

**LIEBOCHER TEILBECKEN,
WESTSTEIERMARK, REFLEXIONSSEISMISCHE
UNTERSUCHUNGEN**

REPROCESSING REFLEXIONSSEISMIK
WESTSTEIERMARK-NORD

PROJ. NR.: IG-20P016

Verfasser: *DI Eichkitz, DI Jud,
Dr. DI Schreilechner*
Ausfertigung: 24.02.2021



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	Reprocessing.....	4
2.1	Datengrundlage	4
2.2	Neubearbeitung („Reprocessing“)	5
2.3	Ergebnisse der Neubearbeitung	9

Abbildungen

Abbildung 1: Lageplan der Seismikprofile. Die Profile HI8701, HI 8901 und HI 8902 wurden neu bearbeitet (Reprocessing). Das Seismikprofil SO2101 (rot) wird voraussichtlich im Februar/März 2021 neu aufgenommen.....	3
Abbildung 2: „Straight line“ Geometriedefinition anhand Profil HI8901: Aufnehmerpositionen (schwarz) und gemeinsame Mittelpunkte (weiß). Basierend auf diesen Mittelpunkten erfolgte das „Binning“ der CDPs und die daraus resultierenden CDP Koordinaten.	6
Abbildung 3: Ausschnitt aus dem Profil HI8901 der Erstbearbeitung	10
Abbildung 4: Ausschnitt aus dem Profil HI8901 der Neubearbeitung.....	10

1 Einleitung

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

Mit diesem ersten Zwischenbericht wird die Neubearbeitung (Reprocessing) der Seismikprofile HI8701, HI8901 und HI8902 beschrieben.

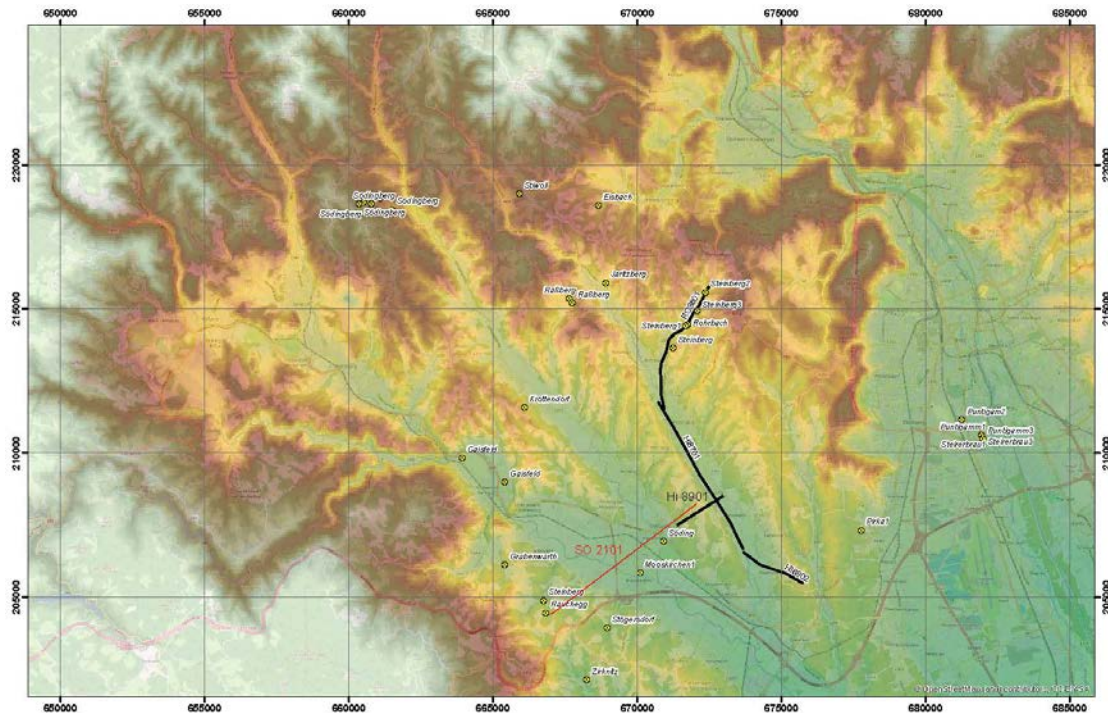


Abbildung 1: Lageplan der Seismikprofile. Die Profile HI8701, HI 8901 und HI 8902 wurden neu bearbeitet (Reprocessing). Das Seismikprofil SO2101 (rot) wird voraussichtlich im Februar/März 2021 neu aufgenommen.

2 Reprocessing

2.1 Datengrundlage

Die seismischen Daten der neu bearbeiteten Profile (HI8701, HI8901 und HI8902) wurden von der Montanuniversität in den Jahren 1987 und 1989 akquiriert.

Die Messungen der Profile wurden mit 48 aktiven Kanälen mit Stationsabständen von 20 m durchgeführt. Die Anregung erfolgte mit Sprengstoff an ausgewählten Positionen mit einem Minimum Offset von 70m beim Profil HI8701 und 30 m bei den Profilen HI8901 und HI8902 zur ersten aktiven Geophongruppe. Die Länge der aktiven Auslage beträgt nominell 940 m. Durch diese Aufnahmegeometrie ergibt sich ein CDP Abstand von 10 m bei einer nominellen Untergrundüberdeckung von 12 – fach.

Tabelle 1 fasst die die wichtigsten Akquisitionsparameter zusammen.

Akquisition			
Profil	HI8701	HI8901	HI8902
Feldmessungen	1987	1989	1989
Aufnahmeapparatur	Sercel 338 B	Sercel 338 B	Sercel 338 B
Aufzeichnungslänge [ms]	3000	3000	3000
Abtastintervall [ms]	2	2	2
Feldfilter	12.5 - 125 Hz	16 - 125 Hz	16 - 125 Hz
aktive Kanalanzahl	48	48	48
Aufnahmegeometrie ("Spread")	Split	End Off	End On
Geophone	10 Hz	10 Hz	10 Hz
nomineller GP-Abstand [m]	20	20	20
Anzahl der Positionen	300	114	120
Profillänge (gesamt) [m]	5981.8	2233.5	2321.5
Quelle	Dynamite	Dynamite	Dynamite
"Shotdepth" [m]	1	1	1
"Charge" [kg]	0.1 - 0.3	0.07 - 0.15	0.14 - 0.22
Records (gesamt)	158	57	61
nominelle Überdeckung	12	12	12

Tabelle 1: Akquisitionsparameter

2.2 Neubearbeitung („Reprocessing“)

Die reflexionsseismische Datenbearbeitung erfolgte mit dem Bearbeitungspaket SeisSpace/ProMAX R5000 (Landmark) auf einem entsprechenden Server unter dem Betriebssystem Linux.

Im ersten Schritt der Bearbeitung wurden die seismischen Daten 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. Tabelle 2 fasst die Bearbeitungsbereiche sämtlicher Profile zusammen.

Profil	HI8701	HI8901	HI8902
GP-Bereich	101 - 400	101 - 214	101 - 220
SP-Bereich	98.5 - 404.5	100.5 - 216.5	101.5 - 222.5
FFID's	3 - 158	2 - 56	2 - 61
CMP-Bereich	202 - 800	202 - 428	202 - 440

Tabelle 2: Datenbearbeitungsbereiche

Anschließend erfolgte programmintern die Definition der Aufnahme- und Liniengeometrie. Dabei wurden Zuordnungen zwischen seismischen Spuren, Aufnehmer- und Anregungspositionen, Koordinaten- und Höhenwerten getroffen. Aufgrund der nahezu linearen Anordnung der Aufnehmer bei sämtlichen Profilen, wurde die „Processing“ Geometrie nach dem „Straight line geometry“ Prinzip definiert.

Abbildung 1 zeigt am Beispiel der Linie HI8901, dass es dadurch idealerweise kaum zu Streuungen der Mittelpunkte um die Aufnehmerlinie kommt.

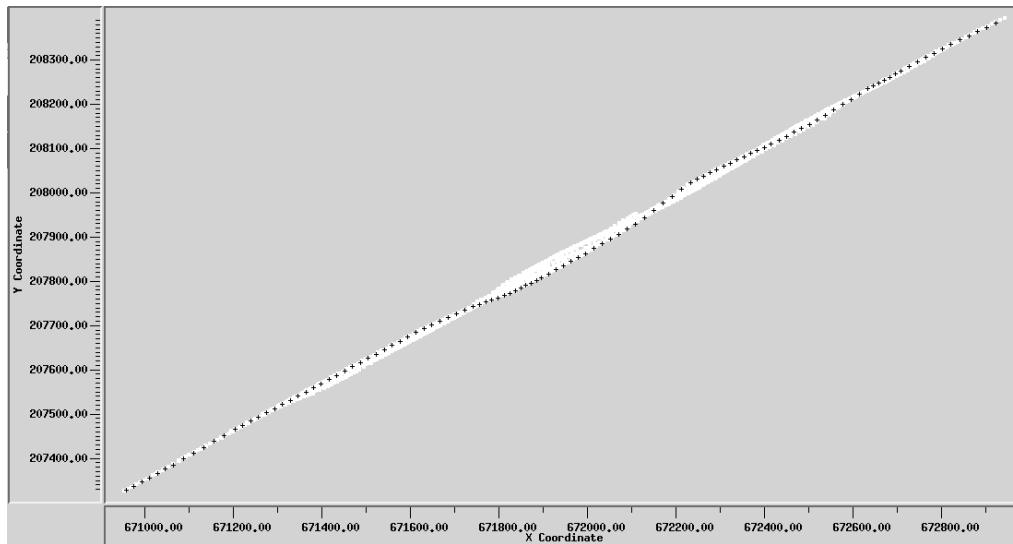


Abbildung 2: „Straight line“ Geometriedefinition anhand Profil HI8901: Aufnehmerpositionen (schwarz) und gemeinsame Mittelpunkte (weiß). Basierend auf diesen Mittelpunkten erfolgte das „Binning“ der CDPs und die daraus resultierenden CDP Koordinaten.

Tabelle 3 fasst die Bearbeitungsfolge für die jeweiligen Profile detailliert zusammen.

Bearbeitung			
Profil	HI8701	HI8901	HI8902
Einlesen "SEGY"	Raw_Band-2; Raw_Band-3; Raw_Band-4	band1.sgy	band2.sgy
Geometrie "Setup"	Midpoints/Binning	Midpoints/Binning	Midpoints/Binning
Spuren Editieren	bad / reverse	bad / reverse	bad / reverse
Amplitudenkorrektur	sphärische Divergenz	sphärische Divergenz	sphärische Divergenz
Statische Korrektur ("NMO Datum")	Refraktionsstatik	orig. Statikwerte	orig. Statikwerte
"Spiking"-Dekonvolution	160 ms Operatorlänge	160 ms Operatorlänge	160 ms Operatorlänge
Geschwindigkeitsanalyse	Interaktive VA max. Offset rd.1000 m / 20'te CMP	Interaktive VA max. Offset rd.1000 m / 20'te CMP	Interaktive VA max. Offset rd.1000 m / 20'te CMP
NMO	geglättetes gepicktes Geschwindigkeitfeld	geglättetes gepicktes Geschwindigkeitfeld	geglättetes gepicktes Geschwindigkeitfeld
"stretch mute" [%]	25	25	25
Reststatische Korrektur	4 Iterationen 8 ms max.shift	4 Iterationen 8 ms max.shift	4 Iterationen 8 ms max.shift
AGC	300 ms	300 ms	300 ms
CMP-Stapelung ("Final Datum")	mean	mean	mean
Bandpassfilterung [Hz]	16-20-50-53	16-20-50-53	16-20-50-53
F-X Dekonvolution	L2 Norm Adaptive	L2 Norm Adaptive	L2 Norm Adaptive
"Poststack" Zeitmigration	Kirchhoff; RTM; Steep-Dip	Kirchhoff; RTM; Steep-Dip	Kirchhoff; RTM; Steep-Dip

Tabelle 3: Bearbeitungsparameter

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.

Für die Unterdrückung der Störsignale und dem gleichzeitigen Hervorheben des Nutzsignals stehen verschiedene Bearbeitungsmethoden zur Verfügung. Dazu zählen unter anderen die Dekonvolution, die Bandpassfilterung, das Herausschneiden von Störwellenbereichen und schließlich die Sortierung der seismischen Spuren nach gemeinsamen Mittelpunkten mit der anschließenden Stapelung.

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 „Singlechannel spiking deconvolution“ konnte neben einer Vergrößerung des Auflösungsvermögens auch eine Unterdrückung der Störwellen und somit eine Vergrößerung des Signal/Rausch-Verhältnisses erzielt werden.

Eine weitere, rein statistische Vergrößerung des Signal/Rausch-Verhältnisses wird mittels der sogenannten Stapelung erzielt. Dabei summiert man die seismischen Spuren (=Aufzeichnung einer seismischen Anregung bei einem Aufnehmer), welche ein und demselben CDP (=CMP) zugeordnet werden, auf. Bei den gegenständlichen Profilen beträgt die nominelle Untergrundüberdeckung 12, d.h. im Mittel werden 12 seismische Spuren zu ein und demselben CDP (=CMP) zusammengefasst und summiert. Theoretisch sind bei horizontaler Schichtung CDP (Common Depth-Point) und CMP (Common Mid-Point) ident. Bei vorhandenen Schichtneigungen weichen CDP und CMP entsprechend voneinander ab. In der Praxis wird zwischen den beiden Begriffen aber kaum unterschieden.

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 als NMO („normal move-out“) oder dynamische Korrektur bezeichnet wird, wird jedoch ein Geschwindigkeitsmodell des Untergrundes benötigt. Umgekehrt betrachtet liegt die Information über die Ausbreitungsgeschwindigkeit des seismischen Signals im Untergrund auch in der Verschiebung von Reflexionseinsätzen in den seismischen Spuren verborgen (Reflexionshyperbeln). Bei der Geschwindigkeitsanalyse wird anhand dieser Verschiebungen das Geschwindigkeitsfeld des Untergrundes ermittelt.

Da es bei der 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 jeweils entsprechende „stretch-mute“

Prozentsätze 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 „stretch-mute“ wurden die Amplituden der seismischen Spuren gleitend über ein entsprechendes Fenster (AGC) aneinander angepasst, gestapelt und auf ein einheitliches Bezugsniveau von 300 m verschoben (=statische Korrektur zum Datum).

Danach wurde das Nutzsignal gegenüber dem Störsignal durch eine Bandpassfilterung, einer F-X Deconvolution zusätzlich verstärkt.

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 kleinräumigen Strukturen Artefakte (Diffraktionen) in der Stapelsektion entstehen, die nicht den geologischen Gegebenheiten entsprechen und somit zu Fehlinterpretationen führen. Mit der sogenannten Migration können die oben beschriebenen Abbildungsfehler eliminiert werden. In einer Reihe von Tests wurde mit verschiedenen Migrationsalgorithmen und Geschwindigkeitsmodellen das optimale Ergebnis ermittelt.

2.3 Ergebnisse der Neubearbeitung

Generell zeichnen sich die Ergebnisse der Neubearbeitung durch ein deutlich größeres Signal/Rausch Verhältnis aus. Ferner bilden sich bei sämtlichen Profilen die sedimentären Strukturen weit deutlicher und schärfer als beim ursprünglichen Bearbeitungsergebnis ab. Darüber hinaus bilden sich im tieferen Bereich im Ergebnis der Neubearbeitung Strukturen ab, die im ursprünglichen Bearbeitungsergebnis kaum oder nicht zu erkennen sind.

Abbildung 2 und Abbildung 3 zeigen anhand eines vergleichbaren Ausschnittes über eine Sekunde beim Profil HI8901 den Unterschied zwischen Erstbearbeitung und Neubearbeitung.

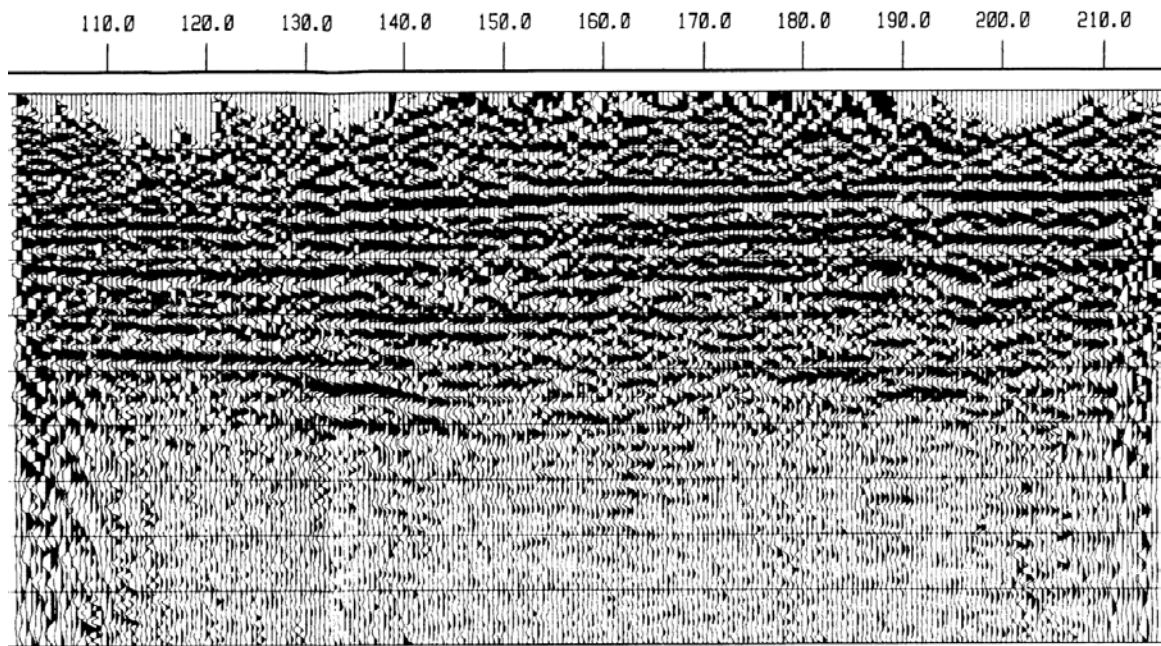


Abbildung 3: Ausschnitt aus dem Profil HI8901 der Erstbearbeitung

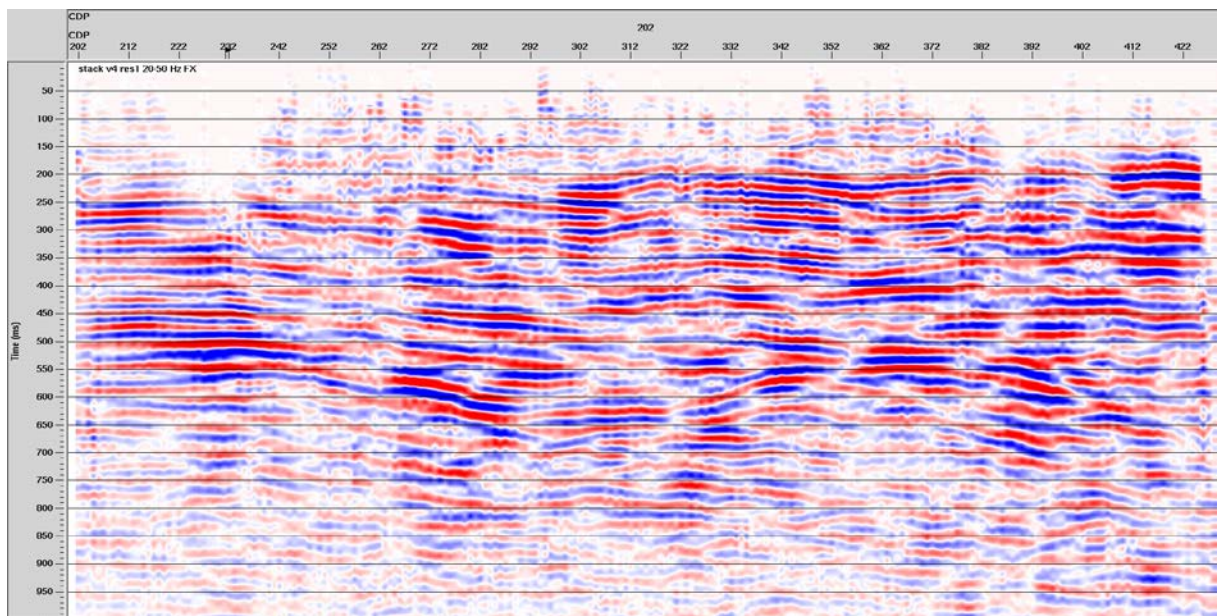


Abbildung 4: Ausschnitt aus dem Profil HI8901 der Neubearbeitung



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