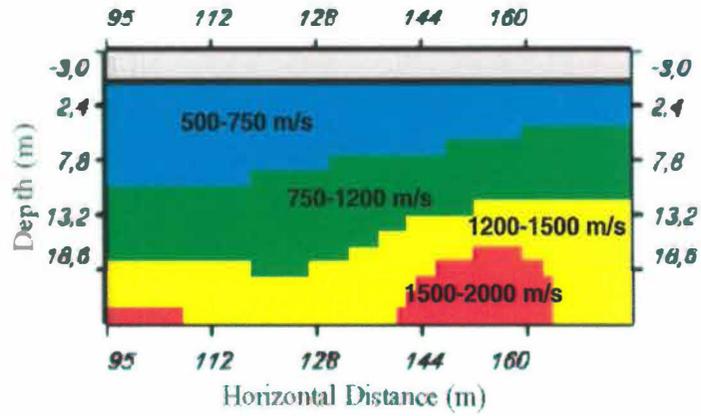


Abb. 4.30: Ergebnisse der refraktionsseismischen Tomographieauswertung als Geschwindigkeits/Tiefenplot für die seismischen Profile in Sierning/Oberwolfhern

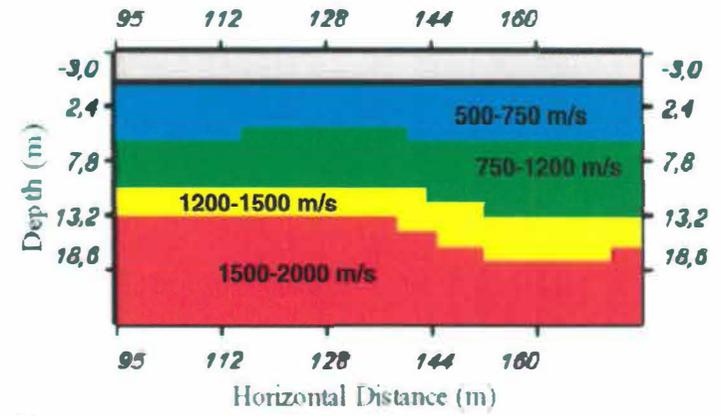


Fortsetzung Abb. 4.30

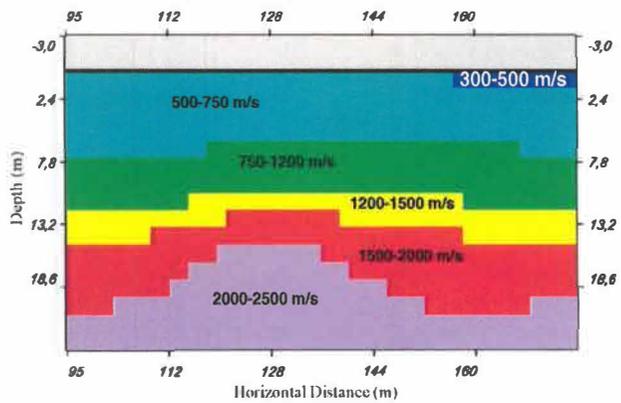
Profil 13



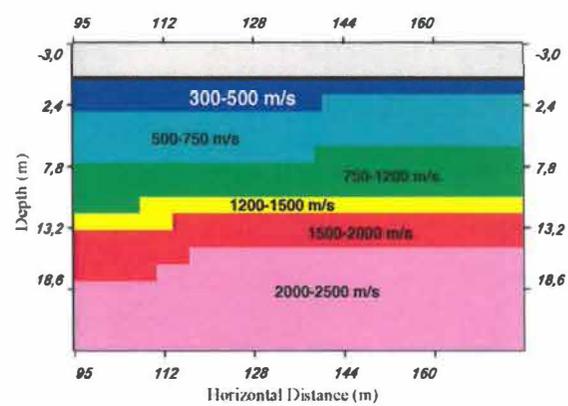
Profil 14



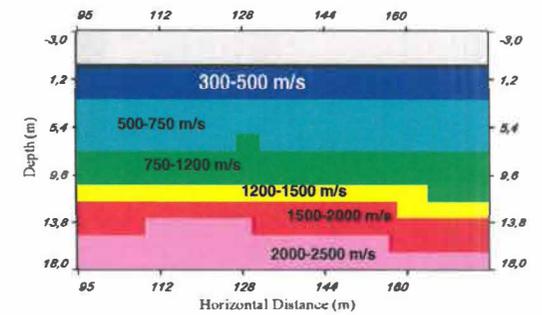
Profil 8



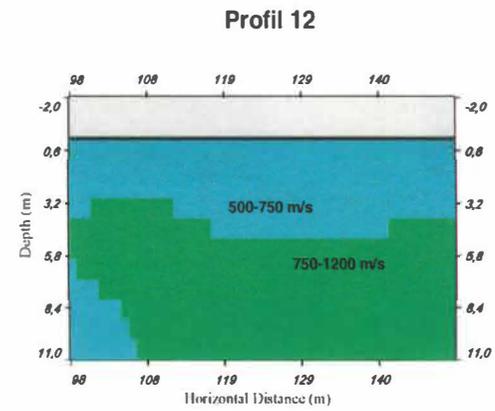
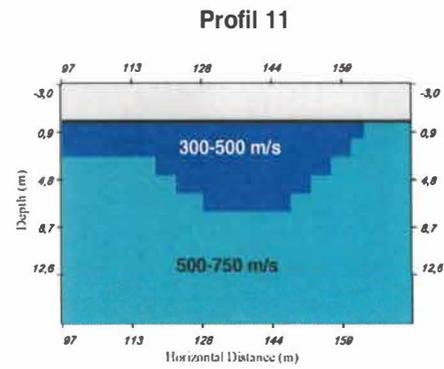
Profil 9



Profil 10



Fortsetzung Abb. 4.30



Problematik Deckenschotter – 2. Schicht

Betrachtet man die Ergebnisse der aeroelektromagnetischen Auswertung für die 2. Schicht, die geologisch betrachtet den Jüngeren bzw. Älteren Deckenschottern entspricht, kann man für die Verteilung der Mächtigkeiten dieser 2. Schicht (siehe Abb. 4.31 und Abb. 4.32) folgendes feststellen:

Abb. 4.31 zeigt das Ergebnis der Mächtigkeiten der 2. Schicht, die nach der Modellrechnung Winkler durchgeführt worden ist. Im Vergleich dazu die Resultate der Modellrechnung Ahl (Abb. 4.32), die einen etwas größeren Bereich nach Westen überstreicht, da hier auch Messwerte am Rand des Messgebietes mit etwas größeren Flughöhen verwendet wurden, die bei Winkler nicht berücksichtigt wurden. Auffällig ist bei beiden die grundsätzliche Differenzierung von höheren Mächtigkeiten (~ 30-50m) im SE des Messgebietes zu geringmächtiger ausgebildeten Deckenschottern (bis max. 20-25m) im NW bzw. im mittleren Teil des Messgebietes bei den nach weiter Westen gehenden Daten bei Ahl. Betrachtet man die Verteilung der elektr. Widerstände (siehe Abb. 4.33), so zeigen sich hier Unterschiede von minimal 100 Ohmm bis an die 1000 Ohmm. Zur Interpretation dieser Resultate werden, neben den Bohrungen aus der Bohrdatenbank, in erster Linie die Auswertungen der Bodengeoelektrik herangezogen (alle Ergebnisse der geoelektrischen Profile siehe Abb. 4.36, bzw. siehe Tab. 4.4 für eine generalisierte geophysikalische Schichtansprache der elektrischen Widerstände).

Als Interpretationsgrundlage der Geoelektrik für die Mächtigkeiten und die spezifischen elektr. Widerstände der Deckenschotter sollen die beiden Geoelektrikprofile 6 und 7, die an den Brunnenbohrungen Dorninger Brunnen (Geoelektrik Profil 6) und Bräuer Brunnen (Geoelektrik Profil 7) gemessen wurden, herangezogen werden. Auffällig ist der Unterschied der beiden Profile in der Verteilung der elektr. Widerstände, die man aber an hand der Bohrprofile sehr schlüssig erklären kann. Die weitaus höheren elektr. Widerstände bei Profil 6 (bis 800 Ohmm) lassen sich durch den hier auftretenden 10 m mächtigen konglomerierten Bereich (vgl. Bohrprofil Dorninger Brunnen) in den Älteren Deckenschottern erklären. Im Gegensatz dazu Profil 7, wo deutlich geringere elektr. Widerstände (max. 200 Ohmm) bei der Bohrung Bräuer Brunnen vorkommen, keine Konglomerationen andeuten. Bei Profil 6 sieht man ebenfalls das eingangs erwähnte Problem der Mächtigkeitsbestimmung der hochohmigen Schotter. Auch hier würde man die Unterkante dieser Älteren Deckenschotter bzw. die Oberkante des Schlier, aus dem Ergebnis der Geoelektrik doch deutlich tiefer ansetzen als dies die Bohrung ausweist. Diese Problematik muss somit, speziell in den Bereichen hochohmiger Widerstände bei der Interpretation der geoelektrischen Profile berücksichtigt werden.

Einen von Norden nach Süden des Aeromessgebietes verlaufenden Schnitt, stellen die beiden Geoelektrik Profile 4 bzw. 5 dar. Aus den beiden Profilen sind die beträchtlichen Mächtigkeitsunterschiede in den Deckenschottern klar erkennbar. Im NNW, am Anfang des Profils 4 (bis ca. Profilmeter 150), liegen geringmächtigere Bereiche der Jüngeren Deckenschotter vor. Das korreliert an dieser Stelle sehr gut mit der Bohrung 7874 aus der Bohrdatenbank, die Schottermächtigkeiten von 7 m aufweist. Die bei der Bohrung 7896 mit

einer Mächtigkeit von 30 m bei Profilmeter 1000 von Profil 4 bzw. Profilmeter 100 bei Profil 5 vorliegenden Widerstandsverteilung, zeigt sehr große Mächtigkeiten bei hohen elektr. Widerständen. Dies zeigen auch die Ergebnisse aus der Aeroeophysik für diese Stelle, wo große Mächtigkeiten mit hohen elektr. Widerständen der 2. Schicht auftreten. Für diesen Profilschnitt wurde die Tiefe der Schlieroberkante zwischen der von H. Flögl, 1983, entwickelten Schlierreliefkarte (1:20000), siehe Abb. 4.34, und den Ergebnissen der Arogeophysik und der Bodengeoelektrik (siehe Abb. 4.35) verglichen. Hier wird sichtbar, dass die von Flögl konstruierte Schlierrinne, die die in der Morphologie bestehende abflusslose Rinne im Untergrund nachzeichnen soll, so nicht besteht, sondern, dass ein wesentlich heterogenes Bild mit kleinräumigen Senken und Aufwölbungen im Schlierrelief existiert. So sind deutlich geringere Mächtigkeiten der Deckenschotter bzw. Tiefen des Schliers im Bereich von Loibersdorf (in Abb. 4.31 bzw. Abb. 4.32, blau, d.h. max. 20-25m) zu erkennen, die eine zusammenhängende Struktur bilden und eine Schlieraufwölbung andeuten. Solche Strukturen im Schlier beeinflussen die lokalen hydrogeologischen Verhältnisse wesentlich. Eine flächige, strukturelle Zusammenschau des Schlierreliefs würde die Möglichkeit bieten, hydrogeologische Aussagen großräumiger zu treffen. In diesem Zusammenhang sind auch die Ergebnisse der Widerstandsverteilung als Unterscheidung zwischen konglomerierten, hydrogeologisch gesehen als wenig bis gering durchlässige Bereiche, mit wenig nutzbaren Porenvolumen und locker gelagerten (nicht konglomerierten) Abschnitten der Deckenschotter, die als Porengrundwasserleiter fungieren können, zu sehen. Einschränkend muss betont werden, dass auf Grund des Alters der Deckenschotter ein erhöhter Feinkornanteil durch die Verwitterung vorliegt, der den Durchlässigkeitsbeiwert deutlich verringert.

Betrachtet man die Ergebnisse in der abflusslosen Rinne, so zeigt sich hier eine Situation, die sich wie folgt darstellt: Im Bereich der Rinne sind meist weniger mächtige und auch etwas geringohmige Schotterbereiche vorhanden (siehe Profil 1, 2, 3 und 4) und vor allem bei Profil 3 und 4 ist eine deutliche Grenze Richtung Norden zu höherohmigen Bereichen ausgebildet ist.

Ein weiterer Punkt, der hier im Bereich einer abflusslosen Rinne auftritt, ist das Phänomen eines Schluckloches (geologische Orgel, Leopold 1998), das bereits in Kapitel 3 beschrieben wurde. So zeigt Geoelektrik Profil 2 exakt an der von Leopold beschriebenen Stelle des Schluckloches eine deutliche niederohmige Anomalie von 10-20 m Ausdehnung. Um dieses Phänomen genauer charakterisieren zu können, wären aber weitere Untersuchungen inkl. Bohrung an dieser Stelle vonnöten.

Zur Verifizierung der aroelektromagnetischen Modellrechnung wurden die Geoelektrik Profile 9 bzw. 10 vermessen. Nach den Ergebnissen der Mächtigkeiten und elektr. Widerständen der 2. Schicht, sollten in diesem Gebiet geringmächtigere Deckenschotter (< 25m) mit niedrigeren elektr. Widerständen vorliegen. Dies konnte sehr gut mit den Ergebnissen der Bodengeoelektrik verifiziert werden. Eindeutig sind bei Geoelektrik Profil 9 die, von einer wenige Meter mächtigen Löss/Lösslehmbedeckung überlagerten, Älteren Deckenschotter mit Mächtigkeiten von max. 20-25 m zu identifizieren. Die elektr. Widerstände sind deutlich

geringer und weisen stellenweise Maximalwerte von 250 Ohmm auf. In diesem Zusammenhang sind auch die Ergebnisse der seismischen Profile 8, 9 und 10 zu interpretieren. Diese seismischen Profile (plus das Profil 3 am Nordende von Geoelektrik Profil 4) sind die einzigen Profile, bei denen in einer Tiefe von ca. 20 m seismische Geschwindigkeiten > 2500 m/s auftreten. Diese Schicht kann als Oberkante des Schlier interpretiert werden. Die gleiche Situation stellt sich bei Seismik Profil 3 dar, wo ebenfalls, wie bereits gezeigt, weniger mächtige (jüngere) Deckenschotter vorliegen und somit der Schlier (Geschwindigkeit > 2000 m/s) in ~ 15 m Tiefe vorliegt.

Eine weitere, den Schlier betreffende Interpretation, kann man dem Geoelektrikprofil 4 entnehmen. Betrachtet man die Widerstandsverteilung des Liegenden, so ist eine eindeutige Unterscheidung der elektr. Widerstände zwischen nördlichem und südlichem Bereich zu erkennen. Im nördlichen Abschnitt sind elektr. Widerstände von 30 Ohmm, die ungefähr bei Profilmeter 520, mit einem leichten Einfallen nach SSE, von Widerständen > 40 Ohmm in Richtung SSE abgelöst werden. Geologisch gesehen könnte man dies als Übergang vom Robulusschlier im Westen bzw. im Norden des Geoelektrik Profils 4 zum Älteren Schlier im Osten bzw. Süden des Profils deuten. Diese Situation wurde in einem weiter nördlich des Messgebietes gelegenen Bereich in der geologischen Karte auskartiert.

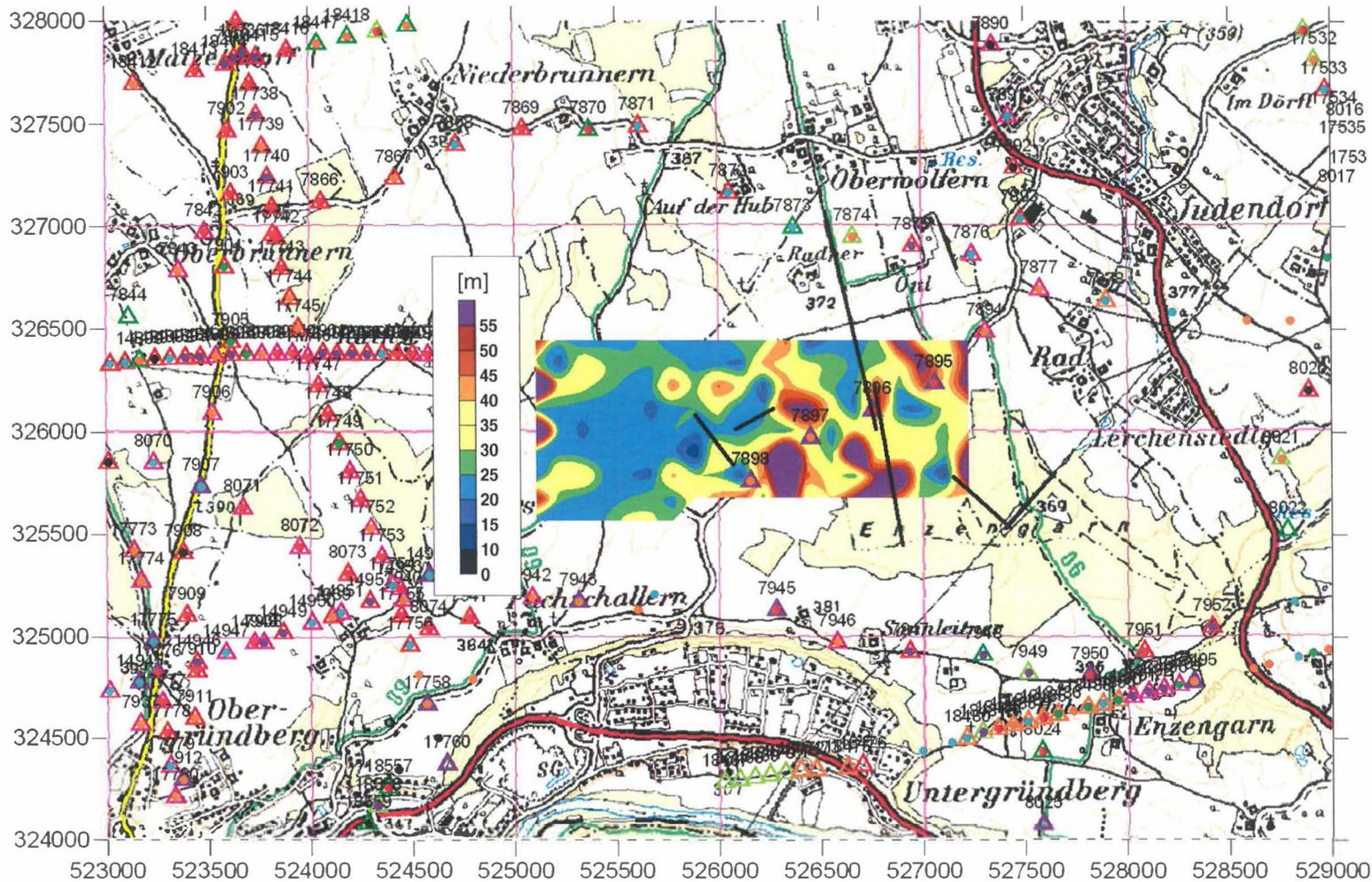


Abb. 4.31: Mächtigkeiten der zweiten Schicht aus aeroelektromagnetischen Modellrechnung Ältere bzw. Jüngere Deckenschotter (Winkler)

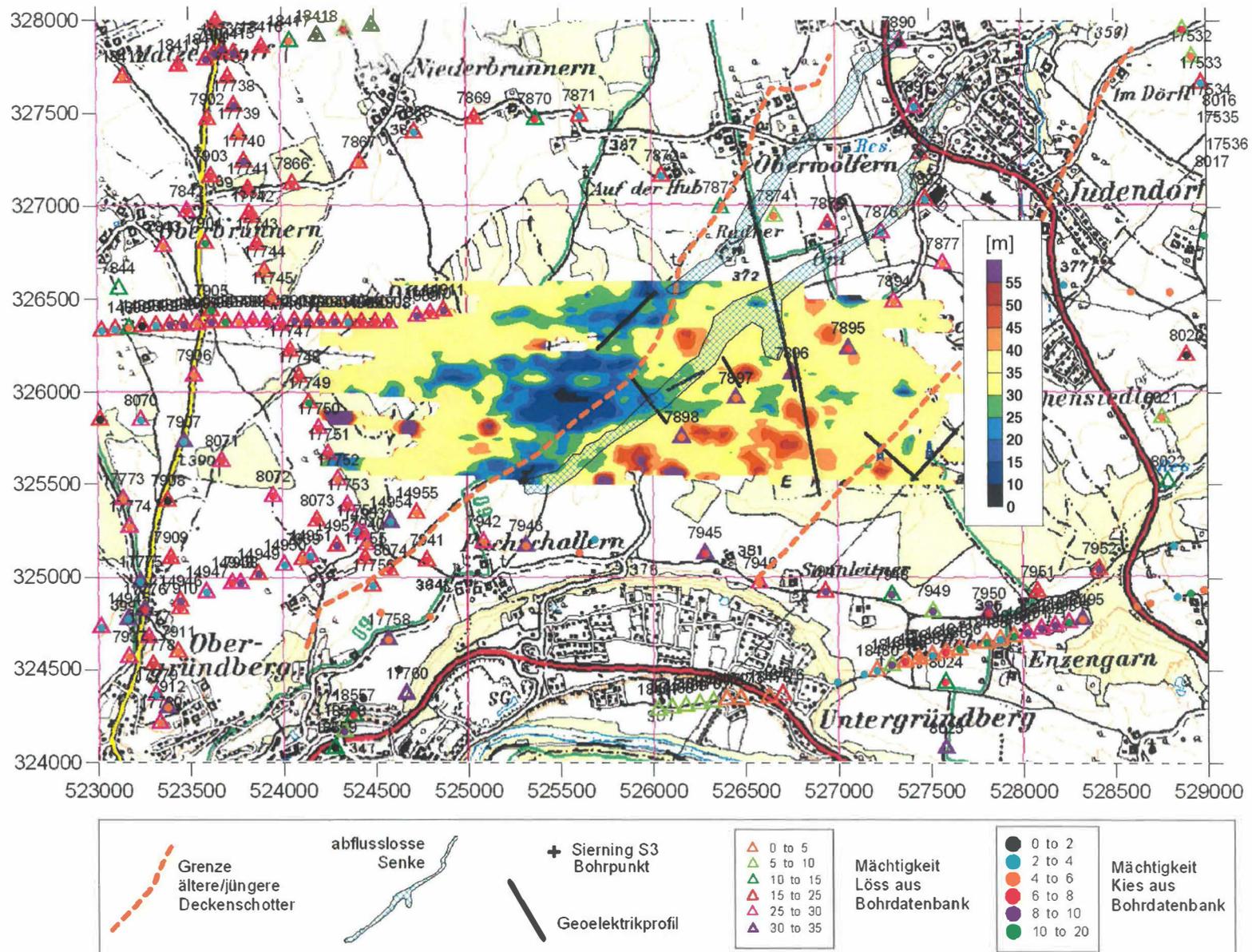


Abb. 4.32: Mächtigkeiten der zweiten Schicht aus aeroelektromagnetischen Modellrechnung
Ältere bzw. Jüngere Deckenschotter (Ahl)

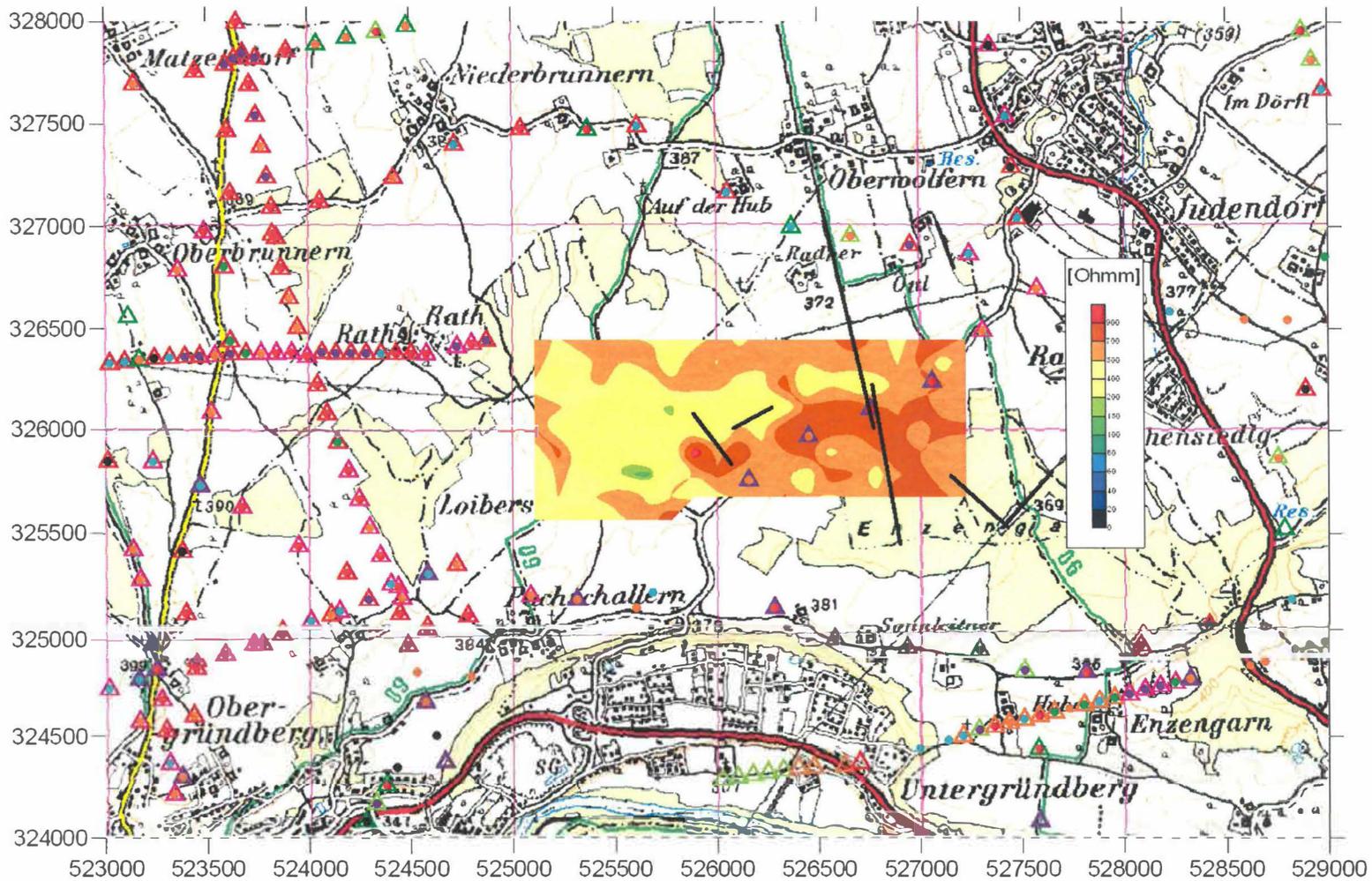


Abb. 4.33: elektr. Widerstand der zweiten Schicht aus aeroelektromagnetischen Modellrechnung
Ältere bzw. Jüngere Deckenschotter

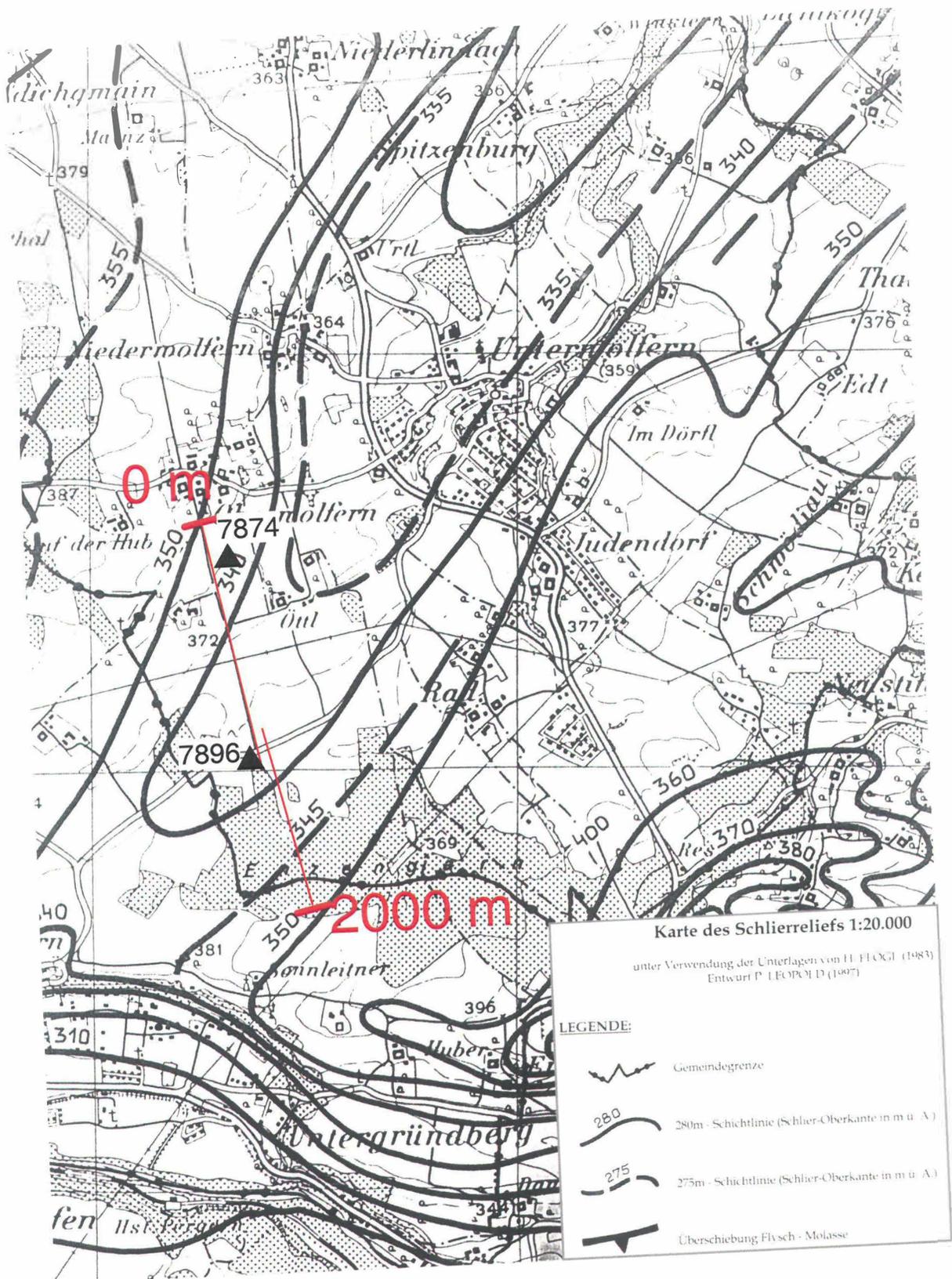


Abb. 4.34: Karte des Schlierreliefs nach Flögl, 1983, der Bohrungen mit Lage der Geoelektrikprofile 4 und 5 in Sierning/Oberwolforn

Vergleich der Tiefe Schlieroberkante

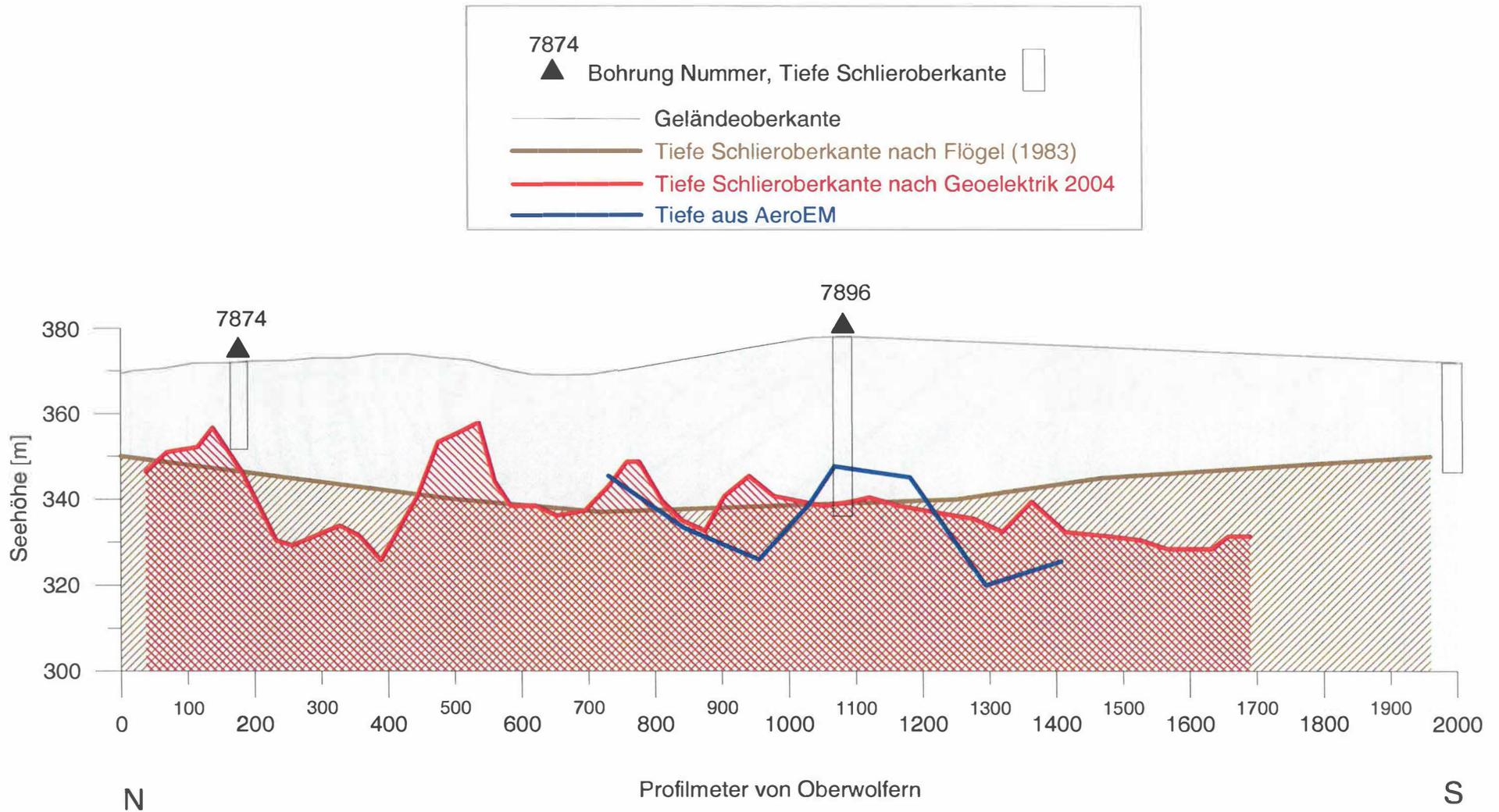
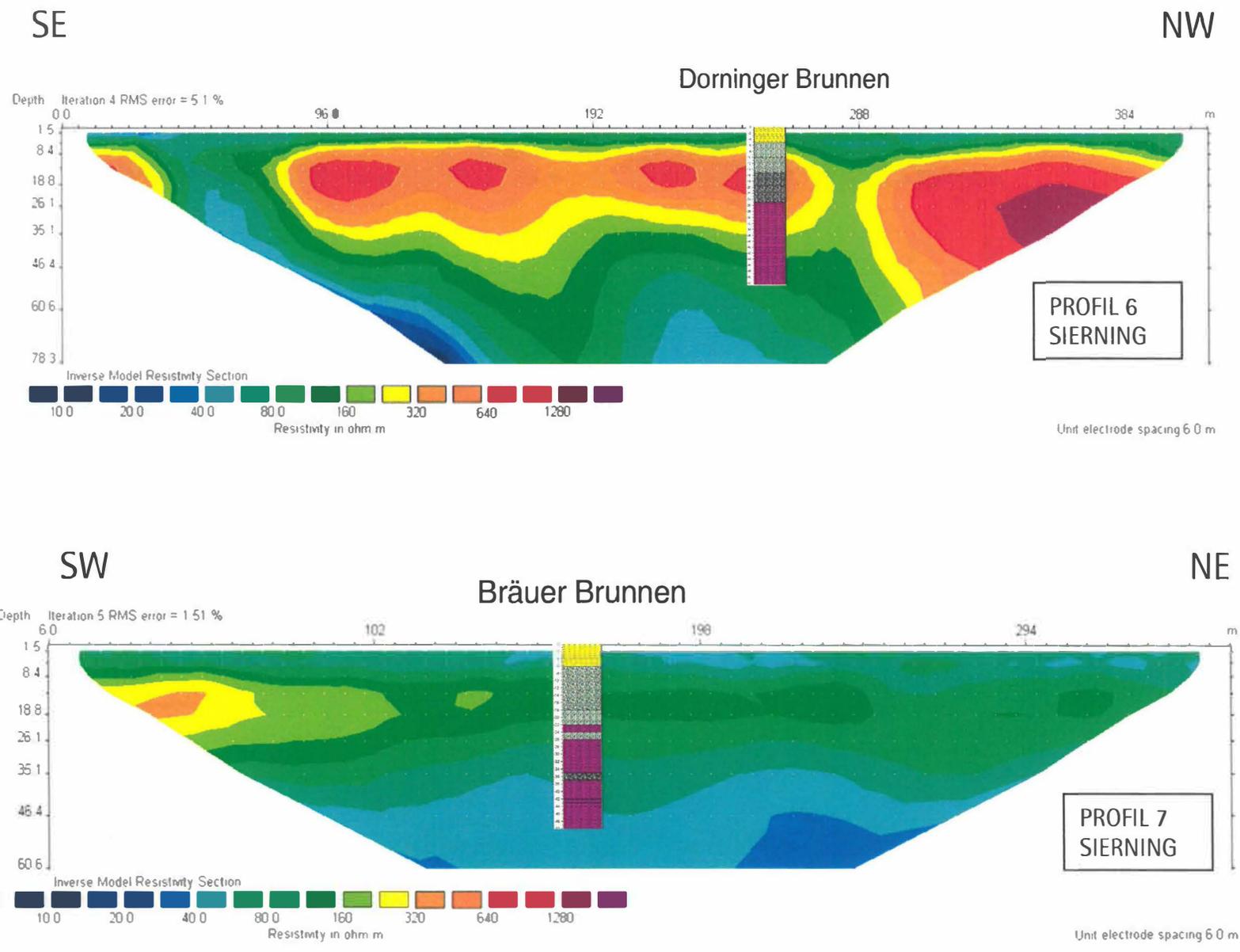
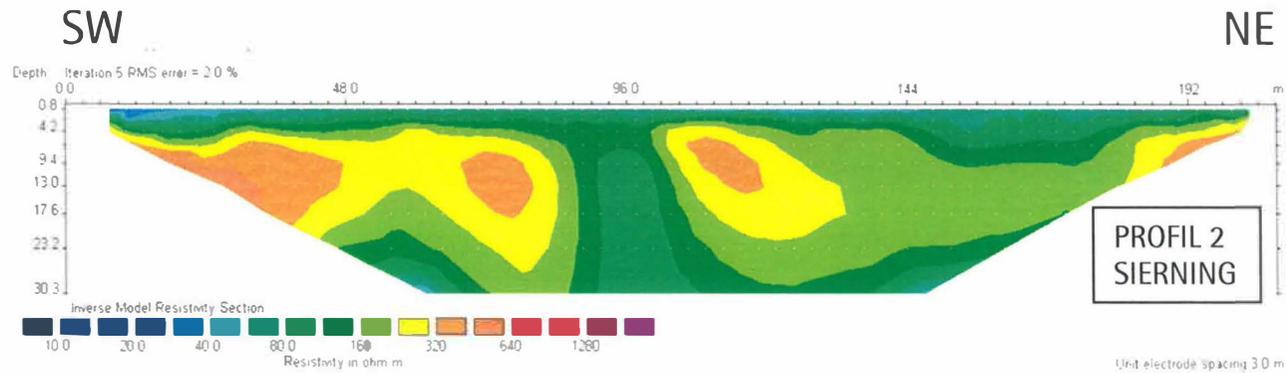
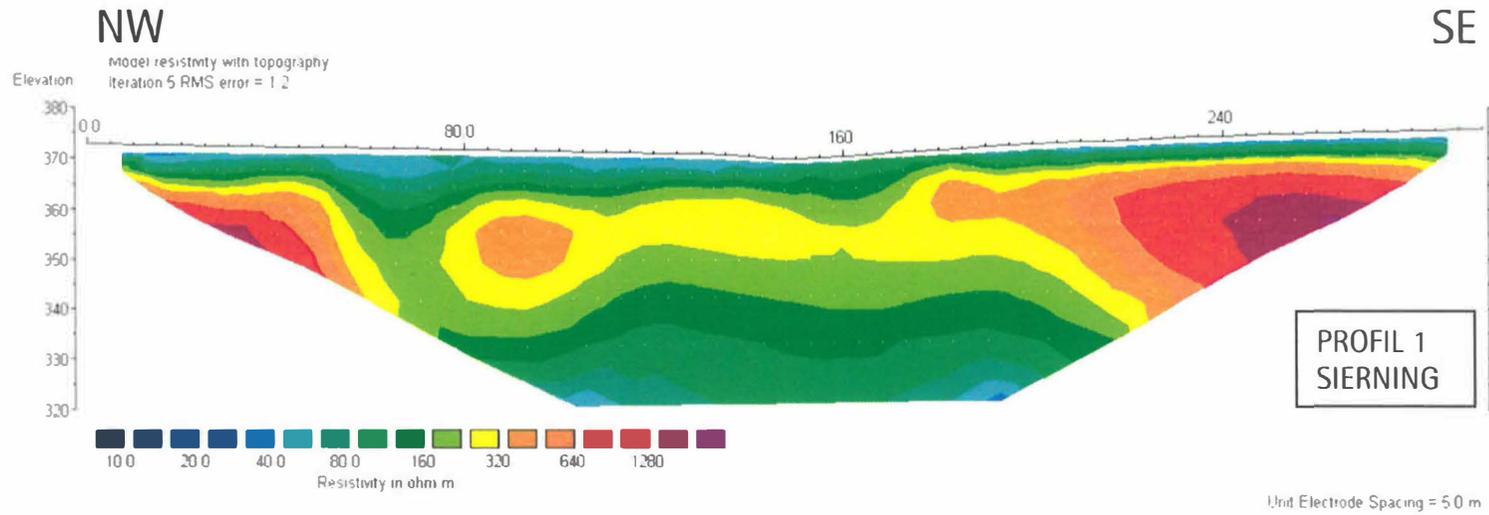


Abb. 4.35: Vergleich der Tiefe der Schlieroberkante mit Schlierrelief nach Flögl, 1983, dem Ergebnis der geoelektrischen Profile 4 und 5 und der aeroelektromagnetischen Modellrechnung (Mächtigkeit 2. Schicht) in Sierning/Oberwolfen

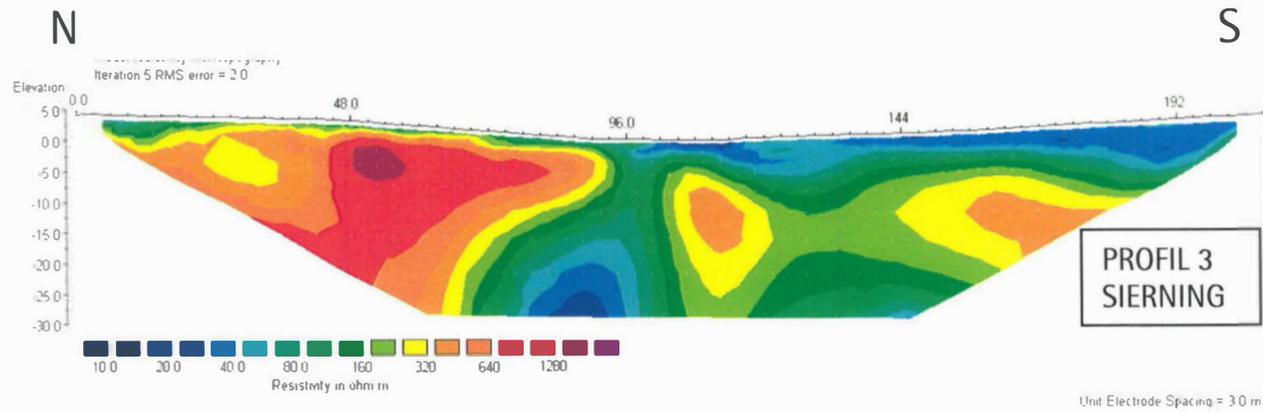
Abb. 4.36: Ergebnisse der bodengeoelektrischen Profile als Widerstands/Tiefenplot in Sierning/Oberwolfen



Fortsetzung Abb. 4.36



Fortsetzung Abb. 4.36

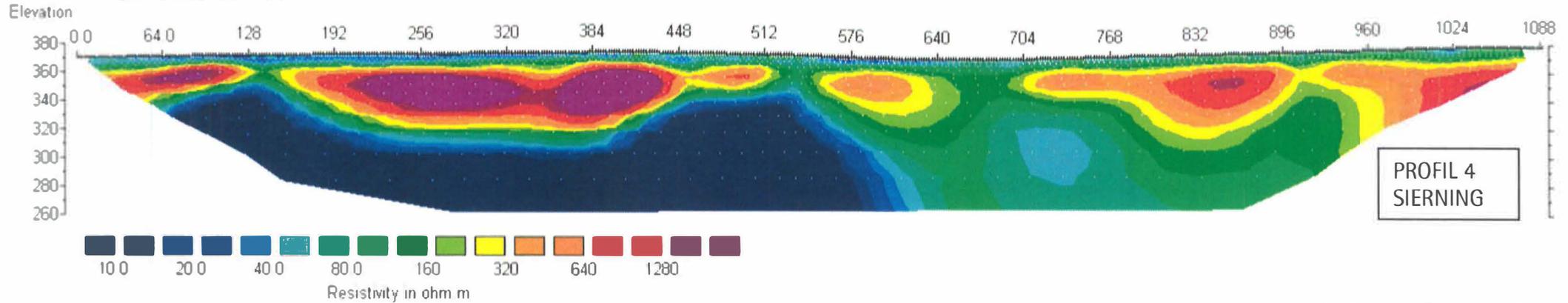


Fortsetzung Abb. 4.36

NNW

SSE

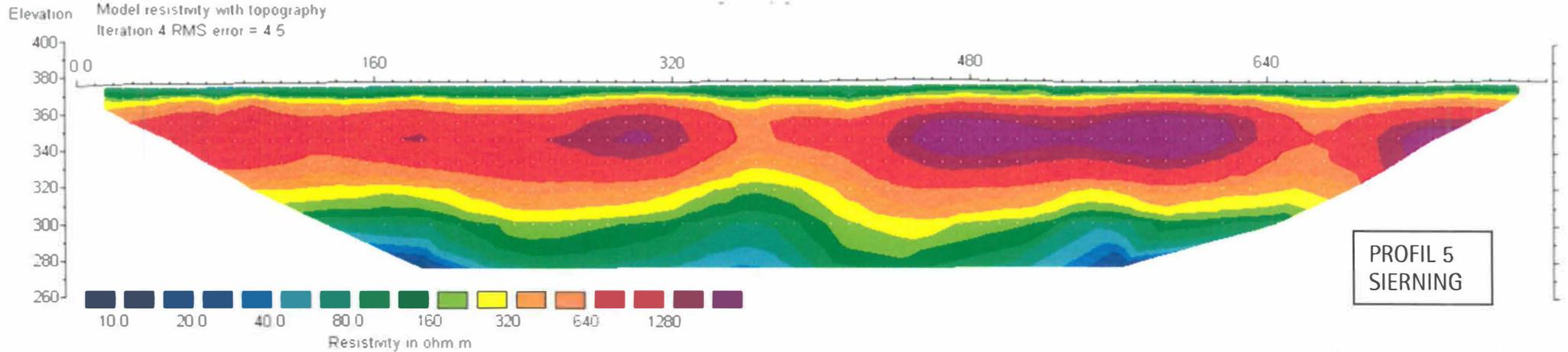
Model resistivity with topography
Iteration 3 RMS error = 18.4



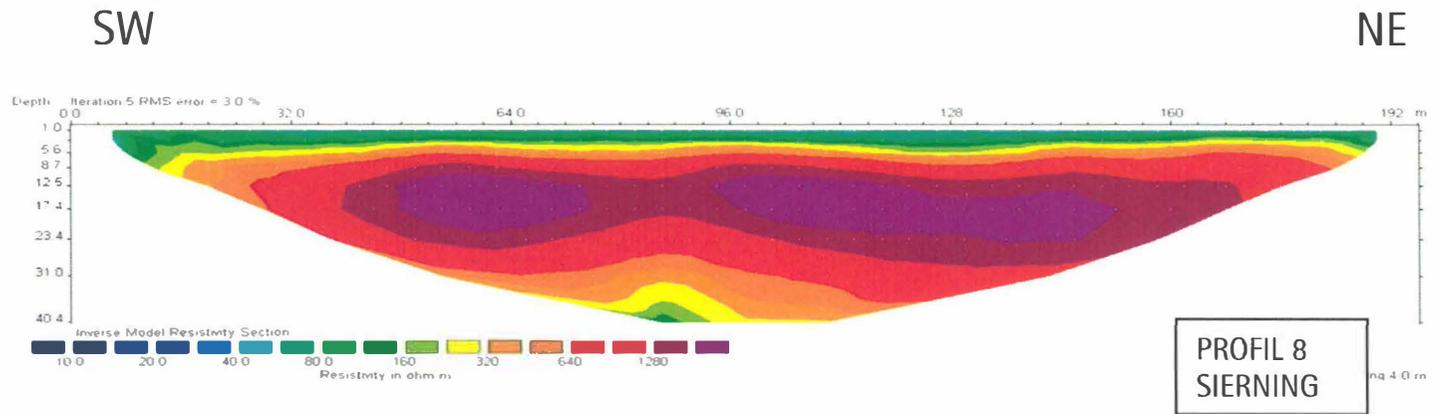
NNW

SSE

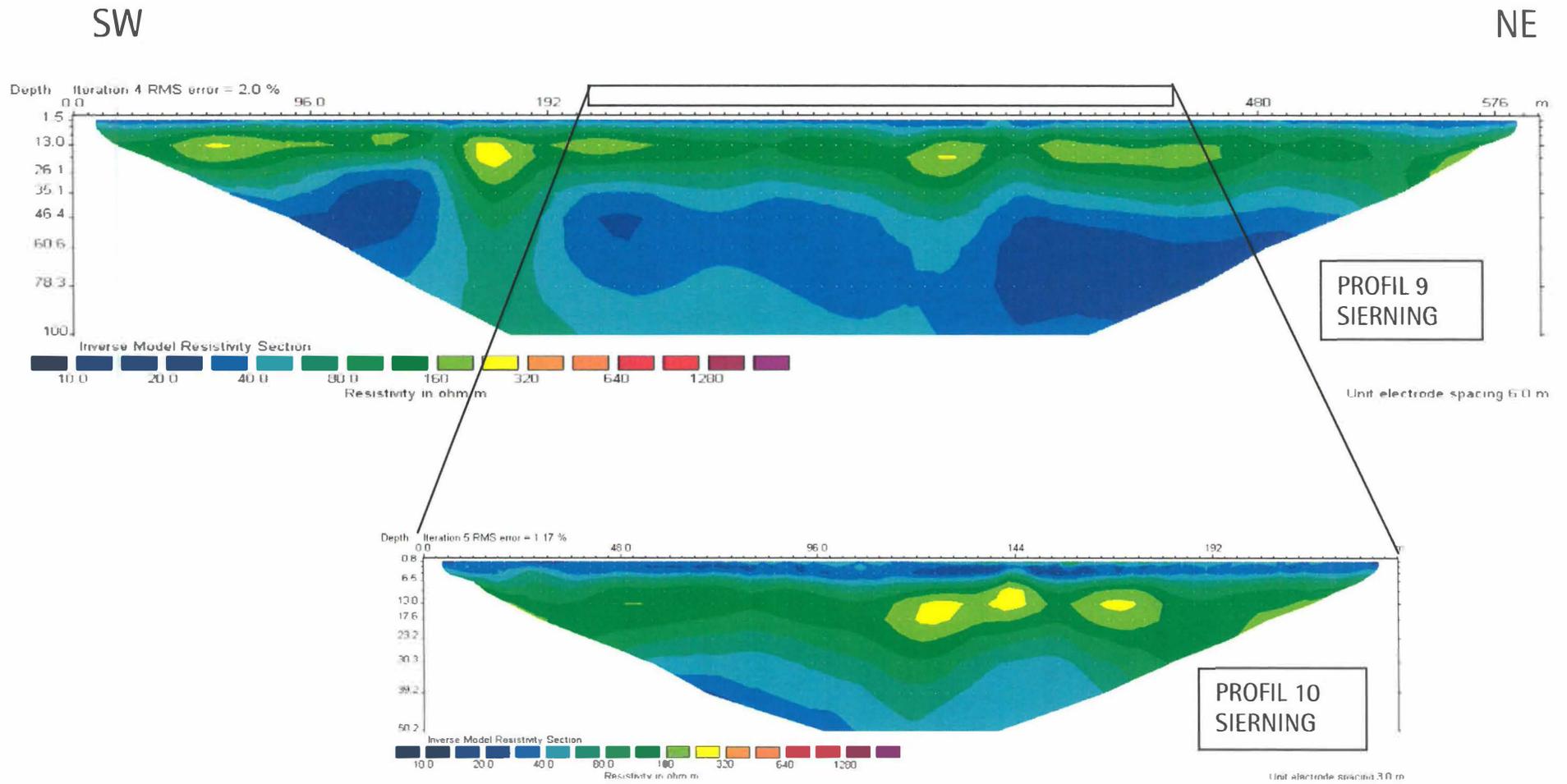
Model resistivity with topography
Iteration 4 RMS error = 4.5



Fortsetzung Abb. 4.36



Fortsetzung Abb. 4.36



4.3 Detailgebiet Neuhofen

Wie am Beispiel des Messgebietes Sierning/Oberwolforn gezeigt wurde, liefern die Ergebnisse aus der Aerogeophysik für spezifische, geologische Fragestellungen wichtige ergänzende Informationen. Um geologisch relevante Aussagen treffen zu können, müssen aber, abgestimmt auf die jeweilige Aufgabenstellung, begleitende Messungen (Bodengeophysik, Bohrungen, Laboruntersuchungen, etc.) durchgeführt und zur Interpretation herangezogen werden. Solche spezifische Untersuchungen wurden im größeren Umfang im Messgebiet Neuhofen bis jetzt nicht durchgeführt. Eine detaillierte geologische Interpretation wird in dem bereits genehmigten, aber bis jetzt noch nicht bewilligten Bund/Bundesländerprojekt OC13-F angestrebt. Aus diesem Grund werden vorläufig die Ergebnisse ohne spezifische geologische Ansprache präsentiert. Weitere Messungen, unter dem Gesichtspunkt der aerogeophysikalischen Anomalieverifikationen im Detailgebiet Neuhofen, sollen im Projektjahr 2005 im Rahmen des ÜLG28 in Zusammenarbeit mit dem Projekt ÜLG35 durchgeführt werden.

Abb. 4.37 zeigt den Bereich der aerogeophysikalischen Vermessung und die Lage der bodengeophysikalischen Profile (Goelektrik) im Detailgebiet Neuhofen.

Die Ergebnisse der Modellrechnung der aereoelktromagnetischen Vermessung sind in den Abbildungen 4.38 – 4.42 abgebildet.

Tab. 4.5 gibt einen Überblick über die goelektrischen Profile, deren Lage im Bezug zur lokalen Geologie und eine generalisierte geophysikalische Schichtansprache der elektrischen Widerstände. Die Ergebnisse der goelektrischen Profile zeigt Abb. 4.43.

Profilnummer	Geologie lt. Karte	Widerstandverteilung
1	Ältere Deckenschotter mit Staublehm und Verwitterungsdecke	Schicht 1: 80-100 Ohmm Schicht 2. < 50 Ohmm Schicht 3. 100- 200 Ohmm Schicht 4. < 70 Ohmm
2	Ältere Deckenschotter mit Staublehm und Verwitterungsdecke	Schicht 1: 80-100 Ohmm Schicht 2. < 50 Ohmm Schicht 3. 100- 300 Ohmm
3	Ältere Deckenschotter mit Staublehm und Verwitterungsdecke Talfüllung i.a.; rezent	Schicht 1: 20-80 Ohmm Schicht 2. ~ 100 Ohmm Schicht 3. < 70 Ohmm
4	Ältere Deckenschotter mit Staublehm und Verwitterungsdecke	Schicht 1: 10-50 Ohmm Schicht 2. 50 – 200 Ohmm

Tab. 4.5: Goelektrik, Geologie und generalisierte Schichtansprache

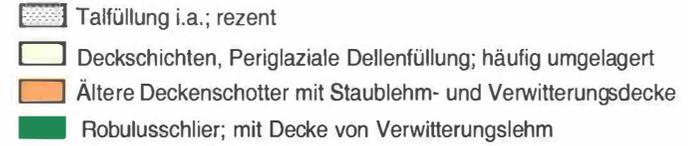
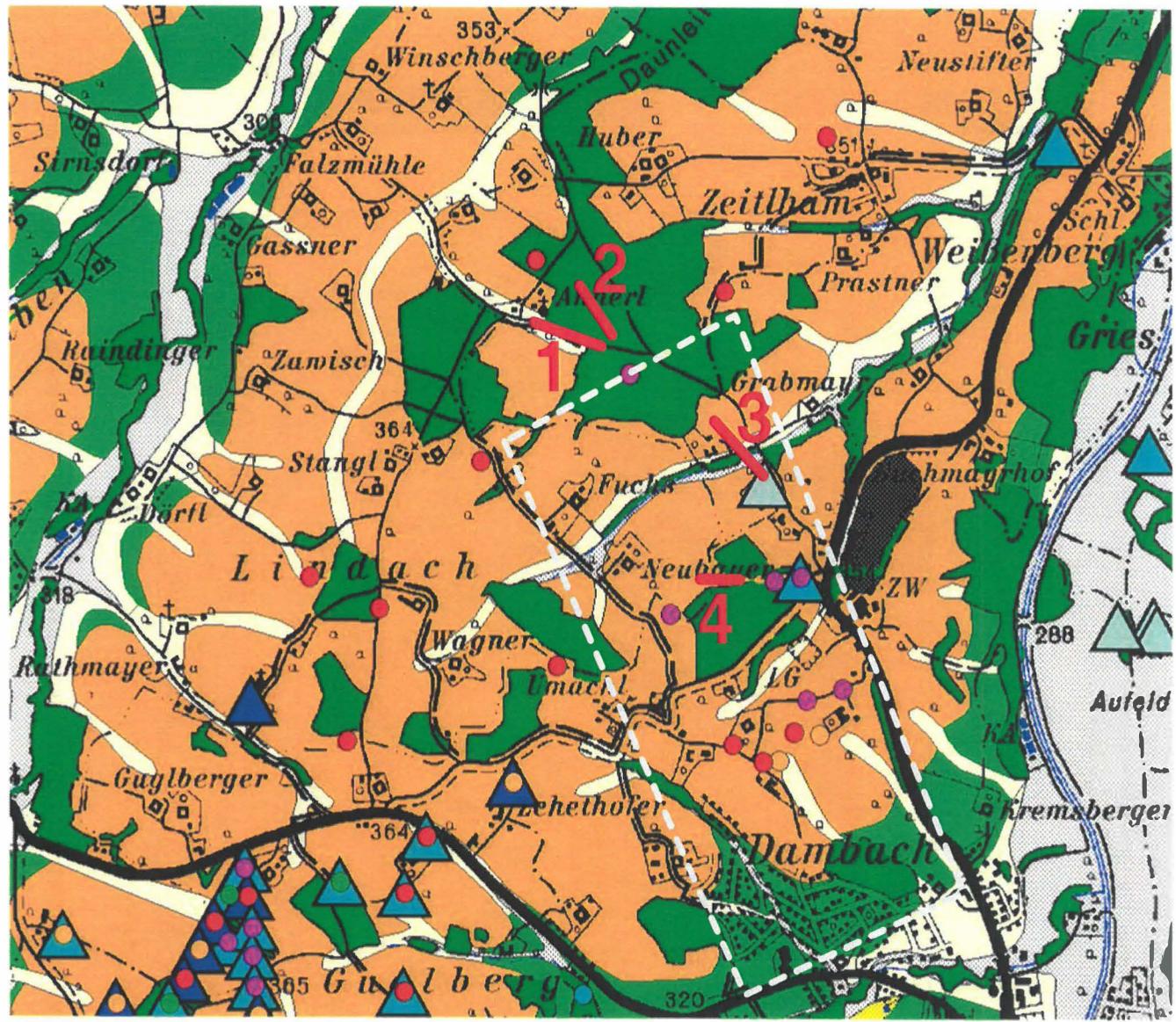
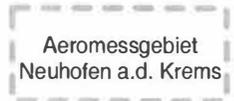
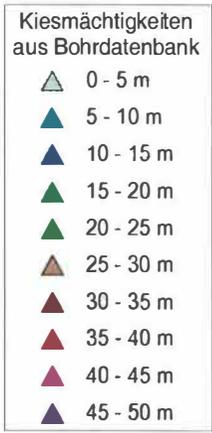


Abb. 4.37: Lageplan Messgebiet Aerogeophysik und der geoelektrischen Profile auf Ausschnitt der geologischen Karte 1:200.00 im Messgebiet Neuhofen

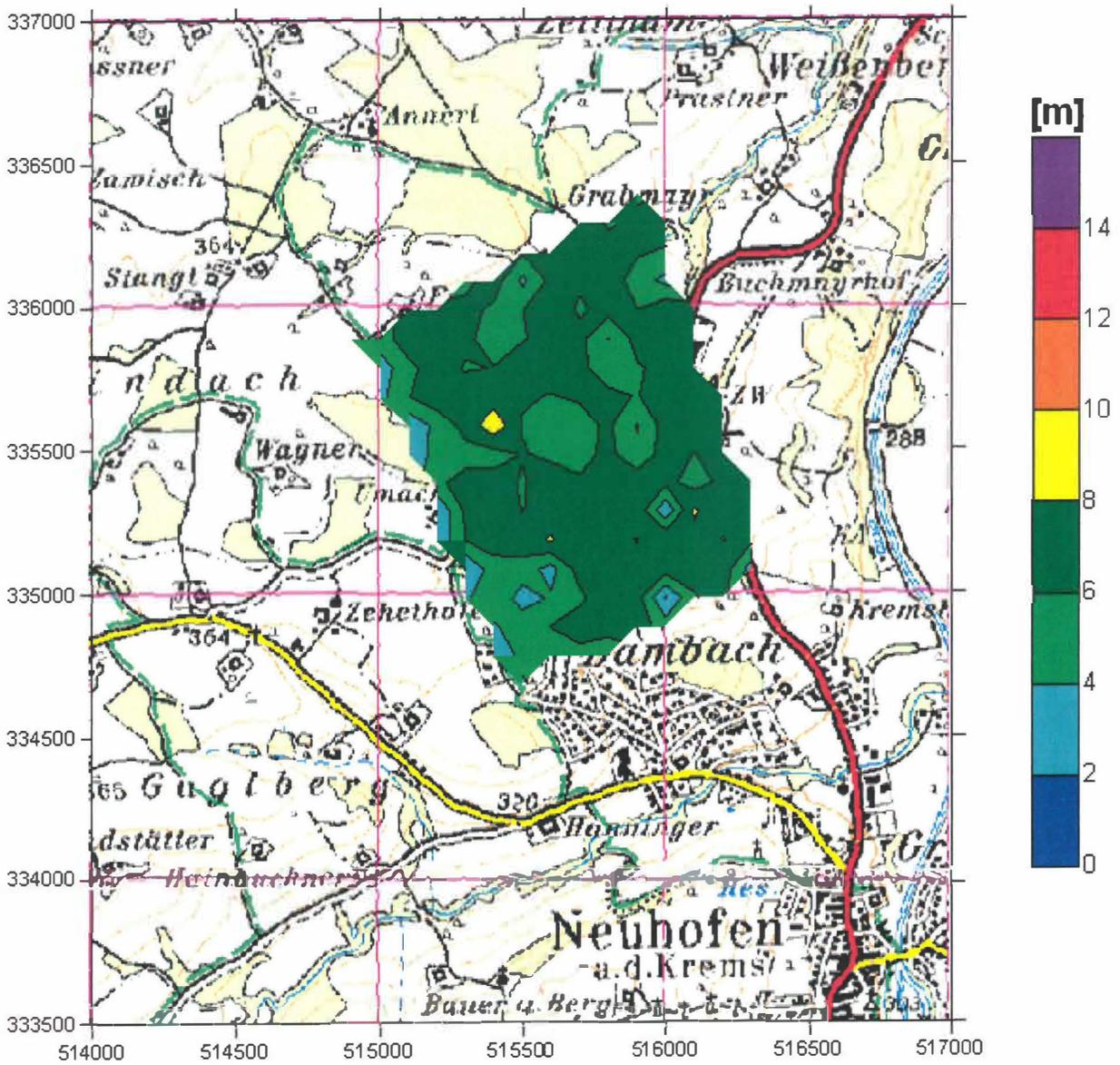


Abb. 4.38: Mächtigkeiten der ersten Schicht aus aerelektromagnetischen Modellrechnung

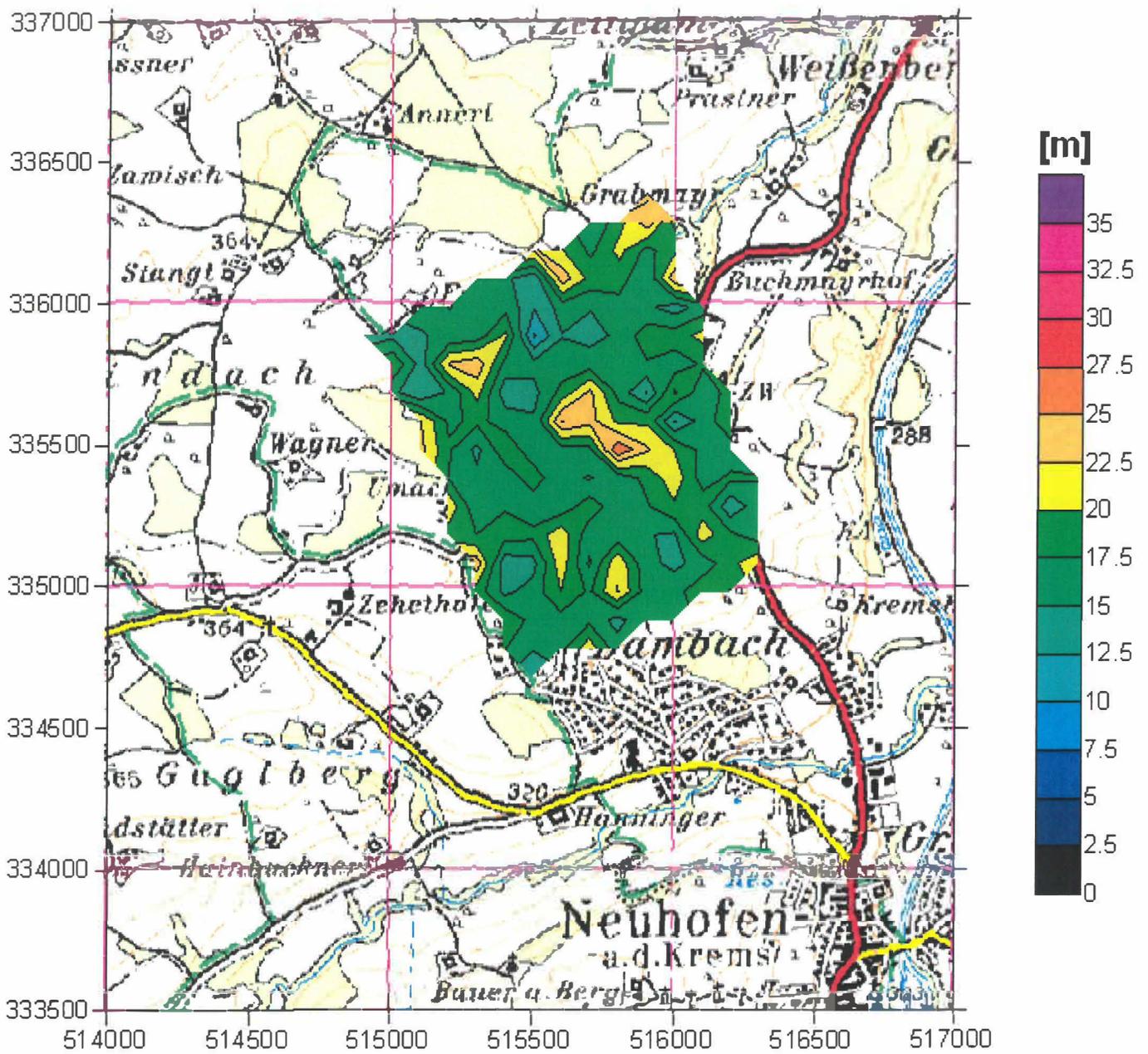


Abb. 4.40: Mächtigkeiten der zweiten Schicht aus aeroelektromagnetischen Modellrechnung

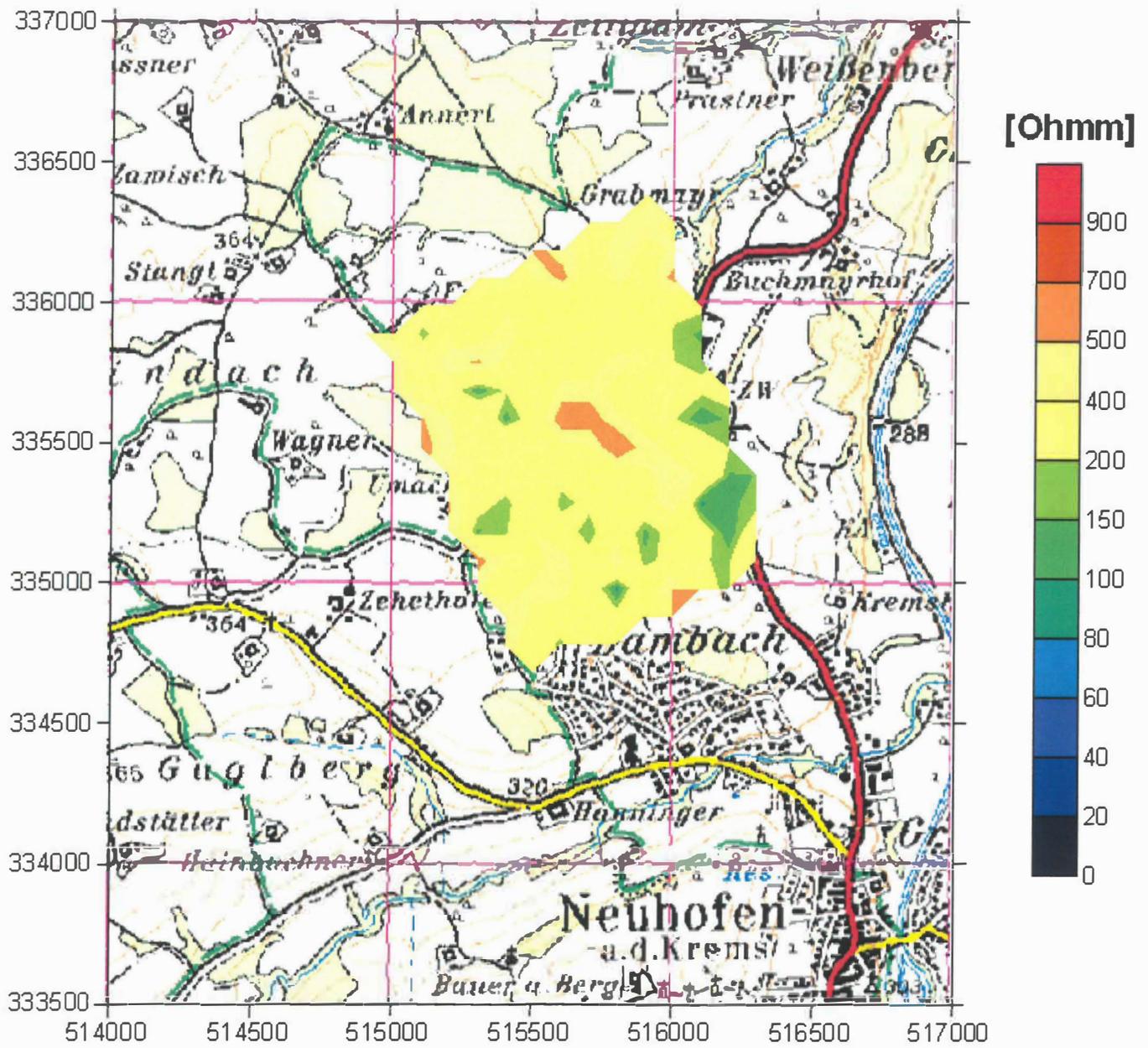
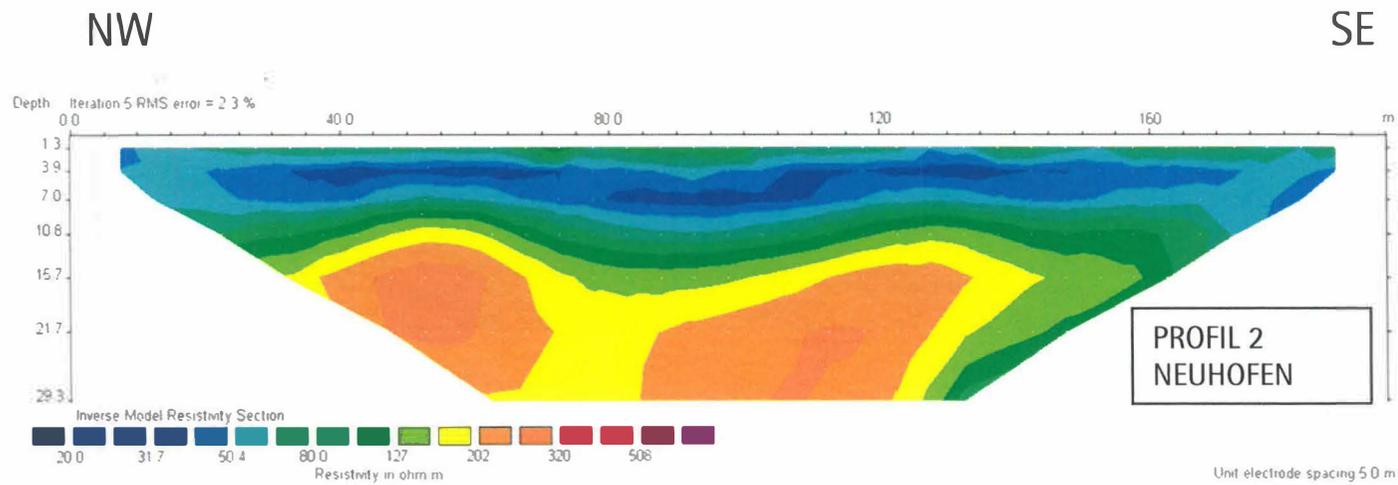
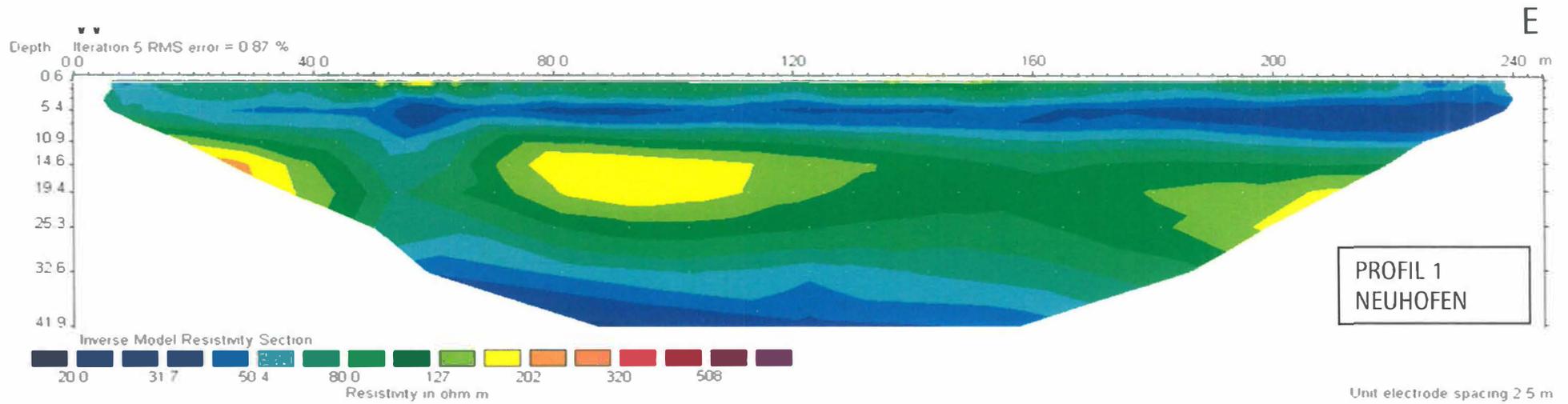
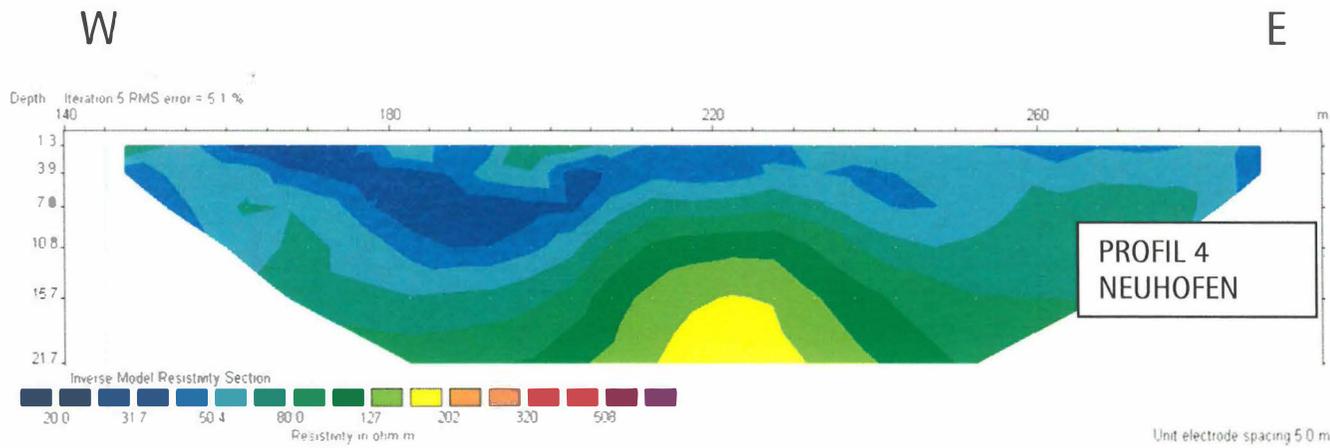
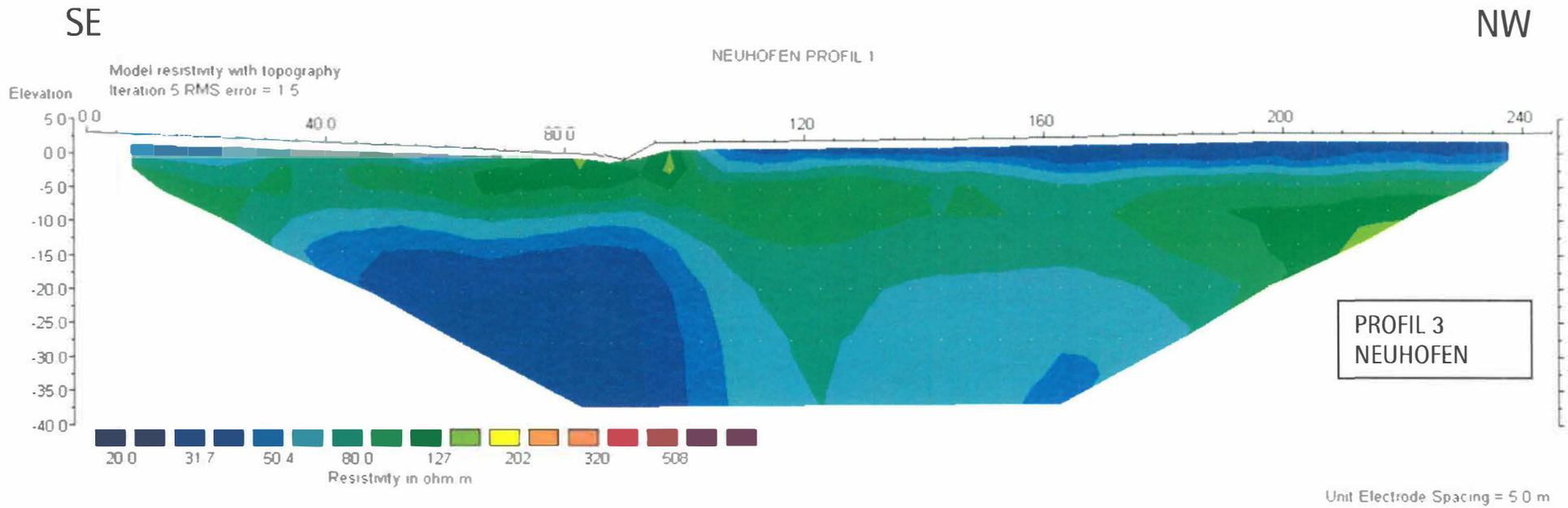


Abb. 4.41: elektr. Widerstand der zweiten Schicht aus aeroelektromagnetischen Modellrechnung

Abb. 4.43: Ergebnisse der bodengeoelektrischen Profile als Widerstands/Tiefenplot in Neuhofen



Fortsetzung Abb. 4.43



5 ERGEBNISSE/INTERPRETATION MAGNETIK (P. SLAPANSKY, A. AHL)

Die magnetischen Anomalien stellen die Feldabweichung zum globalen Erdfeld dar. Angegeben ist die Differenz zwischen dem gemessenen Magnetfeld und dem geomagnetischen Referenzfeld, daher sind auch negative Werte möglich.

Die erfassten Werte der magnetischen Totalintensität, die in Abb. 5.1. dargestellt sind, bewegen sich zwar in einem sehr breiten Schwankungsbereich zwischen -250 nT und 348 nT, die extremen Minima und Maxima sind jedoch sehr kleinräumig ausgebildet. Der bei weitem größte Bereich des Befliegungsgebietes weist Werte zwischen -20 nT und 40 nT auf, wirkt also recht einförmig.

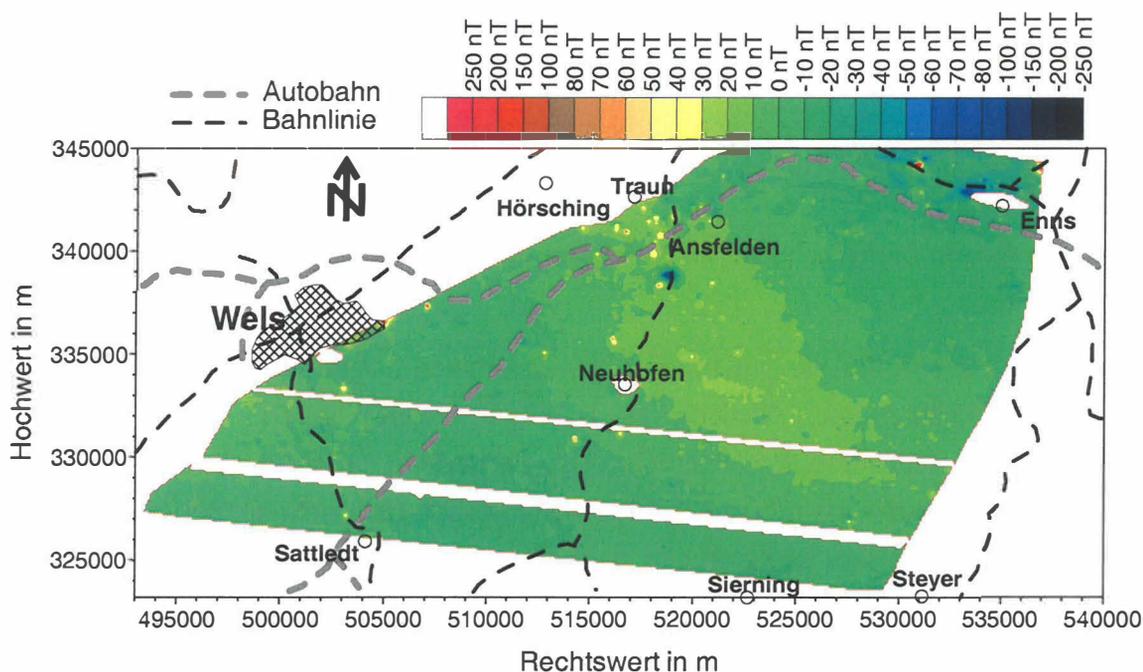


Abb. 5.1.: Verteilung der magnetischen Totalintensität

Die markanteste magnetische Großstruktur ist ein NW-SE streichender Bereich im Zentrum des Untersuchungsgebietes mit regional leicht erhöhter Magnetisierung (20 bis 30 nT, Maxima bis 40 nT), der von Traun/Ansfelden bis etwa 5 km NW Steyr reicht. Dieser weist in alle Richtungen einen leicht abnehmenden Gradienten auf.

SW der Linie Marchtrenk-Kematen herrscht in weiten Bereichen eine einförmige magnetische Totalintensität von -10 bis 0 nT vor. Lediglich SW Wels findet sich ein etwas höher magnetisierter Bereich (0 bis 10 , Maxima bis 20 nT), und N Kremsmünster ein relativ gering magnetisierter Bereich (-20 bis -10 nT).

Auffällig ist, dass in weiten Bereichen des Gebietes die Verteilung der magnetischen Totalintensität recht fleckenhaft, lokal fast unregelmäßig erscheint.

Als Grundlagen für die geologische Interpretation dienten die geologische von THIELE & FUCHS (1965), FUCHS & MATURA (1976), KOHL et al. (1996) und REITNER (2003, unpubliziert).

Südlich von Wels tritt am Westrand des Untersuchungsgebietes ein geringfügig stärker magnetisierter Bereich mit 0 bis 10 , maximal 20 nT auf. An der Oberfläche stehen hier überwiegend die Älteren Deckenschotter (Vorstoßschotter des Günz) an. Diese enthalten immer einen gewissen Anteil an Kristallingeröllen. Gegen das Hangende besitzen sie zwar einen höheren Anteil an Karbonat- und Flyschkomponenten, der Kristallinanteil bleibt aber stets höher als in den Jüngeren glaziofluvialen Sedimenten (KOHL et al., 1997). Dieser erhöhte Anteil an Kristallingeröllen könnte eventuell die leicht erhöhte Magnetisierung erklären.

Dabei sind die Älteren Deckenschotter im NW etwas stärker magnetisiert (oder eventuell auch mächtiger) als im S.

An einzelnen Stellen treten die entlang von Erosionsrinnen Jüngeren Sedimente (Jüngere Deckenschotter, Hochterrasse, Niederterrasse) möglicherweise durch lokale geringere Magnetisierung in Erscheinung. Im Allgemeinen ist die fleckige, unregelmäßige Struktur, die auch den magnetisch sehr monotonen Bereich weiter gegen Osten charakterisiert, offenbar anthropogen bedingt, da sich im Kartenbild zeigt, dass sich vielfach im Zentrum der kleinen, etwas stärker magnetisierten Fleckchen ein Haus befindet. Es könnte sich aber auch um Verwitterungseffekte, Anreicherung Fe-Phasen in Paläoböden oder Ähnliches handeln.

Nördlich von Kremsmünster tritt ein bis ungefähr Kematen und Sattledt reichender Bereich mit geringer Magnetisierung (-20 bis -10 nT) auf. Es finden sich hier überwiegend mit Schwemmlehm bedeckte Untere Deckenschotter sowie Sedimente der Hoch- und Niederterrasse. Möglicherweise bewirkt die stark tonig-lehmige Oberfläche einen Abschirmungseffekt bei sehr geringer Magnetisierung.

Etwa im Zentrum des Messgebiets folgt die oben erwähnte, etwa 20 km lange und beinahe 10 km breite Anomalie zwischen Traun und Steyr mit 20 bis 30 , maximal 40 nT. Hier lassen sich

keinerlei Korrelationen zur Oberflächengeologie feststellen. Anstehend finden sich hier größere Schlierareale, Ältere und Jüngere Deckenschotter und Terrassensedimente, die einem S-N und SW-NE verlaufenden Entwässerungsnetz folgend, aufgeschlossen sind. Diese geologischen Strukturen an der Oberfläche verlaufen somit quer zu der geomagnetischen Struktur.

Die an der Oberfläche anstehenden tertiären Sedimente dieses Bereichs werden allgemein unter der Bezeichnung Schlier zusammengefasst. Stratigraphisch sind sie überwiegend dem Robulus-Schlier (Ottningien) zuzurechnen. Es handelt sich um mächtige, einförmig graue Tonmergel mit lagenweisen häufigen Sand- und Sandsteineinlagerungen. Gegen Süden dominieren zunehmend Sande und grobe konglomeratische Geröllschüttungen, deren Komponenten sich hauptsächlich aus Quarz, alpinem Kristallin und dunklem Dolomit, seltener auch Kalk, zusammensetzen (FUCHS, 1980): Diese Sedimente sind ausschließlich in den, in die Deckenschotter und Moränen eingeschnittenen Talbereichen aufgeschlossen. Irgendeine Korrelation mit den magnetischen Anomalien ist auch hier nicht erkennbar.

Die Schichtfolge des Schlier setzt sich hier gegen unten in Bohrungen erschlossen wie folgt zusammen:

- Innviertler Serie (Ottningien): Phosphoritsande und reine Quarzsande, feinsandig-glimmerige Mergel des Robulus-Schlier,
- Haller Serie (Eggenburgien): mächtige einförmige grünlichgraue feinsandig-glimmerige Mergel mit zahlreichen Sandeinschaltungen
- Obere Puchkirchner Serie (Oberes Egerien): mächtige, bräunlichgraue Tonmergel mit Feinsandlagen, gegen Süden zunehmend Schotter mit Blockströmen mit Geschieben aus Helvetikum und Flysch
- Untere Puchkirchner Serie (Unteres Egerien): Tonmergel, Sande und Konglomerate, die sich gegen Norden mit den lokal geschütteten Linzer Sanden verzahnen

Die Tabelle 5.1 zeigt aus der Literatur zusammengestellte Werte der magnetischen Suszeptibilitäten, die für die wichtigsten Lithologien der Molassezone charakteristisch sind.

Gesteinsart	magnetische Suszeptibilität
Molasse	$0,06 \times 10^{-3}$ [SI]
Flysch	$0,07 \times 10^{-3}$ [SI]
Kalk	$0,02 \times 10^{-3}$ [SI]

Tab. 5.1: Magnetische Suszeptibilitätswerte aus mesozoischen und tertiären Gesteinen und der Molassezone und angrenzender Einheiten (ZYCH, 1985).

Aus der lithologischen Charakterisierung dieser Tertiärschichtfolge geht hervor, dass in dieser keine wesentlichen magnetischen Störkörper zu erwarten sind. Die Ursache für die magnetische Anomalie, die zwischen Traun, Ansfelden und Unterwolfhern NW Steyr fast das gesamte Messgebiet quert, ist somit wohl im kristallinen Untergrund der Molasse, der zur Böhmisches Masse gehört, zu vermuten.

Die Bohrprofile zahlreicher Erdölbohrungen (Unterlagen im Bohrkernarchiv der GBA) zeigen, dass der Untergrund unter der Molasse hier praktisch ausschließlich aus Graniten aufgebaut ist, die hier allgemein eine recht geringe magnetische Suszeptibilität aufweisen.

Die Tabelle 5.2 zeigt einige charakteristische Suszeptibilitäten von Gesteinen der Böhmisches Masse.

Granit	$0,15 \times 10^{-3}$ [SI]
Gneis	$0,16 \times 10^{-3}$ [SI]
Quarzit	$0,16 \times 10^{-3}$ [SI]
Granulit	$0,17 \times 10^{-3}$ [SI]
Glimmerschiefer	$0,18 \times 10^{-3}$ [SI]
Pyroxengranulit	$0,28 \times 10^{-3}$ [SI]
Marmor	$0,30 \times 10^{-3}$ [SI]
Amphibolit	$0,48 \times 10^{-3}$ [SI]
Serpentinit	$23,0 \times 10^{-3}$ [SI]
Cordieritschiefer	$37,5 \times 10^{-3}$ [SI]
Grüngestein	$37,5 \times 10^{-3}$ [SI]

Tab. 5.2: Suszeptibilitäten von Gesteinen der Böhmisches Masse (HÖSCH & STEINHAUSER, 1985).

Es wurden keine Anzeichen von üblicherweise höher magnetisierten Gesteinen gefunden, wie sie z. B. in Form von Amphiboliten als Körper mit z. T. mehreren Kilometern Ausdehnung auftreten (THIELE & FUCHS, 1965, FUCHS & MATURA, 1976). Möglicherweise treten solche Gesteine aber etwas tiefer im kristallinen Untergrund auf, zumal die magnetische Anomalie in der direkten Fortsetzung dieser Serien, die parallel zur Pfahlstörung streichen, liegt. Eventuell könnte hier auch ein morphologischer Effekt des Molasseuntergrundes eine Rolle spielen, da die magnetische Anomalie ebenso in der streichenden Fortsetzung des Kürnberg-Rückens (GRILL & WALDMANN, 1951) liegt.

Als weiteres Argument, dass es sich um ein etwas tieferliegendes Störelement der Kruste handeln könnte, kann auch die Tatsache gesehen werden, dass die magnetische Anomalie als relativ langwellige Struktur auch in der Aeromagnetischen Karte von Österreich (SEIBERL, 1991) deutlich in Erscheinung tritt.

Am äußersten E-Rand des Untersuchungsgebietes treten im Verlauf des Ennstales kleine Bereiche mit sehr geringer Magnetisierung (-50 bis -20 nT) auf. Diese korrelieren mit Niederterrasse und Ausedimenten des Ennstales.

Ein auffälliges Element der Magnetik in diesem Bereich sind eine ganze Reihe von sehr kleinen, aber auch sehr starken Anomalien mit -250 bis 348 nT. Ein Vergleich mit den topographischen Karten zeigt, dass bei sehr vielen dieser Anomalien ein größeres Gebäude zu finden ist, dass die magnetische Störung also sehr wahrscheinlich durch Industrieanlagen, Fabriken, Kraftwerke etc. bedingt ist, aber auch Trafos, Eisenbahnanlagen oder Mülldeponien können sehr starke magnetische Anomalien erzeugen. In der Abbildung unten sind als zwei exemplarische Beispiele der Ennshafen und die Mülldeponie Asten dargestellt.

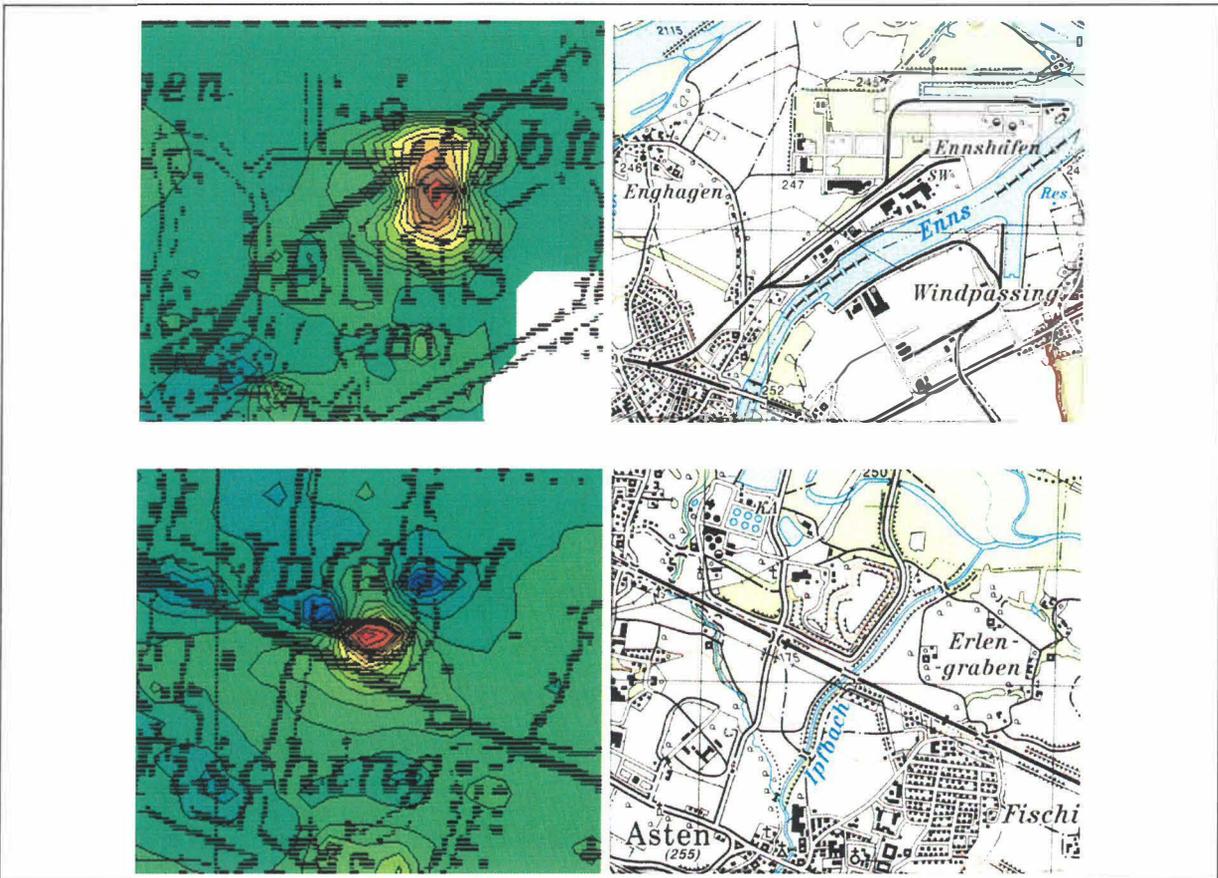


Abb. 5.2: Zwei Beispiele für die kleinräumigen, stark magnetischen Anomalien: Oben der Ennshafen, unten die Mülldeponie Asten. Es sind jeweils die magnetische Karte und die topographische Karte desselben Kartenausschnittes nebeneinander gestellt. Die über die magnetische Anomalienkarte gelegte Topographie des GIS ist wesentlich gröber als die topographische Karte.

Die Methodik der aeromagnetischen Vermessung lässt sich dementsprechend auch gut zur Auffindung von Altlasten einsetzen.

Der Vollständigkeit halber sei noch darauf hingewiesen, dass auch die Tätigkeit eisenreduzierender Bakterien im Boden, der Eintrag von Industrieller Flugasche oder der Aufstieg von Kohlenwasserstoffen über Erdgaslagerstätten, lokale magnetische Anomalien verursachen könnten (FITZEK, 1987, HANESCH & PETERSEN, 1999).

6 METHODENENTWICKLUNG DES AEROGEOPHYSIKALISCHEN PROCESSINGS (E. WINKLER, A. AHL)

In den letzten beiden Jahren wurden umfangreiche Arbeiten für die methodische Weiterentwicklung des aerogeophysikalischen Processings durchgeführt. Im Folgenden werden die einzelnen Punkte dieser, z.T. mit erheblichem Programmieraufwand verbundenen, Auswerteschritte angeführt.

6.1 Inversion der Aeroelektromagnetik: Probleme und Lösungen

Eingangsdaten für das AEM-Processing sind die gemessenen AEM-Daten und die korrigierten Flughöhen. Da die AEM-Messwerte zeitlichen Driften unterliegen, müssen diese vor einer Inversion (Modellrechnung) korrigiert werden. Neben der Korrektur der Flughöhen ist das der arbeitsaufwendigste Teil des Processings. Als Hilfestellung bei der Driftkorrektur werden für jeden Messpunkt gemäß seiner Sensorhöhe und der Vorgabe einer maximalen Bandbreite des im Messgebiet zu erwartenden elektrischen Widerstandes des Untergrundes ein minimal bzw. ein maximal zu erwartender Messwert berechnet. Bei der Vorgabe dieser Bandbreite können bereits Vorinformationen in das Processing einfließen.

Die Aufgabe der EM-Inversion drift- und höhenkorrigierter AEM-Messwerte ist die Berechnung einer Verteilung des elektrischen Widerstands im Untergrund, die die Messdaten am besten repräsentiert. Eine Inversion großer AEM-Messgebiete mit 2D oder 3D Widerstandsmodellen ist derzeit praktisch nicht durchführbar. Hier ist die Entwicklung im Hardware und Softwarebereich des nächsten Jahrzehntes abzuwarten. Für die praktische Inversion von AEM-Daten werden deshalb homogene, horizontal geschichtete Halbraummodelle verwendet. Die im Untersuchungsgebiet auftretende Löss, Lehm/Schotter, Kies/Schlier Serie der Traun-Enns Platte wird durch ein 3-Schichtmodell repräsentiert (Abb. 6.1):

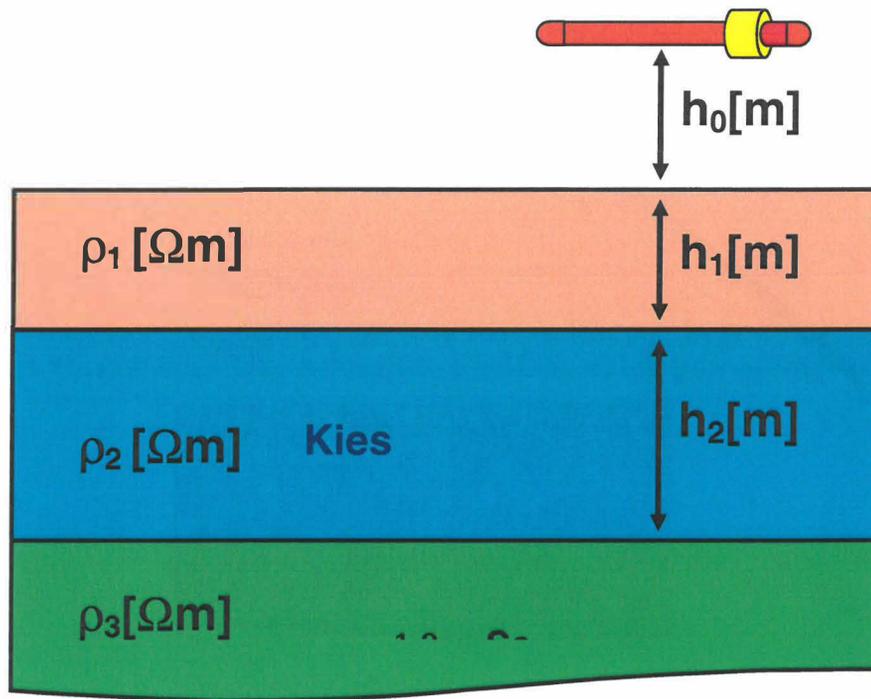


Abb. 6.1 : Homogenes, horizontal geschichtetes 3-Schichtmodell des elektrischen Widerstandes im Gebiet der Traun-Enns Platte

Die Inversion von AEM-Daten (Berechnung von Modellparametern aus Messwerten) mit einem 3-Schichtmodell ist, wie viele andere Verfahren der Geophysik, nicht eindeutig. Der Grund dafür ist ein prinzipieller: Aus einer endlichen Anzahl von mit Messfehlern behafteten AEM-Messdaten, können die elektrischen Erdparameter nicht eindeutig bestimmt werden (Parker, 1980). Inversionsergebnisse im Falle des vorliegenden 3-Schichtmodelles müssen daher als Mittelwerte, bzw. wahrscheinlichste Werte mit Streubreiten bzw. Unschärfen für die Parameter ρ_1 (Widerstand Löss/Lehm), ρ_2 (Widerstand Kies), ρ_3 (Widerstand Schlier), h_1 (Mächtigkeit Löss/Lehm) und h_2 (Mächtigkeit Kies) betrachtet werden. Abb. 6.2 zeigt die Abweichung des Inversionsergebnisses für die Mächtigkeit der ersten Schicht von der tatsächlichen Mächtigkeit anhand eines 3-Schichtmodells bei verschiedenen Flughöhen.

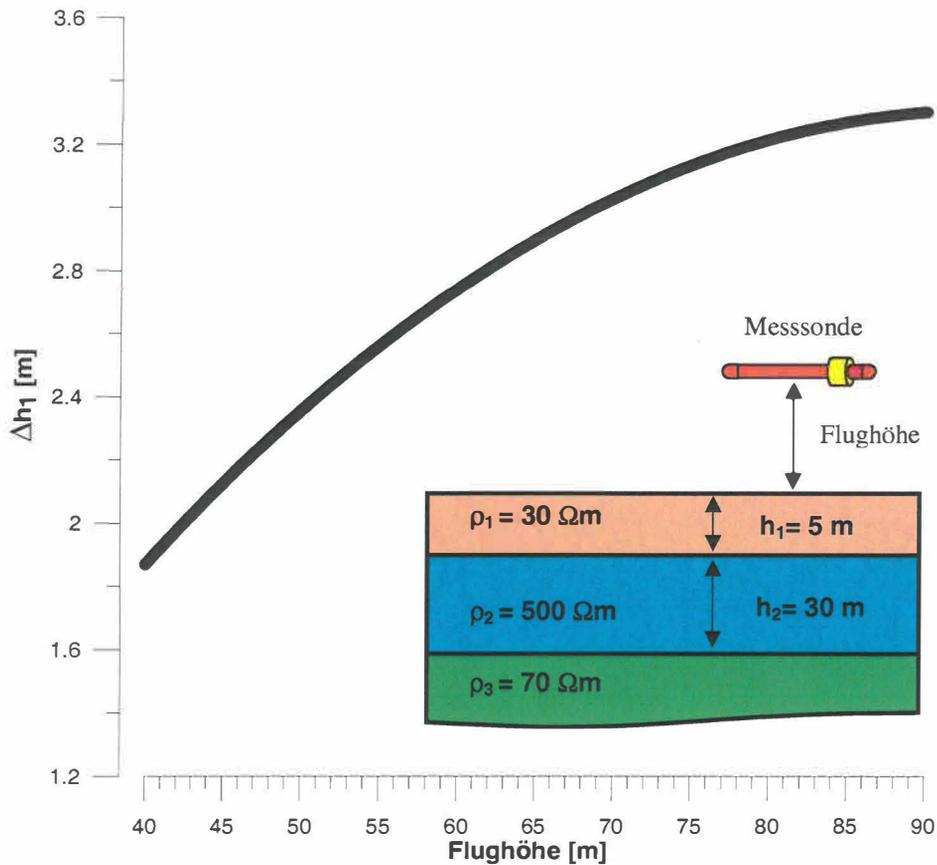


Abb 6.2.: Fehler in der Berechnung der Mächtigkeit der ersten Schicht ($\bullet h_1$) eines 3-Schichtmodells aus AEM-Messdaten bei 3000 Hz, 7000Hz und 28000 Hz, in Abhängigkeit von der Flughöhe.

Aus dem in Abb. 6.2 dargestellten 3-Schichtmodell wurden theoretisch zu erwartende Messdaten bei Flughöhen von 40 – 50 m berechnet. Der Messfehler bei den EM-Daten wurde mit ± 1.5 ppm und bei der Flughöhe mit 1 m angenommen. Die Inversion dieser Daten zeigt einen flughöhenabhängigen maximalen Fehler in der berechneten Mächtigkeit der ersten Schicht der bei einer tatsächlichen Schichtmächtigkeit von 5 m bis zu 3.5 m betragen kann. Bei größerer Ungenauigkeit der Flughöhe auf Grund von Geländeneigung und Vegetationsbedeckung vergrößern sich auch die Fehler der Inversionsergebnisse.

Eine möglichst hohe Genauigkeit bei der Messung der Flughöhe ist daher eine essentielle Voraussetzung für die Qualität der Inversionsergebnisse. Um die prinzipielle Unschärfe von Inversionsergebnissen zu verbessern, ist es notwendig Vorinformationen (z.B. Bohrlochdaten) in die Dateninterpretation einzubeziehen, um die Problematik der Mehrdeutigkeit einzuschränken.

Für die Inversion werden zurzeit zwei verschiedene Methoden verwendet.

Beim Suchansatz werden zunächst aus einer Tabelle von Modellen (Modellparameter und dazugehörige theoretischer EM-Messwerte) jene herausgesucht, die den Messwerten innerhalb einer vorgegebenen Fehlertoleranz entsprechen. Danach wird aus dieser Auswahl ein repräsentatives Modell ermittelt. Eine, die geologische Vorinformation berücksichtigende, selektive Auswahl von theoretisch möglichen Modellen die einen Messwert repräsentieren ist derzeit im Entwicklungsstadium.

Die probabilistische Inversion von AEM-Daten wurde in den letzten beiden Jahren entwickelt und steht seit Mitte 2004 zur Verfügung. Bei dieser Art der Inversion wird als Ergebnis nicht ein konkretes Modell des Untergrundes ermittelt, sondern eine Verteilung die für eine große Zahl von Modellen angibt, wie wahrscheinlich diese Modelle den jeweiligen Messwerten entsprechen. Diese Vorgangsweise ermöglicht es, auf einfache Weise ein Modell des Untergrundes zu ermitteln, welches sowohl den Messdaten als auch den Zusatzinformationen so weit wie möglich gerecht wird.

6.2 Problem der exakten Höhenbestimmung:

Für die Berechnung der EM- und Radiometriesensorhöhen stehen die Flughöhe über Geoid der beim Heckrotor angebrachten GPS-Navigationsanlage und die Höhe über Grund des im Hubschrauberboden eingebauten Laserhöhenmessers bzw. Radarhöhenmessers zur Verfügung. Die Höhenwerte der GPS-Navigationsanlage (Flughöhe über Geoid) und des Radarhöhenmessers sind mit einem Fehler von $\bullet z_{\text{GPS}} = 5\text{-}10\text{ m}$ behaftet, die Laserhöhenwerte weisen eine Ungenauigkeit von $\bullet z_{\text{Laser}} \approx 10\text{ cm}$ auf. Für die Interpretation der Radiometriewerte und insbesondere die Inversion der AEM Messwerte kann deshalb nur der Laserhöhenwert verwendet werden. Da die Laserimpulse nicht nur vom Boden, bzw. Bodenbewuchs, sondern auch vom Laubdach reflektiert werden (und damit eine um die Baumhöhe verminderte Flughöhe anzeigen können) ist es notwendig eine Korrektur der Laserhöhen durchzuführen:

- Eine automatische Korrektur beim Aufbereiten der Daten berechnet eine Einhüllende der gemessenen Laserwerte. Damit können Abschnitte eines Flugprofils korrigiert werden, in denen die Laserimpulse über eine Strecke von 50 m mindestens einmal den Boden erreichen. Um nicht Geländestufen zu übergehen und die Höhenwerte zusätzlich zu verfälschen, wurde der Algorithmus zur Berechnung der Einhüllenden (digitaler Filter) bewusst eingeschränkt.
- Bereiche in denen die Laserimpulse über mehr als 50 m den Boden nicht erreichen, müssen manuell editiert werden. Da nur aus dem Verlauf der gemessenen Laserwerte nicht eindeutig entschieden werden kann, ob ein Waldgebiet mit dichter Belaubung oder eine Geländestufe vorliegt, werden bei der Korrektur der Laserwerte digitalisierte Flugwegvideos hinzugezogen. Um die Bearbeitung der Flughöhen

effizient am PC durchführen zu können, wurden die analogen Flugvideos in ein digitales Format konvertiert und auf DVDs gespeichert. Das bedeutet, dass die Laserhöhe mittels Flugvideos kontrolliert werden müssen, um die Ursache der Höhendifferenzen zu klären. Bei einem oftmaligen Wechsel von bewaldeten und freien Flächen ist, ist eine aufwendig und damit sehr zeitintensive Nachbearbeitung nötig.

In Abb. 6.3 treffen die Laserpulse bei den Messpunktnummern 64132 und 64134 den Boden, und ergeben an diesen Punkten korrekte Laserhöhen. Im Bereich dazwischen, der sich über 100 m erstreckt, werden die Laserimpulse jedoch vom dichten Laubdach reflektiert, und liefern eine Flughöhe, die um den Betrag der Baumhöhe ($\approx 20\text{m}$) zu klein ist. Ein Höhenfehler dieser Größenordnung führt bei der Inversion der AEM-Messwerte zu einem falschen Bild der Widerstandstruktur des Untergrundes. Bei der Interpretation der aeroradiometrischen Messwerte mit dieser fehlerhaften Laserhöhe werden zu kleine Konzentrationen der Radionuklide im Boden berechnet.

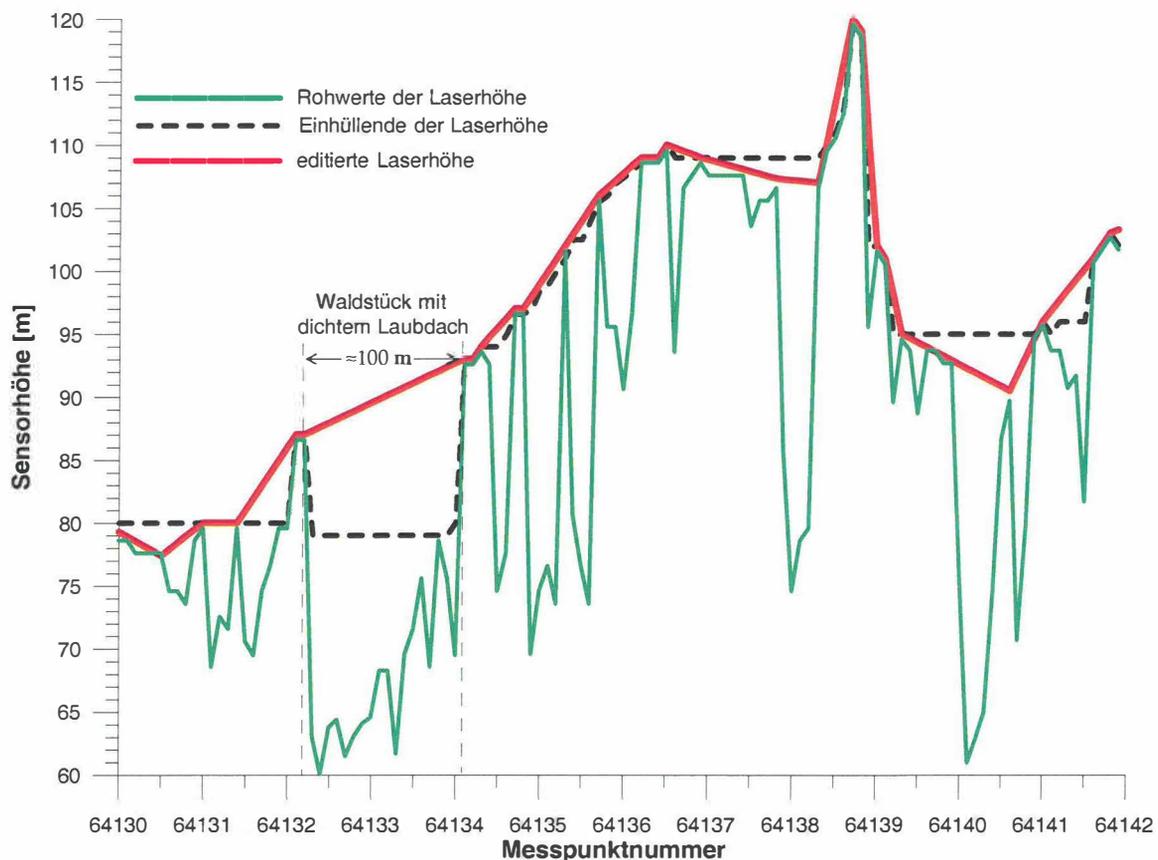


Abb. 6.3 : Laserhöhenwerte über einem Waldgebiet

6.3 Aeromagnetik :

Beim Processing der erdmagnetischen Totalintensität werden die Messdaten von zwei unabhängigen Magnetometern verwendet. Davon befindet sich eines in der Flugsonde und eines stationär am Boden. Das Magnetometer in der Flugsonde dient zur Messung der Variation des Magnetfeldes im Raum und mit der Zeit. Das Bodenmagnetometer hingegen soll nur die Variation mit der Zeit (Tagesgang des Erdmagnetfeldes) aufzeichnen. So ist es möglich, die räumliche Variation des Erdmagnetfeldes zu berechnen. Zieht man von diesem Feld das geomagnetische Hauptfeld ab, so erhält man die Anomalien des Betrages des Erdmagnetfeldes in Nanotesla (nT).

Das Bodenmagnetometer sollte deshalb möglichst immer an der gleichen Position und weit entfernt von anthropogenen Störungen aufgestellt werden. Im Falle des Messgebietes Traun-Ennsplatte konnte das Bodenmagnetometer nur innerhalb der Militärbasis Linz-Hörsching aufgestellt werden. Wegen des Flugbetriebes waren die oben genannten Anforderungen deshalb nur unzureichend zu erfüllt. Dieser Umstand machte umfangreiche Korrekturarbeiten an den Magnetikdaten notwendig.

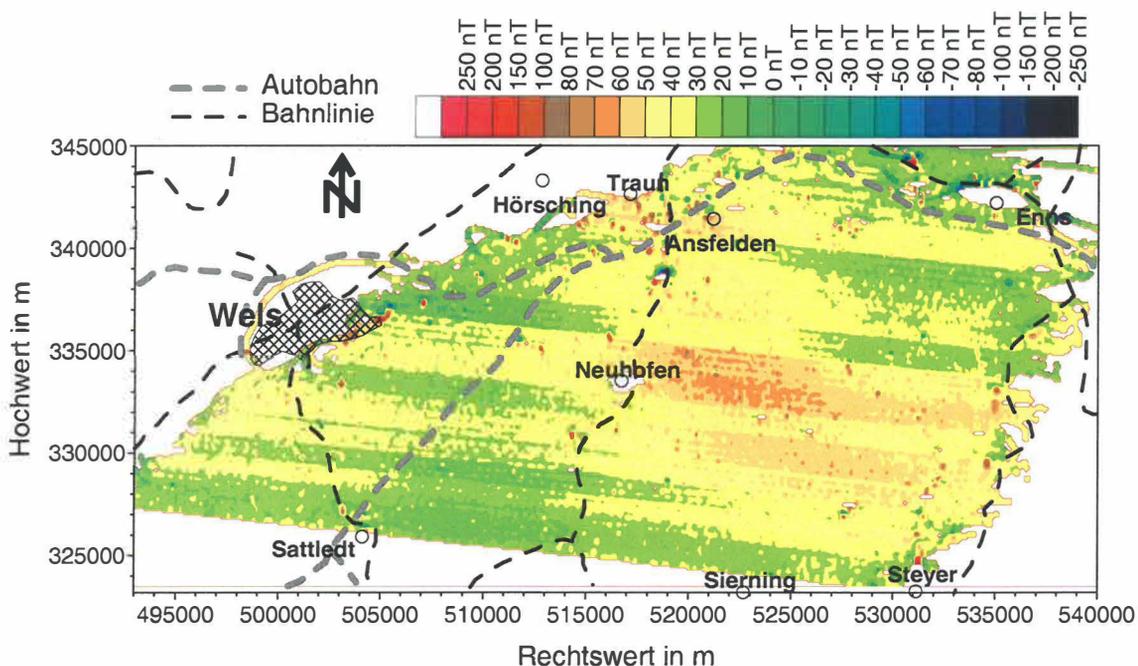


Abbildung 6.4 : Anomalien des Erdmagnetfeldes.

In Abbildung 6.4 sind die Auswirkungen der beiden Hauptstörungsursachen leicht erkennbar :

- Eine Blockbildung, bei der die Totalfeldwerte der einzelnen Messflüge gegeneinander im Messwert verschoben sind. Die Ursache dieser Blockbildung liegt vor allem in der Lageabweichung des Bodenmagnetometers zwischen den Messflügen.
- Eine Streifigkeit der Messwerte benachbarter Profile. Diese Streifigkeit entsteht durch den Einfluss der Messplattform (Hubschrauber + Flugsonde) auf den Sensor. Dieser Fehler wird als Heading-Error bezeichnet. Da der Heading-Error richtungsabhängig ist und die Profile abwechselnd von Ost nach West und umgekehrt geflogen wurden ergibt sich ein derartiges Streifenmuster.

Beide Effekte können im Rahmen des Processing weitgehend entfernt werden (siehe Abb. 6.5).

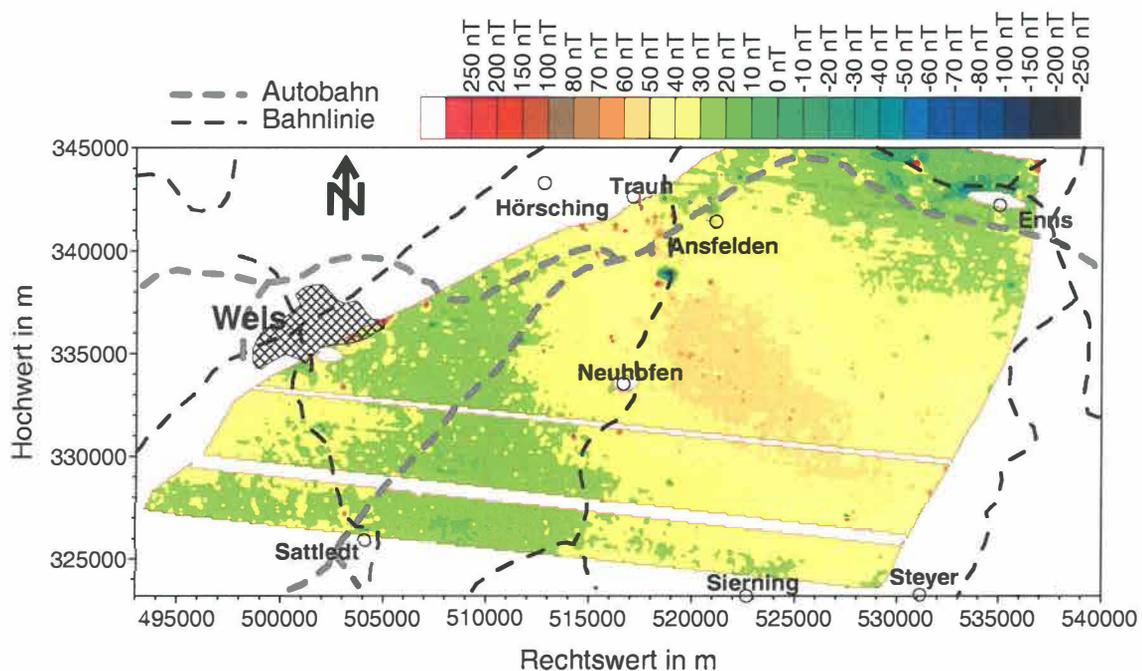


Abbildung 6.5 : Korrigierte Anomalien des Erdmagnetfeldes.

Nach dem Processing wurden die Messwerte sowohl auf eine konstante Höhe über NN (600 m über NN) (siehe Abbildung 6.6) als auch auf eine Ausgleichsfläche im Raum (die im wesentlichen der Topographie folgt – siehe Abbildung 6.7) feldfortgesetzt (Abbildung 6.8).

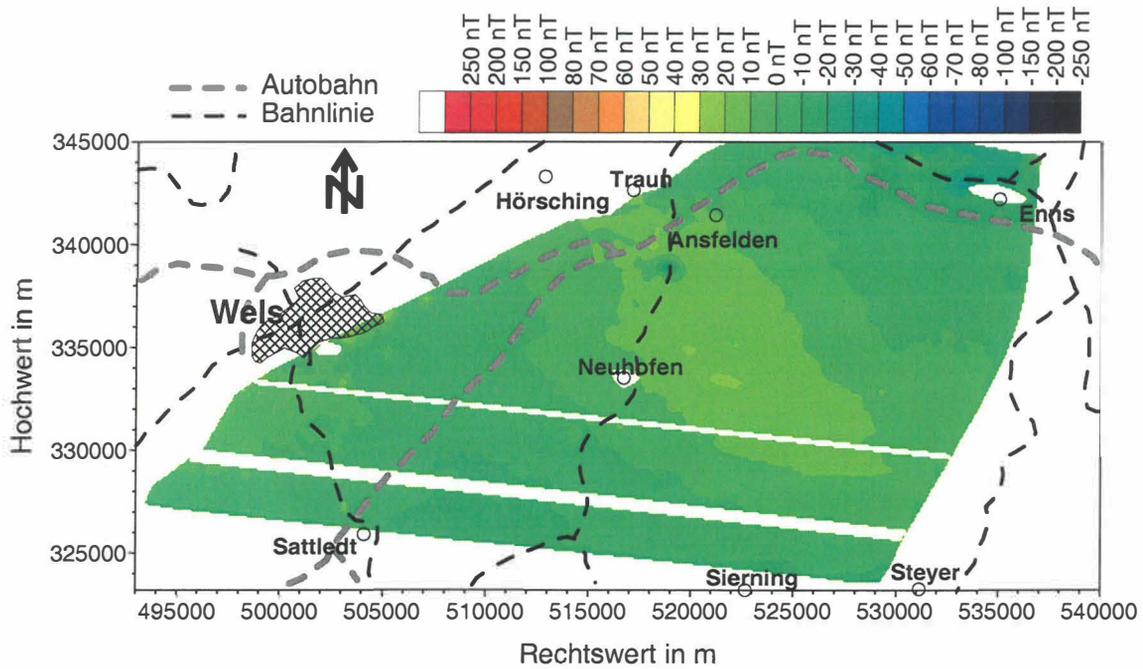


Abbildung 6.6 : Auf eine Höhe von 600m über NN feldfortgesetzte Anomalien

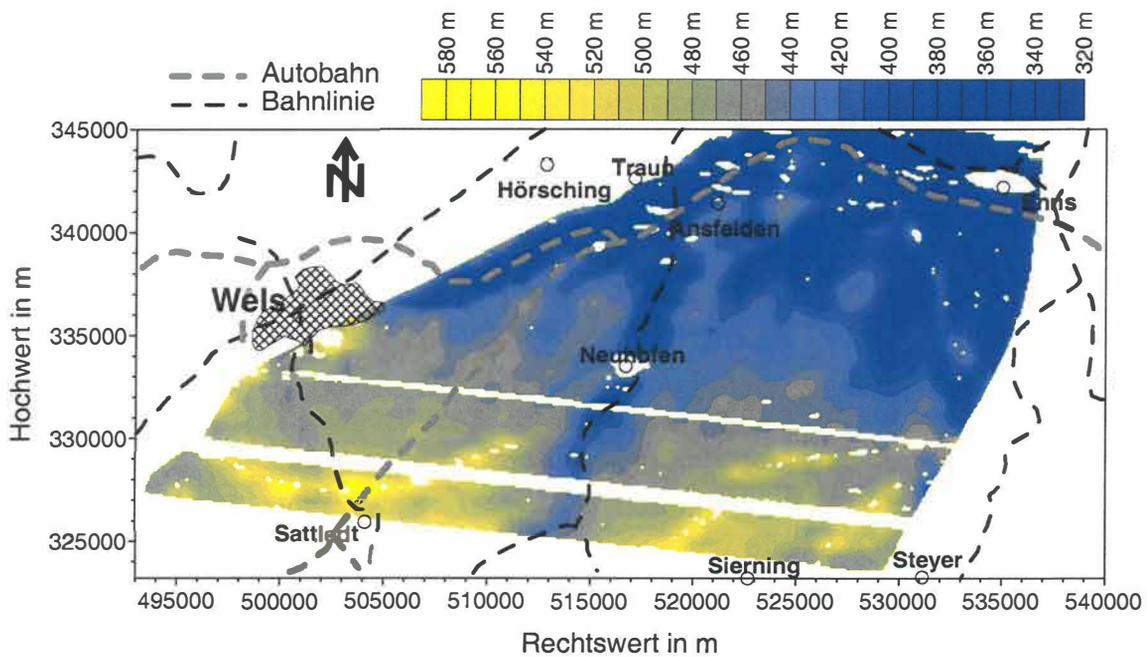


Abbildung 6.7 : Ausgleichsfläche auf die die Anomalie des Erdmagnetfeldes fortgesetzt wurde. Diese Ausgleichsfläche folgt im Wesentlichen der Topographie liegt jedoch im Schnitt um rund 50m bis 100m höher.

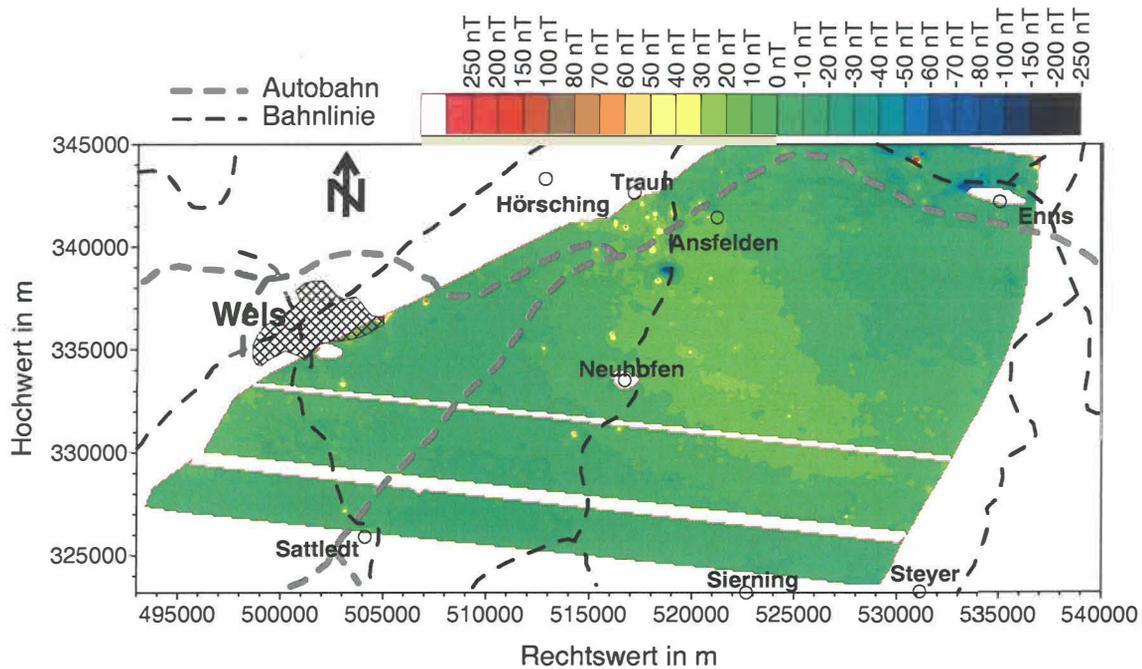


Abbildung 6.8 : Auf die in Abbildung 6.7 dargestellte Ausgleichsfläche feldfortgesetzte Anomalien.

Eine Feldfortsetzung auf eine konstante Höhe (barometrisch) hat den Vorteil dass die Anomalien unverzerrt dargestellt werden. Da das Feld teilweise relativ hoch fortgesetzt werden muss, können kleinräumige Anomalien stark abgeschwächt werden bzw. überhaupt verschwinden.

Eine Feldfortsetzung auf eine Ausgleichsfläche (topographisch) stellt die Anomalien zwar mit unter stark verzerrt dar, aufgrund der geringen Feldfortsetzungshöhen werden die gemessenen Anomalien jedoch weitgehend in allen Details dargestellt.

Die in den Abbildungen 6.6 und 6.8 dargestellte magnetische Anomalie zeigt im wesentlichen zwei Typen von Anomalien: Eine großräumige Anomalie mit geringer Amplitude (ca. 20nT) und eine Vielzahl von räumlich kleinen Anomalien mit vergleichsweise großen Amplituden (>100 nT).

Die kleinräumigen Anomalien entsprechen wahrscheinlich Störkörpern an bzw. knapp unter der Erdoberfläche.

Literatur

- AUGUSTIN-GYURITS, K., HOLNSTEINER, R., PIRKL, H. & NEINAVAIE, H., 1998: Umweltgeochemie der Flusssedimente Oberösterreich.- Unveröffentl. Bericht BFPZ, Wien.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT UND UMWELTSCHUTZ, 1986: Tschernobyl und die Folgen für Österreich. - Ber. Umweltbundesamt, Wien.
- FITZEK, G., 1987: Die Untersuchung magnetischer Anomalien über Kohlenwasserstofflagerstätten am Beispiel der Erdgasvorkommen im Gebiet Alt-Prerau/Wildendürnbach.- Diplomarbeit Inst. Meteorol. Geophys. Univ. Wien, 105 S., 16 Abb., 9 Tab., 7 Beil.; Wien.
- FLÖGL, H. 1980: Hydrologische Studie Enns-Steyr. - Bericht, Linz.
- FLÖGL, H. & FLÖGL, W. (1984): Mittlere und östliche Traun-Enns Platte: Geologie und Hydrogeologie.- unveröff. Bericht (Amt der OÖ Landesreg., UAbt Wasserwirtschaft u. Hydrograph. Dienst), 237 S., 8 Abb., 7 Beil.; Linz.
- FLÖGL, H., FLÖGL, W., PECHLANER, R. & KRAUS, H. 1988: Raumordnungskonzept Alm. Energiewirtschaft, Naturraum und Ökologie des Almflusses. - Bericht, Linz.
- FLÖGL, H. & FLÖGL, W. 1989: Wasserwirtschaftliches Grundsatzkonzept Traun-Enns-Platte. Bericht Februar 1989 mit Ergänzungen April 1993. - Bericht, Linz.
- FUCHS, G. & MATURA, A., 1976: Geologische Karte des Kristallins der südlichen Böhmisches Masse 1 : 200.000.-Jb. Geol. B.-A. 119, Beil. 1 und 2; Wien.
- FOLK, R. L. & WARD, W., 1957: Brazos River Bar: a study in the significance of grain size parameters.- *Journal of sedimentary petrology*, 27, 23 pp.
- FRASER, D.C., 1978: Resistivity mapping with an airborne multicoil electromagnetic system. *Geoph.*,43, Tulsa.
- FUCHS, W., 1980: Die Molasse und ihr nichthelvetischer Vorlandanteil am Untergrund einschließlich der Sedimente der Böhmisches Masse.-In: R. Oberhauser (Red.): *Der geologische Aufbau Österreichs*, 144-176, 11 Abb.; Wien-New York.
- GRASTY, R. L., CARSON, J. M., CHARBONNEAU, B. W., HOLMAN, P. B., 1984: Natural Background Radiation in Canada. Geological Survey of Canada, Bulletin 360.
- GRILL, R. & WALDMANN, L., 1951: Zur Kenntnis des Untergrundes der Molasse in Österreich.- *Jb. Geol. B.-A.*, 94, 1-40, 2 Taf.; Wien.
- HANESCH, M. & PETERSEN, N., 1999: Magnetic properties of a recent parabrown-earth from Southern Germany.- *Earth Planet. Sci. Lett.* 169, 85-97, 9 Fig., 1 Tab.; Amsterdam.

- HOBIGER, G. & KLEIN, P., 2004: Österreichweite Abschätzung von regionalisierten hydrochemischen Hintergrundgehalten in oberflächennahen Grundwasserkörpern auf der Basis geochemischer und wasser-chemischer Analysendaten zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG.- Unveröffentl. Bericht Geol.Bundesanstalt, Wien.
- HÖSCH, K. & STEINHAUSER, P., 1985: Gesteinsphysikalische Untersuchungen in der östlichen Böhmisches Masse Niederösterreichs.- Bericht Projekt NC 6b/81, 28 S., 7 Abb., 1 Anh.; Wien.
- HÜBL, G., 1998: Jahresbericht ÜLG35, unveröffentl. Bericht, GBA, Wien
- INGERLE, K. 1981: Möglichkeiten der Grundwassererschließung im Bereich der geplanten Staustufe Edt und Riesenberg. – Bericht, Innsbruck.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA), 1979: Gamma Ray Surveys in Uranium Exploration. – Techn. Rep. Series No. **186**, Vienna.
- KILLEEN, P.G., 1979: Gamma ray spectrometric methods in Uranium exploration – application and interpretation. – Geophysics and Geochemistry in the Search for Metallic Ores. Geol. Surv. Can., Econ. Geol. Rep., **31**, Ottawa.
- KOHL, H., KRENNMAYR, H.G., ROETZEL, R. & RUPP, Ch. (1996): 49 Wels: Geologische Karte der Republik Österreich 1 : 50.000.- Geologische Bundesanstalt Wien.
- KOHL, H., KRENNMAYR, H.G., van HUSEN, D., LETOUZÉ, G., RUPP, Ch. & ZORN, I. (1997): Erläuterungen zum Blatt 49 Wels.- 77 S., 7 Abb., 3 Tab., 1 Taf.; Wien.
- KOHL, H., KRENNMAYR, H. G., VAN HUSEN, D., RUPP, Ch. ZORN, I. 1997: Geologische Karte der Republik Österreich 1:50 000. Erläuterungen zu Blatt 49 Wels. – Geologische Bundesanstalt, Wien.
- KOHL, H. 2001: Das Eiszeitalter in Oberösterreich. Teil 1. – ÖKO•L-Zeitschrift für Ökologie, Natur- und Umweltschutz, 23/3, 18-28, Magistrat Linz.
- KOHLMAIER, CH., NEINAVAIE, H. & PIRKL, H., 1998: Flusssedimentgeochemie Oberösterreich. Fraktion<180µ – Primärdokumentation und erste Auswertungsschritte.- Unveröffentl. Bericht im Auftrag Österr. Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal GmbH, Eisenerz.
- KOVACS, A., HOLLADAY, J. S., BERGERON, C.J, 1995, The footprint/altitude ratio for helicopter electromagnetic sounding of sea-ice thickness: Comparison of theoretical and field estimates. Geophysics, Vol 60, No. 2, March-April.
- KRENNMAYR, H. G., KOHL, H., ROETZEL, R. & RUPP, Ch. 1996: Geologische Karte der Republik Österreich 1:50 000. 49 Wels. – Geologische Bundesanstalt Wien.
- LOHBERGER, W. 1997: Integrale Trinkwasservorsorge Oberösterreich. Rohstoffforschungsprojekt OA 25. Teilbereich Grundwasservorkommen in Oberösterreich. – Bericht, Linz.
- MALECKI, G., 1985: SEDPAK.- Software-Entwicklung der Geologischen Bundesanstalt, Wien.

- MOSER, G. & REITNER, J., 1998: Untersuchung der Löss- und Lösslehme in Oberösterreich südlich der Donau hinsichtlich ihrer Grundwasserschutzfunktion. Teil 2 zum Endbericht OC-13 der Bund-Bundesländerkooperation. Flächendeckende Bewertung der Grundwasserschutzfunktionen des geologischen Untergrunds in Oberösterreich unter spezieller Berücksichtigung des Barrieren- und Rohstoffpotentials der quartären Löss- und Lösslehme. – Bericht, Geologische Bundesanstalt, Wien.
- MUNDRY, E., 1984: On the interpretation of airborne electromagnetic data for the two-layer case. *Geophys. Prosp.*, 32, Den Haag.
- OBERHAUSER, R. (Red.) 1980: Der geologische Aufbau Österreichs. – Springer, Wien-New York.
- Parker, R. L., 1980, The inverse problem of electromagnetic induction: existence and construction of solutions based on incomplete data; *J. Geophys. Res.*, 85, 4421-4428.
- PHILIPPITSCH, R. & GRATH, J. (Projektkoord.), 2003: Wassergüte in Österreich. Jahresbericht 2002.-BMLFUW/UBA, Wien.
- PIRKL, H., 2002: Erwartbare geogene Grundgehalte von Schwermetallen in Ober- und Niederösterreich (Teilbericht zu Projekt ÜLG 28/01).- Unveröffentl.Bericht im Auftrag Geol.Bundesanstalt, Wien.
- REITNER, H., 2003: Kompilierte geologische Karte ÖK50 Bad Hall, GBA, unpubliziert.
- REITNER, H., 2003: Kompilierte geologische Karte ÖK51 Steyr, GBA, unpubliziert.
- SCHULTZ, L. G., 1964: Quantitative Interpretation of Mineralogical Composition from X-Ray and Chemical Data for the Pierre Shale.- Geological Survey Professional Paper 391-C, United States Government Printing Office, Washington.
- SEIBERL, W., 1991: Aeromagnetische Karte der Republik Österreich 1:1,000.000 (Isanomalien der Totalintensität Epoche 1977.7).- Geologische Bundesanstalt (Hrsg.), Wien.
- STEPANY, P., 1989: Gefahrenpotential für das Trinkwasser der Pettenbachrinne. – Diplomarbeit, Institut für Siedlungswasserbau und Umwelttechnik, Universität Innsbruck.
- THALMANN, F., SCHERMANN, O., SCHROLL, E. & HAUSBERGER, G., 1989: Geochemischer Atlas der Republik Österreich 1:1,000.000. Böhmisches Massiv und Zentralzone der Ostalpen (Bachsedimente <0,18mm).- Geologische Bundesanstalt, Wien.
- THIELE, O. & FUCHS, G., 1965: Übersichtskarte des Kristallins im westlichen Mühlviertel und im Sauwald, Oberösterreich 1 : 100.000.- Geologische Bundesanstalt, Wien.
- VOHRZYKA, K. 1973: Hydrogeologie von Oberösterreich. – OÖ. Landesverlag, Linz.
- ZIBUSCHKA, F., AMT DER OÖ. LANDESREGIERUNG, BUNDESANSTALT FÜR AGRARBIOLOGIE, RIEDLER, Ch., SCHLÖGL, G. & SCHWAB, R. 1993: Grundwasserschutzprogramm OÖ. – Bericht, Wien.

ZYCH, D., 1985: Messungen der erdmagnetischen Vertikalintensität und Suszeptibilitätsuntersuchungen durch die ÖMV-AG als Beitrag zur Kohlenwasserstoffexploration in Österreich.- Arb. Zentralanst. Meteor. Geodyn., 65, 14 S., 4 Abb., 3 Beil.; Wien.

ANHANG

Aerogeophysik

Planung und Durchführung der aerogeophysikalischen Vermessung

Messausrüstung

Die aerogeophysikalischen Messungen im Raum Traun/Ennsplatte bzw. Sierning und Neuhofen wurden mit einem Hubschrauber des österreichischen Bundesheeres vom Typ AB 212 durchgeführt.

Die Messausrüstung hat folgende Komponenten:

- Elektromagnetisches Mehrfachspulensystem: Das System induziert elektrische Ströme in den Untergrund, deren Magnetfeld (= sekundäres Feld) gemessen wird. Die vier Sender arbeiten mit vier unterschiedlichen Frequenzen (360 Hz vertikal koplanar, 3160 Hz horizontal koaxial, 7260 Hz vertikal koplanar, 27800 Hz horizontal koaxial). Das sekundäre Magnetfeld wird mit vier Empfangsspulen aufgenommen, die die gleiche Lage wie die Sendespulen haben ("maximale Kopplung") und rund 4.5 m von diesen entfernt sind. Sender und Empfänger sind in einer etwa 5.4 m langen Flugsonde ("bird") untergebracht, die an einem 30 m langen Kabel unter dem Hubschrauber hängt. Die aufgenommenen Signale werden in zwei zeitliche Komponenten ("inphase" und "quadrature") relativ zur Phase des Sendesignales aufgespalten. Die Messrate beträgt 10 Messdaten pro Sekunde, es fallen also insgesamt 80 Messdaten pro Sekunde für das Elektromagnetiksystem an.
- Gammastrahlenspektrometer (PICO ENVIROTEC GRS410) mit zwei nach unten gerichteten Natrium-Jodid Kristallpaketen mit einem Gesamtvolumen von 33,6 l und einem nach oben gerichteten Kristall (Volumen 4,2 l). Dieses Gerät misst die Intensität der Gammastrahlung in jeweils 256 Energiekanälen für die nach unten und oben gerichteten Kristalle. Zusätzlich werden 6 Energiesummenbereiche aufgezeichnet: Gesamtstrahlung (0,4 - 3,0 MeV, bzw. 0,2 - 3,0 MeV), für Uran-weit (1,041 - 1,207 MeV, 1,66 - 2,41 MeV), Kalium (^{40}K ; 1,36 - 1,56 MeV), Uran (^{214}Bi ; 1,67 - 1,87 MeV) und Thorium (^{208}Tl ; 2,42 - 2,83 MeV). Die Integrationszeit beträgt 1 Sekunde.
- Absorptionszellen-Magnetometer vom Typ Scintrex CS-2. Es misst die Totalintensität des erdmagnetischen Feldes mit einer relativen Empfindlichkeit von 0.003 nT. Die Messrate beträgt 10 Messwerte pro Sekunde. Der Sensor ist in der elektromagnetischen Messsonde eingebaut.
- Infrarot und Bodenfeuchte: Die Bestimmung der Bodenfeuchte in Prozent-Wassergehalt des Erdbodens wird mit einer passiven L-Band-Antenne durchgeführt. Diese misst die vom Untergrund bei 1.4 GHz reflektierte Strahlung. Die Intensität dieser Strahlung ist stark vom Bodenwassergehalt abhängig. Um den Wassergehalt

berechnen zu können, muss man außerdem die Oberflächentemperatur des Erdbodens kennen. Diese wird mit einem Infrarotsensor im Frequenzbereich 8-14 µm bestimmt.

- Zur Messung der Flughöhe über Grund dient ein Radarhöhenmesser Sperry AA-220 und ein Laserhöhenmesser Riegl LD 90-3.
- Der Flugweg wird auf einer Breite von $\pm 100\text{m}$ durch eine Videokamera aufgezeichnet.
- Eine DGPS-Navigationsanlage (DGPS MAX, CSI) stellt durch ihre Flugweganzeige eine wesentliche Unterstützung für die Messflugdurchführung dar. Weiters können mit diesem Gerät die Flugwegkoordinaten (im WGS84-System) unmittelbar auf einen Datenträger aufgezeichnet werden.
- Das gesamte Messsystem wird durch einen Personalcomputer (PCQT, Industriestandard), an dem einige Modifikationen durchgeführt wurden, gesteuert. Die Datenaufzeichnung erfolgt auf einer Festplatte. Die Kontrolle der Messdaten erfolgt während der Messflüge über einen Farbgraphikschirm.

Der Datenfluss des Hubschrauber-Messsystems ist in Abb. A1 vereinfacht dargestellt.

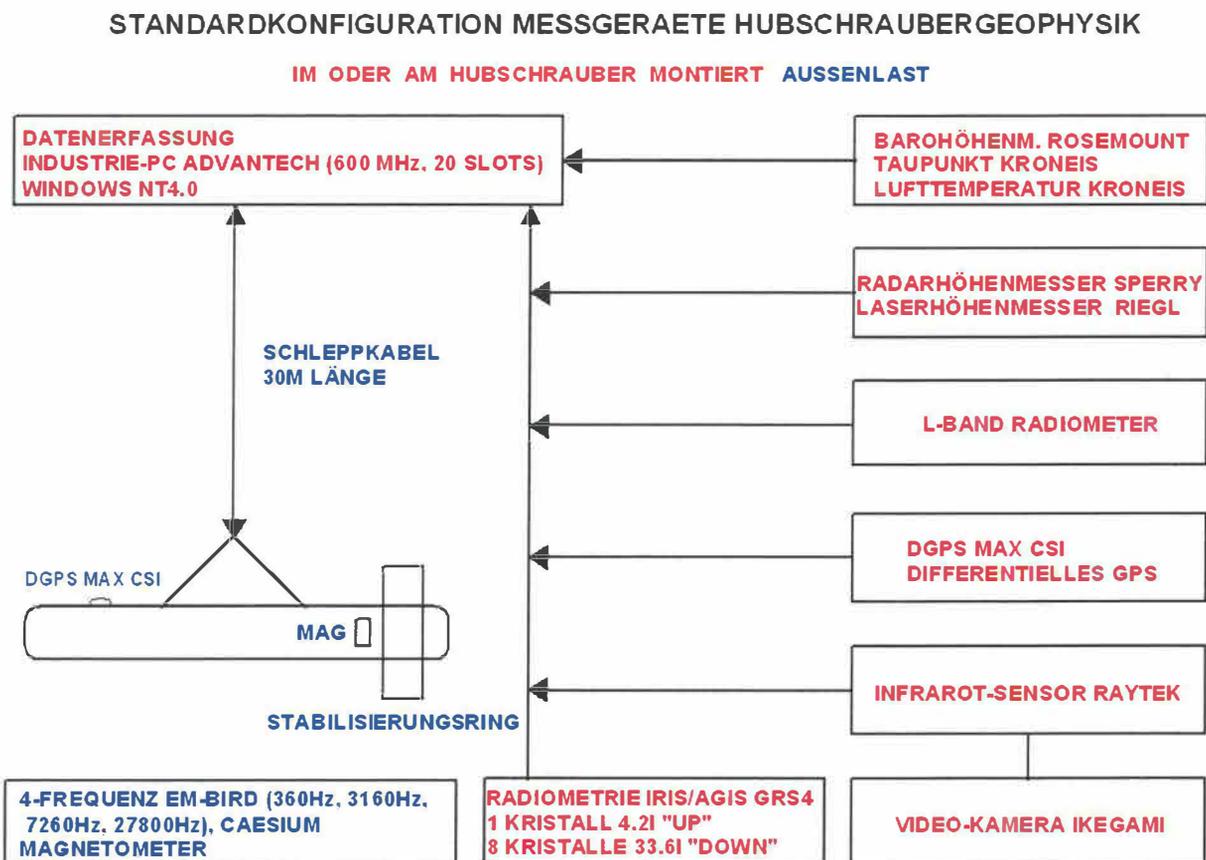


Abb. A1: Datenfluss des Hubschrauber-Messsystems

Fluglinien

Folgende Richtungen wurden für die Fluglinien gewählt:

Traun/Ennsplatte: OST-WEST

Sierning/Oberwolfen: OST-WEST

Neuhofen: NORDWEST - SÜDOST

Für die später folgende Datenverarbeitung wurden im Messgebiet entsprechende Kontrollprofile vermessen, die die Messprofile möglichst im rechten Winkel schneiden sollten.

Der Soll-Abstand der Messprofile beträgt 200 bzw. 25 m.

Flugprofilkennung: Die Fluglinien haben eine 15-stellige alphanumerische Bezeichnung, die eine zweistellige Buchstabenkennung für das Messgebiet beinhaltet.

Die Abbildungen A2 bis A4 zeigen die Lage der Flugprofile in den verschiedenen Messgebieten.

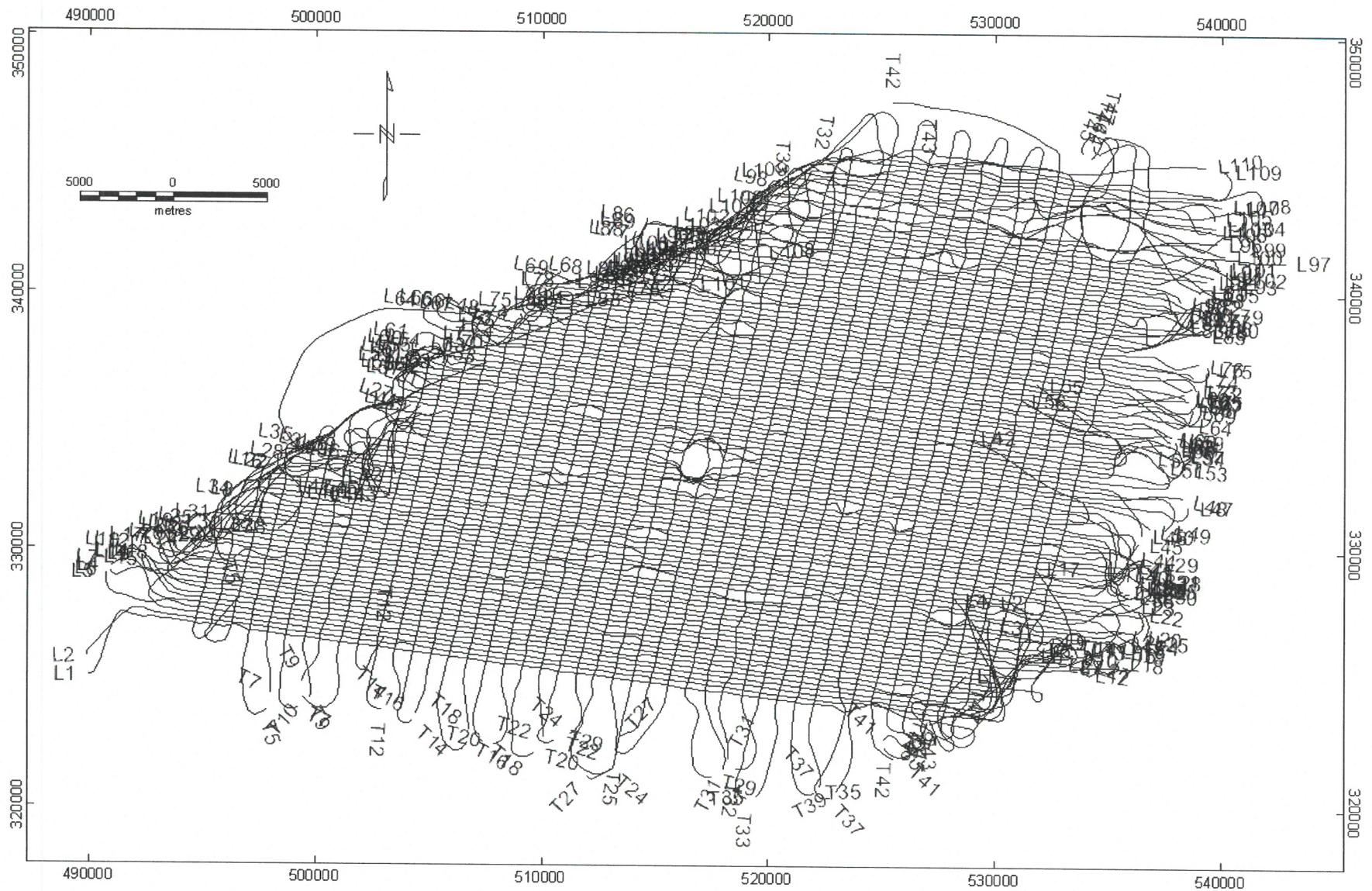


Abb. A2: Lage der Flugprofile im Messgebiet Traun/Ennsplatte

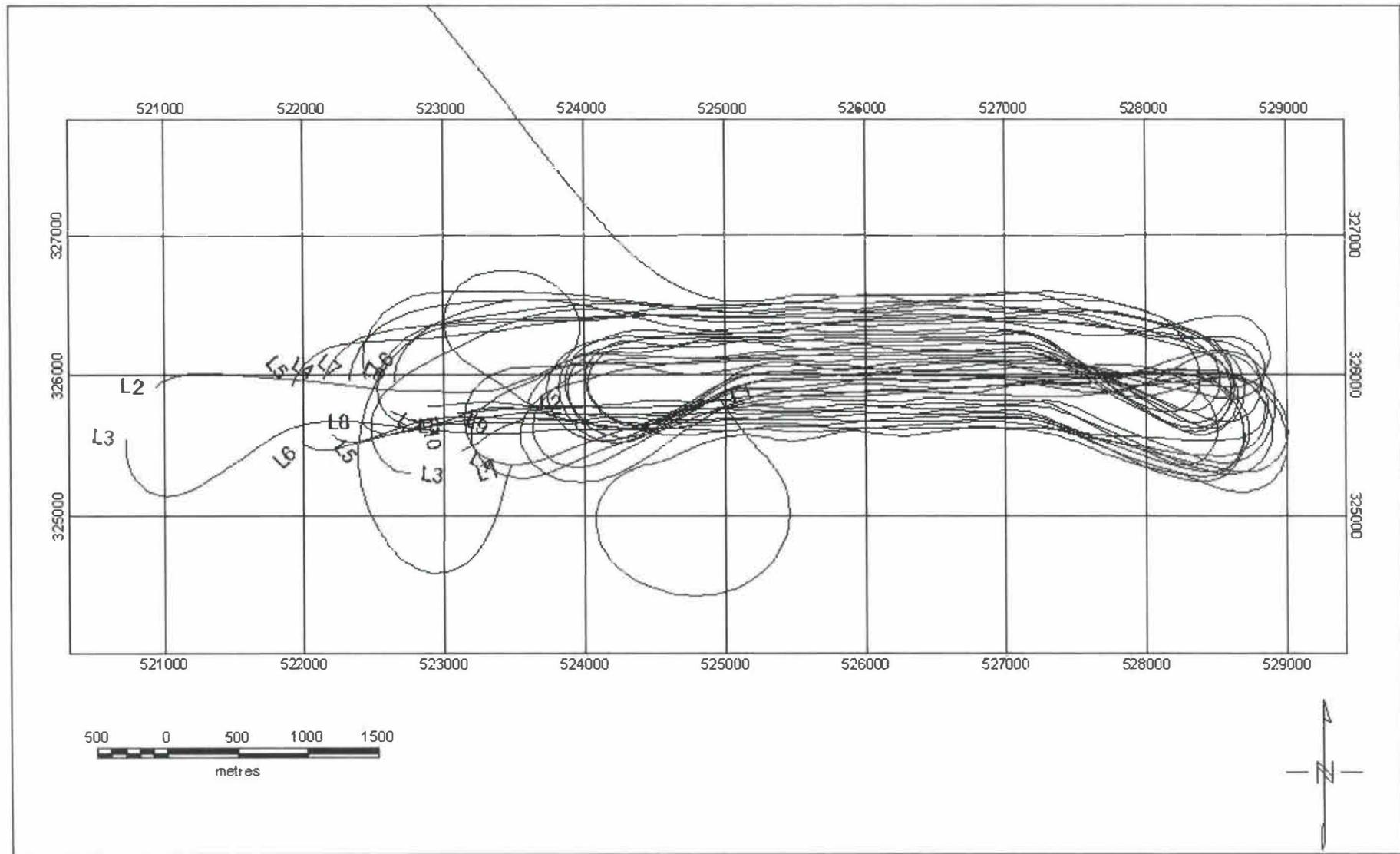


Abb. A3: Lage der Flugprofile im Messgebiet Sierning/Oberwolforn

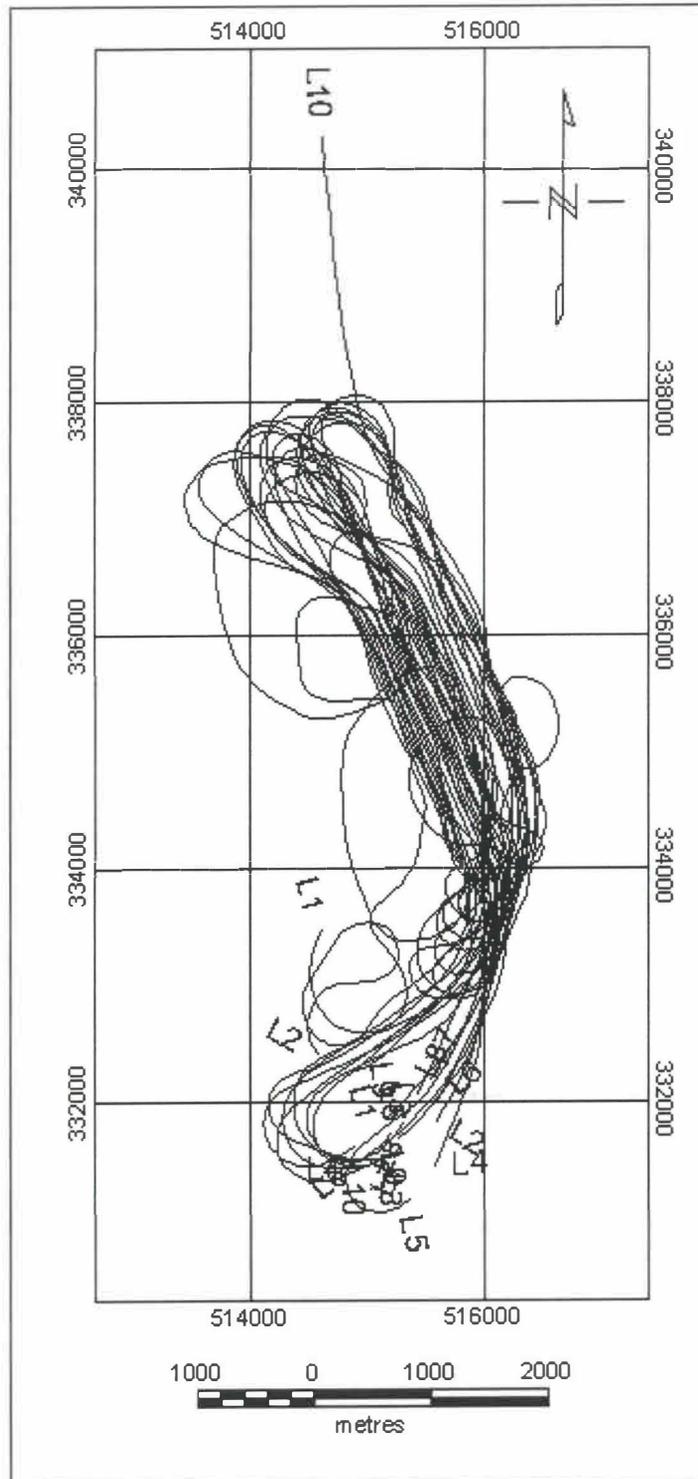


Abb. A4: Lage der Flugprofile im Messgebiet Neuhofen

Durchführung der Messungen

Navigationsunterlagen: Als Navigationsunterlage für die Hubschrauberbesatzung dienten Karten im Maßstab 1:50.000, auf der die Solllagen der Messprofile eingetragen wurden.

Kontrolle der Geräte: Vor jedem Messflug wurde eine Kalibrierung des Gammastrahlenspektrometers sowohl mit einer Cäsium- (^{137}Cs) (Abb. A5) als auch mit einer Thoriumquelle (^{208}Tl) (Abb. A6) durchgeführt. Bei der ersten Kalibrierung wird die Trennung der einzelnen Kanäle abgestimmt, während beim zweiten Kalibriervorgang die richtige Lage des für das Thorium charakteristischen Energiesummenfensters (2,42 - 2,83 MeV) überprüft wird. Ebenso wurde die Phaseneinstellung des elektromagnetischen Messsystems mit Hilfe eines Ferritstabes jeweils vor Flugbeginn kontrolliert und gegebenenfalls justiert.

Messflüge: Während der Messungen auf den Profilen wurde eine Sollflughöhe des Hubschraubers von 80 m angestrebt, was nur teilweise möglich war. Das entspricht folgenden Messhöhen über Grund für die Sensoren der geophysikalischen Geräte:

- | | |
|-------------------------|------------------------------|
| - EM-Sonde: | 50 m |
| - Magnetometer-Sonde: | 50 m (in EM-Sonde eingebaut) |
| - Alle weiteren Geräte: | 80 m |

Die Fluggeschwindigkeit betrug über leicht welligem Gelände ca. 125 km/h, an steileren Hängen entsprechend weniger. Die durchschnittliche Messflugdauer lag bei etwa 2 Stunden (inkl. An- und Abflug zum und vom Messgebiet).

In den Wenden zwischen den Messprofilen ist es notwendig, für jeweils ca. 3 min auf etwa 350 m zu steigen. In dieser Höhe lässt sich das Nullniveau für die elektromagnetischen Messsignale bestimmen. Dies ist vor und nach jedem Profil erforderlich, da das Nullniveau durch Temperatureffekte an der EM-Sonde driftet.

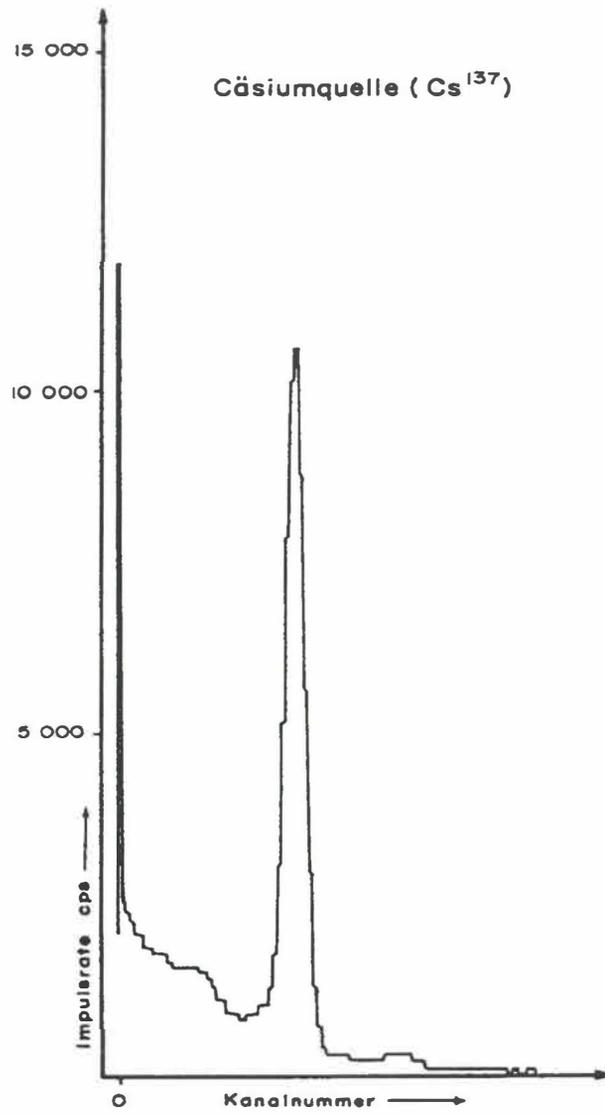


Abb. A5 Gammastrahlenspektrometer (Kristall I), Beispiel einer Spektralregistrierung - Cäsiumquelle (¹³⁷Cs)

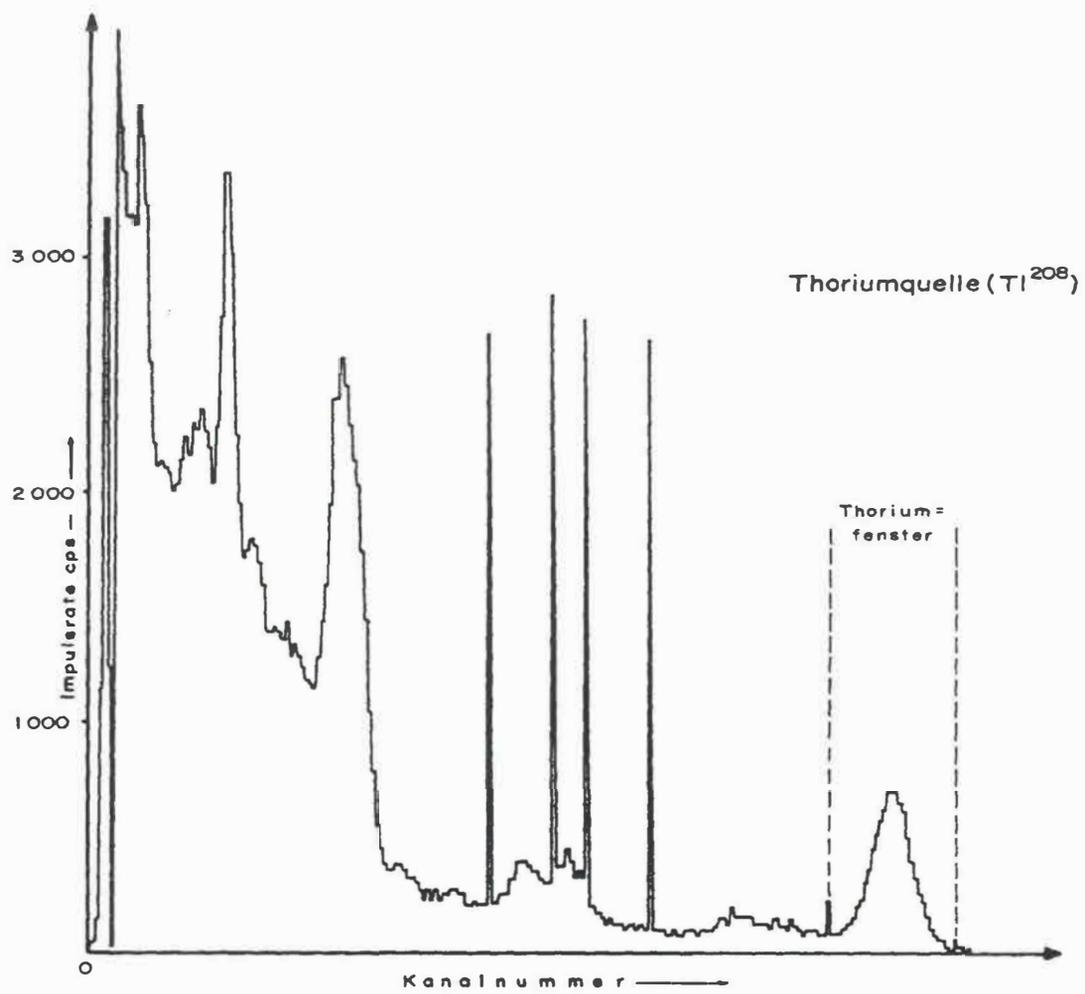


Abb. A6: Gammastrahlenspektrometer (Kristall I), Beispiel einer Spektralregistrierung - Thoriumquelle (^{208}Tl)

Datenverarbeitung und Kartenherstellung

Aufgabe der ADV

Die Verarbeitung der Messdaten des Untersuchungsgebietes fand in Wien statt, wobei lokale Rechner der Geologischen Bundesanstalt benutzt wurden.

Die Datenverarbeitung hat im Wesentlichen drei Aufgaben:

- Entfernung aller, von nicht-geologischen Quellen stammenden, Störsignale aus den Messdaten bzw. die Durchführung bestimmter Messwertkorrekturen.
- Transformation der Messdaten in Parameter, die einer geologischen Interpretation möglichst zugänglich sind.
- Übergang von der eindimensionalen Vermessung entlang der Fluglinien zu zweidimensionalen Ergebniskarten (Isolinienpläne bzw. Farbrasterkarten).

Zur Lösung dieser Aufgaben müssen folgende Eingabedaten für die ADV bereitgestellt werden:

- die geophysikalischen Messdaten (mit Messwertnummer) und die Flughöhe auf Datenträger,
- die Koordinaten der Messpunkte entlang der verschiedenen Flugprofile auf Datenträger,
- die Registrierdaten der geomagnetischen Basisstation,
- eine Reihe von Gerätekonstanten und Kalibriergrößen, die z. T. für jeden Messflug neu bestimmt werden müssen,
- Flugberichte mit Angaben über Flugnummer, Fluglinien und Abweichungen von der Norm (z.B. Unterbrechung von Fluglinien, besondere Störungen),
- topographische Unterlagen für die Ergebniskarten.

Die nachfolgende Beschreibung der wesentlichen Schritte bei der Verarbeitung der Daten hat zum Ziel, die physikalische Aussagekraft der in den Ergebniskarten dargestellten Parameter aufzuzeigen.

Datenkontrolle

Im Anschluss an die Messflüge wurden die digital vorliegenden Messdaten mit Hilfe eines Farbdruckers profilmäßig zur Darstellung gebracht. Auf diese Weise konnte die Qualität letzterer unmittelbar im Untersuchungsgebiet überprüft werden.

Die auf den Datenträgern aufgezeichneten digitalen Daten wurden in Wien auf der Rechanlage der Geologischen Bundesanstalt abgespielt und diversen Fehlerkontrollen unterzogen.

Die Mess- und Datenerfassungssysteme sind im Hubschrauber großen mechanischen Belastungen ausgesetzt. So können sich Datenverluste ergeben, die sich zwar nur im Promillebereich der gesamten Daten bewegen, die aber trotzdem korrigiert werden müssen. Weiters werden am Beginn der Auswertung die Messdaten auf Plausibilität und so genannte statistische Ausreißer ("spikes") überprüft. Das alles wird von Computerprogrammen vollautomatisch durchgeführt.

Die Lage sämtlicher Profile wurde mit Hilfe der aufgezeichneten Flugwegkoordinaten rekonstruiert und bei Bedarf kann diese über die Videoaufzeichnungen überprüft werden. Bei der kartenmäßigen Flugwegdarstellung wird das Bundesmeldenetz benutzt.

Elektromagnetische Widerstandskartierung

Mit dem EM - System werden

Inphase (Real)

Komponente R

und Quadrature (Imaginär)

Komponente Q

des Magnetfeldes der im Untergrund induzierten Ströme für die vier Sendefrequenzen gemessen. Jeweils nach 3 - 4 m Wegstrecke (d.h. alle 0,1 Sekunden) werden die Daten abgefragt und auf einem Massenspeicher registriert. EM-Daten können Störsignale, sogenannte "sferics", aufgrund luftelektrischer Entladungen, insbesondere bei Gewittern, enthalten.

Stark gestörte und damit für die geophysikalische Auswertung unbrauchbare Intervalle der Registrierungen werden ausgeschieden und bei der weiteren Datenverarbeitung nicht mehr berücksichtigt.

EM-Anomalien von künstlichen Leitern, wie z.B. Blechdächern, werden nicht beseitigt, da die gemessenen Anomalien künstlicher Leiter oft nicht eindeutig von denen geologischer Leiter zu

unterscheiden sind. Eine Identifizierung künstlicher Leiter muss einer späteren Befahrung vorbehalten bleiben.

Die Datenverarbeitung beginnt mit einer digitalen Filterung, wodurch die Rohdaten von hochfrequenten Störsignalen befreit werden. Die nächsten Schritte sind:

- Bestimmung des Nullniveaus für R und Q (an so genannten Stützstellen) in den Registrierungen bei großer Flughöhe vor und nach jedem Messprofil,
- Umrechnung der Messsignale auf das Nullniveau,
- Inversion der Werte R und Q in

zwei Ergebnisparameter des homogenen Halbraummodells, nämlich

- den scheinbaren spezifischen Widerstand ρ_a
- die scheinbare Tiefe d_a (eines äquivalenten Halbraumes, bezogen auf die Erdoberfläche)

oder in

drei bzw. fünf Ergebnisparameter des Zwei- bzw. Dreischichtmodells, nämlich

- Widerstand der 1.Schicht
- Mächtigkeit der 1. Schicht
- Widerstand der 2.Schicht bzw. und
- Mächtigkeit der 2. Schicht und
- Widerstand der 3. Schicht.

Zur Inversion der EM-Daten werden auf Modellrechnungen beruhende Datenbanken benutzt, wobei auch die Sondenhöhe über GOK berücksichtigt wird. Bei kleinen Signalamplituden war eine deutliche, zum Teil nichtlineare Drift des Nullniveaus in den EM-Kanälen zu erkennen. Diese Drift wird vermutlich durch Temperatureffekte der Flugsonde verursacht, bedingt durch die Höhenunterschiede längs der Fluglinien. Deshalb waren die beiden Stützstellen zur Bestimmung des Nullniveaus bei Profilanfang und Profilende nicht immer ausreichend, und es mussten entsprechende Zwischenpunkte gesetzt werden.

Isoanomalien der magnetischen Totalintensität (ΔT)

Die Isoanomalien der Totalintensität stellen die Feldabweichungen vom globalen Erdmagnetfeld dar, wobei letzteres durch das "Internationale Geomagnetische Referenzfeld" (IGRF) definiert wird. Da das Magnetfeld auch zeitlich veränderlich ist, stellt sich der anomale Feldanteil (ΔT), der von den unterschiedlich magnetisierbaren Gesteinen herrührt, wie folgt dar:

$$\Delta T(x,y,z) = T(x,y,z,t) - T(t) - T_{int} - \delta T$$

mit

$T(x,y,z,t)$... Messwert am Flugprofil
$T(t)$... zeitliche Variation des Magnetfeldes
T_{int}	... magnetisches Hauptfeld
δT	... Restfehler (Feldwirkungen des Hubschraubers etc.)

Die zeitlichen Variationen $T(t)$ werden durch ortsfeste Stationen beobachtet, wobei im Rahmen des vorliegenden Messprogrammes eine lokale Basistation verwendet wurde.

Die Restfehler (δT) beinhalten vor allem die Störungen des Hubschraubers am Ort des Sensors, die in beiden Flugrichtungen relativ zum Erdmagnetfeld unterschiedlich sein können (=heading error). Diese Fehler können mit Hilfe der Daten von Kontrollprofilen weitgehend eliminiert werden. Dazu werden die Messwertdifferenzen an den Kreuzungspunkten von Mess- und Kontrollprofilen bestimmt. Aus den Differenzen an allen Kreuzungspunkten des Messgebietes werden unter Anwendung statistischer Verfahren Korrekturwerte ermittelt und die Restfehler damit zum Großteil beseitigt.

Nach Bestimmung der Werte T_{int} , $T(t)$ und δT kann nach obiger Gleichung der anomale Anteil $\Delta T(x,y,z)$ der Totalintensität für jeden Messpunkt $P(x,y,z)$ berechnet werden. Die Anomalien der Totalintensität werden in Form von Farbrasterkarten flächenhaft dargestellt.

Bei der Bearbeitung von magnetischen Anomalien, die in geographisch schwierigem Gelände gemessen wurden, muss der Einfluß der Geländeform bedacht werden. So machen sich z.B. unterschiedliche Hangneigungen, Bergkämme usw. erheblich im Anomalienmuster bemerkbar.

Radiometrische Kartierung

Die Quellen der natürlichen Gammastrahlung

Die Gammastrahlung der Gesteine und der aus ihnen entstandenen Böden stammt im wesentlichen aus drei Quellen: den radioaktiven Elementen Thorium und Uran mit einer Reihe von strahlenden Tochterprodukten, sowie von Kalium mit dem radioaktiven Isotop ^{40}K .

Mit dem Gammastrahlenspektrometer GRS410 wird in jeweils 256 Kanälen die Energie der Gammastrahlung im Bereich zwischen 0,2 und 3,0 MeV für die "downward looking" und "upward looking" Kristalle aufgezeichnet. In einem zusätzlichen Kanal (3,0 - 6,0 MeV) werden jene Gammastrahlenimpulse registriert, die von der Höhenstrahlung herrühren. Neben den

Gesamtspektren, die jeweils mit einer Wiederholungsrate von einer Sekunde gemessen und abgespeichert werden, werden zusätzliche Energiefenster, die in den Bereichen der wichtigsten natürlichen Photopeaks (^{40}K - 1,46 MeV, ^{214}Bi - 1,76 MeV, ^{208}Tl - 2,62 MeV) des Kaliums, des Urans und des Thoriums liegen, sowie die Gesamtzählrate (0,2 - 3,0 MeV; 0,4 - 3,0 MeV) für spätere Kontrollen aufgezeichnet:

Kalium - Kanal: 1,36 - 1,56 MeV
Uran - Kanal: 1,67 - 1,87 MeV
Thorium - Kanal: 2,42 - 2,83 MeV

Die Messungen mit dem "upward looking" Kristall dienen zur eventuellen Korrektur von Radonkonzentrationen in der Luft.

Korrekturen der Messdaten

Die mit dem Zerfall der radioaktiven Isotope verbundene Emission von Gammaquanten ist ein statistischer Prozeß. Die mit einem ruhenden Gerät gemessene Zählrate N streut in Form einer Poisson-Verteilung um einen Mittelwert. Die Standardabweichung σ ergibt sich aus

$$\sigma = \sqrt{N}.$$

Bei hohen Zählraten ist also die relative Streuung $\sigma/N = 1/\sqrt{N}$ kleiner als bei kleinen Zählraten.

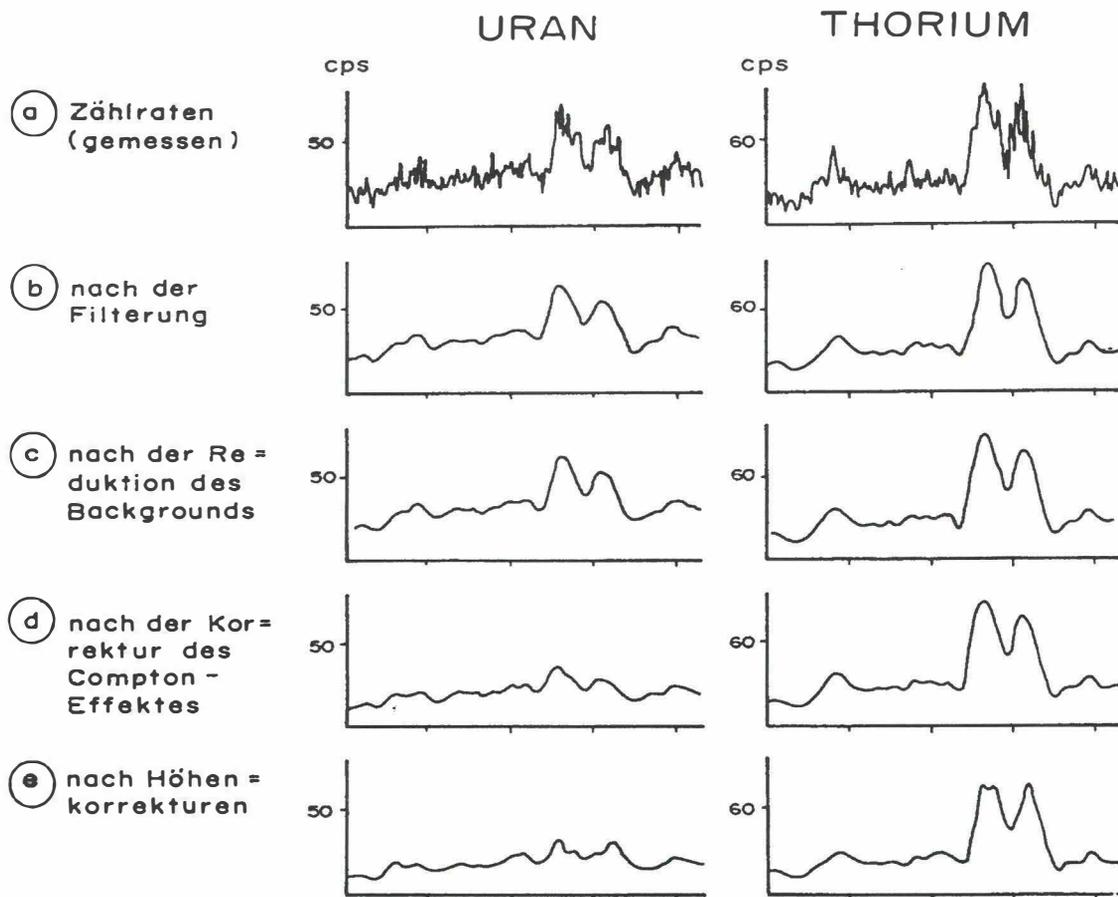


Abb. A7 a - e: Darstellung der Korrekturschritte in der Gammastrahlenspektrometrie

Bei der Messung während des Fluges erhält man z.B. die in Abb. A7a gezeigten Zählraten in cps (counts per second) - hier für Uran und Thorium - mit der natürlichen statistischen Streuung. Durch entsprechend angepaßte digitale Filter wird das hochfrequente Rauschen in den Rohdaten weitgehend eliminiert, ohne dass das längerwellige Nutzsignal (d.h. die Variationen der Zählrate, die durch wechselnde Gehalte der strahlenden Elemente im Gestein verursacht werden) verändert wird.

Das Ergebnis dieser Filterung zeigt Abb. A7b. Das Ziel der nun folgenden Korrekturschritte, die in Abb. A7 dargestellt sind, ist, die geglätteten Messdaten noch von unerwünschten Anteilen zu befreien:

- Reduktion der kosmischen Strahlung: Die, durch die kosmische Strahlung in die niederenergetischen Energiebereiche eingestreuten Anteile, werden mit Hilfe der im Kanal 256 aufgezeichneten Zählraten korrigiert.
- Reduktion des "Backgrounds": Die von nicht-geologischen Quellen stammenden Strahlungsanteile, d.h. die Strahlung der die Detektor-Kristalle umgebenden Materie, wird abgezogen (Abb. A7c). Der Background in den einzelnen Kanälen wird durch entsprechende Steigflüge in große Höhen bestimmt.

- Reduktion des Comptoneffektes: Beim Durchgang durch Materie wird die Gammastrahlung unter Energieverlust gestreut (Comptoneffekt). Dies hat zur Folge, dass z.B. ein bestimmter Anteil der Strahlung von Th-Quellen in den Uran- und Kaliumkanal sowie von U-Quellen in den K-Kanal eingestreut wird. Die Korrektur der Comptonstreuung erfolgt über die sogenannten "stripping ratios" (IAEA, 1979). Für die österreichische Messkonfiguration haben sie für die vorne angegebenen Fensterbereiche folgende Werte:

Compton-Streukoeffizienten:

S_{UTh}	(Th in den U-Kanal):	0,27
S_{ThU}	(U in den Th-Kanal):	0,06
S_{KTh}	(Th in den K-Kanal):	0,18
S_{KU}	(U in den K-Kanal):	0,82

Diese Werte gelten für den Abstand 0 zwischen Detektor und einer unendlich ausgedehnten Strahlungsquelle. Zu ihnen ist noch der Beitrag des Comptoneffekts in der Luft, d.h. ein höhenabhängiger Term, zu addieren, was aber nur für den Streukoeffizienten S_{UTh} in der Form

$$S_{UTh} = (S_{UTh})_0 + 0.0076 h, \quad h \text{ in Fuß}$$

geschieht.

Wie Abb. A7d zeigt, bleibt nach der Compton-Reduktion von einer großen Anomalie im U-Kanal unter Umständen kaum noch etwas übrig. Für Messwerte im Total-Kanal entfällt die Compton-Reduktion.

- Radonkorrektur: Mit dem sogenannten "upward looking" Kristall - er wird durch den darunterliegenden "downward looking" Kristall weitgehend von der Strahlung des Untergrundes abgeschirmt - können die vom atmosphärischen Radon herrührenden Strahlungsanteile erfasst werden. Eine entsprechende Radonkorrektur entfällt meist, weil i.A. die Zählraten im "upward looking" Kristall nicht signifikant sind.
- Höhenkorrektur: Die Intensität der vom Boden kommenden Gammastrahlung nimmt mit der Höhe über Grund ab. Die Höhenabhängigkeit lässt sich grundsätzlich berechnen. In den theoretischen Wert gehen u.a. die Dichte und Feuchtigkeit der Luft ein. Außerdem wird die Zählrate für Uran und Kalium durch den unbekanntem Gehalt der Luft an $^{222}\text{Radon}$ verfälscht. Es werden daher standardmäßig Steigflüge im Messgebiet durchgeführt, um die charakteristische Höhenänderung der Gammastrahlung in diesem Gebiet zu ermitteln.

Die gemessene Höhenabhängigkeit der Strahlungsintensität I läßt sich in begrenzten Höhenintervallen in guter Näherung durch die Formel

$$I(h) = I_0 e^{-\mu h}$$

beschreiben. Für die Absorptionskonstante μ ergaben sich im Messgebiet im Höhenbereich von 30 m bis 300 m über Grund folgende Mittelwerte:

$\mu(\text{Total})$	=	0,002179
$\mu(\text{Kalium})$	=	0,002814
$\mu(\text{Uran})$	=	0,002426
$\mu(\text{Thorium})$	=	0,002271
$\mu(\text{Cs-137})$	=	0,002907

Mit den angegebenen Werten für μ und den mit dem Laserhöhenmesser gemessenen Werten für die Flughöhe h werden die Strahlungsintensitäten nach der Formel

$$I(240 \text{ ft}) = I(h) e^{+\mu(h-80\text{m})}$$

auf die Normalhöhe $h = 80 \text{ m}$ umgerechnet.

Abb. A7e zeigt die Wirkung dieser Höhenkorrektur.

- Topographische Korrektur: Es wurden alle radiometrischen Parameter einer topographischen Korrektur unterzogen.
- Übergang zu Radioelementkonzentrationen: Die "International Atomic Energy Agency" (IAEA, 1979) empfiehlt die Umrechnung der Zählraten in Äquivalent - Konzentrationen der drei strahlenden Elemente. Dies hat u.a. den Vorteil, dass die Ergebnisse von Messungen mit verschiedenen Instrumenten, insbesondere mit verschiedenem Kristallvolumen, untereinander vergleichbar werden. Für die Umrechnung in Äquivalent-Konzentrationen der drei radioaktiven Elemente wurden folgende Faktoren benutzt (reduziert auf die Sollflughöhe von 80 m):

Kalium	47 cps	= 1 ‰
Uran	6,4 cps	= 1 ppm eU
Thorium	3,7 cps	= 1 ppm eTh

Durch den Reaktorunfall in der UdSSR wurden mehrere Gebiete in Österreich erheblich mit radioaktiven Spaltprodukten belastet (z.B.: BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT UND UMWELTSCHUTZ, 1986). Wie man der Abb. 8 entnehmen kann, wurden dabei hauptsächlich Isotope mit größeren Halbwertszeiten abgelagert, die Gammastrahlenquanten mit Energien bis maximal 1,0 MeV emittieren (^{103}Ru 0,49 MeV; ^{137}Cs 0,66 MeV; ^{134}Cs 0,61 MeV; ^{134}Cs

0,80 MeV). Aus diesem Grund werden bei den aeroradiometrischen Messungen nur die Zählraten in den Kanälen bis ca. 1,0 MeV durch die Folgen des Reaktorunfalls von Tschernobyl beeinträchtigt.

Da das an der GBA in Verwendung stehende Aeroradiometer die Energie der Gammastrahlung im Bereich zwischen 0,2 und 3,0 MeV in 256 Kanälen aufzeichnet, ist dieses Gerät auch zum Einsatz im Rahmen des Strahlenschutzes hervorragend geeignet. Einerseits können mit dieser Apparatur die Belastungen durch

- natürliche radioaktive Quellen (Gehalt der Gesteine an radioaktiven Mineralien)

und andererseits

- künstliche radioaktive Kontaminierungen (z.B. Reaktorunfall von Tschernobyl)

festgestellt werden.

Die Dosisleistung (DL) ergibt sich aus den geochemischen Äquivalentwerten (s.o.), wie folgt (GRASTY et al; 1984):

$$DL [nSv/h] = 10 \cdot (1,52 \times K[\%] + 0,63 \cdot U[ppm] + 0,21 \times Th[ppm]),$$

wobei diese von der momentanen Bodenfeuchte abhängig ist. Es stellt somit die aus der obigen Gleichung berechnete Dosisleistung eine Größe dar, die für durchschnittliche Messbedingungen gültig ist. GRASTY et al. (1984) haben aber gezeigt, dass eine relativ gute Übereinstimmung zwischen berechneten (s.o.) und im Gelände direkt experimentell bestimmten Dosisleistungen besteht.

Von den, bei Kernspaltungsprozessen (siehe Abb. A8) entstehenden radioaktiven Isotopen ist das Cäsium-137, wegen seiner, im Vergleich zu anderen Spaltprodukten relativ großen Halbwertszeit, auch nach mehreren Jahren bei Geländemessungen feststellbar. Waren früher hauptsächlich die atmosphärischen Kernwaffenversuche die Ursache für erhöhte ^{137}Cs -Kontaminationen, so sind es derzeit nur noch die Folgen des Reaktorunfalls von Tschernobyl.

AIRBORNE GAMMA-RAY SPECTRUM / 256 CHANNELS

AIGEN - ENNSTAL

28. 7. 1987

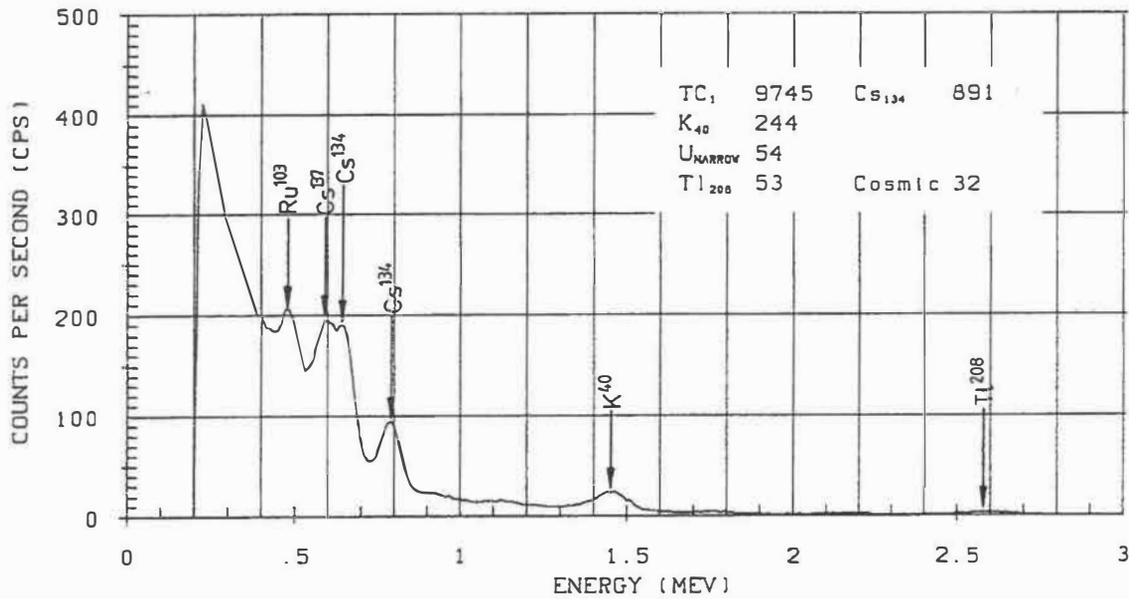


Abb. A8: Beispiel eines Gammastrahlenspektrums (MeV) im Bereich des Flugfeldes Aigen im Ennstal

Herstellung der Farbrasterkarten

Es ist bekannt, dass die Strahlungsintensitäten zeitlichen Schwankungen unterliegen. Sie stehen meist im Zusammenhang mit dem Wettergeschehen (z.B. Erhöhung der Absorption im Boden durch Regenwasser, Zufuhr von Radon aus der Bodenluft). Die an verschiedenen Tagen gemessenen Zählraten können also etwas unterschiedliche Mittelwerte ergeben, was eine Farbrasterdarstellung beeinträchtigen würde. Um dies zu vermeiden, wurden teilweise entsprechende Korrekturen vorgenommen.

Ähnlich wie bei der Darstellung der elektromagnetischen Daten wurden in der Folge die korrigierten Energiesummenwerte für das K-, U- und Th-Fenster durch Farbrasterkarten flächenhaft zur Darstellung gebracht.

Eine zusätzliche Problematik von Gammastrahlenmessungen in topographisch schwierigem Gelände stellt die Abweichung von einer horizontalen Messebene (2π -Geometrie) dar, weil bei den Messflügen mit möglichst konstanter Höhe über dem Gelände geflogen werden soll. So z.B. tragen vor allem Hangflächen zur Verstärkung der Gammastrahlung bei. Bei homogener Strahlungsdichte an der Erdoberfläche und gleicher Messhöhe über Grund resultiert in Tälern eine höhere Zählrate als in der Ebene, umgekehrt über Bergkämmen (geometrische Konstellation kleiner 2π) eine niedrigere Zählrate (KILLEEN, 1979) (s.o.: topographische Korrektur).

Infrarot und Bodenfeuchte

Die Bestimmung der Bodenfeuchte in Prozent-Wassergehalt des Erdbodens wird mit einer passiven L-Band-Antenne durchgeführt. Diese misst die vom Untergrund bei 1.4 GHz reflektierte Strahlung. Die Intensität dieser Strahlung ist stark vom Bodenwassergehalt abhängig. Um den Wassergehalt berechnen zu können, muss man außerdem die Oberflächentemperatur des Erdbodens kennen. Diese wird mit einem Infrarotsensor im Frequenzbereich 8-14 μm bestimmt. Die Amplituden der reflektierten Strahlung, die Oberflächentemperatur, die Rauigkeit und der Bewuchs des Erdbodens werden dann in bestimmten Modellen verarbeitet und liefern als Endprodukt die Bodenfeuchte in Prozent-Wassergehalt. Die „Eindringtiefe“ dieses Verfahrens liegt bei 5-10 cm.

Bodengeophysik

Spezifikationen der bodengeophysikalischen Messungen

In den folgenden Tabellen sind die Spezifikationen der Bodengeoelektrik/Seismik für die verschiedenen Messkampagnen dargestellt.

Geoelektrik Kampagne Ansfelden				
Profil	1	2	3	4
Elektrodenkonfiguration	Wenner	Wenner	Wenner	Wenner
Elektrodenabstand [m]	5	5	5	5
Profillänge [m]	380	250	345	250

Tab. A1: Spezifikation Geoelektrik Traun/Ennsplatte, Messgebiet Ansfelden

Geoelektrik Kampagne Kematen	
Profil	1
Elektrodenkonfiguration	Wenner
Elektrodenabstand [m]	5
Profillänge [m]	380

Tab. A2: Spezifikation Geoelektrik Traun/Ennsplatte, Messgebiet Kematen

Goelektrik Kampagne Waidern	
Profil	1
Elektrodenkonfiguration	Wenner
Elektrodenabstand [m]	5
Profillänge [m]	350

Tab. A3: Spezifikation Goelektrik Traun/Ennsplatte, Messgebiet Waidern

Goelektrik Kampagne Sierning/Oberwolforn					
Profil	1	2	3	4	5
Elektrodenkonfiguration	Wenner	Wenner	Wenner	Wenner	Wenner
Elektrodenabstand [m]	5	3	3	10	10
Profillänge [m]	290	207	207	1090	790

Profil	6	7	8	9	10
Elektrodenkonfiguration	Wenner	Wenner	Wenner	Wenner	Wenner
Elektrodenabstand [m]	6	6	4	6	3
Profillänge [m]	414	354	196	594	237

Tab. A4: Spezifikation Goelektrik Messgebiet Sierning/Oberwolforn

Seismik Kampagne Sierning/Oberwolfen	
Profil	1-14
Seismik	Refraktionsseismik
Geophonabstand [m]	3
Profillänge [m]	69

Tab. A5: Spezifikation für alle seismischen Profile Messgebiet Sierning/Oberwolfen

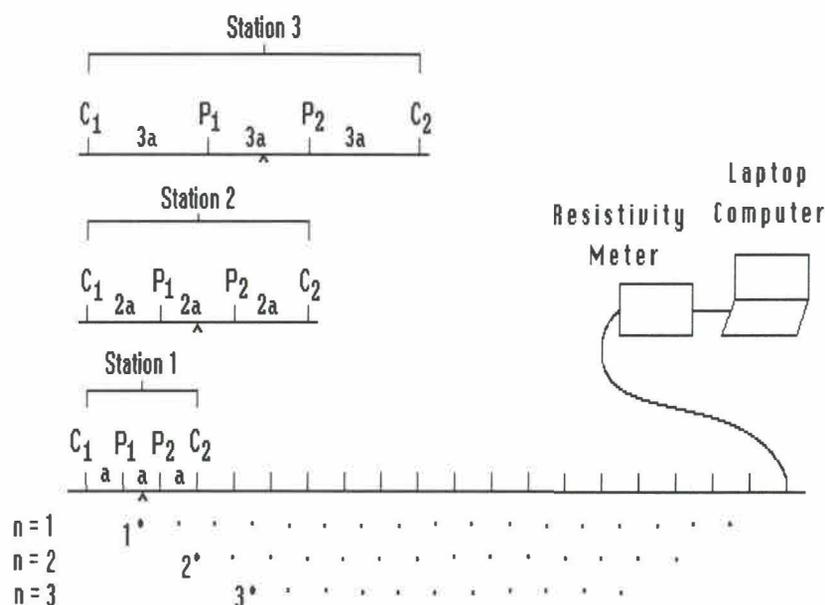
Goelektrik Kampagne Neuhofen				
Profil	1	2	3	4
Elektrodenkonfiguration	Wenner	Wenner	Wenner	Wenner
Elektrodenabstand [m]	5	5	5	5
Profillänge [m]	245	195	245	155

Tab. A6: Spezifikation Goelektrik Messgebiet Neuhofen

Methode der Gleichstromgeoelektrik

Bei der geoelektrischen Messmethode wird die Verteilung des spezifischen elektrischen Widerstandes im Untergrund gemessen. Die gängigsten geoelektrischen Feldmessungen bedienen sich meist einer linearen, symmetrischen Elektrodenkonfiguration in sog. 4 Punktanordnung, wobei die Außenelektroden den Strom einspeisen und die Innenelektroden die Potentialdifferenz messen. Das Prinzip einer herkömmlichen geoelektrischen Tiefensondierung besteht darin, durch Variation des Außenelektrodenabstandes verschiedene Tiefen zu erfassen.

Um zweidimensionale Aufnahme des Untergrundes zu ermöglichen, wurden Mitte der 90-er Jahre Multielektrodenanordnungen entwickelt, die aus einer Messeinheit und bis zu 256 automatisch steuerbaren Elektroden bestehen. In der Folge werden von einer Steuereinheit automatisch durch Zusammenschalten der entsprechenden Tiefensondierungen bis zum maximal möglichen Außenelektrodenabstand gemessen (Skizze siehe Abb. A9)



C_1, C_2 Stromeinspeisepunkte,
 V_1, V_2 Potentialmesselektroden

Abb. A9: Messprinzip der Multielektroden Geoelektrik

Die Messergebnisse selbst werden zur Qualitätskontrolle in Form einer sog. „Pseudosektion“ dargestellt, wobei die gemessenen scheinbaren Widerstände gegen den jeweiligen Elektrodenabstand („Pseudotiefe“) aufgetragen werden. Als Auswertung wird eine zweidimensionale Inversion nach der Methode der finiten Differenzen durchgeführt, wobei der Untergrund in rechteckige Blöcke aufgeteilt wird, welchen durch einen Algorithmus die zu den Messwerten bestmöglich passenden Widerstandswerte zugewiesen werden. Aus den

Pseudowiderständen wird mit einem Inversionsverfahren ein Modell der Widerstands-Tiefenverteilung berechnet. So erhält man den Widerstandsaufbau des Untergrundes (Skizze siehe Abb. A10). Das Ergebnis sind Profilschnitte, wobei die Darstellung der Topographie entlang der Profile berücksichtigt werden kann.

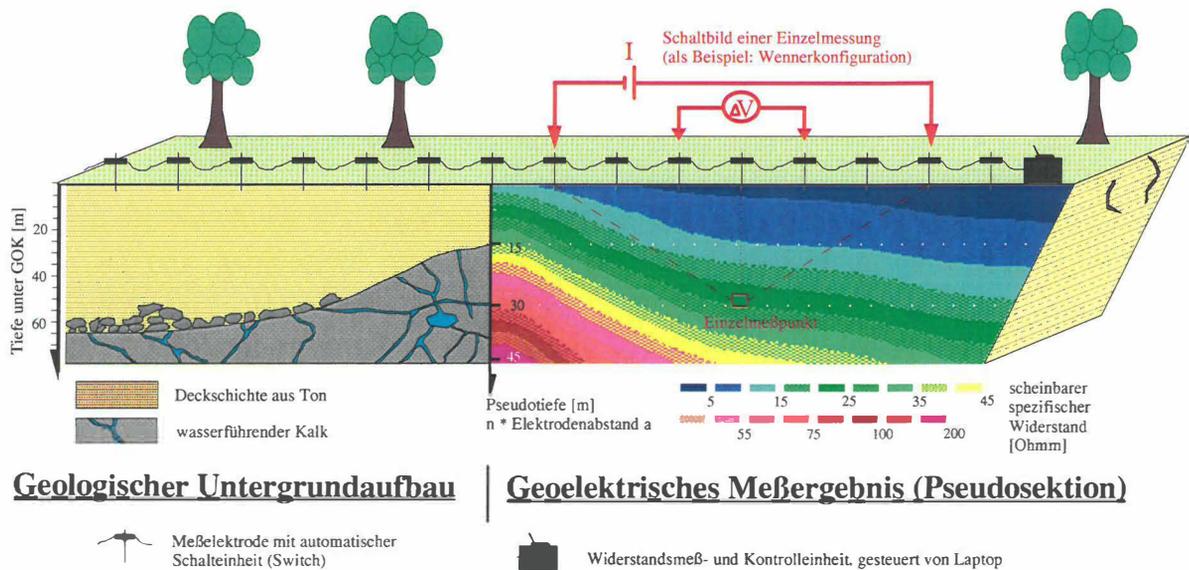


Abb. A10: Prinzip einer zweidimensionalen Aufnahme mit einem Multielektrodensystem

Bei dem hier verwendeten Gerät handelt es sich um eine AGI Sting R1 Apparatur (Gerätespezifikation siehe Tabelle A7).

Sting R 1	Hersteller	Advanced Geosciences Inc. Austin, Texas / USA	
	Messbereich	400 k Ω bis 0.1 m Ω	
	Messgenauigkeit	relativer Fehler \pm 1 %	
	Signal / Rausch Verhältnis	100 dB bei > 20 Hz	
	Auflösung	Empfänger Sender	\pm 3 μ V nach Stacking \pm 10 μ A
Tabelle A7 Technische Daten des gleichstromgeoelektrischen Instruments STING R1			

Methode der Refraktionsseismik

Bei seismischen Verfahren werden die Signale von künstlich in den Boden eingebrachten Schallwellen an Aufnehmern (Geophone) entlang eines Profils gemessen (siehe Abb. A11). Das Verfahren der Refraktionsseismik beruht auf der Auswertung von refraktierten Wellen, die an den Grenzflächen zweier Gesteinsschichten entlanglaufen und dabei ständig Energie nach oben abstrahlen. Voraussetzung für ihr Zustandekommen ist, dass die Wellen unter einem kritischen Winkel auf die Grenzfläche einfallen und dass die seismische Geschwindigkeit in der tiefer liegenden Schicht größer ist als in der überlagernden Schicht.

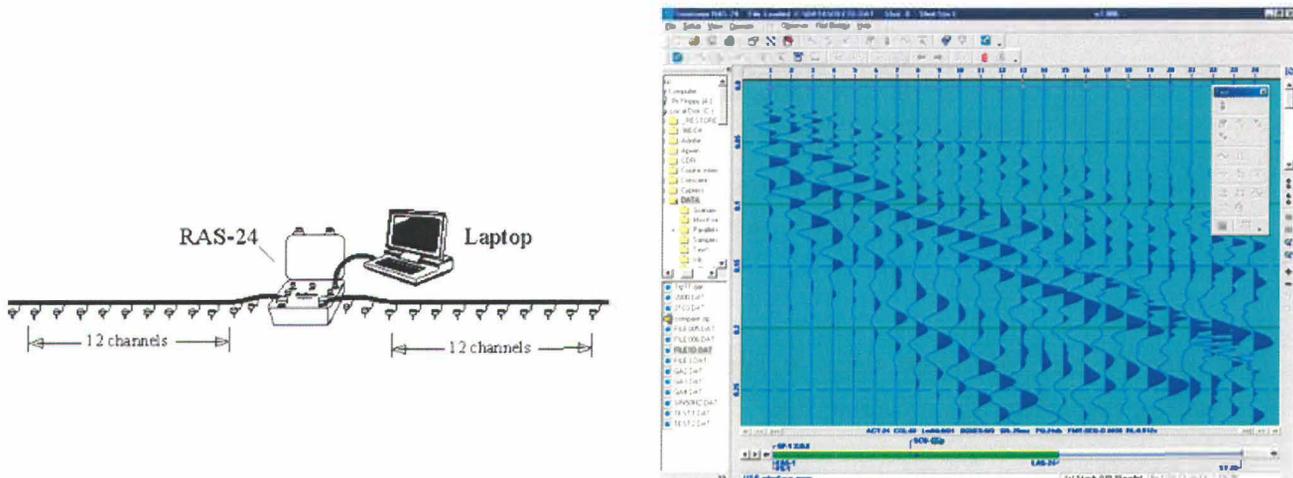


Abb. A11: seismisches Messgerät und Seismogramm

Das Prinzip der Refraktionsseismik wird in Abb. A12 veranschaulicht. Das untere Diagramm beschreibt die Laufwege der refraktierten und direkten Wellen, im oberen Diagramm sind die sog. Laufzeitkurven dargestellt, in der die Beobachtungsdaten zusammengefasst werden. Dabei wird auf der horizontalen Achse der Abstand Anregungspunkt-Beobachtungspunkt aufgetragen und auf der vertikalen Achse die Zeit, die die seismische Welle benötigt, um vom Anregungspunkt zum Beobachtungspunkt zu gelangen.

An der Erdoberfläche registrieren die Geophone sowohl die refraktierte als auch die direkte Welle, die innerhalb der oberen Schicht entlangläuft. Da die refraktierte Welle sich mit der größeren Geschwindigkeit der unteren Schicht ausbreitet, wird ab einer bestimmten kritischen Entfernung x_c von der Anregungsquelle diese vor der direkten Welle registriert. Aus dieser Entfernung können die Tiefenlage der Grenzfläche und die Werte für die seismischen Geschwindigkeiten beider Schichten abgeleitet werden.

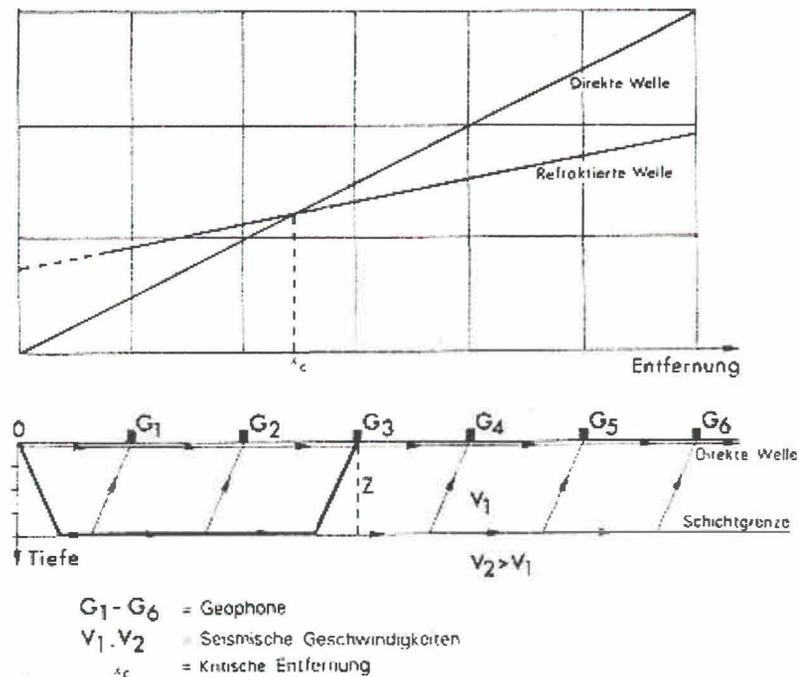


Abb. A12: Prinzipskizze Refraktionsseismik
 (Quelle: www.xfaweb.baden-wuerttemberg.de/alfaweb/berichte/mza02/geo25.htm)

Bei dem hier verwendeten Gerät handelt es sich um eine RAS24 Apparatur von Seistronix (Gerätespezifikation siehe Tabelle A8).

Manufacturer	Seistronix California USA
Channels:	12 or 24
A/D Resolution:	24 bits using Delta-Sigma A/D converters - one per channel
Preamp Gain (PG):	12db, 24db, 36db or 48db, remotely selectable
Frequency Response:	.125 ms: 2 - 3300Hz, .25 ms: 2 - 1650 Hz, .5 ms: 2 - 825 Hz, 1 ms: 2 - 412 Hz, 2 ms: 2 - 206 Hz, 4 ms: 2 - 103 Hz
Dynamic Range:	112db @ 2 ms PG=36db, 117db @ 2 ms PG=12db (typ)
Distortion (THD):	.005% at 25 Hz, 2 ms sample interval (typ)
Crosstalk:	Greater than 90db
CMR:	Greater than 90db @ 60 Hz
Max Input Signal:	880 mVRMS @ 12db, 55 mVRMS @ 36db
Input Noise:	.21 mVRMS @ 2ms PG=36db, 1.6 mVRMS @ 2ms PG=12db (typ)
Anti-Alias Filters:	4 ms 103 Hz, 2 ms 206 Hz, 1 ms 412 Hz, .5 ms 825 Hz, .25ms 1650 Hz, .125ms 3300 Hz
Connectors:	Two 27-pin NK-27-21C connectors for geophone spread cable, 3-pin Bendix for trigger, two 6-pin Bendix for data, 3-pin Cannon for power
Power:	12 volts nominal. Standby: 60ma / Acquisition: 12 Chs: 1A, 24 Chs: 2A
Physical:	10.5" x 13.5" x 6", 10 lb
Operating Temp:	-30 to 70°C
Tabelle A8:	Technische Daten des seismischen Instruments RAS24

Methode der Bodenradiometrie

Zur Messung der spezifischen γ -Strahlung von Kalium, Uran und Thorium wurde ein Gammaskpektrometer vom Typ GS-256 der Firma Geofyzika Brno verwendet. Dieses besteht im Wesentlichen aus einem Detektor (3" x 3" NaJ-Kristall), sowie einem Vielkanalanalysator.

Die Messmethode der Gammaskpektrometrie beruht darauf, dass die Elemente aufgrund einer energiespezifischen γ -Strahlung identifiziert werden, die im Zuge des radioaktiven Zerfalls der jeweiligen Elemente oder ihrer spezifischen Tochterprodukte freigesetzt wird.

Die Urangehalte werden durch Messung der Gammastrahlung aus dem Zerfall von ^{214}Bi (Peak bei 1,76 MeV) aus der Zerfallsreihe von ^{235}U , die Thoriumgehalte werden anhand des ^{208}Tl (Peak bei 2,62 MeV) aus der Zerfallsreihe von ^{232}Th bestimmt,

Diese Zerfallsschritte setzen relativ hohe Energien frei und sind somit relativ leicht zu erfassen.

Der Kaliumgehalt wird anhand des Zerfalls von ^{40}K (Peak bei 1,46 MeV) direkt gemessen.

Bei Auftreffen einer γ -Strahlung auf den Detektorkristall erzeugt dieser einen Lichtimpuls, der über einen elektronischen Vervielfältiger in einen Spannungsimpuls umgewandelt wird, wobei die Impulse jeweils proportional zur Energie der einfallenden γ -Strahlung sind. Der Spannungsimpuls wird an den Multikanalanalysator weitergeleitet und in dem zum jeweiligen Spannungswert passenden Kanal registriert.

Die von einzelnen Elementen ausgesandte γ -Strahlung tritt jedoch zum Teil mit anderen Materialien (Luft, Boden, Messapparatur) in Wechselwirkung und gibt dabei einen Teil ihrer Energie ab. Dies hat zur Folge, dass ursprünglich höherenergetische Strahlung teilweise in niedrigeren Energiekanälen registriert wird und so beispielsweise eine von einem Thoriumzerfall stammende γ -Strahlung im Energiebereich des Kaliums oder des Urans registriert wird. Der Einfluss dieses sogenannten Compton-Effektes wird bei der Kalibrierung des Gerätes ermittelt.

Weiters muss noch ein Hintergrundfehler berücksichtigt werden, der dadurch entsteht, dass das Messgerät selbst in den einzelnen Kanälen eine gewisse Zählrate erzeugt. Alle diese Faktoren werden bei der Kalibrierung des Gerätes anhand von Standards ermittelt, danach in das Gerät eingegeben und für jeden Einzelwert automatisch separat berechnet, da sich unterschiedliche Elementgehalte in den Korrekturen verschieden auswirken (es kann z. B. grundsätzlich nicht einfach für Uran oder Kalium korrigiert werden, ohne dass die Werte für Thorium ebenfalls verändert werden).

Als Maß für den internen Messfehler des γ -Spektrometers wird allgemein die Quadratwurzel aus der Zählrate der jeweiligen Einzelmessung angenommen.

Für die vorliegende Messbereiche wurde Kalium in den Kanälen 108-125, Uran in den Kanälen 130-148 und Thorium in den Kanälen 195-218 des Gammaskpektrometers GS-256 erfasst. Die Messungen erfolgten mit einer Akkumulationszeit von 2 Minuten, die aufgrund von Testmessreihen (BELOCKY et al. 1999) als akzeptabler Kompromiss zwischen Messgenauigkeit und Zeitaufwand ermittelt wurde. Die Messungen wurden einerseits entlang von Feldwegen, andererseits im Feld selbst durchgeführt. Der Abstand von Messpunkt zu Messpunkt beträgt etwa 10 m. Um den Einfluss bautechnischer Abschnitte (mit Fremdmaterial befestigte Feldwege) hintanzuhalten, wurden die Profile jeweils parallel zu den Feldwegen, mit einem Abstand von ca. 3 m vermessen.

Da das Gammaskpektrometer unabhängig von der Richtung die gesamte einfallende γ -Strahlung registriert, sind die Messungen stark von der lokalen Geländeform abhängig. Beispielsweise werden in lokalen Rinnen deutlich höher Werte gemessen als auf Riedeln (MILSOM, 1989). Weiters ist die Oberflächenbeschaffenheit von großer Bedeutung, so können sich z. B. bereichsweise durch verwitterungsbedingte Anreicherung von Lösslehm gegenüber Lösslehm in Situ unterschiedliche Werte ergeben.

Arbeitsaufwand für Feldmessungen Aerogeophysik/Bodengeophysik/Probennahme/Bohrungen

Messgebiet TRAUN/ENNSPLATTE

Untersuchung	Datum	Dauer [d]
Aerogeophysikalische Befliegung Traun/Enns	Aug.02	10
Handbohrungen 1	Sep.03	1
Bodenradiometrie	Sep.03	
Geoelektrik Kampagne 1	Feb.04	2
Geoelektrik Kampagne 2	Apr.04	3

16

Detailgebiet SIERNING/OBERWOLFERN

Untersuchung	Datum	Dauer [d]
Aerogeophysikalische Befliegung Sierning	Aug.02	0.5
Geoelektrik Kampagne 1	Okt.03	1
Bodenradiometrie	Okt.03	
Seismik Kampagne 1	Okt.03	
Handbohrungen 1	Okt.03	
Geoelektrik Kampagne 2	Nov.03	2
Handbohrungen 2	Nov.03	
Probennahme Hydrochemie	Nov.03	
Geoelektrik Kampagne 3	Jun.04	5
Seismik Kampagne 2	Jun.04	
Bohrkampagne & Rammkernsondierungen1	Jun.04	
Geoelektrik Kampagne 4	Sep.04	2
Geoelektrik Kampagne 5	Okt.04	2

12.5

Detailgebiet NEUHOFEN

Untersuchung	Datum	Dauer [d]
Aerogeophysikalische Befliegung Neuhofen	Aug.02	0.5
Geoelektrik Kampagne 1	Feb.03	1
Geoelektrik Kampagne 2	Sep.03	2
Handbohrungen 1	Sep.03	
Bodenradiometrie	Sep.03	
Seismik Kampagne 1	Okt.03	1
Probennahme Hydrochemie	Okt.03	
Bodenradiometrie	Okt.03	

4.5

Korngrößenanalyse

Die Korngrößenverteilung der Proben wurde durch Kombination von Nasssiebung (Korngrößen > 32 µm) und automatischer Sedimentationsanalyse mittels Sedigraph 5000 ET der Firma Micromeritics (Korngrößen < 32 µm) bestimmt. Dafür wurden jeweils 50 g Probe mit verdünntem H₂O₂ versetzt, um eine Oxidation der organischen Substanz sowie eine gute Dispergierung der Proben zu erreichen. Nach Abklingen der Reaktion wurden die Proben mit einem Siebsatz bestehend aus 8 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, 0,125 mm, 0,063 mm und 0,032 mm nass gesiebt.

Die Grobfraktionen wurden bei 105° C im Trockenschrank getrocknet und in Gewichtsprozent der Einwaage angegeben. Ein repräsentativer Teil der Fraktion < 0,032 mm wurde mit 0,5 % Calgon versetzt und im Sedigraph mittels Röntgenstrahl nach dem Stoke'schen Gesetz bis zu einer Korngröße von 0,0005 mm analysiert.

Aus der Kornsummenkurve des Sedigraphs und den Siebdaten wurde mit Hilfe des Programms SEDPAK (Malecki, 1985) die Korngrößenverteilung der Gesamtprobe sowie sedimentologisch wichtige Parameter wie Mittelwert, Standardabweichung und Schiefe der Kornverteilung (nach dem Momentverfahren bzw. nach Folk & Ward, 1957) ermittelt.

Tonmineralanalyse

Für die semiquantitative Tonmineralanalyse wurden die Proben über mehrere Tage mit 15%igem H_2O_2 versetzt, um die organische Substanz zu lösen und zusammenhaftende Partikel zu isolieren. Sobald keine Reaktion mehr feststellbar war, wurden die Proben am Sandbad auf 40°C und schließlich auf 100°C erhitzt, um eventuell noch vorhandenes H_2O_2 restlos abzurauchen. Hierauf wurden die Proben mit Calgon versetzt und die Fraktion $< 2\ \mu\text{m}$ durch Zentrifugieren abgetrennt. Jeweils 400 ml der Fraktion $< 2\ \mu\text{m}$ wurden mit 100 ml KCl bzw. 100 ml MgCl_2 versetzt, wodurch eine einheitliche Ionenbelegung sowie genau definierte Gitterabstände erreicht werden. Die so behandelten Proben wurden über Nacht geschüttelt und danach zentrifugiert. Probe wurden zwei streng texturierte Präparate angefertigt, die durch Einlagerung unterschiedlicher organischer Verbindungen Quell- und Kontraktionsversuchen unterzogen wurden. Durch diese Behandlung können im Vergleich mit dem Originalzustand der Probe die unterschiedlichen Schichtabstände der Tonminerale qualitativ identifiziert und zugeordnet werden. Es wurde jeweils der Bereich von $2^\circ 2'$ bis $50^\circ 2'$ abgefahren. Für die semiquantitative Auswertung wurden die Hauptreflexe der Mineralphasen herangezogen und nach der Methode von Schultz (1964) über Korrekturfaktoren berechnet.

Gesamtmineralanalyse

Für die Bestimmung des Gesamtmineralbestandes wurden die getrockneten Proben analysenfein vermahlen und annähernd texturfreie Präparate hergestellt, die mittels Röntgendiffraktometer im Bereich $2^{\circ} 2\theta$ bis $65^{\circ} 2\theta$ abgefahren wurden. Für die semiquantitative Auswertung wurden wie bei der Tonmineralanalyse die Hauptreflexe der Mineralphasen herangezogen und nach der Methode von Schultz (1964) über Korrekturfaktoren berechnet.

Tonmineral- und Gesamtmineralbestand

Die mineralogischen Untersuchungen wurden mit Hilfe von Röntgendiffraktionsanalytik (XRD) jeweils an der Gesamtprobe und an der Fraktion $< 2 \mu\text{m}$ mit folgenden Messbedingungen durchgeführt:

Röntgendiffraktometer PHILIPS-X'PERT MPD

Vertikalkgoniometer PW 3050

Cu Ka – LFF-Röhre

Automatische Äquatorialdivergenz

Empfangsspalt 0.3 mm

Continuous scans, Schrittweite 0.02°

40 kV, 40 mA

Messzeit 1sec/Schritt

Messprogramm PCAPD 4.0 für Windows

Gesteinschemie

Die Gesteinsproben werden, falls erforderlich, mittels Backenbrecher, Walzwerk und Scheibenschwingmühle auf Analysenfeinheit (Korngrösse < 60µm) aufbereitet. Die einzelnen Elemente und Parameter wurden mit folgenden Analysemethoden bestimmt.

Energiedispersive Röntgenfluoreszenzanalyse:

Mittels einer Röntgenanlage X-LAB 2000 der Fa. SPECTRO wurden die Elemente

Al, Ba, Ca, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, K, La, Li, Mg, Mn, Na, Nb, Ni, P, Pb, Rb, Si, Sr, Ti, V, Y, Zn und Zr bestimmt.

Gravimetrie:

H₂O- bei 110° C und Glühverlust bei 1100° C.

ANHANG ERGEBNISSE



GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT
FA ROHSTOFFGEOLOGIE

UNTERSUCHUNGSBERICHT:

über Sedimentproben
aus dem Raum Neuhofen - Sierning

Projekt:

ÜLG 28

Untersuchungsprogramm:

Korngrößenuntersuchungen und
Mineralogische Phasenanalysen
an 24 Sedimentproben

I. Wimmer-Frey
J. Rabeder

FA Rohstoffgeologie
Oktober 2004

Probenahme:

September, Oktober 2003
G. Bieber
A. Römer

			Gewichtsprozent											
			Kies	Sand	Silt	Ton	Kies		Sand		Silt			
Probe	Sand-Silt-Ton						Mittel-	Fein-	Grob-	Mittel-	Fein-	Grob-	Mittel-	Fein-
NKS 01	GB01	toniger Silt	0,6	5,9	70,6	22,9		0,6	1,4	1,3	3,1	28,6	30,9	11,2
NKS 02	GB02	sandiger Tonsilt	0,9	10,2	61,3	27,6		0,9	2,2	3,3	4,7	22,8	25,9	12,6
NKS 02A	GB03	Tonsilt	0,2	4,9	56,6	38,3		0,2	0,7	0,8	3,5	23,8	22,2	10,5
NKS 03	GB04	Tonsilt	0,1	4,4	64,6	30,9		0,1	0,8	1,4	2,2	25,3	25,8	13,5
NKS 03A	GB05	Tonsilt	0,3	4,0	63,7	32,0		0,3	0,9	1,1	2,0	26,1	27,0	10,6
NKS 04	GB06	Tonsilt	0,2	2,4	55,1	42,3		0,2	0,2	0,5	1,6	17,1	21,5	16,6
NKS 04A	GB07	Tonsilt	0,0	2,6	66,7	30,8		0,0	0,4	0,7	1,5	24,7	27,9	14,0
NKS 05	GB08	toniger Silt	0,6	5,4	70,0	24,1		0,6	2,0	1,5	1,9	27,5	30,7	11,8
NKS 06	GB09	Tonsilt	0,0	4,2	55,9	39,9			0,2	0,7	3,3	21,2	21,7	12,9
NKS 07	GB10	tonig-sandiger Silt	1,7	8,6	65,2	24,6	0,3	1,4	2,1	2,2	4,3	28,2	27,3	9,6
NKS 08	GB11	Tonsilt	0,0	1,6	57,9	40,5			0,1	0,2	1,4	27,6	20,0	10,3
NKS 09	GB12	Tonsilt	0,0	4,4	63,7	31,9			0,2	0,5	3,7	35,0	19,2	9,5

			Gewichtsprozent											
			Kies	Sand	Silt	Ton	Kies		Sand		Silt			
Probe	Sand-Silt-Ton						Mittel-	Fein-	Grob-	Mittel-	Fein-	Grob-	Mittel-	Fein-
S 01	GB13	Tonsilt	0,1	2,2	67,4	30,3		0,1	0,3	0,3	1,6	21,8	32,9	12,7
S 01A	GB14	Tonsilt	0,1	3,4	67,2	29,3		0,1	0,5	0,7	2,2	15,5	31,8	20,0
S 02	GB15	toniger Silt	1,8	5,0	71,4	21,8	1,1	0,8	1,4	1,0	2,5	24,0	33,1	14,3
S 02A	GB16	Tonsilt	0,0	2,2	63,0	34,8			0,1	0,3	1,8	20,4	26,9	15,7
S 03	GB17	Tonsilt	0,3	3,8	66,3	29,7		0,3	0,4	0,8	2,6	23,4	29,5	13,4
S 03A	GB18	Tonsilt	0,1	2,7	63,0	34,3		0,1	0,4	0,4	1,9	21,8	25,8	15,3
S 04	GB19	toniger Silt	0,8	4,8	73,6	20,9	0,3	0,5	1,1	1,0	2,8	27,7	35,1	10,7
S 04A	GB20	Tonsilt	0,0	3,3	59,4	37,3		0,0	0,4	0,8	2,1	18,6	26,1	14,8
S 05	GB21	Tonsilt	0,8	5,2	62,1	31,9		0,8	1,6	1,1	2,6	23,3	26,1	12,7
S 05A	GB22	Tonsilt	0,2	5,1	53,7	41,0		0,2	0,7	0,9	3,6	20,9	19,9	12,9
S 06	GB23	sandiger Tonsilt	4,2	9,8	45,0	41,1	0,4	3,8	2,5	2,5	4,7	15,1	18,7	11,2
S 06A	GB24	sandiger Siltton	6,8	12,1	32,4	48,6	2,7	4,1	2,9	3,5	5,7	10,2	12,0	10,2

		Statistische Parameter						U	k-Werte [m/s]	
		Momentverfahren			Folk, R.L. & Ward, W. (1957)				Beier	Bialas
		Arithmet.	Standard-	Schiefe	Arithmet.	Standard-	Schiefe			
Probe		Mittelwert	Abweichung		Mittelwert	Abweichung				
NKS 01	GB01	7,46	3,75	0,89	7,34	3,41	0,53	192,1	4,90E-11	6,20E-10
NKS 02	GB02	7,53	3,92	0,48	7,56	3,84	0,35	180,9	4,20E-11	1,90E-10
NKS 02A	GB03	8,96	4,50	0,46	8,82	4,51	0,54	995,4	9,50E-13	2,30E-12
NKS 03	GB04	8,06	3,72	0,63	7,96	3,60	0,49	217,7	2,20E-11	8,40E-11
NKS03A	GB05	8,58	4,52	0,71	8,54	4,45	0,63	1282,7	8,10E-13	8,40E-12
NKS 04	GB06	9,11	3,80	0,30	8,94	3,91	0,34	217,9	5,70E-12	6,50E-12
NKS 04A	GB07	8,29	3,80	0,80	8,14	3,76	0,53	325,6	8,70E-12	6,40E-11
NKS 05	GB08	7,42	3,59	0,71	7,34	3,26	0,49	129,9	9,40E-11	5,20E-10
NKS 06	GB09	9,15	4,36	0,48	9,00	4,47	0,46	779,4	9,40E-13	2,40E-12
NKS 07	GB10	7,33	4,09	0,61	7,40	3,90	0,45	278,6	2,80E-11	3,50E-10
NKS 08	GB11	9,41	4,70	0,49	9,14	4,76	0,54	1618,3	3,20E-13	7,80E-13
NKS 09	GB12	8,27	4,34	0,79	8,16	4,22	0,62	908,8	2,70E-12	1,60E-11
		Statistische Parameter						U	k-Werte [m/s]	
		Momentverfahren			Folk, R.L. & Ward, W. (1957)				Beier	Bialas
		Arithmet.	Standard-	Schiefe	Arithmet.	Standard-	Schiefe			
Probe		Mittelwert	Abweichung		Mittelwert	Abweichung				
S01	GB13	8,20	3,55	0,79	8,06	3,45	0,56	204,2	2,20E-11	8,50E-11
S 01A	GB14	8,10	3,16	0,64	7,93	3,04	0,39	72,7	9,40E-11	2,20E-10
S 02	GB15	7,50	3,95	0,68	7,33	3,46	0,47	187,0	3,90E-11	1,10E-09
S 02A	GB16	8,48	3,53	0,69	8,33	3,54	0,45	197,4	1,50E-11	5,70E-11
S 03	GB17	8,02	3,58	0,73	7,87	3,41	0,51	175,3	3,40E-11	1,30E-10
S 03A	GB18	8,45	3,65	0,61	8,34	3,65	0,46	230,8	1,30E-11	3,70E-11
S 04	GB19	7,56	3,99	1,10	7,27	3,55	0,58	338,8	1,40E-11	1,50E-09
S 04A	GB20	9,00	4,19	0,57	8,92	4,27	0,51	657,4	1,20E-12	5,50E-12
S 05	GB21	8,18	4,08	0,52	8,14	3,92	0,51	382,8	7,50E-12	4,50E-11
S 05A	GB22	8,97	4,21	0,34	8,80	4,22	0,39	420,5	3,00E-12	5,10E-12
S 06	GB23	8,70	5,17	-0,02	8,86	5,41	0,25	963,5	7,40E-13	1,60E-12
S 06A	GB24	9,28	6,03	-0,29	9,32	6,36	0,07	1494,8	1,40E-13	1,60E-13

Bezeichnung	Labor-Nr.	Quarz	Alkali-feldspat	Albit	Schicht-silikate	Calcit	Dolomit	Labor-Nr.	Quellfähig		Nichtquellfähig		
									Smektit	Vermikulit	Illit/Hellgl.	Kaolinit	Chlorit
NKS 01	GB01	63	2	6	30	0	0	GB01	0	0	58	19	24
NKS 02	GB02	56	2	7	35	0	0	GB02	9	7	57	9	18
NKS 02A	GB03	57	2	9	32	0	0	GB03	40	0	41	19	0
NKS 03	GB04	63	2	10	25	0	0	GB04	3	6	53	10	27
NKS 03A	GB05	58	2	7	33	0	0	GB05	11	9	46	12	22
NKS 04	GB06	58	3	7	33	0	0	GB06	0	0	46	35	19
NKS 04A	GB07	58	2	6	34	0	0	GB07	0	0	42	21	37
NKS 05	GB08	59	3	8	31	0	0	GB08	0	8	56	11	26
NKS 06	GB09	48	2	5	45	0	0	GB09	37	4	39	19	0
NKS 07	GB10	53	3	8	28	3	6	GB10	3	0	58	12	27
NKS 08	GB11	45	2	7	47	0	0	GB11	8	7	54	32	0
NKS 09	GB12	47	2	11	40	0	0	GB12	0	4	61	6	29
S 01	GB13	56	4	6	34	0	0	GB13	0	0	48	15	36
S 01A	GB14	62	2	6	31	0	0	GB14	0	0	50	15	35
S 02	GB15	63	3	8	26	0	0	GB15	0	0	48	16	36
S 02A	GB16	50	2	9	39	0	0	GB16	0	20	37	40	3
S 03	GB17	60	2	8	30	0	0	GB17	0	0	40	17	42
S 03A	GB18	54	2	12	32	0	0	GB18	2	10	44	20	24
S 04	GB19	60	2	7	31	0	0	GB19	0	6	44	17	34
S 04A	GB20	59	2	7	31	0	0	GB20	0	13	37	14	37
S 05	GB21	52	3	6	39	0	0	GB21	1	7	48	16	28
S 05A	GB22	50	2	6	42	0	0	GB22	0	23	45	30	0
S 06	GB23	51	2	4	43	0	0	GB23	0	24	53	21	0
S 06A	GB24	40	1	2	57	0	0	GB24	0	19	51	29	0



**GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT
FACHABTEILUNG GEOCHEMIE**

UNTERSUCHUNGSBERICHT:

Nr.: CH-47/2003

über Gesteinsproben

EINSENDER:

Datum des Einganges: 20. 10. 2003
Datum der Erledigung: 04. 02. 2004

PROJEKT: ÜLG 28 (Neuhofen-Sierning)

UNTERSUCHUNGSPROGRAMM: Chemische Untersuchungen von
24 Gesteinsproben

PROBENAHMEN:

am: 29/9, 30/9, 1/10, 14/10 und 15/10/03
durch: Bieber/Römer

Wird die Probenahme nicht von Mitarbeitern der Fachabteilung Geochemie durchgeführt oder überwacht, beziehen sich die Untersuchungsergebnisse nur auf die eingesandten Proben.

Es kann keine Gewähr für eine ordnungsgemäße, kontaminationsfreie Probenahme übernommen werden.

Veröffentlichungen, auch auszugsweise, bedürfen der Zustimmung der Geologischen Bundesanstalt.

Der Bericht umfaßt 7 Seiten

Rasumofskygasse 23, Postfach 127, A-1031 WIEN
TEL. (+43)/(1)/712 56 74-350, TEL. (+43)/(1)/715 59 62-350
FAX (+43)/(1)/713 64 57-350
e-MAIL: geoche@cc.geolba.ac.at

ANALYSENERGEBNISSE								
Probenserie <u>ÜLG28-Neuhofen/Sierning_09.03_Handbohrungen</u>								
CH-47/03	1	2	3	4	5	6	7	8
Probe	NKS 01	NKS 02	NKS 02a	NKS 03	NKS 03a	NKS 04	NKS 04a	NKS 05
Per cent								
SiO2	67,50	64,40	64,50	69,10	65,30	70,00	70,00	69,00
TiO2	0,93	0,87	0,93	0,91	0,91	0,96	0,98	0,92
Al2O3	14,60	14,80	16,50	14,50	16,40	14,00	14,50	13,90
Fe2O3	4,27	5,85	5,69	4,40	5,43	3,94	3,98	4,08
MnO	0,15	0,37	0,09	0,14	0,11	0,10	0,14	0,17
MgO	1,68	1,83	2,08	1,84	2,22	1,66	1,73	1,63
CaO	0,62	0,85	0,76	0,57	0,59	0,33	0,33	0,66
Na2O	1,13	1,06	1,00	1,15	0,95	1,33	1,35	1,36
K2O	2,09	2,07	2,18	2,25	2,33	1,95	2,07	2,08
H2O _{110° C}	1,41	1,99	2,06	1,38	1,91	1,40	1,14	1,33
H2O+	0,10	0,20	2,53	1,53	2,68	0,43	1,58	0,13
P2O5	0,26	0,35	0,17	0,14	0,12	0,03	0,05	0,25
CO2	4,91	5,21	1,35	2,01	1,01	3,90	1,89	4,22
SO3	0,05	0,04	0,03	0,04	0,02	0,07	0,05	0,06
Summe	99,70	99,90	99,87	99,94	99,98	100,11	99,77	99,78
GV _{360° C}	4,39	5,18	3,61	2,97	3,28	3,92	2,60	3,88
GV _{1000° C}	6,55	7,79	6,14	5,09	5,74	6,06	4,70	5,99
H2O+ = GV_{1000° C} - H2O_{110° C} - P2O5 - CO2 - SO3								
ppm								
Ba	383	398	384	393	417	345	374	380
Ce	104	91	106	95	105	96	112	103
Co	8	15	12	10	10	7	9	8
Cr	107	96	96	89	162	103	108	84
Cs	17	18	17	16	22	16	21	18
Cu	21	25	26	20	26	15	16	21
Ga	14	14	16	15	17	14	14	14
Ge	2	1	2	2	2	1	2	1
Hf	12	10	13	11	10	12	12	11
La	54	38	55	47	55	49	57	54
Mo	<1	1	1	<1	<1	<1	<1	<1
Nb	18	16	18	17	17	18	18	18
Ni	29	37	42	31	39	25	26	27
Pb	28	43	23	24	23	28	24	27
Rb	88	90	98	94	105	82	88	86
Sr	83	80	84	83	81	81	82	87
Th	15	16	18	15	15	16	16	16
U	4	3	4	3	4	3	4	4
V	113	134	124	108	117	96	99	106
W	5	4	4	4	4	5	4	5
Y	35	35	43	34	33	33	34	34
Zn	67	76	71	65	73	57	60	69
Zr	488	420	512	451	400	473	474	467
Summe	2150	2086	2239	2038	2222	2024	2159	2101

ANALYSENERGEBNISSE								
Probenserie ÜLG28-Neuhofen/Sierning_09.03_Handbohrungen								
CH-47/03	9	10	11	12	13	14	15	16
Probe	NKS 06	NKS 07	NKS 08	NKS 09	S 01	S 01a	S 02	S 02a
Per cent								
SiO2	61,50	63,80	61,80	61,50	69,20	67,50	67,60	64,00
TiO2	1,00	0,86	0,83	0,93	1,01	0,99	1,00	0,97
Al2O3	18,00	13,24	17,70	18,60	15,10	14,90	14,70	18,15
Fe2O3	6,09	3,81	6,27	6,03	4,08	4,27	4,49	4,85
MnO	0,09	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,04
MgO	2,40	2,08	2,84	3,02	1,70	1,61	1,62	1,94
CaO	0,57	2,94	0,73	0,64	0,51	0,65	0,86	0,63
Na2O	0,93	1,02	1,12	1,23	1,08	1,05	1,07	0,98
K2O	2,46	1,89	2,59	2,78	2,11	2,10	2,04	2,12
H2O _{110° C}	2,57	1,42	1,91	1,31	1,21	1,47	1,46	2,14
H2O+	3,81	0,10	2,77	2,34	1,80	0,44	0,68	3,49
P2O5	0,12	0,29	0,16	0,22	0,13	0,26	0,26	0,09
CO2	0,33	8,32	1,19	1,19	1,85	4,60	4,18	0,50
SO3	0,01	0,08	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02
Summe	99,89	99,97	100,06	99,95	99,93	100,02	100,13	99,91
GV _{360° C}	3,77	4,44	3,24	2,44	2,39	3,66	3,37	3,10
GV _{1000° C}	6,85	9,01	6,05	5,09	5,00	7,00	6,61	6,24
H2O+ = GV_{1000° C} - H2O_{110° C} - P2O5 - CO2 - SO3								
ppm								
Ba	466	333	412	436	426	395	386	435
Ce	99	88	94	98	94	80	92	89
Co	12	8	11	10	8	8	8	10
Cr	110	101	111	108	99	106	92	114
Cs	19	14	18	17	15	12	14	15
Cu	29	21	37	36	18	25	17	25
Ga	19	13	19	19	15	15	15	19
Ge	2	1	2	2	2	2	2	2
Hf	9	11	10	8	12	11	12	9
La	55	47	50	48	48	39	45	45
Mo	0	<1	1	1	<1	<1	<1	<1
Nb	19	16	16	17	19	19	19	18
Ni	50	25	54	49	28	32	27	38
Pb	23	26	20	18	22	34	27	23
Rb	117	79	112	110	95	95	90	101
Sr	79	92	84	91	82	82	85	88
Th	17	15	16	16	15	16	15	17
U	4	4	4	3	4	4	4	4
V	133	108	125	125	101	109	120	132
W	4	34	39	37	34	34	35	36
Y	46	4	5	4	4	5	5	4
Zn	91	65	77	73	68	77	66	66
Zr	397	457	366	386	444	434	470	394
Summe	2294	2023	2113	2140	2036	1950	2012	2029

ANALYSENERGEBNISSE								
Probenserie ÜLG28-Neuhofen/Sierning_09.03_Handbohrungen								
CH-47/03	17	18	19	20	21	22	23	24
Probe	S 03	S 03a	S 04	S 04a	S 05	S 05a	S 06	S 06a
Per cent								
SiO ₂	68,50	64,20	68,80	66,50	65,00	62,00	64,00	60,00
TiO ₂	1,06	1,02	0,98	1,01	0,99	1,01	0,89	0,83
Al ₂ O ₃	15,70	17,50	14,06	16,30	16,60	18,40	17,20	18,90
Fe ₂ O ₃	4,39	5,62	4,09	4,73	5,85	6,17	5,69	6,73
MnO	0,13	0,08	0,17	0,13	0,16	0,11	0,16	0,16
MgO	1,76	1,84	1,57	2,03	1,69	1,48	1,69	1,66
CaO	0,54	0,56	0,76	0,57	0,57	0,46	0,49	0,51
Na ₂ O	1,02	0,99	0,93	0,98	0,84	0,70	0,57	0,49
K ₂ O	2,13	2,13	1,92	2,14	2,14	2,05	2,08	1,98
H ₂ O _{110° C}	1,14	1,71	1,29	1,43	1,52	2,36	1,99	2,88
H ₂ O+	2,16	3,32	0,39	2,30	2,84	4,24	3,16	4,41
P ₂ O ₅	0,08	0,06	0,18	0,15	0,11	0,07	0,09	0,10
CO ₂	1,35	0,70	4,52	1,76	1,66	0,61	1,86	1,12
SO ₃	0,02	0,02	0,06	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02
Summe	99,98	99,74	99,71	100,04	99,99	99,68	99,89	99,78
GV _{360° C}	2,43	2,91	3,92	2,82	3,05	2,36	3,72	4,47
GV _{1000° C}	4,75	5,81	6,45	5,66	6,15	7,30	7,12	8,52
H₂O+ = GV_{1000° C} - H₂O_{110° C} - P₂O₅ - CO₂ - SO₃								
ppm								
Ba	417	432	389	427	420	450	397	376
Ce	96	98	110	88	92	111	95	93
Co	8	12	8	8	11	11	11	14
Cr	101	109	97	114	135	115	128	127
Cs	17	18	18	14	15	23	18	20
Cu	17	22	20	20	25	30	30	34
Ga	16	18	13	17	17	19	17	19
Ge	2	2	2	2	2	2	2	2
Hf	11	11	12	10	10	8	8	6
La	50	51	57	44	46	57	44	50
Mo	<1	1	1	<1	1	1	<1	1
Nb	20	19	18	19	19	20	17	15
Ni	29	36	28	32	36	39	49	64
Pb	22	23	32	23	30	27	26	26
Rb	96	105	84	98	103	112	105	113
Sr	86	84	79	82	76	70	74	75
Th	16	17	16	16	16	17	15	15
U	4	3	4	4	4	4	4	3
V	108	132	111	113	126	136	124	150
W	32	34	36	33	34	34	29	31
Y	5	5	4	6	4	4	4	5
Zn	64	67	65	70	62	68	77	85
Zr	484	426	491	441	437	394	338	274
Summe	2115	2189	2218	2032	2113	2260	2034	2051



**GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT
FACHABTEILUNG GEOCHEMIE**

UNTERSUCHUNGSBERICHT:

Nr.: CH-48/2003

über Wasserproben

EINSENDER:

Datum des Einganges: 22. 10. 2003

Datum der Erledigung: 04. 02. 2004

PROJEKT: ÜLG 28 (Neuhofen-Sierning)

UNTERSUCHUNGSPROGRAMM: Chemische Untersuchungen von
8 Wasserproben

PROBENAHEME:

am: Okt 2003

durch: Bieber/Römer

Wird die Probenahme nicht von Mitarbeitern der Fachabteilung Geochemie durchgeführt oder überwacht, beziehen sich die Untersuchungsergebnisse nur auf die eingesandten Proben.

Es kann keine Gewähr für eine ordnungsgemäße, kontaminationsfreie Probenahme übernommen werden.

Veröffentlichungen, auch auszugsweise, bedürfen der Zustimmung der Geologischen Bundesanstalt.

Der Bericht umfaßt 9 Seiten

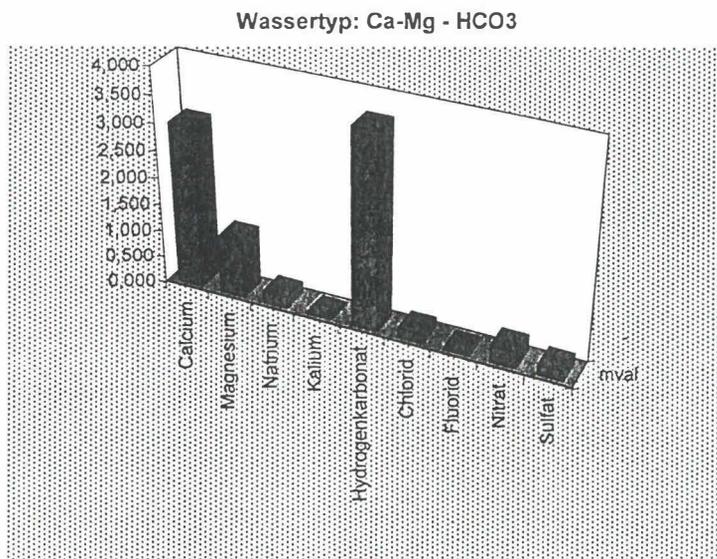
Rasumofskygasse 23, Postfach 127, A-1031 WIEN
TEL. (+43)/(1)/712 56 74-350, TEL. (+43)/(1)/715 59 62-350
FAX (+43)/(1)/713 64 57-350
e-MAIL: geoche@cc.geolba.ac.at

ANALYSENERGEBNIS

Analysennummer: CH - 48/03-01
 Probenummer: Neuhofen/GWS 01
 Proj. ÜLG 28
 Tiefe: 25 m
 Probenahme :
 am: 14.10.2003
 durch: Bieber/Römer

Untersuchungen im Labor:

pH-Wert: 7,69
 Leitfähigkeit 380 µS/cm
 Gesamthärte: 11,35
 Karbonathärte: 10,12
 Nichtkarbonathärte: 1,23



KATIONEN:

Parameter	mg/l	mval	mval-%
Calcium	59,8	2,984	70,02
Magnesium	13,0	1,069	25,09
Natrium	4,60	0,200	4,70
Kalium	0,32	0,008	0,19
Summe	77,72	4,262	100,00

ANIONEN:

Hydrogenkarbonat	220,5	3,614	84,76
Chlorid	5,9	0,166	3,90
Fluorid	0,153	0,008	0,19
Nitrat	18,5	0,298	7,00
Sulfat	8,5	0,177	4,15
Summe	253,55	4,264	100,00

Verhältnis Kationen/Anionen: 1,000

Gesamtmineralisation: 331,27

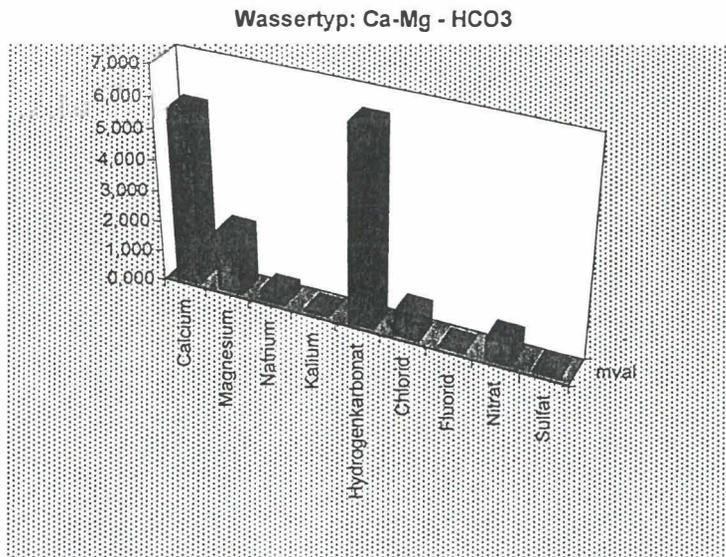
Wassertyp: Ca-Mg - HCO₃

	mg/l	µg/l
H ₂ SiO ₃	20,0	
Lithium		5
Strontium		54

ANALYSENERGEBNIS

Analysennummer: CH - 48/03-02
 Probenummer: Neuhofen/GWS 02
 Proj. ÜLG 28
 Tiefe: 25 m
 Probenahme :
 am: 14.10.2003
 durch: Bieber/Römer

Untersuchungen im Labor:
 pH-Wert: 7,27
 Leitfähigkeit 717 µS/cm
 Gesamthärte: 21,18
 Karbonathärte: 17,81
 Nichtkarbonathärte: 3,37



KATIONEN:

Parameter	mg/l	mval	mval-%
Calcium	112,0	5,589	70,62
Magnesium	24,0	1,974	24,95
Natrium	7,70	0,335	4,23
Kalium	0,62	0,016	0,20
Summe	144,32	7,914	100,00

ANIONEN:

Parameter	mg/l	mval	mval-%
Hydrogenkarbonat	388,1	6,360	80,26
Chlorid	28,0	0,790	9,97
Fluorid	0,083	0,004	0,06
Nitrat	43,5	0,702	8,85
Sulfat	3,3	0,069	0,87
Summe	462,98	7,925	100,00

Verhältnis Kationen/Anionen:

0,999

Gesamtmineralisation:

607,30

Wassertyp:

Ca-Mg - HCO3

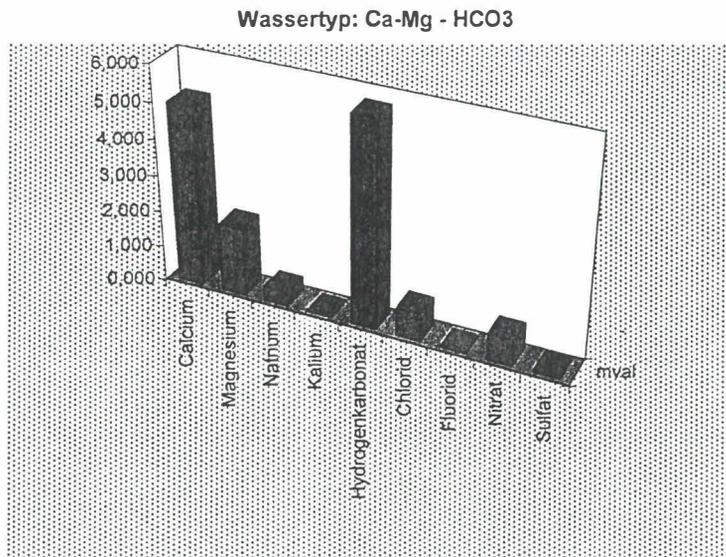
	mg/l	µg/l
H2SiO3	27,8	
Lithium		<5
Strontium		108

ANALYSENERGEBNIS

Analysennummer: CH - 48/03-05
 Probenummer: Neuhofen/GWS 02
 Proj. ÜLG 28
 Tiefe: 25 m
 Probenahme :
 am: 05.11.2003
 durch: Bieber/Römer

Untersuchungen im Labor:

pH-Wert: 7,83
 Leitfähigkeit 693 µS/cm
 Gesamthärte: 19,20
 Karbonathärte: 15,91
 Nichtkarbonathärte: 3,29



KATIONEN:

Parameter	mg/l	mval	mval-%
Calcium	99,5	4,965	68,49
Magnesium	23,0	1,892	26,10
Natrium	8,70	0,378	5,22
Kalium	0,53	0,014	0,19
Summe	131,73	7,249	100,00

ANIONEN:

Hydrogenkarbonat	346,6	5,680	78,26
Chlorid	27,5	0,776	10,69
Fluorid	0,075	0,004	0,05
Nitrat	45,0	0,726	10,00
Sulfat	3,5	0,073	1,00
Summe	422,68	7,259	100,00

Verhältnis Kationen/Anionen:

0,999

Gesamtmineralisation:

554,41

Wassertyp:

Ca-Mg - HCO3

	mg/l	µg/l
H2SiO3	27,9	
Lithium		12
Strontium		102

ANALYSENERGEBNIS			
Analysennummer:	CH - 48/03-03		
Probenummer:	Bach/Grabmayer		
	Proj. ÜLG 28		
Tiefe:	0 m		
Probenahme :			
am:	14.10.2003		
durch:	Bieber/Römer		
Untersuchungen im Labor:			
pH-Wert:	7,42		
Leitfähigkeit	649 µS/cm		
Gesamthärte:	20,27		
Karbonathärte:	17,81		
Nichtkarbonathärte:	2,46		
KATIONEN:			
	Parameter	mg/l	mval
	Calcium	105,0	5,240
	Magnesium	24,3	1,999
	Natrium	5,00	0,217
	Kalium	2,30	0,059
	Summe	136,60	7,515
			mval-%
			69,72
			26,60
			2,89
			0,78
			100,00
ANIONEN:			
	Hydrogenkarbonat	388,1	6,360
	Chlorid	12,7	0,358
	Fluorid	0,060	0,003
	Nitrat	21,0	0,339
	Sulfat	22,0	0,458
	Summe	443,86	7,519
			84,60
			4,76
			0,04
			4,50
			6,09
			100,00
Verhältnis Kationen/Anionen:			1,000
Gesamtmineralisation:			580,46
Wassertyp:			Ca-Mg - HCO3
	mg/l	µg/l	
H2SiO3	16,5		
Lithium		<5	
Strontium		109	

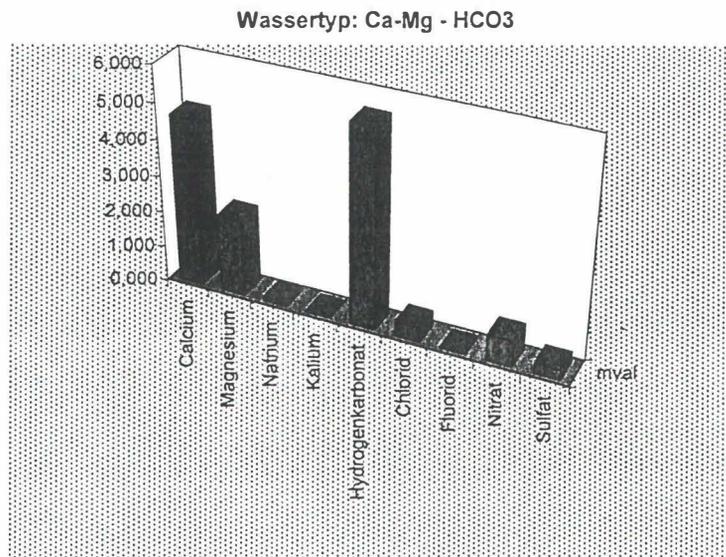
ANALYSENERGEBNIS				
Analysennummer:	CH - 48/03-06			
Probenummer:	Bach/Grabmayer			
	Proj. ÜLG 28			
Tiefe:	5,2 m			
Probenahme :				
am:	05.11.2003			
durch:	Bieber/Römer			
Untersuchungen im Labor:				
pH-Wert:	8,04			
Leitfähigkeit	653 µS/cm			
Gesamthärte:	19,50			
Karbonathärte:	17,34			
Nichtkarbonathärte:	2,17			
KATIONEN:				
	Parameter	mg/l	mval	mval-%
	Calcium	103,0	5,140	70,89
	Magnesium	22,2	1,826	25,19
	Natrium	5,0	0,217	3,00
	Kalium	2,6	0,066	0,92
	Summe	132,80	7,250	100,00
ANIONEN:				
	Hydrogenkarbonat	377,8	6,192	85,45
	Chlorid	14,5	0,409	5,64
	Fluorid	0,070	0,004	0,05
	Nitrat	8,8	0,142	1,96
	Sulfat	24,0	0,500	6,90
	Summe	425,17	7,246	100,00
Verhältnis Kationen/Anionen:			1,001	
Gesamtmineralisation:			557,97	
Wassertyp:			Ca-Mg - HCO3	
	mg/l	µg/l		
H2SiO3	17,1			
Lithium		15		
Strontium		108		

ANALYSENERGEBNIS

Analysennummer: CH - 48/03-07
 Probenummer: Hausbr. Ötl
 Proj. ÜLG 28
 Tiefe: 50 m
 Probenahme :
 am: 05.11.2003
 durch: Bieber/Römer

Untersuchungen im Labor:

pH-Wert: 6,94
 Leitfähigkeit 643 µS/cm
 Gesamthärte: 19,03
 Karbonathärte: 15,37
 Nichtkarbonathärte: 3,66



KATIONEN:

Parameter	mg/l	mval	mval-%
Calcium	93,0	4,641	67,23
Magnesium	26,2	2,155	31,22
Natrium	2,20	0,096	1,39
Kalium	0,43	0,011	0,16
Summe	121,83	6,903	100,00

ANIONEN:

Hydrogenkarbonat	334,9	5,489	79,56
Chlorid	14,2	0,401	5,81
Fluorid	0,052	0,003	0,04
Nitrat	45,0	0,726	10,52
Sulfat	13,5	0,281	4,07
Summe	407,65	6,899	100,00

Verhältnis Kationen/Anionen:

1,001

Gesamtmineralisation:

529,48

Wassertyp:

Ca-Mg - HCO3

	mg/l	µg/l
H2SiO3	12,8	
Lithium		12
Strontium		72