

**LIEBOCHER TEILBECKEN,
WESTSTEIERMARK, REFLEXIONSSEISMISCHE
UNTERSUCHUNGEN**

PROCESSING REFLEXIONSSEISMIK
WESTSTEIERMARK-NORD

PROJ. NR.: IG-20P016

Verfasser: DI Jud,

Dr. DI Schreilechner

Ausfertigung: 18.06.2021



Auftraggeber:



Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Abteilung 14 - Wasserwirtschaft, Ressourcen und
Nachhaltigkeit
Referat Wasserwirtschaftliche Planung
Wartingergasse 43

Wissen das in die Tiefe geht

Angebot: Geo5-20021

28.09.2020

Bestellung: ABT14-74476/2020-30

02.12.2020

Unsere Projektnummer: IG-20P016

Inhalt

1	Einleitung.....	3
2	Bearbeitung (Processing).....	4

Abbildungen

Abbildung 1	Lageplan der Seismikprofile. Die Profile HI8701, HI 8901 und HI 8902 wurden neu bearbeitet (Reprocessing). Reflexionsseismische Daten der Profile SO2101 und SO2102 wurden im Februar/März 2021 aufgenommen und anschließend bearbeitet.....	3
Abbildung 2	Programminterne Basemap: Aufnehmerlinie (schwarz); berechnete Mittelpunkte (weiß) basierend auf entsprechenden Quellen – und Empfängerabständen; CDP-Bezugslinie (farbig).....	6
Abbildung 3	gepickte Ersteinsätze (rot) am Beispiel von FFID 100 von Profil SO2101	7
Abbildung 4	Stapelergebnis des Profils SO2101.....	9
Abbildung 5	Finale Stapelsektion des Profils SO2102. Hauptaugenmerk lag auf dem Ausschnitt gekennzeichnet durch das schwarze Rechteck.....	9
Abbildung 6	Zoom in den entsprechenden Ausschnitt der finalen Stapelsektion (Profil SO2102)	10
Abbildung 7	Entsprechender Ausschnitt (Profil SO2102) nach einer „Steep Dip“ Zeitmigration.	11

Tabellen

Tabelle 1:	Bearbeitungsparameter	5
------------	-----------------------------	---

1 Einleitung

Im nördlichen Teil der Weststeiermark – Liebocher Teilbecken – werden einerseits neue reflexionsseismische Untersuchungen durchgeführt und andererseits wurden bestehende seismische Aufnahmen (HI8701, HI8901 und HI8902) aus den Jahren 1987 – 1989 neu bearbeitet.

Mit diesem dritten Zwischenbericht wird die Bearbeitung (Processing) der neuen reflexionsseismischen Daten der Profile SO2101 und SO2102 (Abbildung 1) beschrieben.

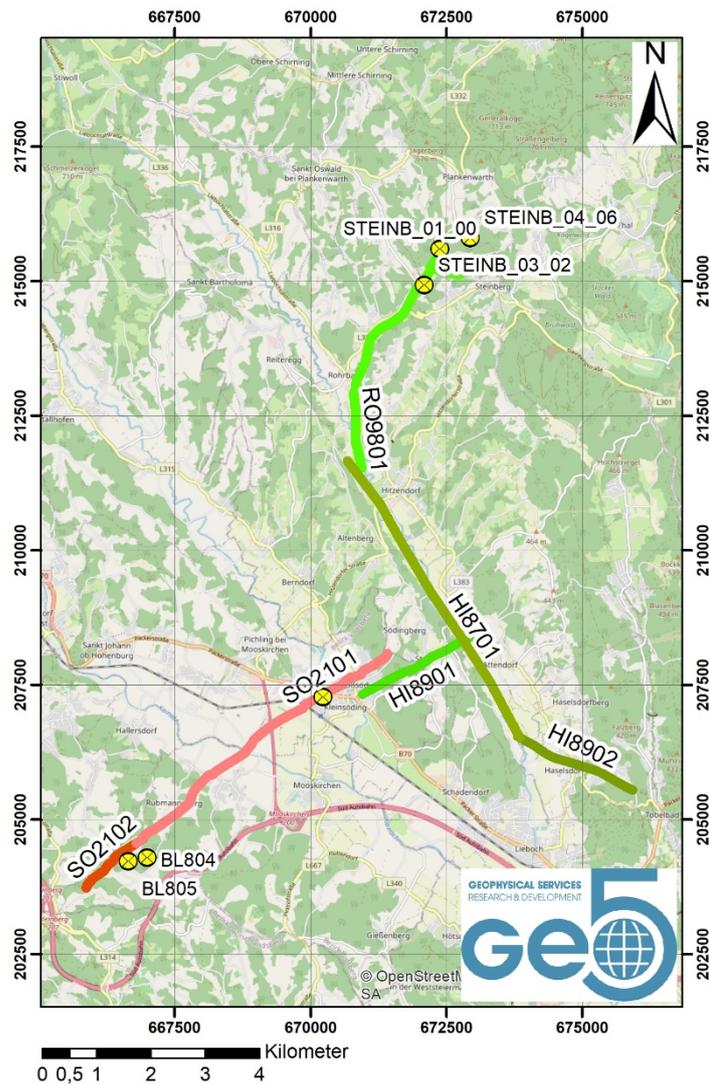


Abbildung 1: Lageplan der Seismikprofile. Die Profile HI8701, HI 8901 und HI 8902 wurden neu bearbeitet (Reprocessing). Reflexionsseismische Daten der Profile SO2101 und SO2102 wurden im Februar/März 2021 aufgenommen und anschließend bearbeitet.

2 Bearbeitung (Processing)

Die reflexionsseismische Datenbearbeitung wurde mit dem in der Erdölindustrie weit verbreiteten Softwarepaket SeisSpace/ProMAX R5000 (Landmark) durchgeführt. Die Bearbeitungsabfolge lässt sich in folgende Schritte zusammenfassen:

- Einlesen und Editieren der Rohdaten
- Definition der Geometrie
- Amplitudenkorrektur
- Statische Korrektur auf das „Processing Datum“
 - Picken der Ersteinsatzzeiten
 - Tomographie
- Signalbearbeitung
- Geschwindigkeitsanalyse
- Dynamische Korrektur und „Muting“
- Reststatische Korrektur
- Stapelung und Korrektur auf das seismische Bezugsniveau
- Frequenzfilterung
- Kohärenzfilterung
- Migration

In der nachfolgenden Tabelle 1 sind sämtliche verwendete Parameter der Bearbeitungsabfolge beider Profile (SO2101 und SO2102) zusammengefasst.

Processing		
Profil	SO2101	SO2102
Einlesen der Daten	SEG-2	SEG-2
Geometrie	Straight Line	Straight Line
"Muting"	-	Top Mute
"Trace-Edit"	Reverse Polarity / Kill Bad Traces	Reverse Polarity / Kill Bad Traces
"First Break Picking"	every 3. FFID: Offset ~ 700 m	every FFID: Offset ~ 300 m
Amplitudenkorrektur	Spherical Divergence	Spherical Divergence
Seismisches Datum	300 m	480 m
Statische Korrektur	Refraction static	Elevation + Velocity Static
"Groundroll" Filter	Velocity Filter [8-65 Hz]	Velocity Filter [8-65 Hz]
Mehrkanal-Dekonvolution	Minimum Phase Spiking Op.len. 120 ms	Minimum Phase Spiking Op.len. 65 ms
Einkanal-Dekonvolution	Minimum Phase Spiking Op.len. 65 ms	Minimum Phase Spiking Op.len. 15 ms
Luftschall Unterdrückung	Attenuation	Attenuation
Geschwindigkeitsanalyse	every 25'te CMP	every 15'te CMP
NMO	Velocity Analysis based on guided velocity derived from tomography	Velocity Analysis based on guided velocity derived from tomography
"Stretch mute" [%]	25	25
Reststatische Korrektur	4 Iterationen 8 ms max.shift	4 Iterationen 8 ms max.shift
AGC [ms]	500	500
CMP-Stapelung ("Final Datum")	Mean: Full Offset	Mean: Limited Offset -150m/+150m
TV - Bandpassfilterung [Hz]	TV-SV BP: Ormsby	Single BP: 20 - 160 Hz Butterworth
F-X Dekonvolution	L2 Norm Adaptive	L2 Norm Adaptive
Migration	Kirchhoff Time/Steep Dip Time/ Reverse Time	Kirchhoff Time/Steep Dip Time/ Reverse Time

Tabelle 1: Bearbeitungsparameter

Im ersten Schritt der Bearbeitung wurden die seismischen Daten (SEG-2 Format) in die Bearbeitungssoftware eingelesen, die Koordinaten- und Höhenwerte für das Einlesen in die Bearbeitungssoftware aufbereitet und zusammen mit den seismischen Daten auf Vollständigkeit und Plausibilität überprüft.

Anschließend erfolgte programmintern die Definition der Aufnahme- und Liniengeometrie. Dabei wurden Zuordnungen zwischen seismischen Spuren, Aufnehmer- und Anregungspositionen, Koordinaten und Höhenwerte getroffen. Aufgrund der Krümmung der Aufnehmerlinie wurde der Verlauf einer begradtigten CMP-Bezugslinie definiert (CMP = „Common Mid-Point“ = Koordinatenmittelpunkt zwischen Aufnehmer- und Anregungsposition einer jeweiligen Spur) und die seismischen Spuren zu äquidistanten Positionen entlang dieser CMP-Bezugslinie zugeordnet. Abbildung 2 zeigt die Anordnung der Aufnehmer mit

entsprechender Streuung der Mittelpunkte und der CMP Bezugslinie am Beispiel der Linie SO2101.

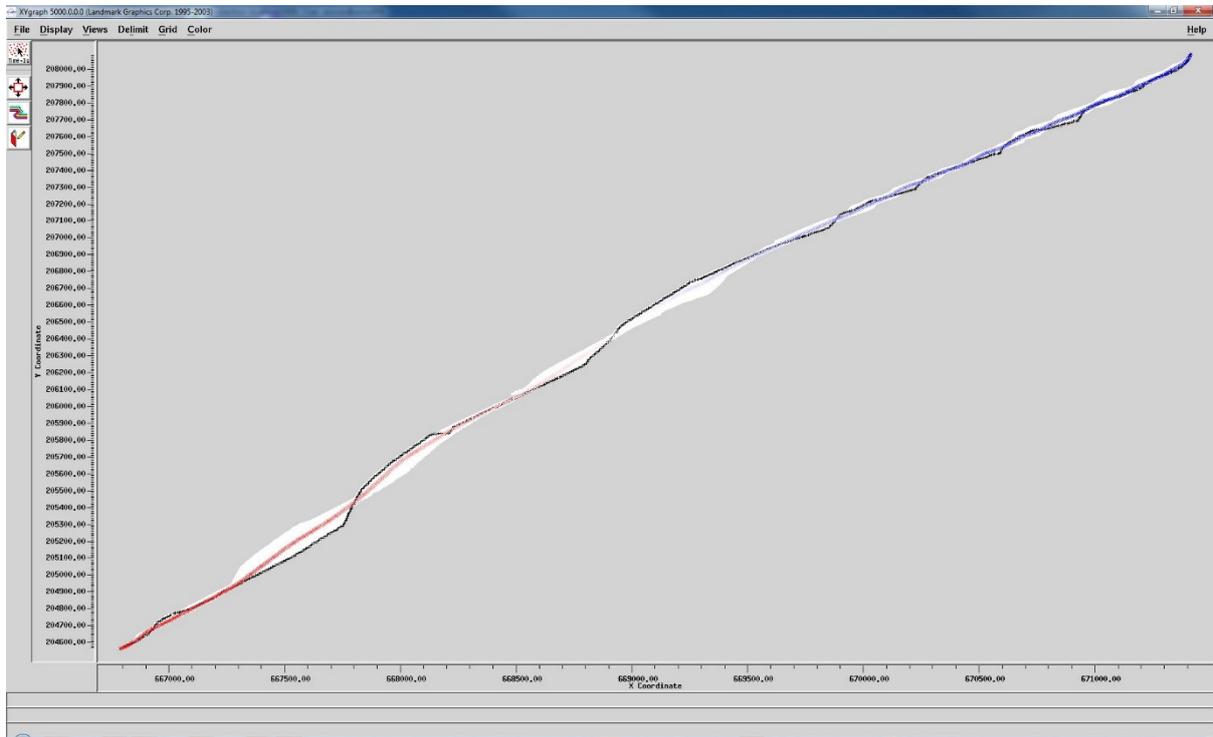


Abbildung 2: Programminterne Basemap: Aufnehmerlinie (schwarz); berechnete Mittelpunkte (weiß) basierend auf entsprechenden Quellen – und Empfängerabständen; CDP-Bezugslinie (farbig)

Nach vollständiger Installation der Geometrieinformationen auf der programminternen „Database“ wurden sämtliche „Trace Header“ mit diesen Geometrieinformationen befüllt. Nach einer ausführlichen Überprüfung eines jeden einzelnen „Records“ (FFID´s) bezüglich Plausibilität wurden für spezielle weitere Bearbeitungsschritte (Statische Korrekturen) zunächst die Ersteinsätze („First Breaks“ siehe Abbildung 3) interpretiert.

Diese Ersteinsätze bilden nicht zuletzt die Grundlage für die Berechnung statischer Korrekturwerte, sondern es lassen sich daraus auch Geschwindigkeitsinformationen ableiten (Tomographie), welche unter anderem als Grundlage für weitere Geschwindigkeitsanalysen dienen können.

Sämtliche Spuren beider Profile wurden für die nachfolgende Signalbearbeitung statisch auf das jeweilige entsprechende „Floating“ Datum (NMO Datum oder „Processing“ Datum) verschoben.

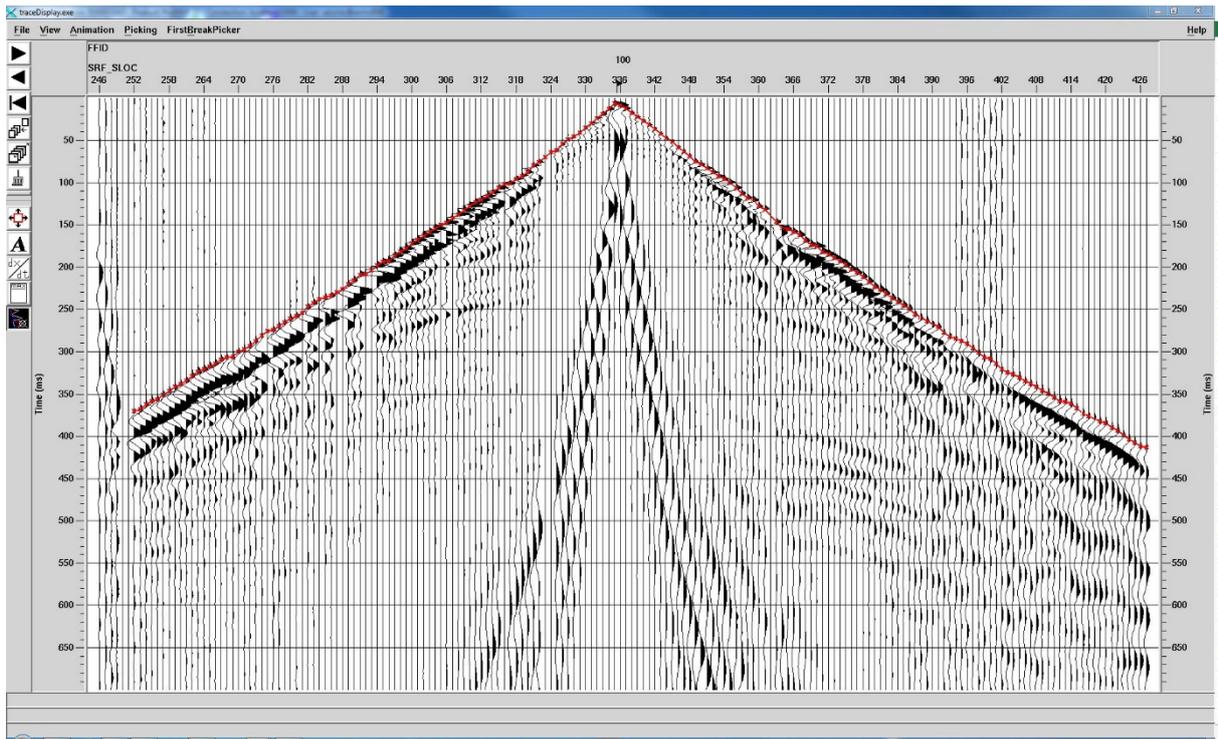


Abbildung 3: gepickte Ersteinsätze (rot) am Beispiel von FFID 100 von Profil SO2101

Die Korrektur der sphärischen Divergenz dient zur Wiederherstellung der durch die räumliche Wellenausbreitung mit der Entfernung bzw. der Laufzeit abnehmenden Signalamplitude. Dabei erhält man im Hinblick auf die seismischen Amplituden über den gesamten Zeitbereich (=Tiefenbereich) und Entfernungsbereich ein ausgeglichenes Seismogramm.

Die Dekonvolution ist ein Signalbearbeitungsschritt, bei dem die Signalschärfe und somit das seismische Auflösungsvermögen wesentlich vergrößert und zugleich der Einfluss von Störwellen (Oberflächenwellen, geführte Störwellen,...) verringert werden kann. In einer Reihe ausführlicher Vergleiche wurden verschiedene Dekonvolutionsalgorithmen getestet und die optimalen Dekonvolutionsparameter (z.B.: Operatorlänge) ermittelt. Durch die verwendete „Multichannel spiking deconvolution“ gefolgt von einer „Singlechannel spiking deconvolution“ konnte neben einer Vergrößerung des Auflösungsvermögens auch eine Unterdrückung übriggebliebener Störwellen und somit eine Vergrößerung des Signal/Rausch-Verhältnisses erzielt werden.

Eine weitere, rein statistische Verbesserung des Signal/Rausch-Verhältnisses wird mittels der sogenannten Stapelung erzielt. Dabei werden die seismischen Spuren (=Aufzeichnung einer seismischen Anregung bei einem Aufnehmer), die ein und demselben CMP zugeordnet werden, aufsummiert. In Abhängigkeit von der jeweiligen Untergrundüberdeckung werden die entsprechenden seismischen Spuren zu ein und demselben CMP zusammengefasst und aufsummiert.

Vor der Stapelung müssen jedoch die einzelnen seismischen Spuren aufgrund der unterschiedlichen Abstände zwischen den Anregungs- und Aufnehmerpositionen und den daraus resultierenden unterschiedlichen Laufzeiten des seismischen Signals zueinander zeitlich korrigiert werden. Für diesen Vorgang, der NMO („normal move-out“) oder dynamische Korrektur bezeichnet wird, wird jedoch ein Geschwindigkeitsmodell des Untergrundes benötigt, welches interaktiv bei der Analyse von sogenannten vordefinierten CMP – „Supergather“ ermittelt wird.

Nach der Geschwindigkeitsanalyse erfolgte die NMO. Da es bei dieser dynamischen Korrektur, speziell im oberflächennahen Bereich, zu einer unerwünscht großen Dehnung des seismischen Signals kommen kann, wird diese Dehnung durch den so genannten „stretch-mute“ Prozentsatz quantitativ begrenzt. Basierend auf ausführlichen Tests wurde ein „stretch-mute“ Prozentsatz von 25% verwendet. D.h. Signalbereiche, die durch die dynamische Korrektur um mehr als diesen Prozentbetrag gedehnt werden, wurden nicht in den Stapelungsprozess einbezogen.

Nach der dynamischen Korrektur und dem „muting“ müssen vor der Stapelung die einzelnen seismischen Spuren noch auf ein einheitliches Bezugsniveau verschoben (=statische Korrektur zum jeweiligen Datum) werden. Verbleibende kleine Verschiebungsfehler werden durch Berechnung und Anwendung von reststatischen Korrekturen ausgeglichen.

Anschließend wurden die Amplituden der seismischen Spuren gleitend über ein Fenster von 500 ms aneinander angepasst und gestapelt. Danach wurde das Nutzsignal gegenüber dem Störsignal durch raum – und zeitvariante Bandpassfilterung beim Profil SO2101 oder einer einfachen Bandpassfilterung beim Profil SO2102, deren Ziel die Auflösung der obersten Schichten ist, erhöht. Anschließend wurde die Kohärenz mittels Anwendung einer F-X Dekonvolution weiter erhöht.

Abbildung 4 zeigt eine Rohstapelung der Linie SO2101 und Abbildung 5 das finale Stapelergebnis („Final Stack“) der Linie SO2102.

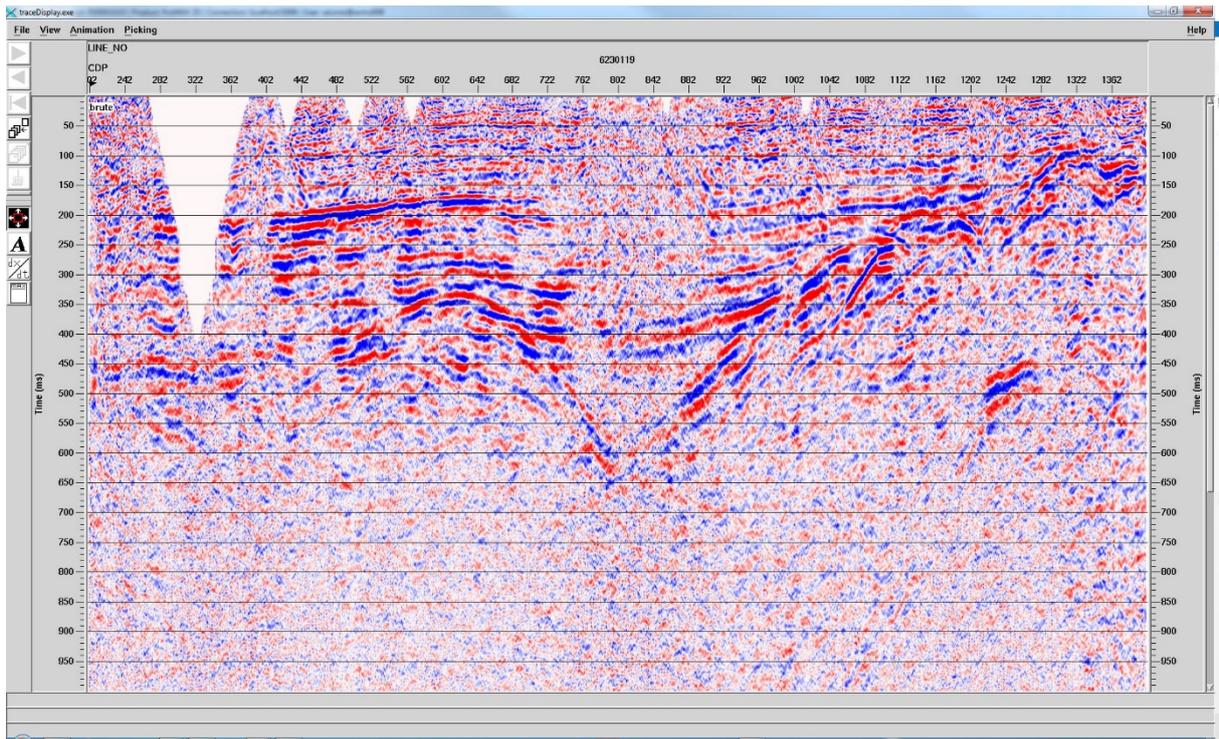


Abbildung 4: Stapelergebnis des Profils SO2101

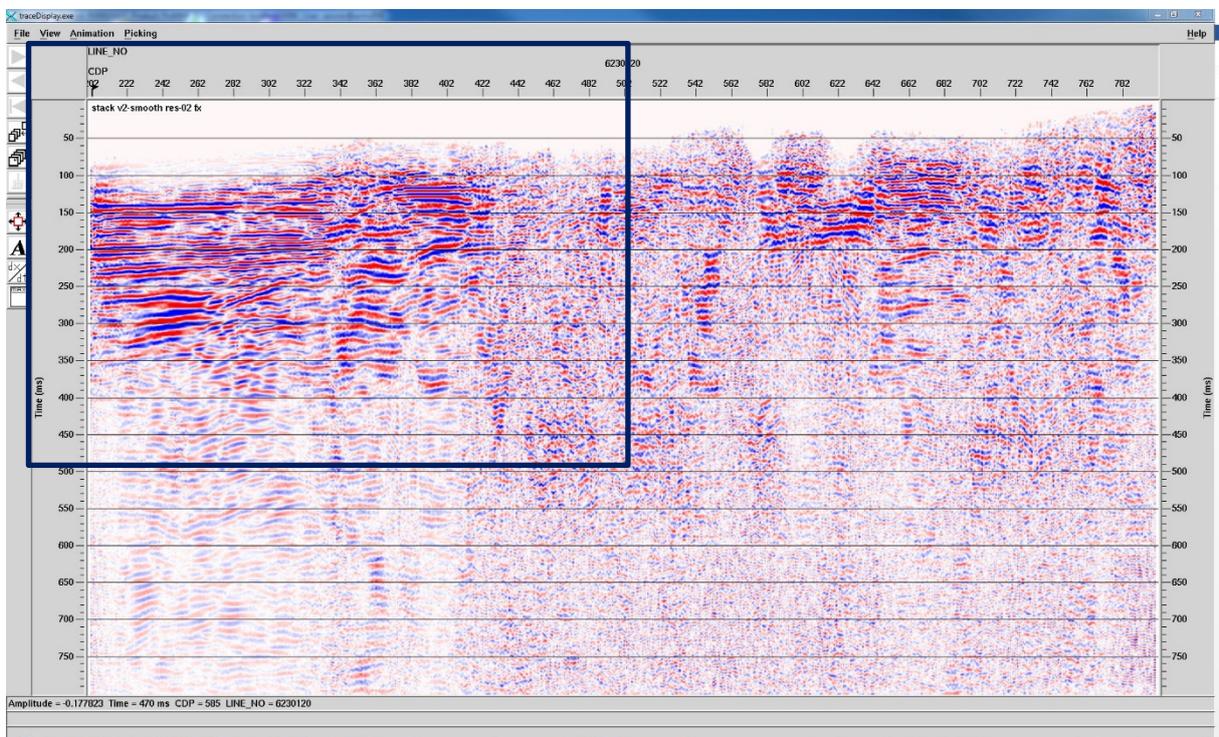


Abbildung 5: Finale Stapelsektion des Profils SO2102. Hauptaugenmerk lag auf dem Ausschnitt gekennzeichnet durch das schwarze Rechteck.

Abbildung 6 zeigt eine vergrößerte Darstellung des nordöstlichen Ausschnittes (Markierung von Abbildung 5).

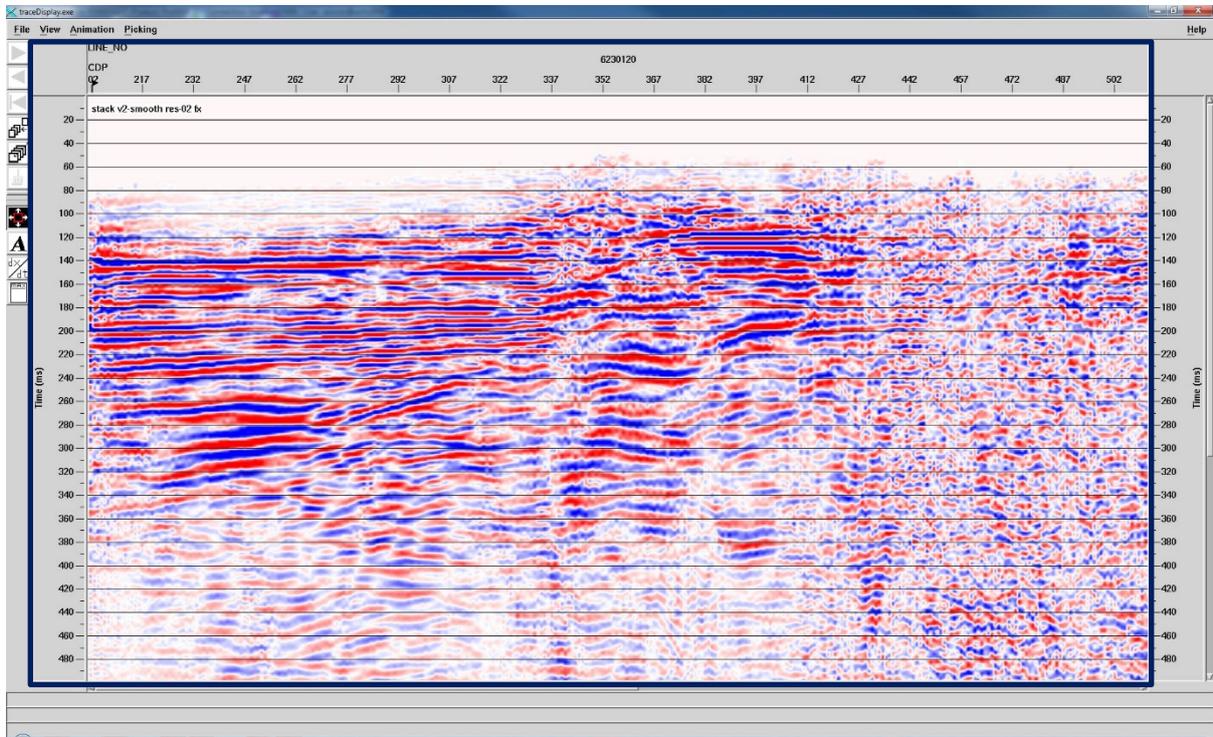


Abbildung 6: Zoom in den entsprechenden Ausschnitt der finalen Stapelsektion (Profil SO2102)

Durch die Gesetze der Wellenausbreitung und durch die Aufnahmegeometrie einer Reflexionsseismik bedingt, ergibt sich bei einer nicht horizontalen Lagerung von geologischen Schichtpaketen weder der wahre Einfallswinkel noch die richtige räumliche Lage eines Reflexionshorizontes. Des Weiteren können durch Bruchstrukturen und kleinräumige Strukturen Artefakte (Diffraktionen) in der Stapelsektion entstehen, die nicht den geologischen Gegebenheiten entsprechen und somit zu Fehlinterpretationen führen. Mit der sogenannten Migration (Abbildung 7) können die oben beschriebenen Abbildungsfehler eliminiert werden. In einer Reihe von Durchläufen wurden verschiedene Migrationsalgorithmen getestet und angewandt. Die Ergebnisse aus den Migrationen wurden abschließend im SEG-Y Format exportiert.

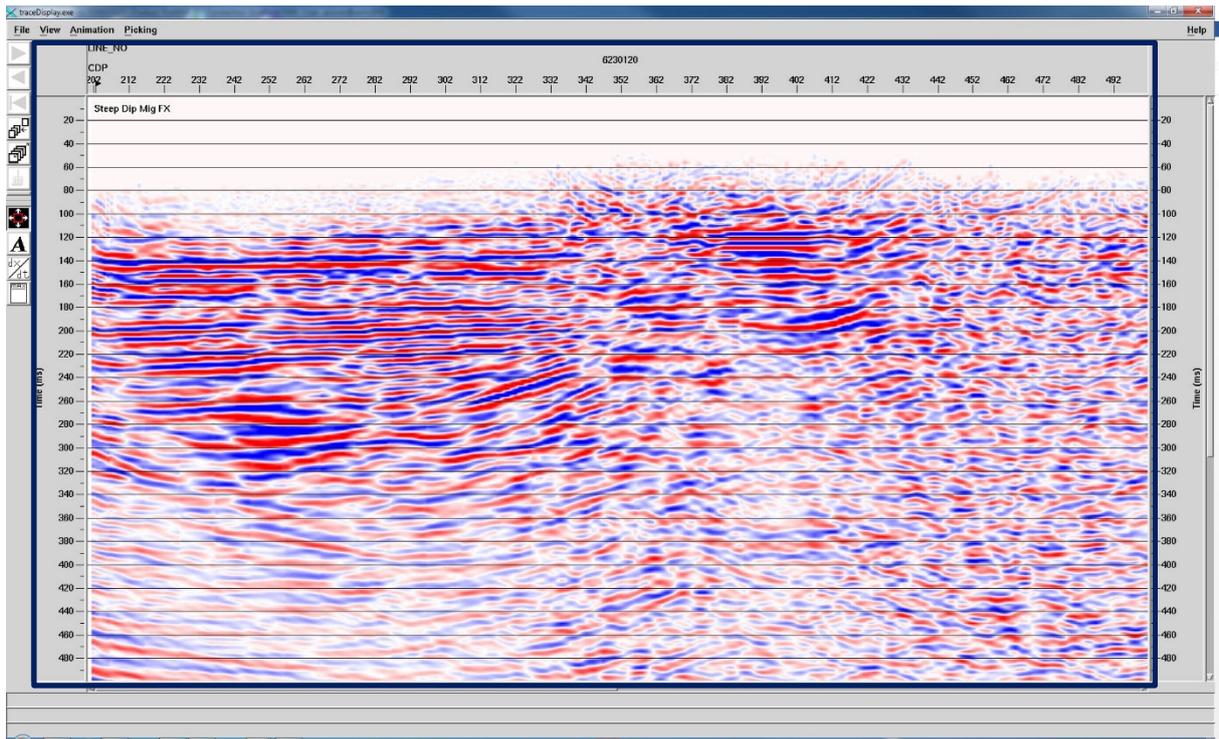


Abbildung 7: Entsprechender Ausschnitt (Profil SO2102) nach einer „Steep Dip“ Zeitmigration.



Wissen das in die Tiefe geht

Geo5 GmbH Ingenieurbüro, 8700 Leoben, Roseggerstraße 17
FN 435764 f, Landesgericht Leoben, UID-Nummer: ATU69656525

office@geo-5.at
www.geo-5.at