



Bericht zur seismischen Datenbearbeitung

2D-Seismik DEKORP Land Hessen

Auftraggeber:



Für eine lebenswerte Zukunft

Hessisches Landesamt für Naturschutz,
Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

Autor:

Florian Wolf

DMT Petrologic GmbH & Co. KG
Karl-Wiechert-Allee 76
30625 Hannover
Deutschland

E-Mail: florian.wolf@dm-group.com

Tel:+49-511-5413917

Hannover, September 2020

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
1 Allgemeines	6
1.1 Arbeitsumfang	6
1.2 Personal	7
2 Messparameter	8
2.1 Geodätische Referenzparameter	8
2.2 Profilparameter	8
2.3 Processing Grid	8
3 Pre-Migration Processing	12
3.1 Einlesen des Datenmaterials	12
3.2 Aufsetzen der Geometrie	12
3.3 Minimumphasenwandlung	12
3.4 Grundstatische Korrekturen	13
3.4.1 Bestimmen der Ersteinsätze	13
3.4.2 Refraktionsstatik	13
3.5 Tauchwellen-Tomografie	14
3.6 Editieren von Spuren	18
3.7 Korrektur der sphärischen Divergenz	18
3.8 Oberflächenkonsistente Amplitudenkorrektur (erster Durchgang)	19
3.9 Reststatische Korrekturen	20
3.10 Oberflächenkonsistente Dekonvolution	21
3.11 Luftschall- (Air Blast-) Unterdrückung	22
3.12 Oberflächenkonsistente Amplitudenkorrektur (zweiter Durchgang)	22
3.13 Noisy Trace Editing (NTE)	23
3.14 Oberflächenwellen- (Groundroll-) Unterdrückung	23

3.15	Finale Geschwindigkeitsanalysen	24
3.16	Common Reflection Surface (CRS) Bearbeitung.....	24
4	Zeitmigration.....	26
4.1	PostStack-Zeitmigration (PoSTM).....	26
4.2	PreStack-Zeitmigration (PreSTM)	27
4.3	Post-Migration Processing (nach PreSTM).....	29
4.3.1	Mute	29
4.3.2	Residual Moveout Analyse (RMO).....	29
4.4	Post-Stack Processing	29
4.4.1	Dip Attenuation	29
4.4.2	F-K Filter und F-X Dekonvolution.....	30
4.4.3	Skalierung	30
4.4.4	Bandpass Filterung.....	30
4.4.5	Nullphasen-Umwandlung.....	30
5	Attributanalysen.....	32
6	PreStack-Tiefenmigration (PreSDM).....	35
6.1	Erstellen des Geschwindigkeits-Tiefen-Modells	35
6.2	Finale PreStack-Tiefenmigration	36
6.3	Post-Migration Processing	37
6.4	Post-Stack Processing	37
7	Datenübergabe.....	38
7.1	Ausgaben als SEG-Y	38
8	Zusammenfassung	40
9	Anhang.....	41

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1: Lage der fünf reflexionsseismischen Profile	6
Abb. 2.2: Überdeckung DEK84-2S	9
Abb. 2.3: Überdeckung DEK86-2N	10
Abb. 2.4: Überdeckung DEK88-9N	10
Abb. 2.5: Überdeckung DEK90-3A	11
Abb. 2.6: Überdeckung DEK90-3B	11
Abb. 3.7: Minimum-Phasen-Wandlung des Profils DEK88-9N	13
Abb. 3.8: Schuss vor (links) und nach (rechts) der Minimum Phasen Wandlung.....	13
Abb. 3.9: Tomografie Intervall-Geschwindigkeitsfeld – DEK84-2S	15
Abb. 3.10: Tomografie Strahlüberdeckung – DEK84-2S	15
Abb. 3.11: Tomografie Intervall-Geschwindigkeitsfeld – DEK86-2N.....	15
Abb. 3.12: Tomografie Strahlüberdeckung – DEK86-2N.....	16
Abb. 3.13: Tomografie Intervall-Geschwindigkeitsfeld – DEK88-9N.....	16
Abb. 3.14: Tomografie Strahlüberdeckung – DEK88-9N.....	16
Abb. 3.15: Tomografie Intervall-Geschwindigkeitsfeld – DEK90-3A.....	17
Abb. 3.16: Tomografie Strahlüberdeckung – DEK90-3A.....	17
Abb. 3.17: Tomografie Intervall-Geschwindigkeitsfeld – DEK90-3B.....	17
Abb. 3.18: Tomografie Strahlüberdeckung – DEK90-3B.....	18
Abb. 3.19: Schuss vor (links) und nach (rechts) der sphär. Divergenzkorrektur	19
Abb. 3.20: Stapelung (zoomed) ohne Oberflächenkonsistente Amplitudenkorrektur – DEK88-9N	19
Abb. 3.21: Stapelung (zoomed) mit Oberflächenkonsistente Amplitudenkorrektur – DEK88-9N	20
Abb. 3.22: Stapelung (zoomed) mit Refraktionsstatik – DEK88-9N.....	20
Abb. 3.23: Stapelung (zoomed) mit Refraktionsstatik und Reststatik – DEK88-9N..	21
Abb. 3.24: Stapelung (zoomed) ohne Dekonvolution – DEK88-9N	22
Abb. 3.25: Stapelung (zoomed) mit Dekonvolution – DEK88-9N.....	22
Abb. 3.26: Stapelung (zoomed) vor weiterem Noisecleaning – DEK88-9N	23
Abb. 3.27: Stapelung (zoomed) nach weiterem Noisecleaning – DEK88-9N.....	24

Abb. 3.28: Stapelung (zoomed) ohne CRS – DEK88-9N	25
Abb. 3.29: Stapelung (zoomed) mit CRS – DEK88-9N	25
Abb. 4.30: CRS-Stapelung (zoomed) – DEK88-9N	26
Abb. 4.31: PoSTM (zoomed) – DEK88-9N.....	27
Abb. 4.32: PoSTM (zoomed) – DEK88-9N.....	28
Abb. 4.33: PreSTM (zoomed) – DEK88-9N.....	28
Abb. 4.34: PreSTM (zoomed) mit Geschwindigkeitsfeld – DEK88-9N.....	29
Abb. 4.35: PreSTM (zoomed) – DEK88-9N.....	31
Abb. 4.36: PreSTM (zoomed) nach Post-Stack Noisecleaning – DEK88-9N.....	31
Abb. 4.37: PreSTM (zoomed) nach Post-Stack Noisecleaning und Nullphasen Transformation – DEK88-9N.....	31
Abb. 5.38: Q-Factor – DEK88-9N	32
Abb. 5.39: RMS-Amplitude – DEK88-9N.....	32
Abb. 5.40: Frequency-Slope – DEK88-9N	33
Abb. 5.41: Instantaneous-Frequency – DEK88-9N	33
Abb. 5.42: Instantaneous-Phase – DEK88-9N	33
Abb. 5.43: Similarity – DEK88-9N	34
Abb. 6.44: Finale PreSDM Intervallgeschwindigkeiten [ms] (zoomed) – DEK88-9N	36
Abb. 6.45: Finale PreSDM (zoomed) nach Post-Stack Noisecleaning – DEK88-9N	37
Abb. 9.46: Flussdiagramm Teil 1- Dateneingabe bis CRS	41
Abb. 9.47: Flussdiagramm Teil 2- Stapelung und PostSTM.....	42
Abb. 9.48: Flussdiagramm Teil 3- PreSTM und PreSDM	43

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1: Profilparameter	8
Tab. 3.2: Parameter für die CMP Statik	14
Tab. 3.3: Schwellwerte für Noisy Trace Editing (NTE)	23
Tab. 3.4: CRS-Parameter	24

1 Allgemeines

Im Rahmen des Projektes DEKORP (Deutsches Kontinentales Reflexionsseismisches Programm) wurden im Zeitraum zwischen 1984 - 1999 verschiedene seismische Profile gemessen. Das damalige Ziel war die Untersuchung der tiefen Krustenstrukturen Deutschlands. Die Daten wurden dafür im DEKORP-Rechenzentrum am Geophysik-Institut der TU Clausthal erstprozessiert. Für das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) wurden fünf dieser Profile, welche sich komplett oder teilweise im Bundesland Hessen befinden, neu bearbeitet. Es handelt sich bei diesen fünf Profilen um die Linien DEK84-2S, DEK86-2N, DEK88-9N, DEK90-3A und DEK90-3B (siehe Abb. 1.1). Das Profil DEK88-9N liegt rechts des Rheins in Hessen und links des Rheins in Rheinland-Pfalz, wurde jedoch nach vorheriger Absprache mit den jeweiligen Kunden komplett als Ganzes neu bearbeitet. Ziel dieser Neubearbeitung waren neben der Anwendung moderner Prozessingverfahren vor allem die Herausarbeitung flacherer Krustenstrukturen. Der vorliegende Bericht umfasst die Dokumentation der seismischen Datenbearbeitung der Profile durch die DMT Petrologic GmbH & Co. KG.

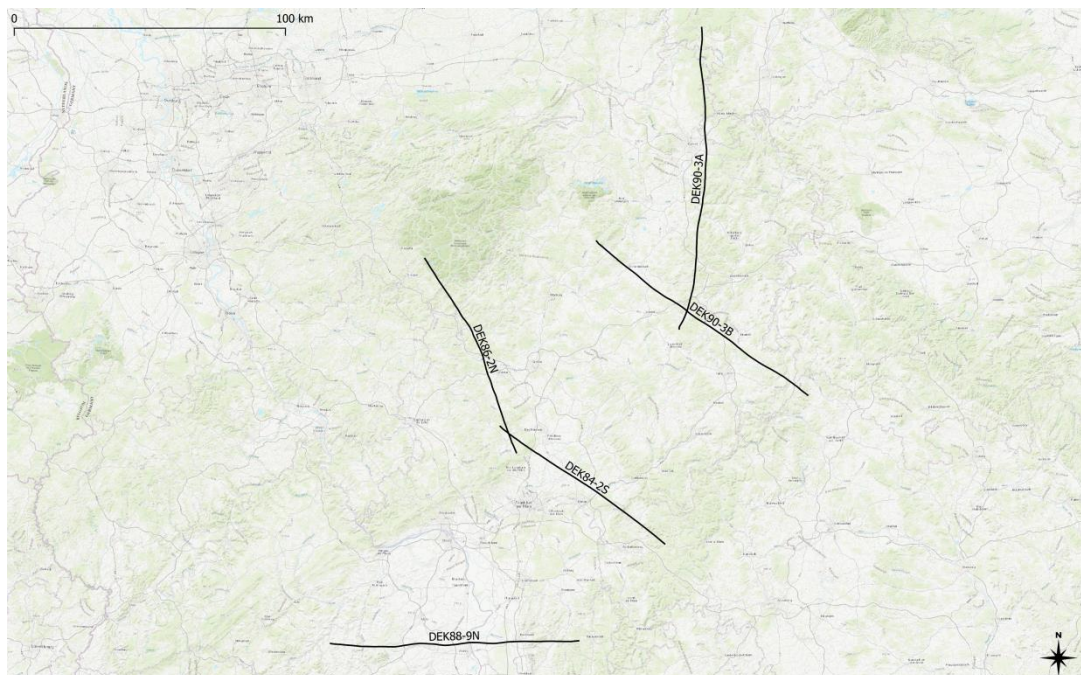


Abb. 1.1: Lage der fünf reflexionsseismischen Profile

1.1 Arbeitsumfang

Ziel der seismischen Bearbeitung war es unter anderem, den strukturellen Aufbau des flacheren Krustenbereiches detailliert und präzise abzubilden. Der Fokus der Neubearbeitung lag auf einer Verbesserung der Auflösung/Abbildung von geologischen Strukturen bis in 6 km Tiefe (ca. 3 s TWT), wie z.B. den Verlauf von Störungszonen oder Sediment- und Schichtmächtigkeiten.

Zunächst fand eine Standardbearbeitung der Daten im Zeitbereich bis einschließlich zur PreStack-Zeitmigration statt. Im Zuge der Zeitbearbeitung kam auch die CRS-

Methode für eine Verbesserung des Signal/Rausch-Verhältnisses und zur korrekten Abbildung konkurrierender Neigungen zum Einsatz. Es wurde ebenso eine Tauchwellen-Tomografie erstellt, um ein detailliertes Geschwindigkeitsmodell für den oberflächennahen Bereich zu erhalten. Als letzter Schritt wurde eine PreStack-Tiefenmigration berechnet.

Für das Profil DEK88-9N wurden zusätzlich noch verschiedene Attributanalysen vorgenommen.

1.2 Personal

Ansprechpartner auf Seiten des HLNUG war Dr. Benjamin Homuth. Das GFZ Potsdam wurde durch Manfred Stiller vertreten. Für DMT Petrologic wurde das Processing von Florian Wolf durchgeführt.

2 Messparameter

2.1 Geodätische Referenzparameter

Alle Positionsangaben erfolgen im Gauss-Krüger Koordinatensystem mit folgenden Parametern:

Projektion und Abbildung:	GK3
Datum:	Deutsches Hauptdreiecksnetz (DHDN)
Projektion:	Gauß-Krüger
Projektionstyp:	Transverse Mercator
Ellipsoid:	Bessel 1841

2.2 Profilparameter

Die hier aufgeführten Parameter beziehen sich auf die Daten, welche in Form von SEG-Y-Dateien, ASCII-Dateien und PDF-Dokumenten vom GFZ Potsdam zur Verfügung gestellt wurden. Teilweise besitzen die reprozessierten Linien nicht ihre gesamte ursprüngliche Länge, da sie damals ohne Bezug zu den Landesgrenzen gemessen wurden. Um die Landesgrenze von Hessen und somit den jeweiligen Auftraggeber zu berücksichtigen, wurden die Daten bereits vom GFZ Potsdam entsprechend selektiert zur Verfügung gestellt. Die CMPs an der Landesgrenze sind dabei immer voll überdeckt und es ist jeweils eine Randzone mit auslaufender CMP-Überdeckung vorhanden, die in die benachbarten Bundesländer hineinreicht.

Die Profilparameter der Messungen sind in Tab. 2.1 aufgeführt.

Profil	Profillänge [km]	CMP-Bereich	CMP-Intervall [m]	Überdeckung (nominell)	Spurlänge [s]	Sampling-Intervall [ms]	Sweep-Frequenz [Hz] / Sweep-Dauer [s]	Kontraktor
DEK84-2S	74,7	4586 - 6453	40	21	20	4	Sprenganregung	Prakla-Seismos
DEK86-2N	79,8	2004 - 5993	20	156	12	4	12 - 48 / 20	Prakla-Seismos
DEK88-9N	91,8	2004 - 6595	20	160	16	4	12 - 48 / 20	Prakla-Seismos
DEK90-3A	112,8	613 - 5122	25	81	14	4	12 - 48 / 20	Prakla-Seismos
DEK90-3B	96,8	2004 - 5874	25	80	14	4	12 - 48 / 20	Prakla-Seismos

Tab. 2.1: Profilparameter

2.3 Processing Grid

Da vom GFZ Potsdam entsprechende SEG-Y- und ASCII-Datensätze zur Verfügung gestellt wurden, welche alle wichtigen Informationen zur bereits definierten Geometrie enthielten, wurden diese extrahiert. Teilweise fand zuvor eine Zusammenführung der

ASCII-Daten mit den SEG-Y-Daten statt. Diese Geometriedefinitionen wurden zum Aufsetzen der Geometriedatenbank verwendet.

Die in der Tabelle Tab. 2.1 aufgezeigten Parameter CMP-Bereich, CMP-Intervall und Überdeckung resultieren aus dieser Geometrie. Die Abbildungen Abb. 2.2 bis Abb. 2.6 stellen die Überdeckung des jeweiligen Profils noch einmal grafisch dar.

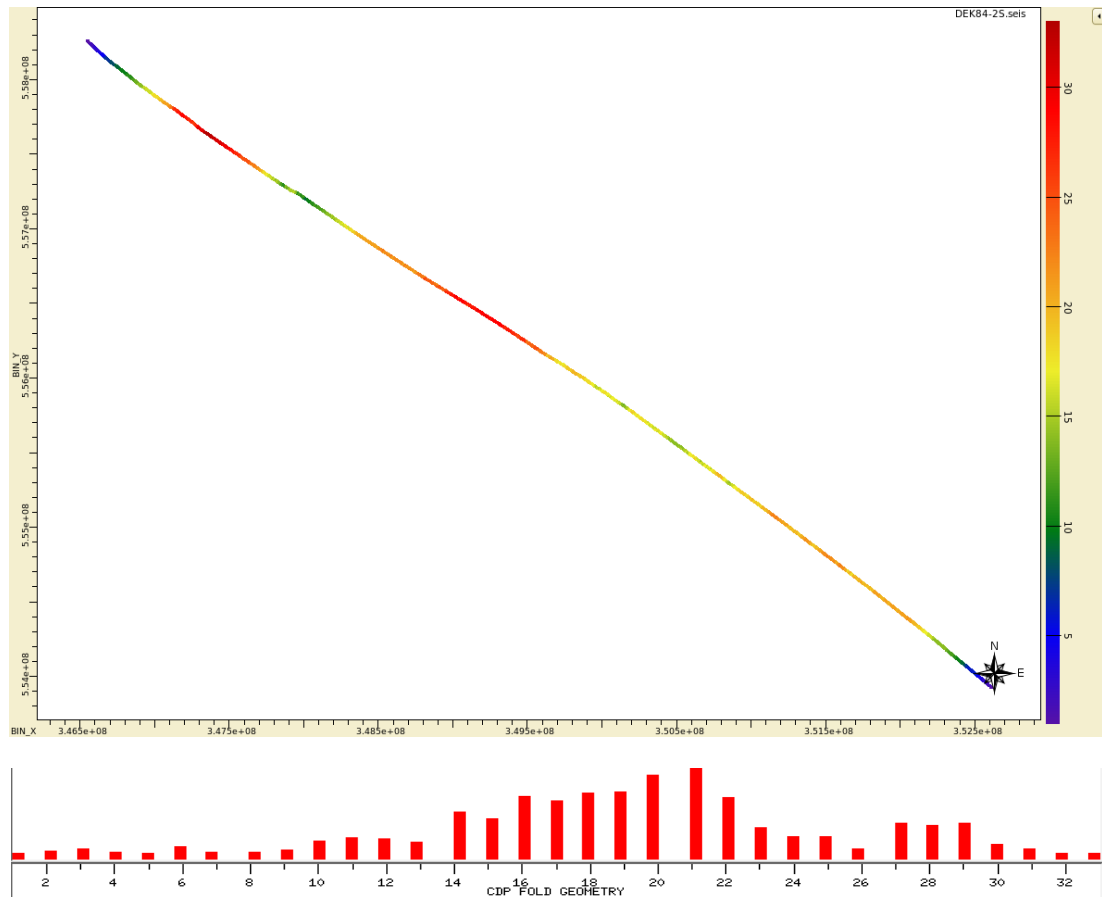


Abb. 2.2: Überdeckung DEK84-2S

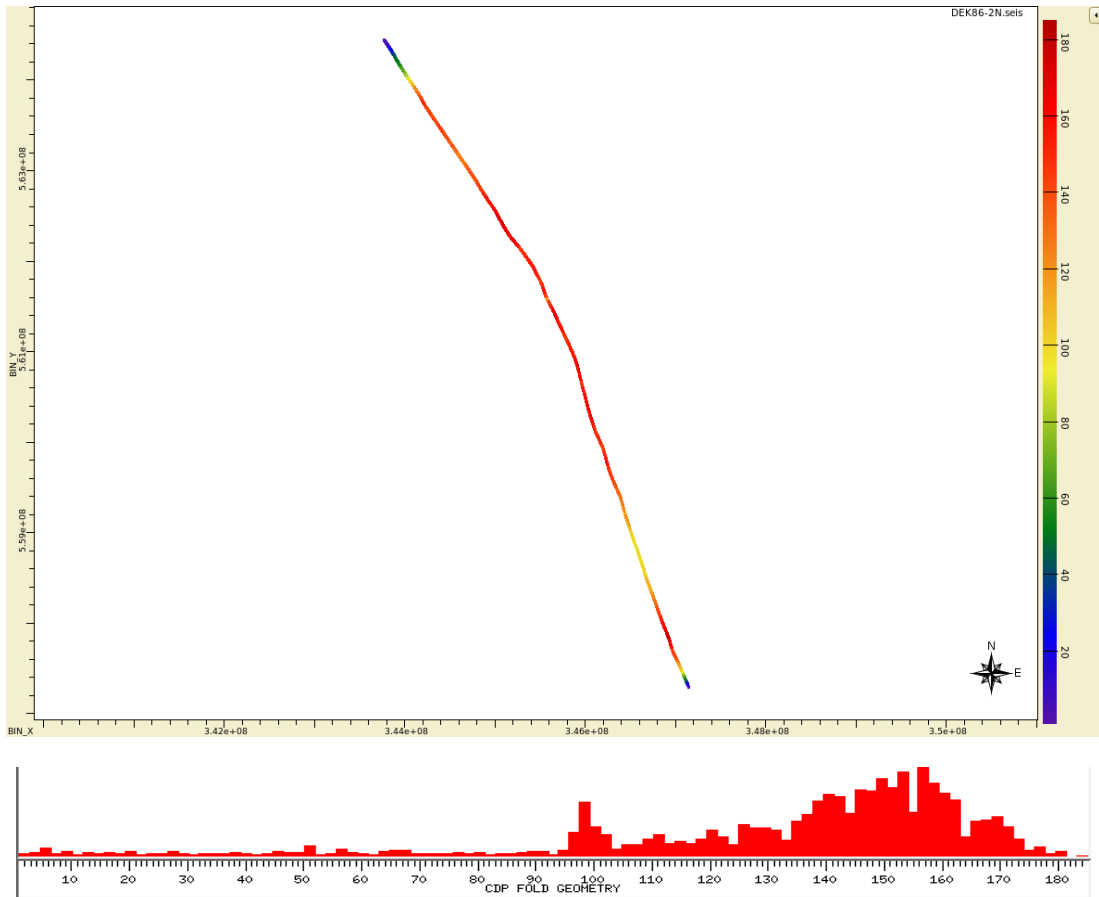


Abb. 2.3: Überdeckung DEK86-2N

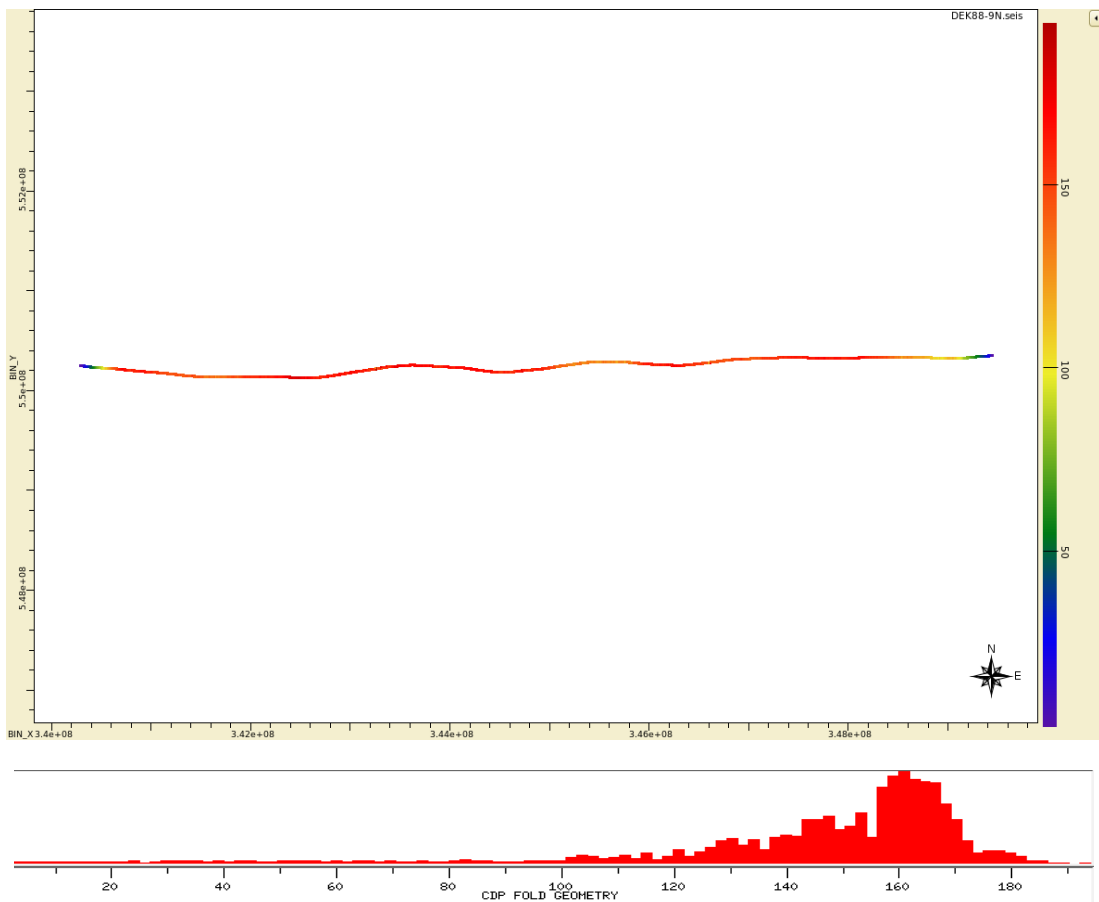


Abb. 2.4: Überdeckung DEK88-9N

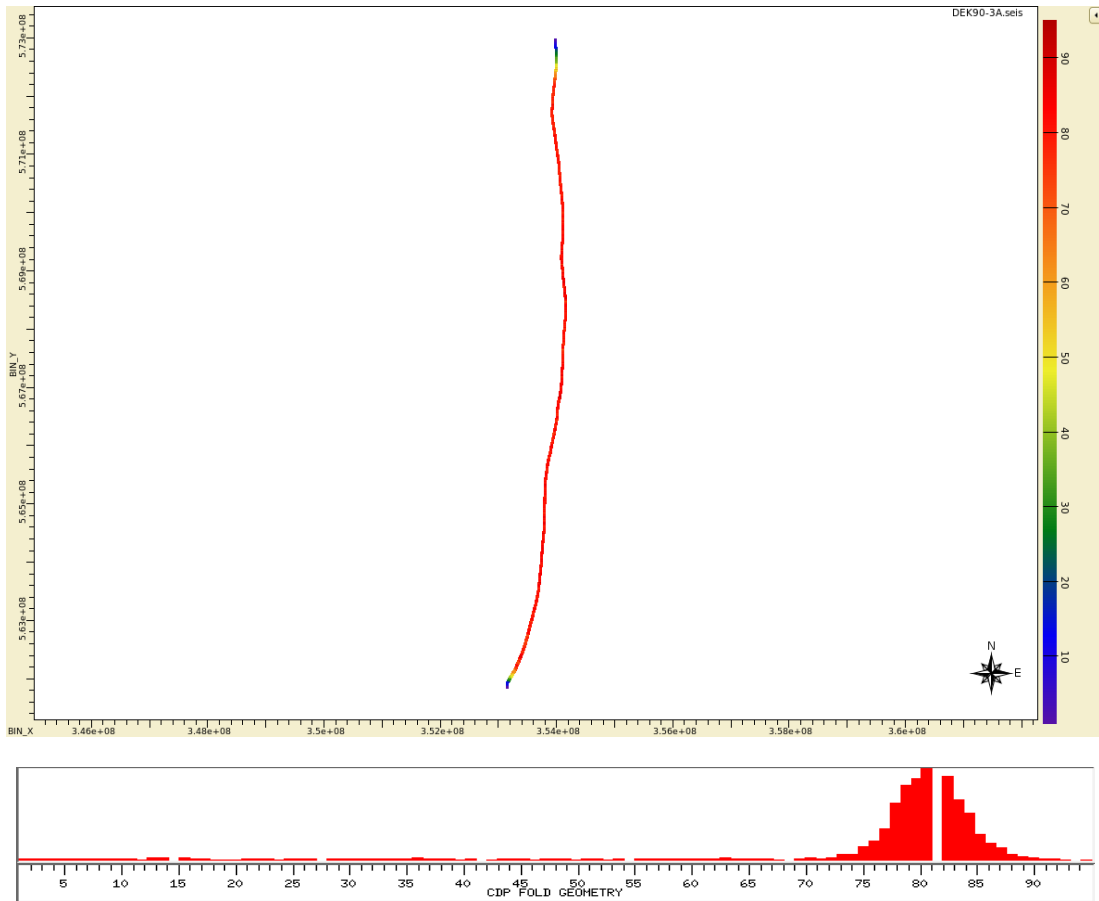


Abb. 2.5: Überdeckung DEK90-3A

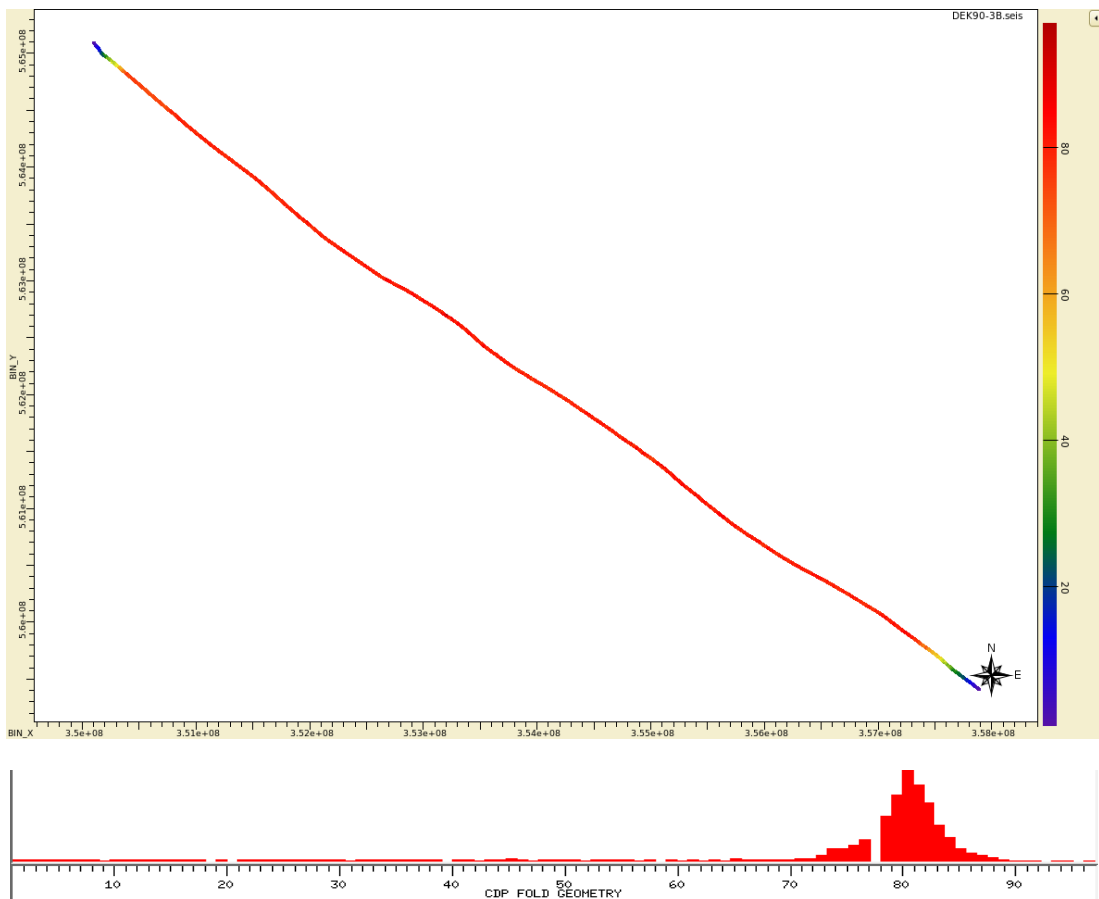


Abb. 2.6: Überdeckung DEK90-3B

3 Pre-Migration Processing

Die nachfolgenden Kapitel beschreiben die durchgeführten Parametertests und die vor der Migration durchgeführten Bearbeitungsschritte. Eine grafische Übersicht über das Processing in Form eines Flussdiagramms befindet sich im Anhang 9.

Während sämtlicher Bearbeitungsschritte wurde darauf geachtet, die Breitbandigkeit und den wahren Amplitudencharakter des Datensatzes zu erhalten.

Im Büro von DMT Petrologic in Hannover fanden zwei Treffen statt, bei denen die Ergebnisse diskutiert wurden. Eine Präsentation der Ergebnisse fand in den Räumlichkeiten des HLNUG in Wiesbaden statt.

Für die Zeitbearbeitung wurde ProMAX v2003.19.1 und die Tsunami Software v2015 (für die PreStack-Zeitmigration) verwendet. Die Tauchwellen-Tomografie wurde mittels XtremeGeo's Flatirons Software realisiert. Für die CRS-Bearbeitung wurde Petrologics fortschrittliche hausinterne Implementierung verwendet. Die Tiefenbearbeitung wurde mit der Shearwater Reveal Platform v4.1 durchgeführt.

3.1 Einlesen des Datenmaterials

Die erhaltenen SEG-Y und ASCII-Daten wurden in ProMAX in das System und dessen internes Format eingelesen und auf Vollständigkeit überprüft.

3.2 Aufsetzen der Geometrie

Um die einzelnen Spuren zu verwalten und eine Zuordnung zu geographischen Punkten im Feld zu erhalten, müssen geographische und geometrische Informationen, wie die Koordinaten der Quell- und Aufnehmerpositionen sowie die Zuordnung zwischen Quellpunkt und Empfänger in die Datenbank von ProMAX eingetragen werden. Dabei berechnet das System automatisch gemeinsame Mittelpunkte zwischen Quell- und Empfängerpositionen (CMP oder auch CDP), wobei in diesem Fall auf bereits aus der Altbearbeitung festgelegte Definitionen zurückgegriffen wurde. Die Mittelpunkte werden in regelmäßige Intervalle entlang des jeweiligen Profils eingeordnet. Die jeweiligen Intervallschritte sind der Tabelle Tab. 2.1 zu entnehmen. Die Definition der Profile ist in Kapitel 2.3 angegeben.

3.3 Minimumphasenwandlung

Zur Vorbereitung der Dekonvolution wurde das Signal von Zero Phase nach Minimum Phase konvertiert. Da keine registrierte Korrelation des gefilterten Referenzsignals auf einem Hilfskanal zur Verfügung stand, wurde diese anhand der Sweep-Parameter erzeugt und ein Matching-Filter bestimmt, der diese in das äquivalente minimalphasige Wavelet überführt (siehe Abb. 3.7 und Abb. 3.8).

Der Bearbeitungsschritt der Minimumphasenwandlung wurde nur bei den vier Vibroseis-Profilen durchgeführt, da Daten mit Sprenganregung, wie das Profil DEK84-2S, bereits naturgemäß im Feld minimalphasig aufgezeichnet werden.

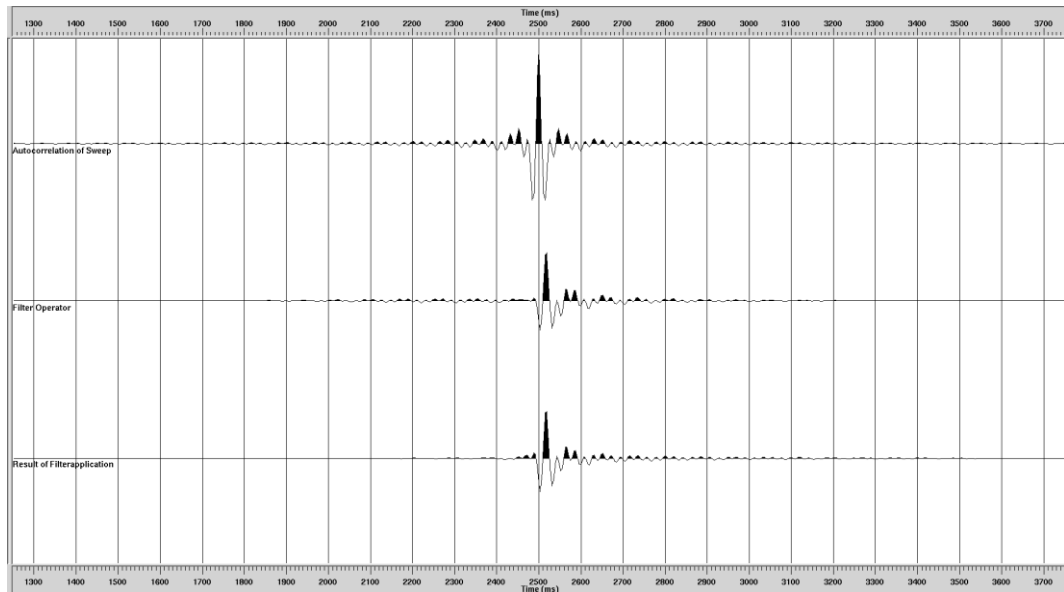


Abb. 3.7: Minimum-Phasen-Wandlung des Profils DEK88-9N

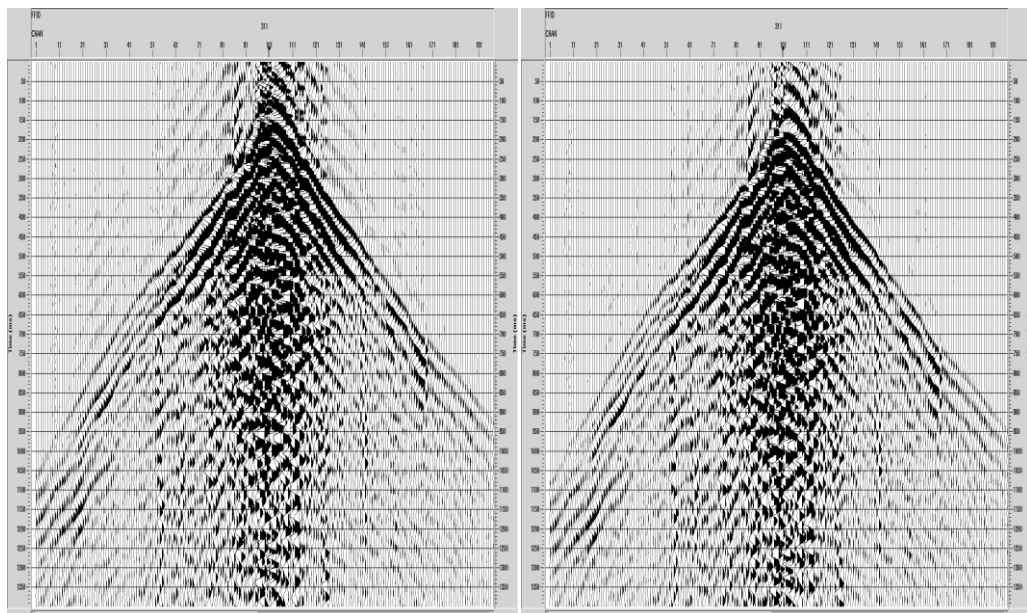


Abb. 3.8: Schuss vor (links) und nach (rechts) der Minimum Phasen Wandlung

3.4 Grundstatische Korrekturen

3.4.1 Bestimmen der Ersteinsätze

Für die Bestimmung der Ersteinsätze, welche automatisch ermittelt wurden, wurde zunächst der Minimum-Phasen-Operator auf die Daten angewendet. Der Flatirons-Algorithmus zum Ersteinsatz-Autopicking wurde für die Festlegung der Ersteinsätze verwendet. Da für sämtliche Linien bereits eine Grundstatiklösung geliefert wurde, welche damals von Prakla-Seismos nach dem Refraktionsstatikprinzip berechnet wurde, kamen die Ersteinsätze nur bei der Tauchwellen-Tomografie (siehe 3.5) zur Anwendung.

3.4.2 Refraktionsstatik

Zur Beseitigung von Laufzeiteinflüssen der oberflächennahen Verwitterungsschicht wurden Korrekturwerte aus den Ersteinsätzen kritisch refraktierter Wellen bestimmt.

Diese Werte wurden hierbei bereits vom Kunden in Form von ASCII-Dateien geliefert und dann verwendet. Die Werte wurden damals durch Prakla-Seismos bestimmt. Teilweise wurde dabei für die sehr langen Linien, längs derer sich die Geologie stark ändert, variable Korrekturgeschwindigkeiten und unterschiedliche Korrekturniveaus ("Final Datum") verwendet. Um die Neubearbeitung auf das gleiche Korrekturniveau bringen zu können, musste noch eine CMP-Statik berechnet werden. Hierzu wurden aus den Unterlagen das finale Korrekturniveau und die am besten passende Korrekturgeschwindigkeit der jeweiligen Linie in Erfahrung gebracht und verwendet (siehe Tab. 3.2). Für die Normal-Moveout-Korrektur wurden die Spuren dabei zunächst auf ein variables (floating) NMO-Datum korrigiert, welches auf den geglätteten Geländehöhen beruht.

Profil	Korrekturgeschwindigkeit [m/s]	Korrekturniveau (Final Datum) [m]
DEK84-2S	4000	400
DEK86-2N	4500	400
DEK88-9N	4500	500
DEK90-3A	4500	300
DEK90-3B	4500	300

Tab. 3.2: Parameter für die CMP Statik

3.5 Tauchwellen-Tomografie

Die Ausbreitung der seismischen Energie geschieht vorwiegend subhorizontal entlang der Erdoberfläche (refraktierte Tauchwellen). Um dementsprechend ein hochauflösendes Geschwindigkeitsmodell des oberflächennahen Bereiches zu erhalten, wurde eine Tauchwellen-Tomografie gerechnet. Hierbei werden nur die Laufzeiten der Ersteinsätze (siehe 3.4.1) für die Ableitung des Geschwindigkeitsfeldes ausgewertet. Die Eindringtiefe und Auflösung ist abhängig von den Receiverabständen, Schussabständen und dem maximalen Offset der Auslage. Als Parameter für das Start-Modell, welches dann mittels 11 Iterationen aktualisiert wurde, wurden eine horizontale Auflösung vom zweifachen Receiverabstand und eine vertikale Auflösung von 5 m oberflächennah und 100 m bei der Endteufe gewählt. Das Programm erstellt dann ein dreidimensionales Intervall-Geschwindigkeitsfeld in Tiefe, wobei die Bin-Größe die selbe wie bei den 2D-Profilen (siehe Tab. 2.1) ist und ein Sampling von 10 m besitzt. Aus diesem 3D Modell wurde dann das 2D Geschwindigkeitsmodell entlang des jeweiligen Profilpfades extrahiert. Da das jeweilige Modell die Topografie abbildet, wurde es mit einer Höhe über den jeweiligen höchsten Punkt des Profils als Startzeit/erstes Sample ausgegeben. Bereiche, die über der Topografie liegen, wurden mit einer Geschwindigkeit von 331 m/s für den Luftschall aufgefüllt. Ebenso wurden die Geschwindigkeitsfelder nach unten hin durch einen Bottom-Mute begrenzt, der anhand der Strahlüberdeckung der Strahleindringtiefe definiert wurde. Bereiche, die unterhalb des Bottom-Mutes liegen, besitzen den Wert 0 m/s. Die resultierenden Geschwindigkeits- und Strahlüberdeckungs-Felder sind in den Abbildungen Abb. 3.9 bis Abb. 3.18 zu sehen.

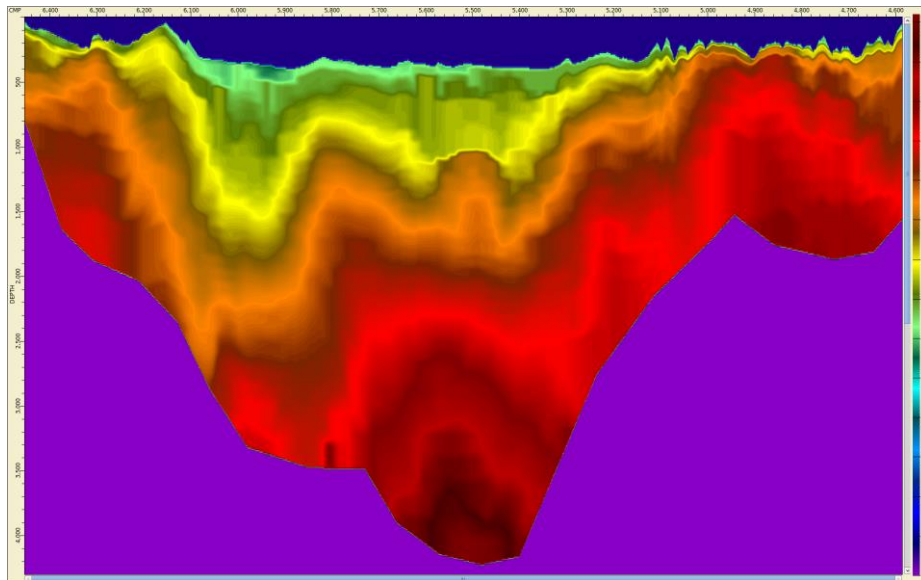


Abb. 3.9: Tomografie Intervall-Geschwindigkeitsfeld – DEK84-2S

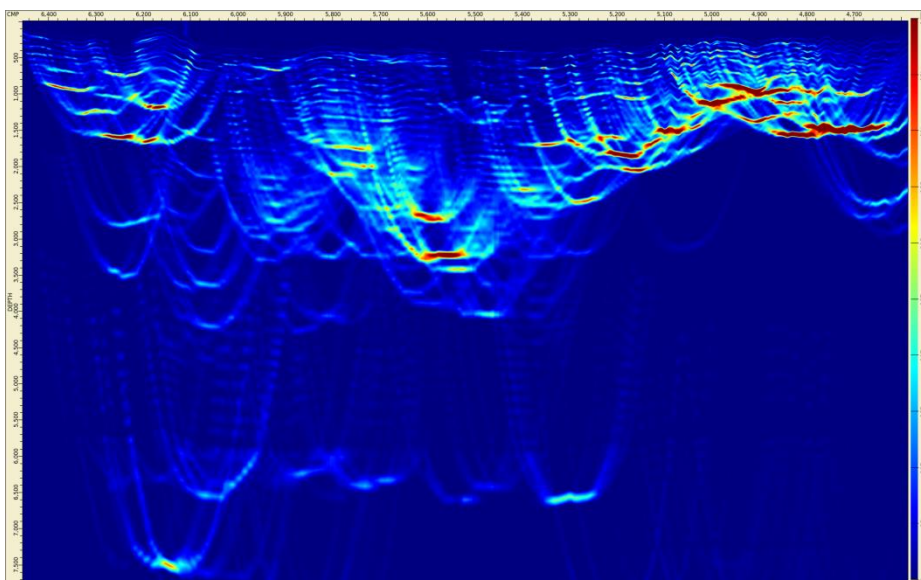


Abb. 3.10: Tomografie Strahlüberdeckung – DEK84-2S

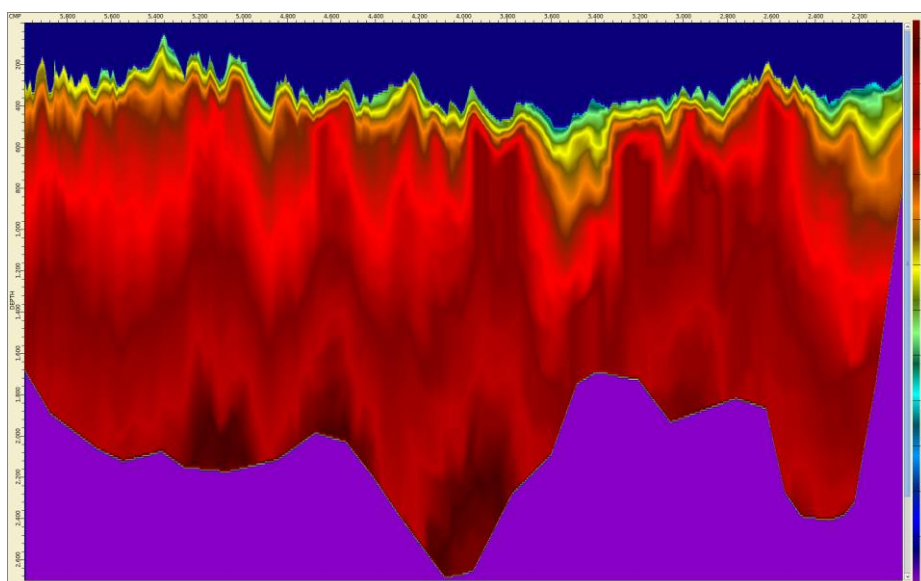


Abb. 3.11: Tomografie Intervall-Geschwindigkeitsfeld – DEK86-2N

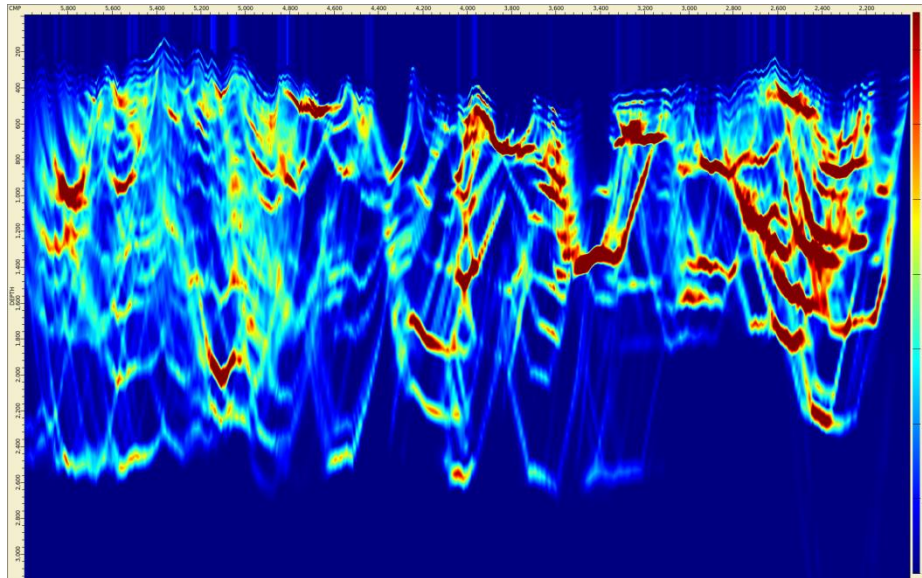


Abb. 3.12: Tomografie Strahlüberdeckung – DEK86-2N

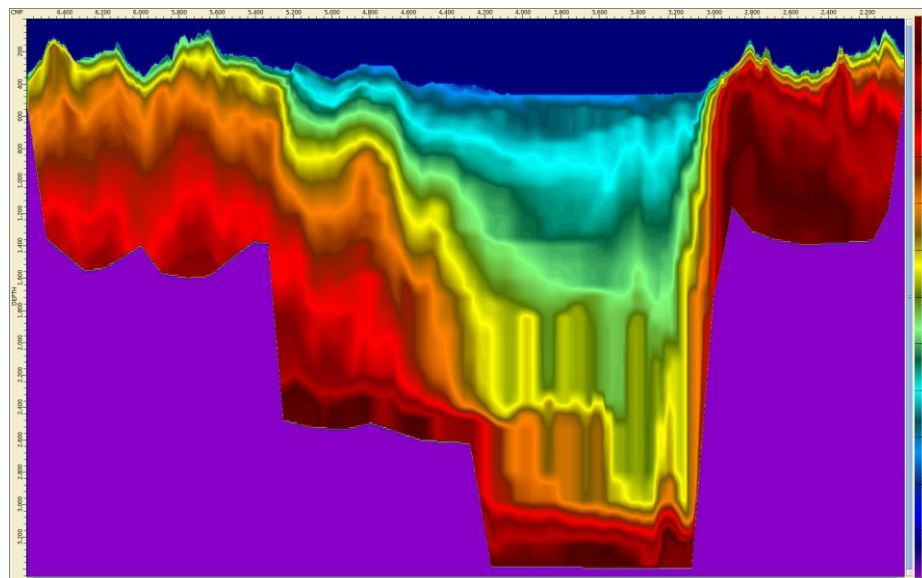


Abb. 3.13: Tomografie Intervall-Geschwindigkeitsfeld – DEK88-9N

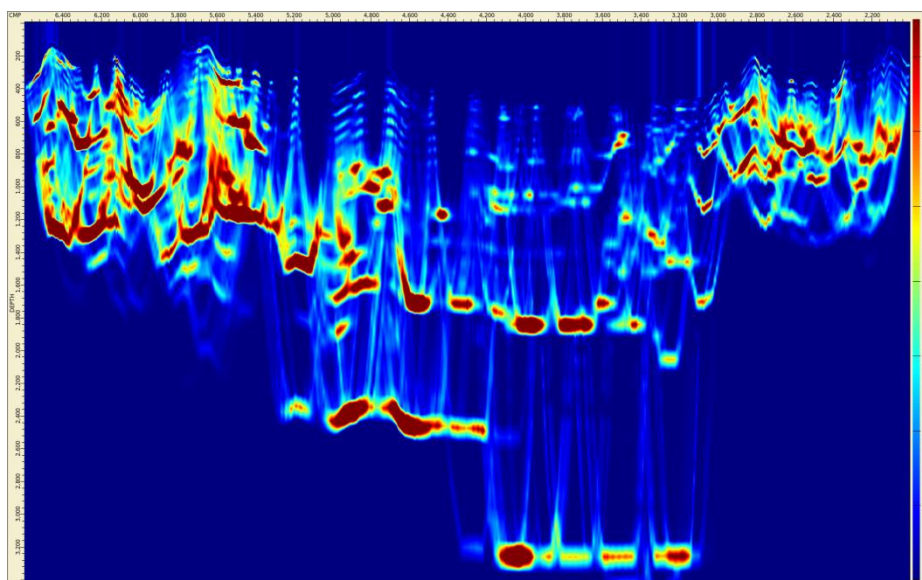


Abb. 3.14: Tomografie Strahlüberdeckung – DEK88-9N

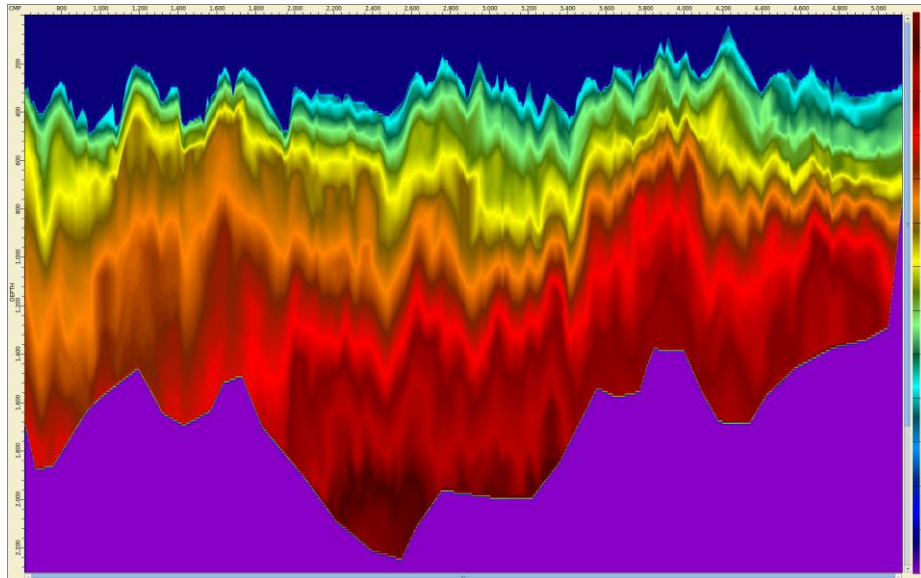


Abb. 3.15: Tomografie Intervall-Geschwindigkeitsfeld – DEK90-3A

Abb. 3.16: Tomografie Strahlüberdeckung – DEK90-3A

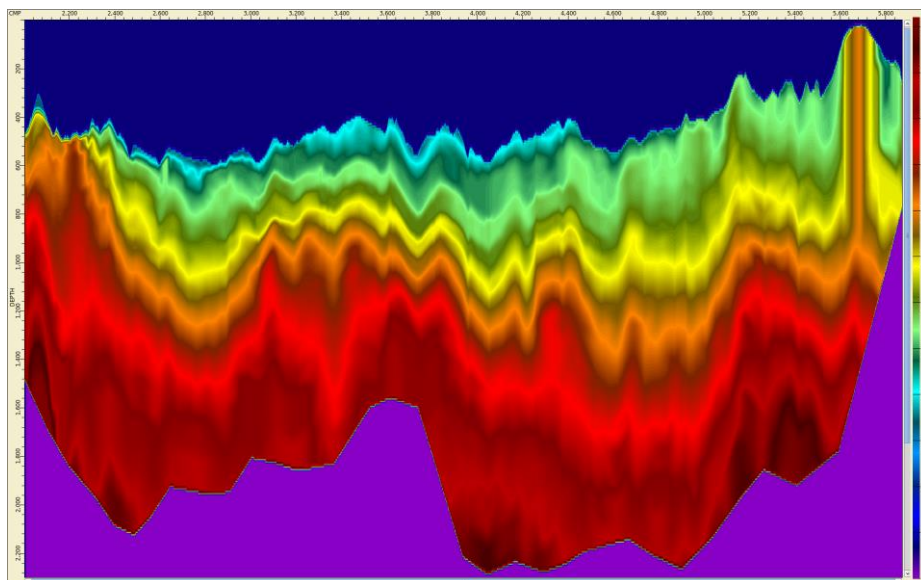


Abb. 3.17: Tomografie Intervall-Geschwindigkeitsfeld – DEK90-3B

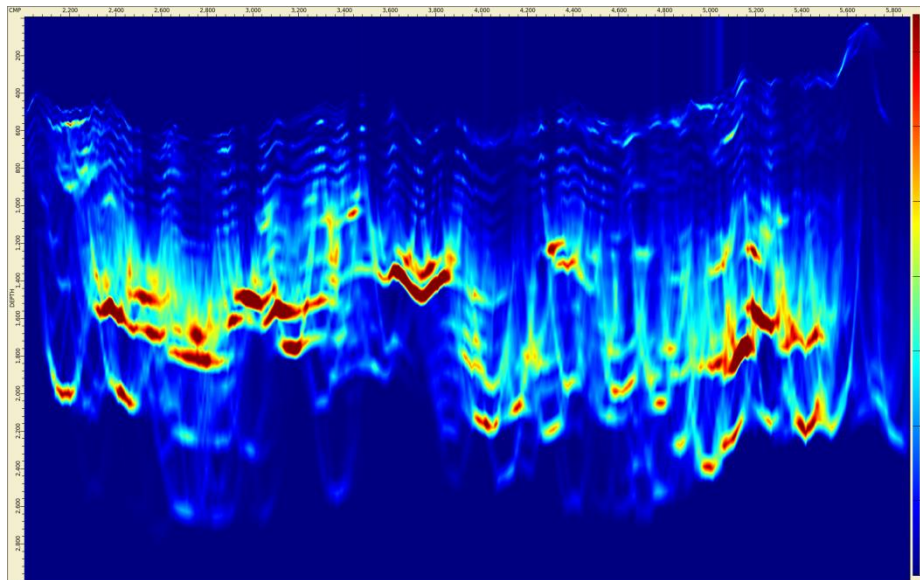


Abb. 3.18: Tomografie Strahlüberdeckung – DEK90-3B

3.6 Editieren von Spuren

Rauschsignale mit hohen Amplituden wurden durch automatische Korrekturen beseitigt. Hierzu wurden Grenzwerte für zuvor für jede Spur berechnete Parameter (RMS-Amplitude, Spikes) festgelegt. Neben diesen Spuren wurden auch jene mit einem Amplitudenwert von Null eliminiert. Resultierend daraus wurden ca. 0,1% bis maximal 1,3% der Spuren der Datensätze gelöscht.

3.7 Korrektur der sphärischen Divergenz

Die sphärische Divergenz verursacht eine Abnahme der Amplituden mit zunehmender Entfernung von der Quelle. Die Korrektur dieses Effekts ist wichtig, um die wahren relativen Amplituden wiederherzustellen.

Nachfolgende sphärische Divergenzkorrekturen wurden getestet:

- $T^{1.1}$
- $T^{1.2}$
- $T^{1.4}$
- $T^{1.6}$
- $T^{1.8}$
- T^*V
- T^*V^2

Nach sorgfältiger Prüfung wurde ein T^*V^2 Skalar angewendet.

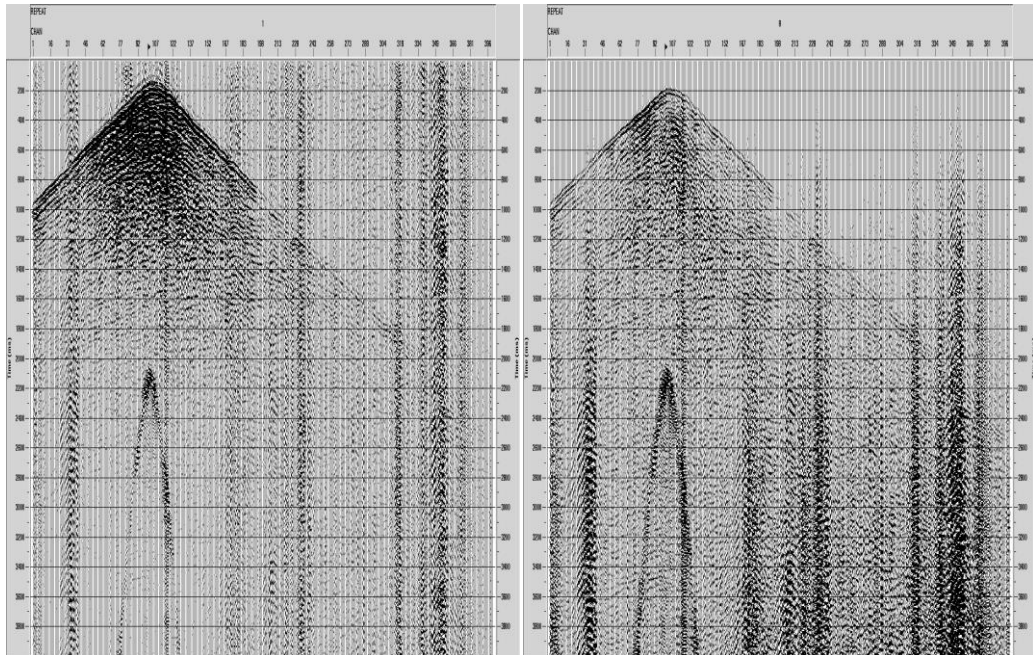


Abb. 3.19: Schuss vor (links) und nach (rechts) der sphär. Divergenzkorrektur

3.8 Oberflächenkonsistente Amplitudenkorrektur (erster Durchgang)

Unterschiede in den Quellamplituden und in der Ankopplung der Empfänger wurden durch eine oberflächenkonsistente Amplitudenkorrektur beseitigt. Dabei wurden die Spuramplituden in Anteile von Quelle, Empfänger, Offset und CMP zerlegt. Zur Korrektur wurden die berechneten Korrekturwerte für Quelle und Empfänger verwendet. Dieser Schritt wurde einmal vor und einmal nach der Dekonvolution durchgeführt.

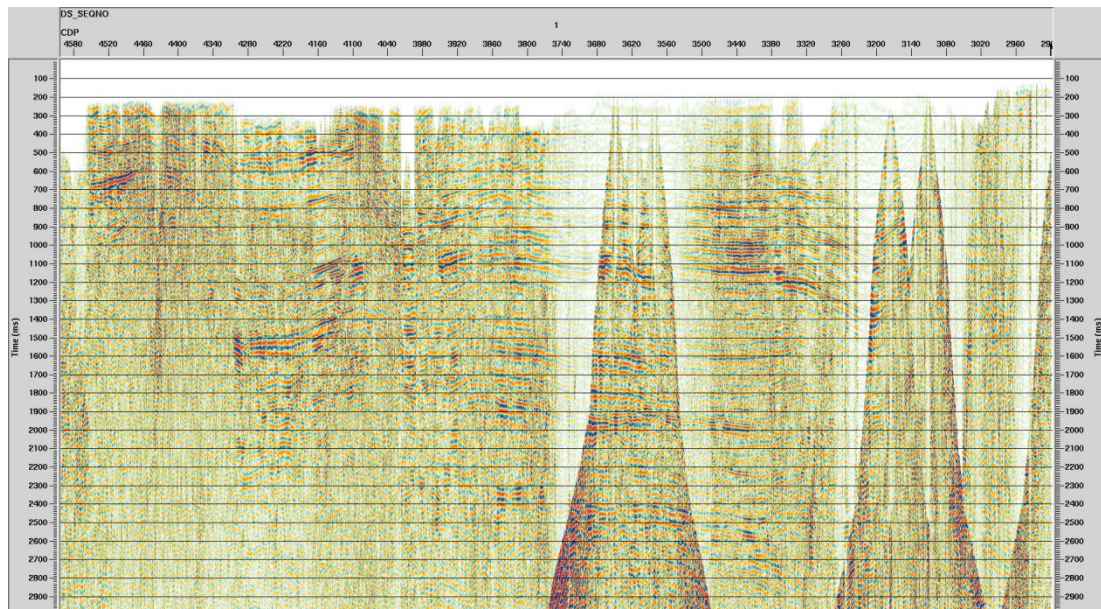


Abb. 3.20: Stapelung (zoomed) ohne Oberflächenkonsistente Amplitudenkorrektur – DEK88-9N

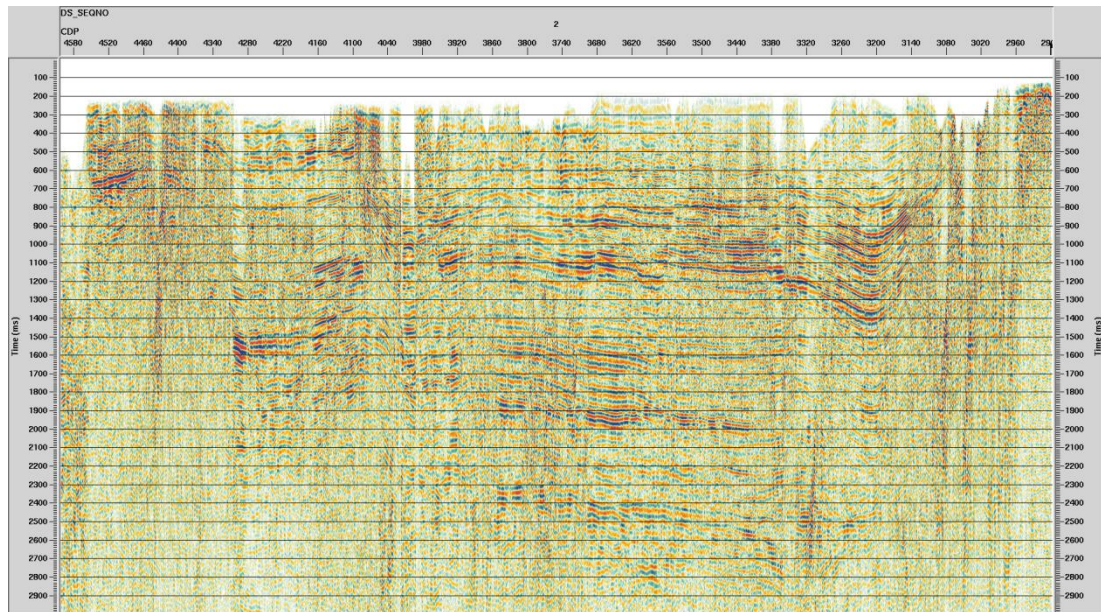


Abb. 3.21: Stapelung (zoomed) mit Oberflächenkonsistente Amplitudenkorrektur – DEK88-9N

3.9 Reststatische Korrekturen

Die trotz der refraktionsstatischen Korrektur verbleibenden kurzweiligen Laufzeitfehler wurden durch eine oberflächenkonsistente automatische reststatische Korrektur behoben. Dabei wird für jede Quell- und Empfängerposition jeweils ein Korrekturwert so ermittelt, dass die CMP-Stapelung der Spuren maximale Energie zeigt. Diese Korrekturwerte wurden iterativ verbessert, wobei das Geschwindigkeitsfeld durch erneute interaktive Analysen angepasst wurde. Es wurden 2 bis 3 Iterationen berechnet und das dadurch angepasste Geschwindigkeitsmodell für die weiteren Bearbeitungsschritte verwendet.

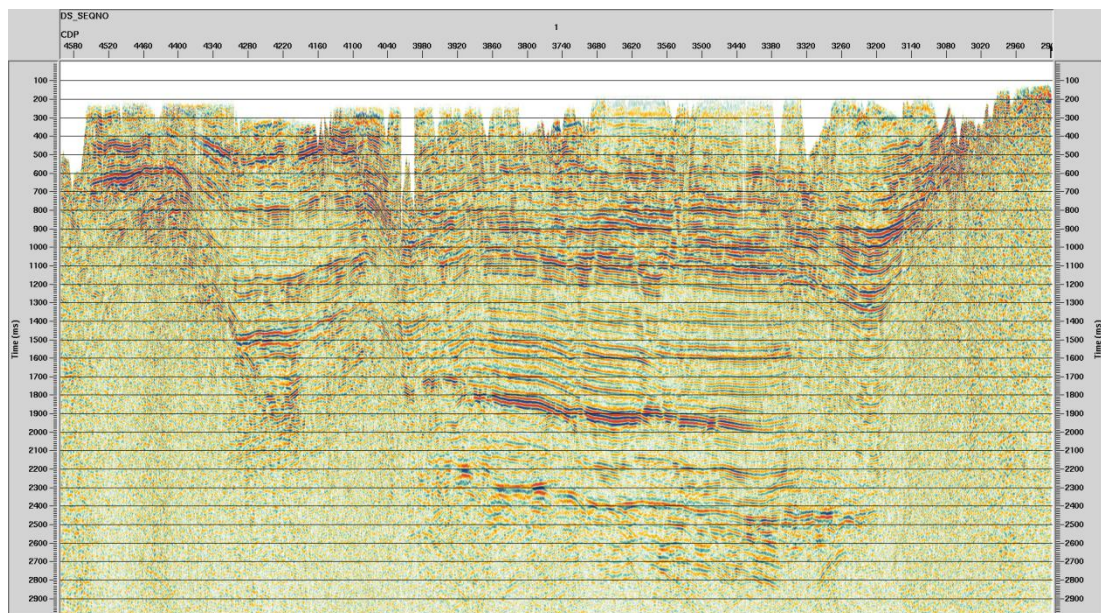


Abb. 3.22: Stapelung (zoomed) mit Refraktionsstatik – DEK88-9N

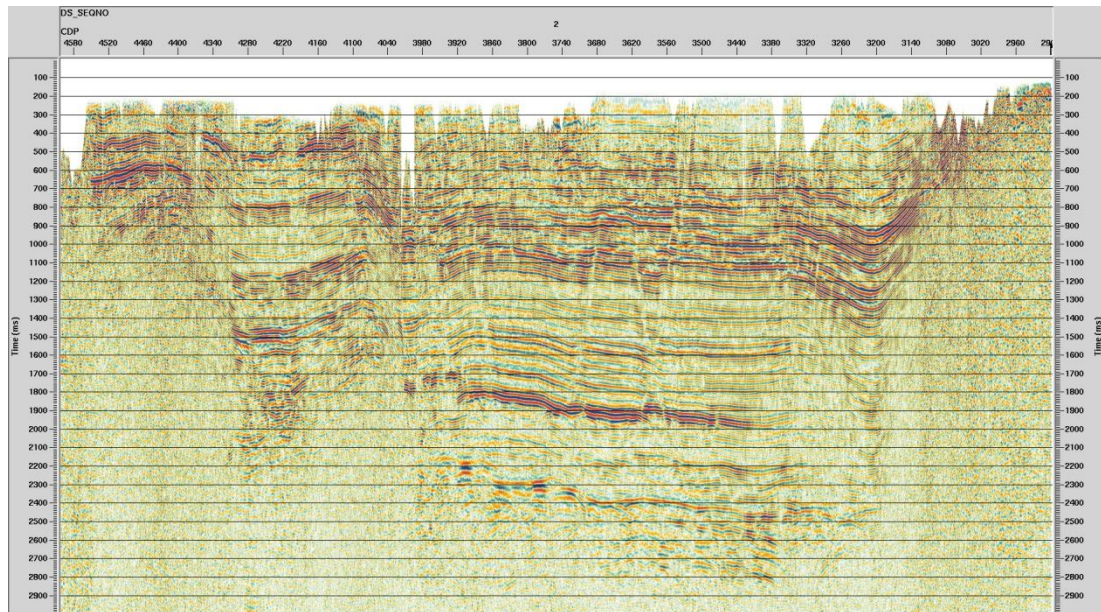


Abb. 3.23: Stapelung (zoomed) mit Refraktionsstatik und Reststatik – DEK88-9N

3.10 Oberflächenkonsistente Dekonvolution

Das Ziel der Dekonvolution ist die Verbesserung der vertikalen Auflösung der seismischen Daten durch die Kompression des Wavelets. Für die Qualität der seismischen Abbildung ist die Dekonvolution einer der entscheidenden Schritte in der Datenbearbeitung.

Ähnlich zur Berechnung der oberflächenkonsistenten Amplitudenkorrekturen kann auch der Dekonvolutionsprozess als oberflächenkonsistente spektrale Dekomposition formuliert werden, welche hier in Form der oberflächenkonsistenten Spiking-Dekonvolution verwendet wurde. Es wurden hierbei zwei Fenster für die Dekonvolution verwendet. Um eine höchstmögliche Auflösung zu gewähren, wurde eine Spiking-Dekonvolution verwendet. Die Operatorlänge betrug 160 ms und der pre-whitening Faktor 1%. Es wurde ein oberflächenkonsistenter Operator in den Bereichen Schuss-Empfänger-Offset berechnet und die Anteile für Schuss-Empfänger angewendet.

Da eine oberflächenkonsistente Dekonvolution dazu neigt, Störsignale mit einer sehr niedrigen Frequenz zu verstärken, wurden die Daten direkt nach der Dekonvolution außerhalb des Bereiches der Sweep-Frequenz gefiltert. Bei den Daten des DEK84-2S Sprenganregungs-Profiles wurde ein 3 – 8 – 80 – 100 Hz Bandpassfilter nach der Dekonvolution angebracht.

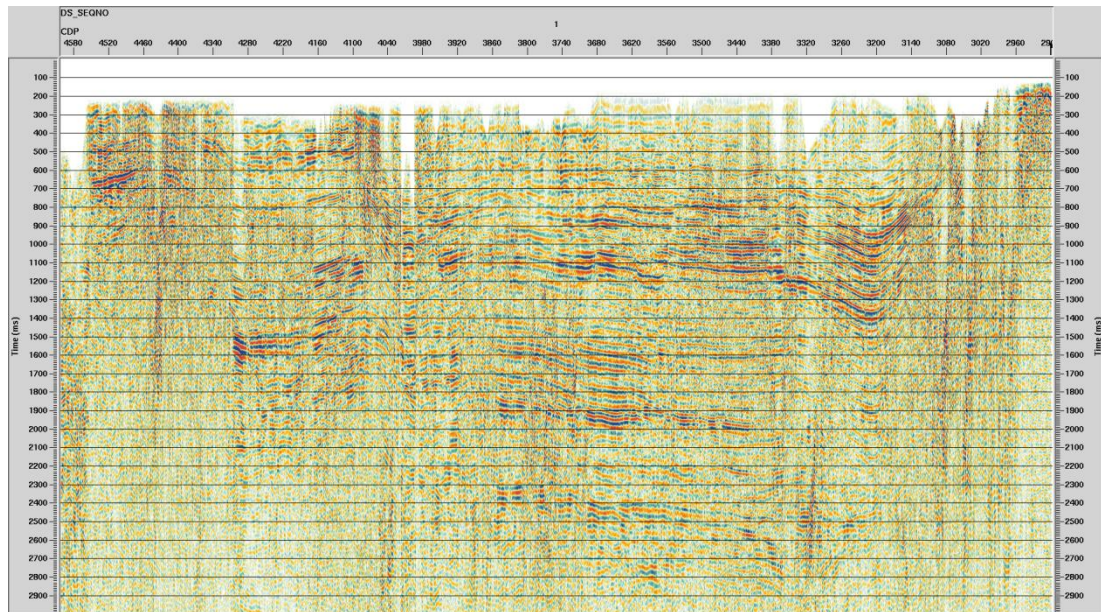


Abb. 3.24: Stapelung (zoomed) ohne Dekonvolution – DEK88-9N

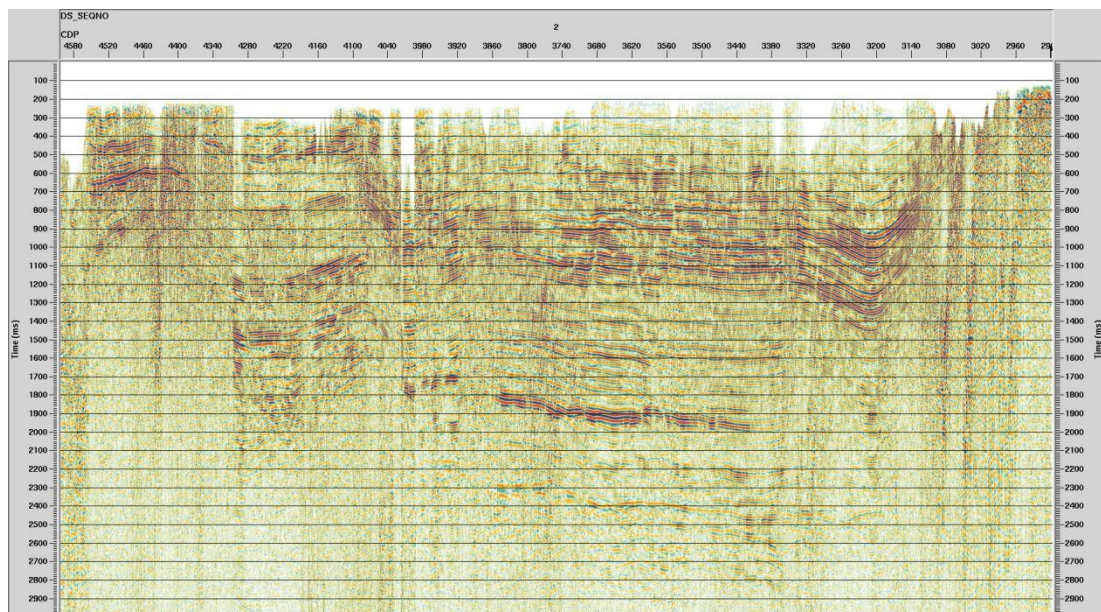


Abb. 3.25: Stapelung (zoomed) mit Dekonvolution – DEK88-9N

3.11 Luftschall- (Air Blast-) Unterdrückung

Der Luftschall führt zu einer meist breitbandigen Störampplitude, die sich mit etwa 331 m/s ausbreitet. Diese Störsignale wurden mit Hilfe der Luftschall-Unterdrückung in einem durch Zeitfenster beschränktem Bereich in ihrer Amplitude reduziert.

3.12 Oberflächenkonsistente Amplitudenkorrektur (zweiter Durchgang)

Um den Amplitudenausgleich weiter zu verbessern, wurde ein zweiter Durchgang der oberflächenkonsistenten Amplitudenkorrektur durchgeführt. Es wurden sämtliche Spuren zur Berechnung der Amplitudenstatistik verwendet. Die Zerlegung wurde auf den Schuss-, Empfänger-, CMP- und Offset-Termen durchgeführt, die Anwendung beschränkte sich auf Schuss-, Empfänger- und Offset-Term. Auf eine Verwendung

des CMP-Terms wurde abgesehen, da es sich dann nicht mehr um eine oberflächenkonsistente Amplitudenkorrektur handeln würde.

3.13 Noisy Trace Editing (NTE)

Noisy trace edit (Despiking mittels Standardabweichung) ist ein Prozess, welcher auf Ensembles angewendet wird, in unserem Fall auf NMO-korrigierte CMP-Gather, und welches die Möglichkeit bietet, vielerlei Arten von Rauschen zu unterdrücken, z.B. Spikes, Ground Roll oder Noise Bursts. Das Verfahren arbeitet auf Zeitscheiben und vergleicht benachbarte Samples auf ihr Amplitudenverhalten. Der Anwender muss sorgfältig zeitvariable Schwellenwerte definieren, bei denen Samples als schlecht erkannt werden. Falls erkannt, werden die entsprechenden Samples anschließend durch gute Samples aus benachbarten Spuren ersetzt. Zur besseren Statistik pro Ensemble wurden CMP-Supergather (5 CMPs) verwendet. Folgende Schwellenwerte wurden verwendet:

Zeit [ms]	Schwellwert
0	10
800	7
1500	7
2500	7
11000	6

Tab. 3.3: Schwellenwerte für Noisy Trace Editing (NTE)

3.14 Oberflächenwellen- (Groundroll-) Unterdrückung

Lineare Störsignale, hervorgerufen durch Oberflächenwellen, wurden nach der Dekonvolution durch die Festlegung einer Geschwindigkeit von 2200 m/s und eines Frequenzbereiches von 0 Hz bis 24 Hz bestimmt und dann durch ein frequenz- und geschwindigkeitsabhängiges Spurmischen (Trace Mixing) in einem durch Zeitfenster beschränkten Bereich unterdrückt.

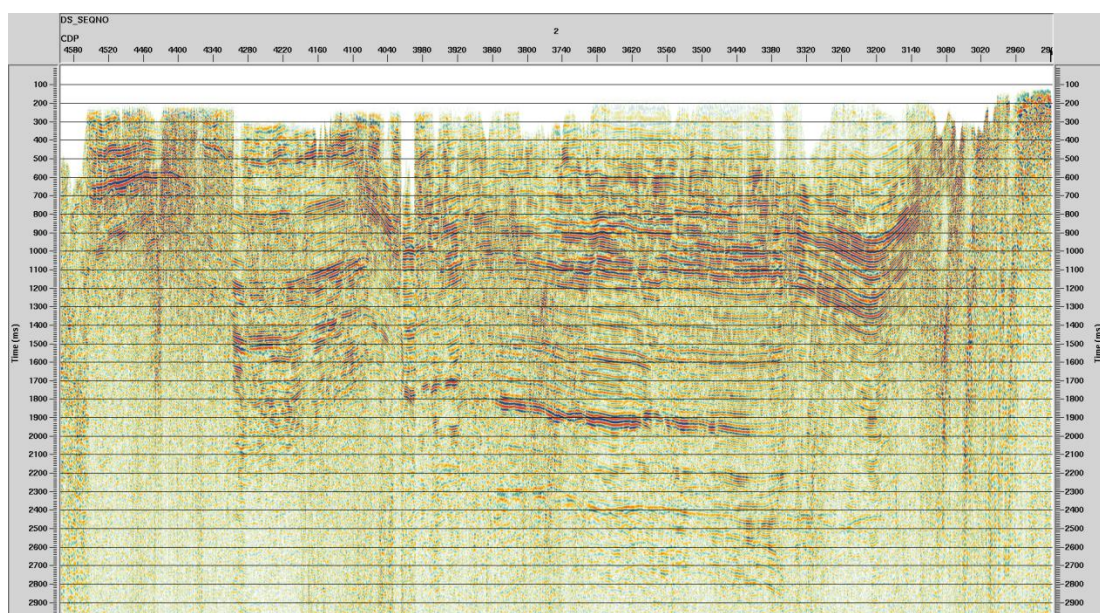


Abb. 3.26: Stapelung (zoomed) vor weiterem Noisecleaning – DEK88-9N

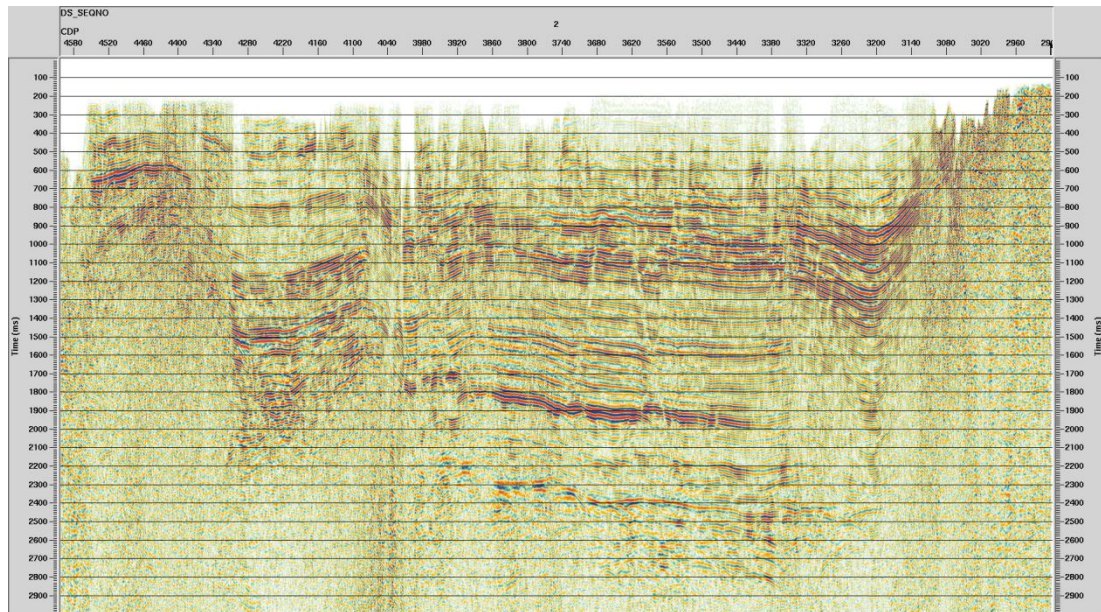


Abb. 3.27: Stapelung (zoomed) nach weiterem Noisecleaning – DEK88-9N

3.15 Finale Geschwindigkeitsanalysen

Die Stapelgeschwindigkeiten wurden nach jeder Berechnung der Statik iterativ ermittelt (Grundstatik, erster Durchgang Reststatik und zweiter Durchgang Reststatik). Die manuelle und interaktive Stapelgeschwindigkeitsanalyse wurde in einem Intervall von 500 m durchgeführt. Die Geschwindigkeiten wurden jeweils durch einen Vergleich von Stapelungen mit alten und neuen Geschwindigkeitsfeldern geprüft.

3.16 Common Reflection Surface (CRS) Bearbeitung

Da eines der Hauptaugenmerke bei der Neubearbeitung die Verbesserung des Signal/Rausch-Verhältnis war, wurde die CRS-Bearbeitung angewandt.

CRS ist eine Erweiterung der bekannten Mittelpunkt-Stapel-Gleichung, bei der Untergrundelemente in die Lösung eingeführt werden, die durch ihre Krümmung und Neigung beschrieben werden. Die Vorteile des CRS-Verfahrens sind ein verbessertes Signal/Rausch-Verhältnis, die Interpolation von Spuren im Mittelpunkt- und/oder Offsetbereich zur Schließung von Akquisitionslücken und die Erzeugung von hochgradig regularisierten Offset-Gathern (wünschenswert als Input für die Kirchhoff PreStack-Zeit- und Tiefenmigration).

Die entscheidenden Parameter bei der Anwendung des Verfahrens sind die Wahl des Apertur-Radius in CMP- und Offset-Richtung, wobei einerseits der Verbesserungsgrad des Signal/Rausch-Verhältnisses und die Offset-Regularisierung und andererseits die Einführung von ungewollten Schmiereffekten kontrolliert werden. Nach sorgfältiger Überprüfung wurden die in Tab. 3.4 aufgeführten CRS-Parameter ausgewählt.

Stapel-Apertur - CMP	4,5 x Bin-Größe (90 m - 180 m)
Stapel-Apertur - Offset	100 m

Tab. 3.4: CRS-Parameter

Die CRS-Bearbeitung erwies sich als sehr effektiv, um das Signal/Rausch-Verhältnis insgesamt zu verbessern und führte zu im Allgemeinen zu einer Dämpfung von zufälligen Rausch-/Störsignalen.

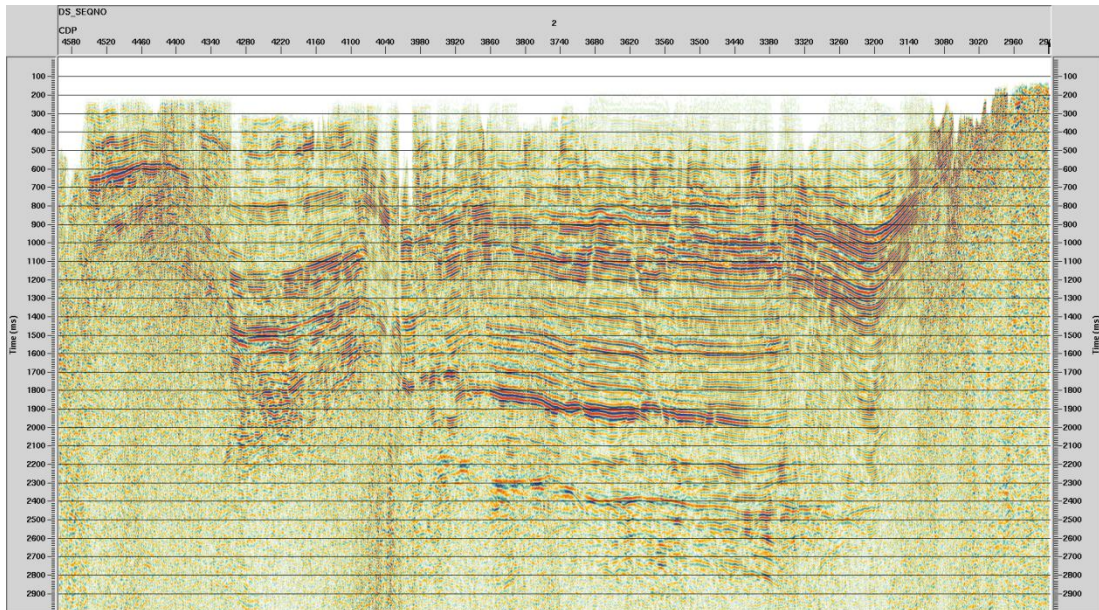


Abb. 3.28: Stapelung (zoomed) ohne CRS – DEK88-9N

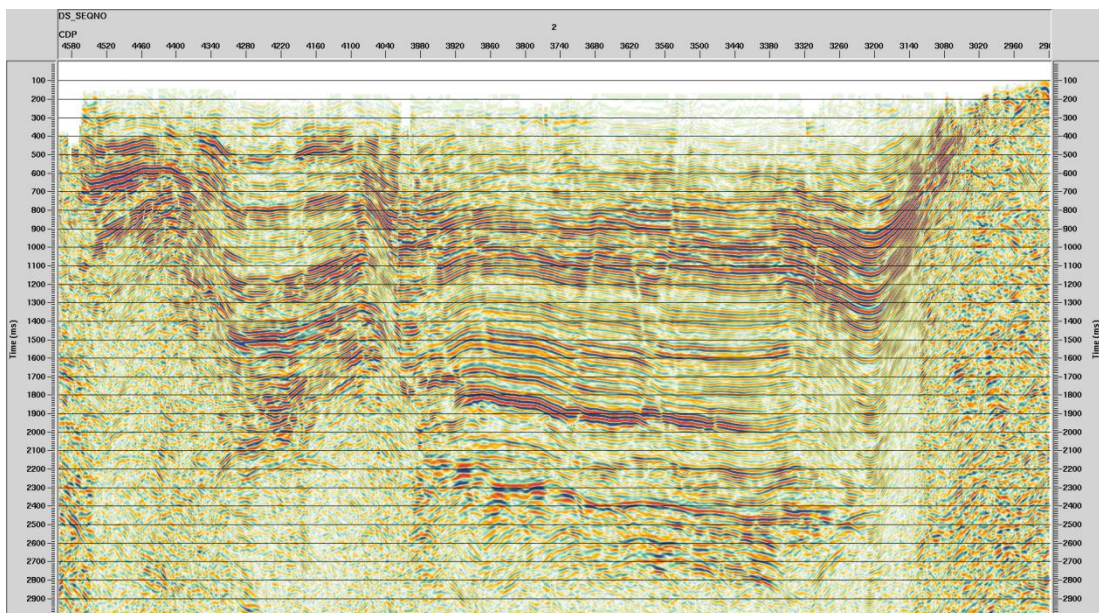


Abb. 3.29: Stapelung (zoomed) mit CRS – DEK88-9N

4 Zeitmigration

Für die seismische Abbildung ist der Migrationsprozess ein entscheidender Schritt. Er dient der Fokussierung der Reflexionselemente und damit der lage- und tiefenrichtigen Abbildung der Strukturen im Untergrund. Durch den Migrationsprozess werden insbesondere steile Flanken von Reflexionselementen und Diskontinuitäten (z. B. Verwerfungen) korrekt abgebildet. Man unterscheidet zwischen Zeitmigration und Tiefenmigration.

4.1 PostStack-Zeitmigration (PoSTM)

Die CRS-Stapelung diente als Inputdatensatz für die PoSTM. Das entsprechende Geschwindigkeitsfeld für die PoSTM wurde aus den finalen RMS-Stapelgeschwindigkeiten hergeleitet. Hierzu wurden die Geschwindigkeiten auf das Final Datum gebracht, mit dem Smoothed-Gradients Verfahren in Intervall-Geschwindigkeiten gewandelt und schließlich geglättet und skaliert. Beim vorliegenden Datensatz wurde eine Migration mit der Methode der Finiten Differenzen durchgeführt (Steep Dip Explicit FD). Der verwendete Algorithmus ist für Reflektorneigungen von bis zu 70° geeignet, wobei dieser Wert auf 50° für die Migration gesetzt wurde.

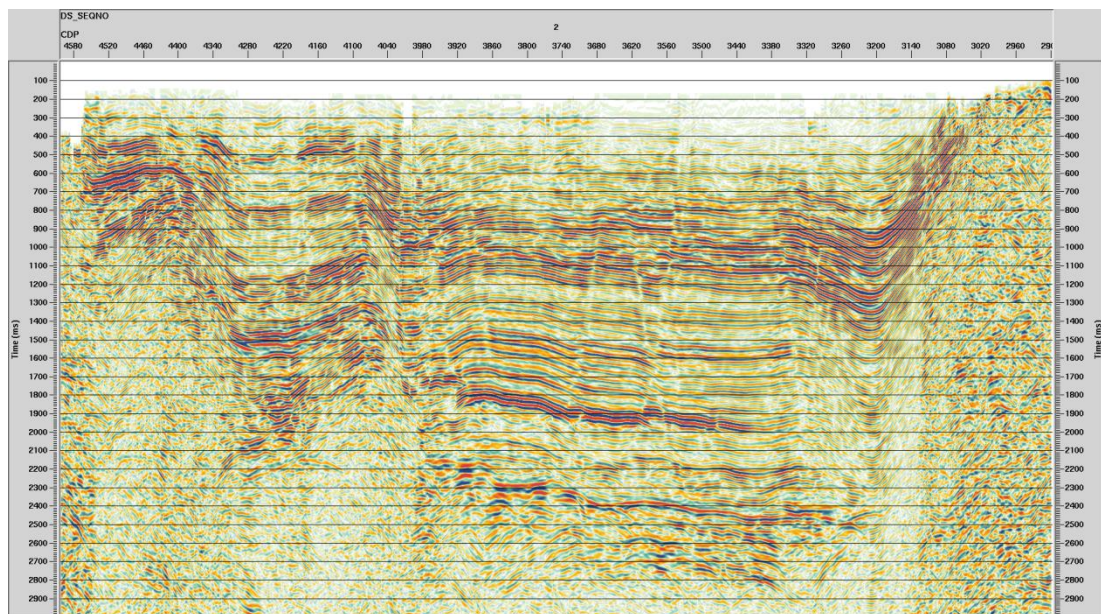


Abb. 4.30: CRS-Stapelung (zoomed) – DEK88-9N

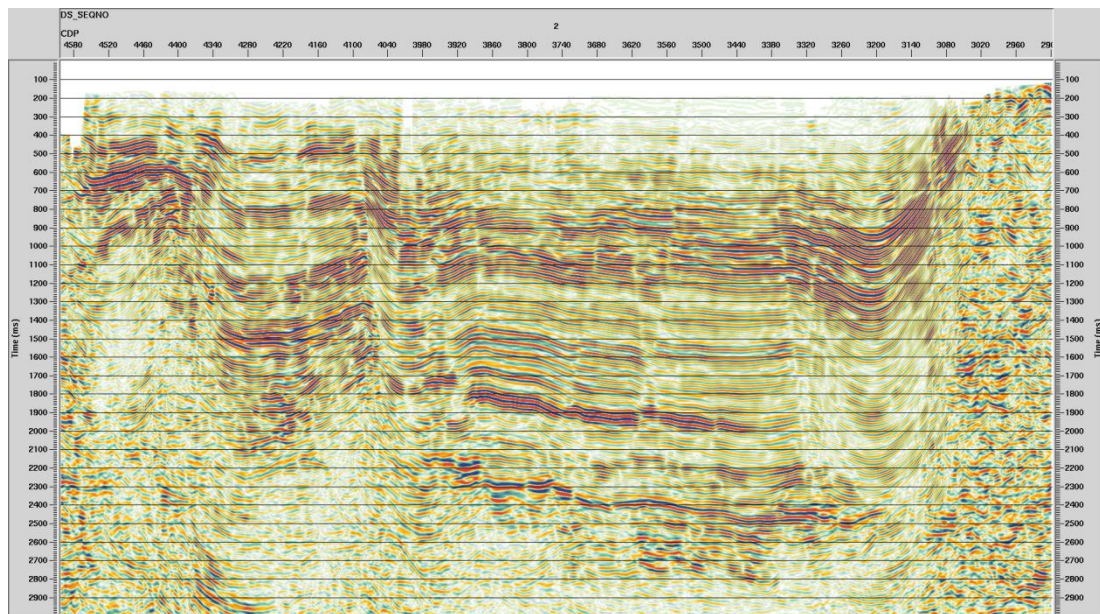


Abb. 4.31: PoSTM (zoomed) – DEK88-9N

4.2 PreStack-Zeitmigration (PreSTM)

Für die Migration sind zwei Faktoren wichtig, die ausreichende räumliche Abtastung des zu migrierenden Wellenfeldes und die korrekte Bestimmung des Migrationsgeschwindigkeitsfeldes.

Der erste Faktor wird wesentlich von der verwendeten Akquisitionsgeometrie bestimmt. Die korrekte Bestimmung des Migrationsgeschwindigkeitsfeldes ist Aufgabe der Datenbearbeitung, welche über eine interaktive Geschwindigkeitsanalyse erfolgt.

Die finalen PreSTM-Geschwindigkeitsfelder wurden durch mehrmalige interaktive PreSTM-Geschwindigkeitsanalysen (Intervall 500 m) bestimmt.

Als Inputdatensatz dienten die jeweiligen CRS-Gather.

Für die finale Prestack Zeitmigration wurde folgende Parametrisierung verwendet:

Migrationsverfahren:	Kirchhoff, curved Ray
maximale Migrationsapertur:	0 ms - 1000 m 500 ms - 1100 m 1000 ms - 1500 m 1500 ms - 3000 m 3000 ms - 6000 m 5000 ms - 8000 m 6000 ms - 11000 m 12000 ms - 19000 m 14000 ms - 21000 m
maximaler Apertur-Taper-Winkel:	50°
maximale Frequenz:	50 Hz (Vibroseis-Profile); 80 Hz (DEK84-2S)

Als Ergebnis der PreSTM werden CMP- und Offset-sortierte Gather erzeugt, bei denen eine Regularisierung in Offsetklassen stattgefunden hat, was äquivalent zur CRS-Bearbeitung parametrisiert wurde.

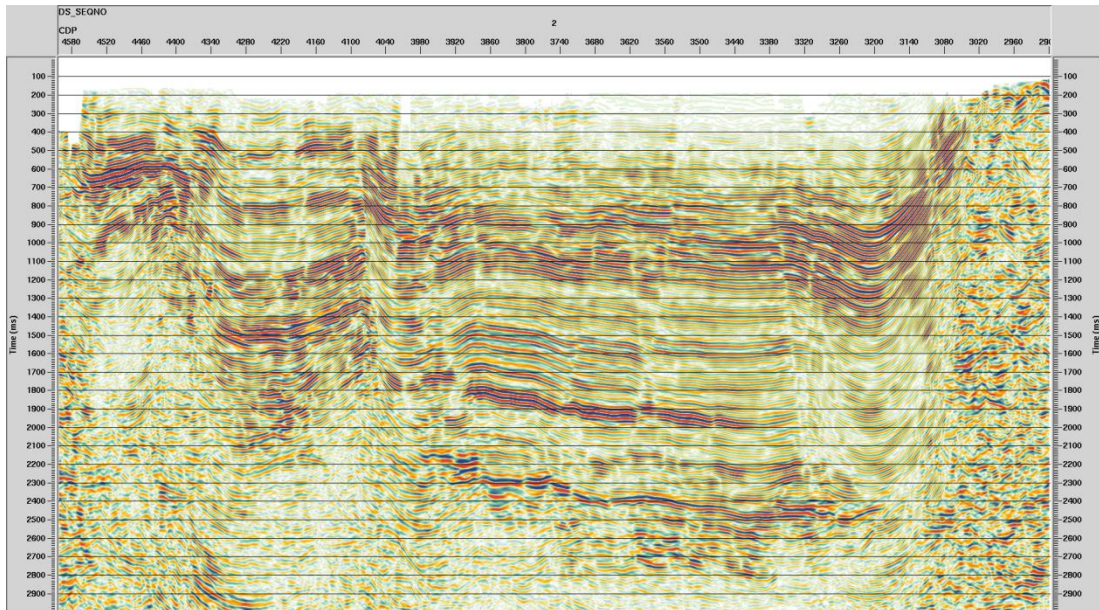


Abb. 4.32: PoSTM (zoomed) – DEK88-9N

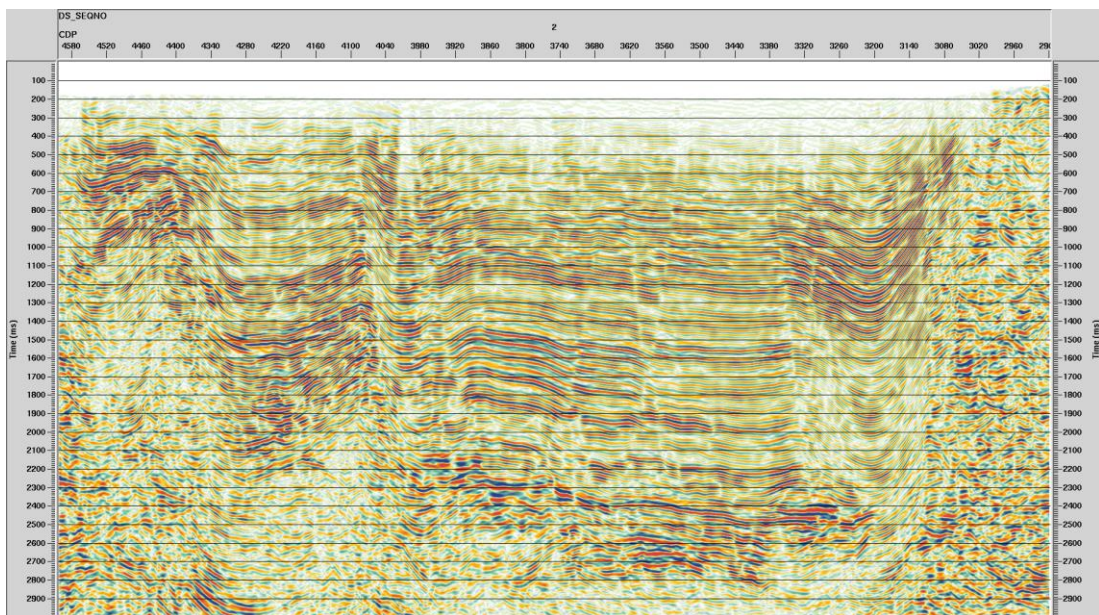


Abb. 4.33: PreSTM (zoomed) – DEK88-9N

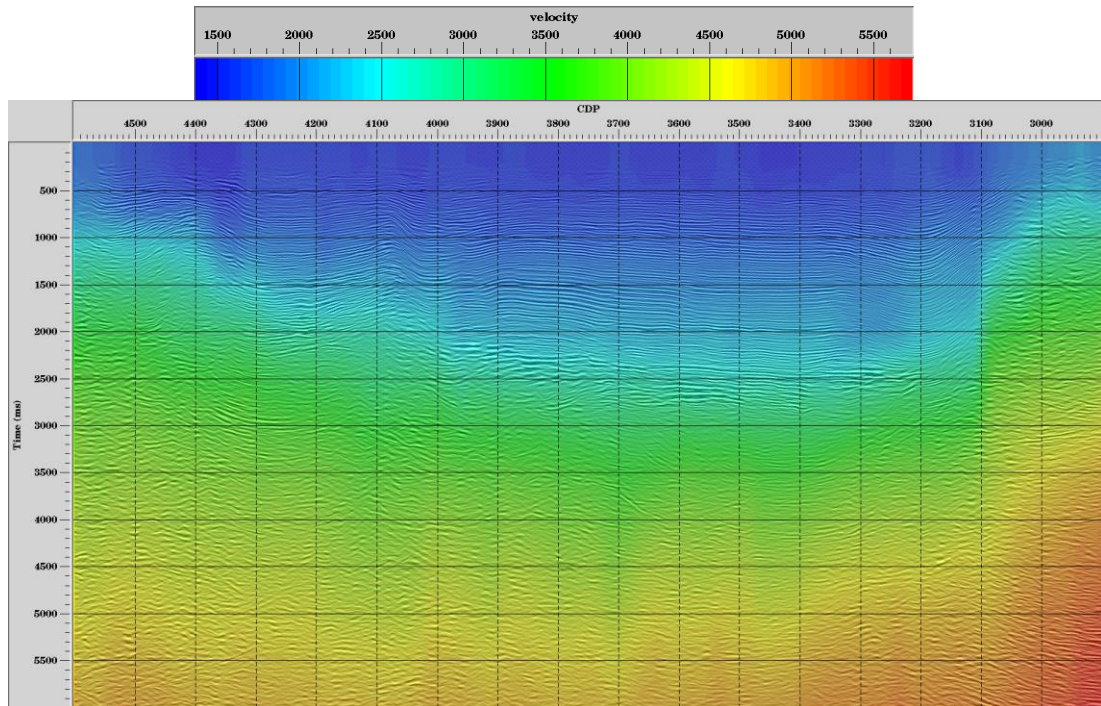


Abb. 4.34: PreSTM (zoomed) mit Geschwindigkeitsfeld – DEK88-9N

4.3 Post-Migration Processing (nach PreSTM)

4.3.1 Mute

Die PreSTM-Ergebnisse wurden jeweils mit einer manuell bestimmten, lateral variierenden Mute-Funktion gestapelt und ausgegeben.

Auf gleiche Weise wurde mit den Gathern aus Kapitel 3 verfahren, dort kam jedoch eine auf diesen Gather bestimmte Mute-Funktion zum Einsatz.

4.3.2 Residual Moveout Analyse (RMO)

Um den Restmoveout der Gather nach der PreSTM zu verringern, wurde eine RMO-Analyse durchgeführt. Die RMO-Funktionen wurden automatisch für jeden zehnten CMP bestimmt und dann geglättet. Es wurde eine maximale Änderung des Geschwindigkeitsfeldes von 15 % während der RMO-Analyse zugelassen.

4.4 Post-Stack Processing

Um das Signal-Rausch-Verhältnis und die laterale Kontinuität der Reflexionen zu verbessern, wurden verschiedene nachfolgende Prozesse auf die Zeitmigration nach der Stapelung angewendet.

Diese Schritte wurden in gleicher Art und Weise auf die finale Stapelung, welche sich aus der Sequenz in Kapitel 3 ergibt, und auf die PoSTM, angewendet.

4.4.1 Dip Attenuation

Die Dip Attenuation wurde auf die gestapelten Daten angewendet. Die in der Stapelung vorhandenen Neigungen (Dips) werden anhand einer festgelegten Geschwindigkeit (1000 m/s) und Frequenz (komplettes Spektrum des Signals)

bestimmt und dann unterdrückt. Die Dip Attenuation verbessert die geologischen Strukturen sehr gut und wirkt sehr steilen „Noise-Events“ entgegen.

Ebenso wurde der Dip Scan Stack Prozess angewandt, welcher eine Tau-P-Transformation mit begrenzter Apertur verwendet, um die kohärenten seismischen Ereignisse zu verstärken. Der Prozess transformiert die Eingangs-x-t-Spuren in einen ausgewählten Bereich von geneigten oder schräg gestapelten Spuren (-11 bis 11 ms/Spur). Sample für Sample wird jede Neigungsspur mit der Semblance entlang dieser Neigung gewichtet. Diese Neigungsspuren werden dann invers Tau-P- zurück in den x-t Raum transformiert. Die stärkeren, kohärenten, von der Neigung unabhängigen Ereignisse haben größere Gewichte und tragen proportional mehr zur inversen Transformation bei. Der Prozess transformiert Spuren innerhalb einer bestimmten Apertur von Spuren (11 Spuren). Die Apertur gleitet mit einer Überlappung von 50% über die Daten, und die Spuren werden invers transformiert und innerhalb der inneren Hälfte jeder Apertur ausgegeben.

4.4.2 F-K Filter und F-X Dekonvolution

Zur Hervorhebung des kohärenten Reflexionssignales wurde ein F-K Filter mit einem Power Exponent von 1,1 und eine F-X Dekonvolution mit einer horizontalen Fensterlänge von 12 Spuren für die Vorhersage und 7 Filter-Samples angewendet.

4.4.3 Skalierung

Für eine gleichwertige Charakterisierung der Reflexionen durch ihre Kohärenz und Amplitude wurde eine Skalierung angebracht. Dazu wurde ein AGC-Skalierungsfeld berechnet und herausgeschrieben. Dieses basiert auf der jeweiligen Stapelung mit angebrachten Post-Stack-Processing, bei der eine Mean-AGC mit einer Länge von 2000 ms und ohne die Option Robust-Scaling berechnet wurde. Dieses Skalierungsfeld wurde geglättet und exponiert. Das so erhaltene modifizierte Skalierungsfeld wurde dann auf die jeweilige Stapelung angebracht.

4.4.4 Bandpass Filterung

Die gestapelten Ergebnisse wurden noch einmal im Bereich ihrer Sweep Range Bandpass-gefiltert (6 Hz - 12 Hz - 48 Hz - 60 Hz). Bei dem Profil DEK84-2S wurde ein zeitvariabler Bandpass angewendet, der wie folgt parametrisiert wurde:

0 ms - 1800 ms:	6 Hz - 12 Hz - 72 Hz - 90 Hz
2000 ms - 4600 ms:	5 Hz - 10 Hz - 60 Hz - 80 Hz
4800 ms - 10000 ms:	3 Hz - 8 Hz - 40 Hz - 60 Hz
10200 ms - 20000 ms:	3 Hz - 8 Hz - 19 Hz - 38 Hz

4.4.5 Nullphasen-Umwandlung

Der Operator zur Nullphasen-Transformation (Zero-Phasing) wurde auf der Grundlage eines gemittelten, minimalphasigen Wavelets bestimmt, welches aus der finalen PreSTM-Stapelung statistisch extrahiert wurde. Die Zunahme der Impedanz wird durch einen positiven Wert repräsentiert.

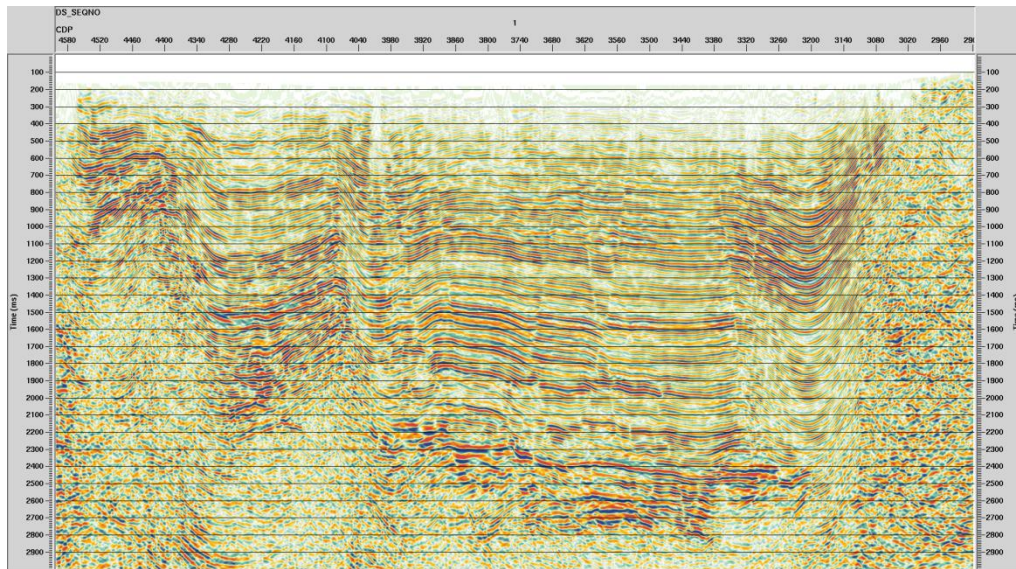


Abb. 4.35: PreSTM (zoomed) – DEK88-9N

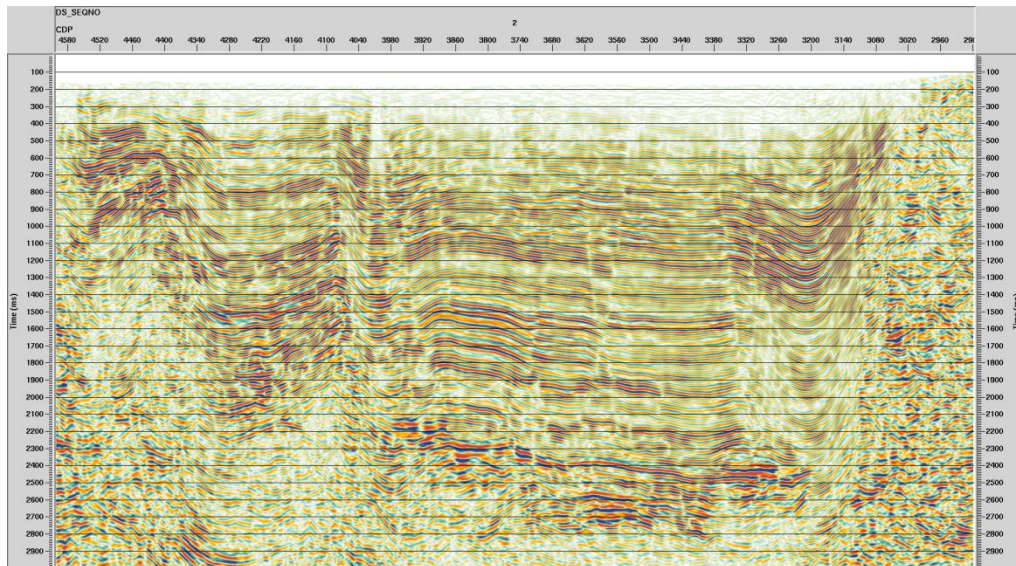


Abb. 4.36: PreSTM (zoomed) nach Post-Stack Noisecleaning – DEK88-9N

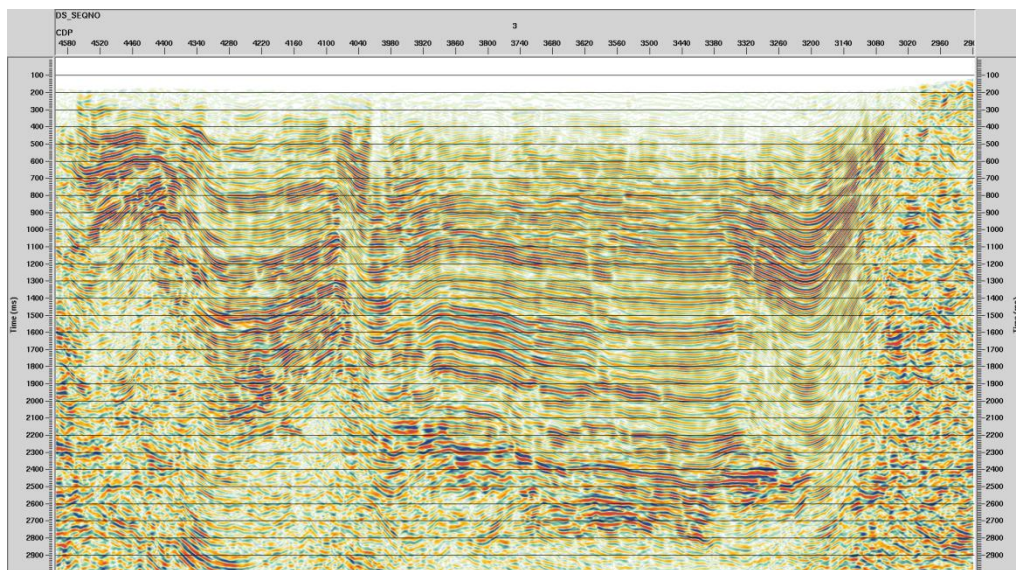


Abb. 4.37: PreSTM (zoomed) nach Post-Stack Noisecleaning und Nullphasen Transformation – DEK88-9N

5 Attributanalysen

Um möglichst viele zusätzliche Informationen aus den prozessierten Daten zu gewinnen, wurden fünf Attribute für das Profil DEK88-9N basierend auf der finalen PreSTM-Stapelung bestimmt. Es handelte sich dabei um den Q-Factor, die RMS-Amplitude, Frequency-Slope, Instantaneous-Frequency, Instantaneous-Phase und die Similarity.

Diese Attribute wurden zunächst nur für das Profil DEK88-9N testweise berechnet, um den Nutzen selbiger in Erfahrung zu bringen. Nach deren Prüfung hat der Kunde entschieden, diese Attribute für keine weiteren Profile berechnen zu lassen.

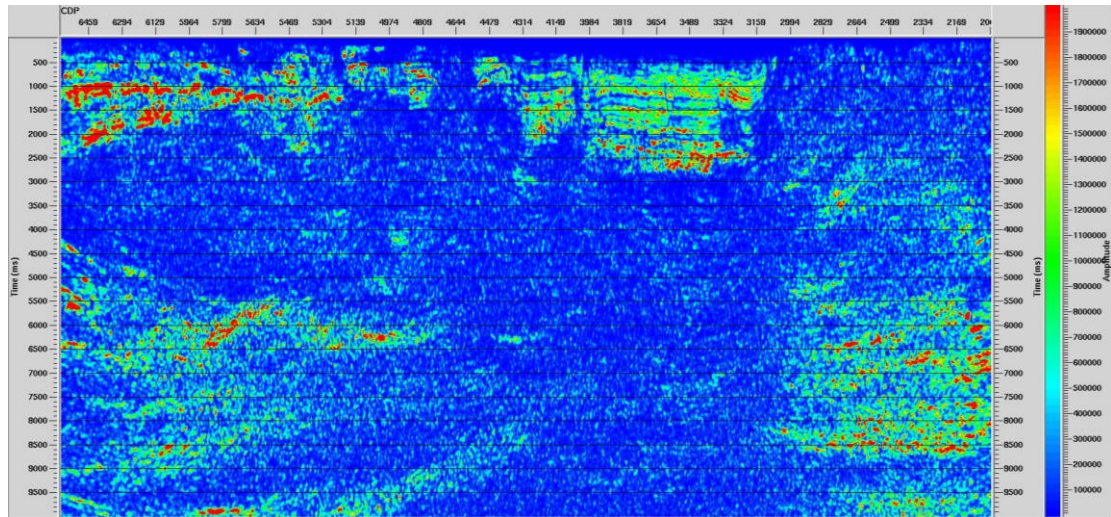


Abb. 5.38: Q-Factor – DEK88-9N

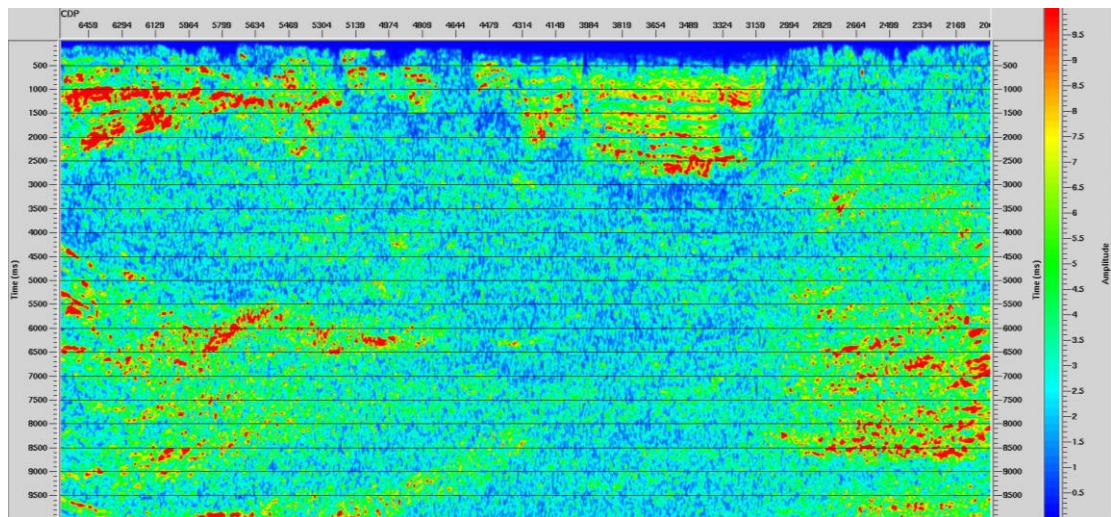


Abb. 5.39: RMS-Amplitude – DEK88-9N

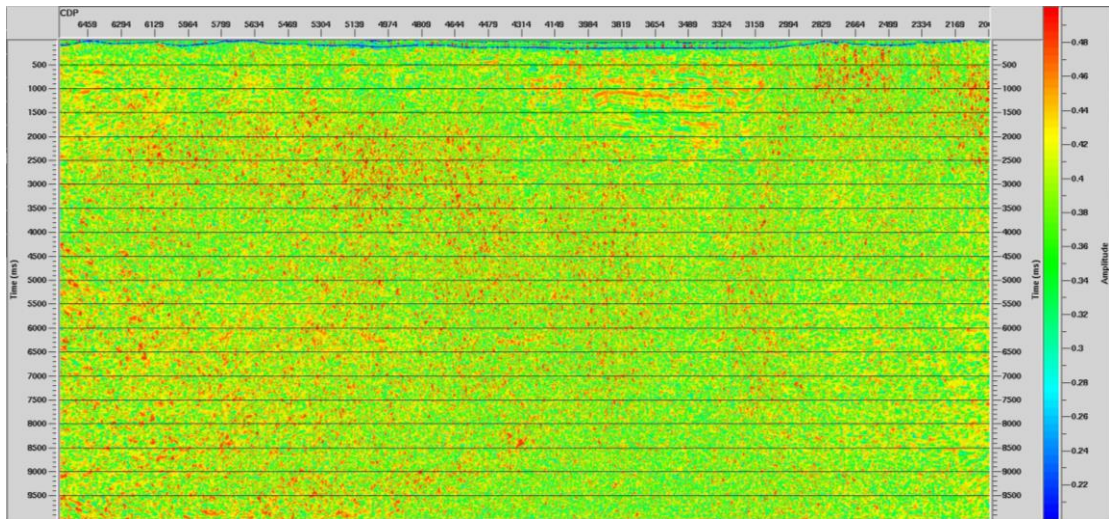


Abb. 5.40: Frequency-Slope – DEK88-9N

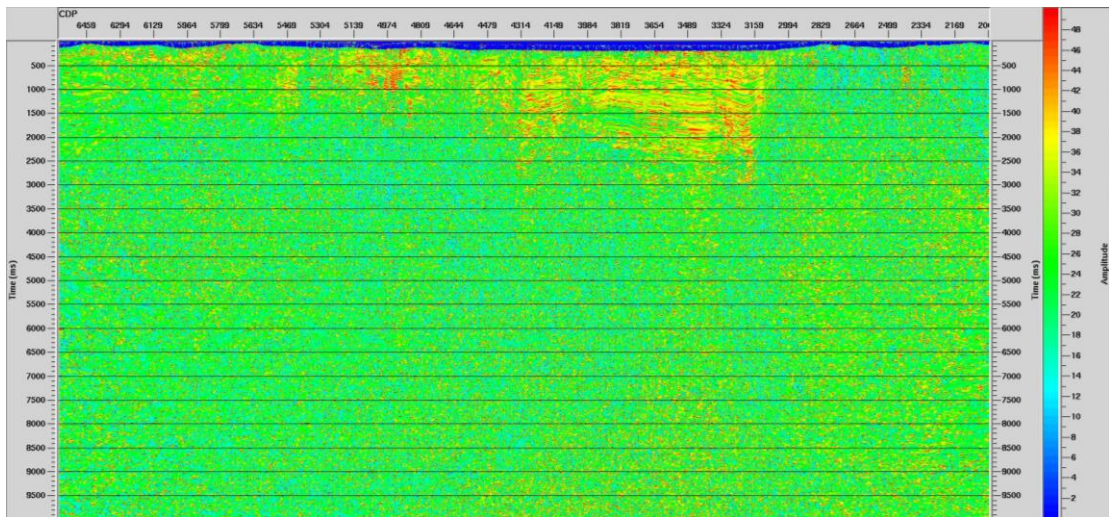


Abb. 5.41: Instantaneous-Frequency – DEK88-9N

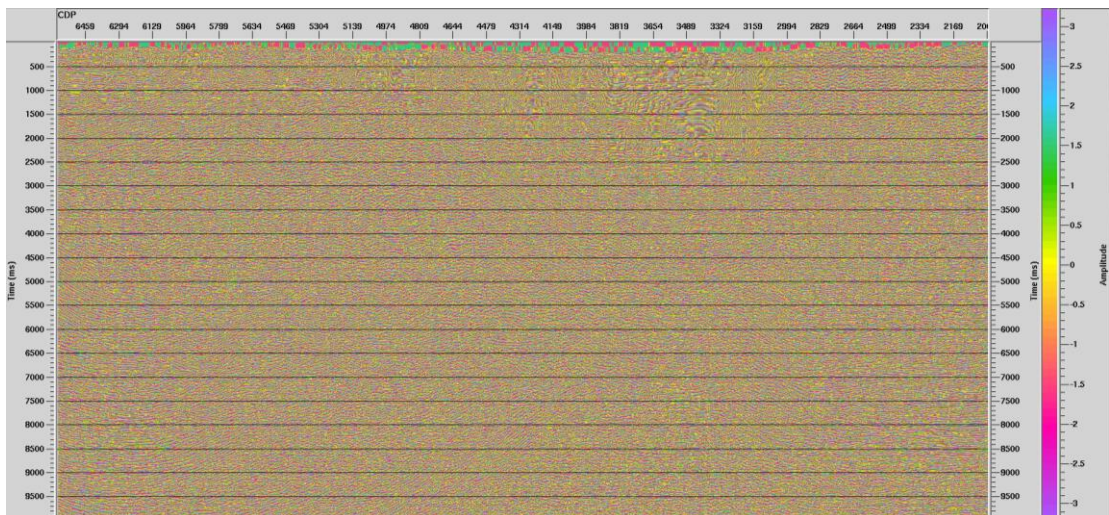


Abb. 5.42: Instantaneous-Phase – DEK88-9N

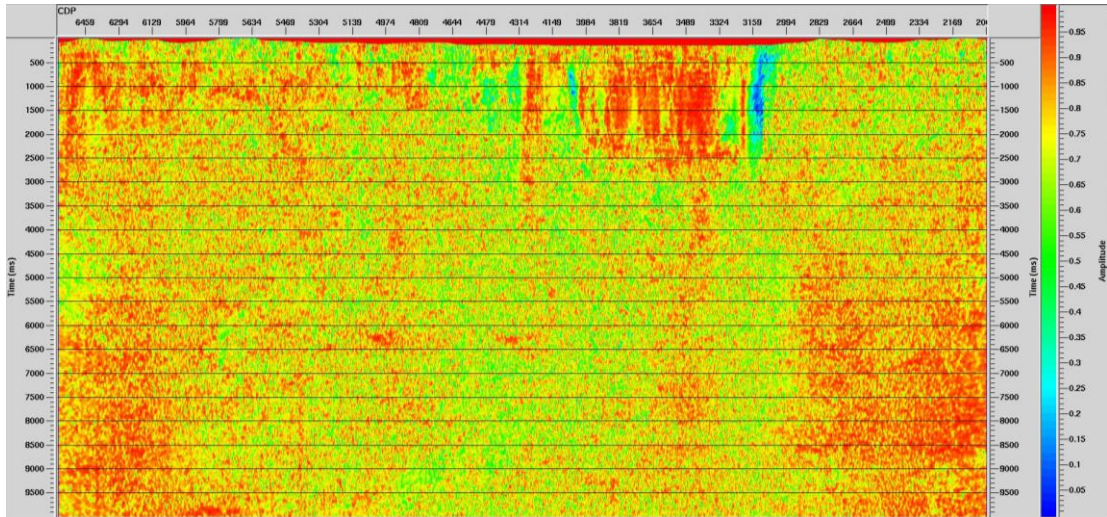


Abb. 5.43: Similarity – DEK88-9N

6 PreStack-Tiefenmigration (PreSDM)

Aufbauend auf die Bearbeitung der Daten im Zeitbereich wurde eine PreStack-Tiefenmigration durchgeführt. Es wurden hierzu die im Laufe der Zeitbearbeitung erstellten preprozessierten CMP-Gather, die oberflächennahen Geschwindigkeitsfelder der Tauchwellen-Tomografie, die finalen PreSTM-Geschwindigkeitsfelder und die vom GFZ Potsdam bereitgestellten Krustengeschwindigkeitsmodelle verwendet.

Für die hochauflösende lage- und teufenrichtige seismische Abbildung von komplexen geologischen Strukturen in Verbindung mit lateral stark variierenden Geschwindigkeiten, ist die Tiefenmigration der Daten unbedingt notwendig. Im Gegensatz zu den seismischen Migrationsverfahren im Zeitbereich wird bei den Tiefenmigrationen neben dem Diffraktionsterm auch der sogenannte 'thin lens'-Term der Dispersionsrelation der Wellengleichung angewendet, der insbesondere die lateralen Änderungen des Geschwindigkeitsfeldes bei der Fokussierung der seismischen Daten berücksichtigt.

6.1 Erstellen des Geschwindigkeits-Tiefen-Modells

Wesentlicher Bestandteil der seismischen Datenbearbeitung im Tiefenbereich ist die Geschwindigkeits-Tiefen-Modellierung. Das Geschwindigkeitsfeld für die Prestack Tiefenmigration wird im Gegensatz zu konventionellen Geschwindigkeitsanalysen durch tomographische Inversion des Residual Move Outs (RMO) der resultierenden Image-Gather auf iterativem Wege bestimmt.

Der erste Schritt in der Geschwindigkeits-Tiefen-Modellierung ist die Ableitung eines zuverlässigen Startmodells. Das Startmodell wurde durch das Zusammenführen der drei oben genannten Geschwindigkeitsfelder gewonnen. Hierzu wurde das oberflächennahe Geschwindigkeitsfeld der Tauchwellen-Tomografie auf das finale Bezugsniveau gebracht und bis zu einer Tiefe von ca. 2 km beschnitten. Das in der Zeitbearbeitung abgeleitete finale PreSTM-Geschwindigkeitsmodell (RMS-Geschwindigkeiten) wurde in Intervallgeschwindigkeiten konvertiert (Dix-Conversion) und in einem Tiefenbereich von ca. 2 km bis 6 km verwendet. Das Krustengeschwindigkeitsmodell wurde von einer Tiefe ab ca. 6 km bis Endteufe verwendet. Diese drei Modelle wurden kombiniert und nachfolgend horizontgebunden geglättet. Da vom Kunden keine Horizontinterpretationen zur Verfügung standen, wurden diese für die Glättung von DMT Petrologic anhand der identifizierbaren Reflektoren selbst festgelegt. Bereiche die im Modell über der Topografie lagen, wurden mit der jeweiligen Korrektur-Geschwindigkeit aufgefüllt.

Input für die Prestack Tiefenmigration sind die finalen null-phasigen CMP-Gather aus der Zeitbearbeitung der seismischen Daten nach dem Pre-migration Processing (siehe Kapitel 3). Diese Daten wurden auf das jeweilige Bezugsniveau gebracht. Im Folgenden wurden durch Residual Move Out (RMO)-Analysen der resultierenden PreSDM-Gather und tomographische Inversion dieser Informationen das isotrope PreSDM-Geschwindigkeitsmodell iterativ verbessert. Diese Prozedur wurde wiederholt durchgeführt, bis die Reflexionen in den PreSDM-Gather ausgeglichen waren und somit die bestmögliche Abbildungsqualität erzielt wurde.

Normalerweise folgt nach der finalen PreStack-Tiefenmigration, die die bestmögliche Abbildungsqualität liefert, eine notwendige Anpassung der migrierten Tiefensektion an die im Messgebiet vorhandene Bohrung (Depthing). Der Unterschied in der Teufenlage zwischen Tiefenmigration und Bohrungsdaten wird durch das Depthing korrigiert. Da für das Messgebiet jedoch nur unzureichende Bohrungsinformationen zur Verfügung standen, konnte dieser Arbeitsschritt nicht durchgeführt werden.

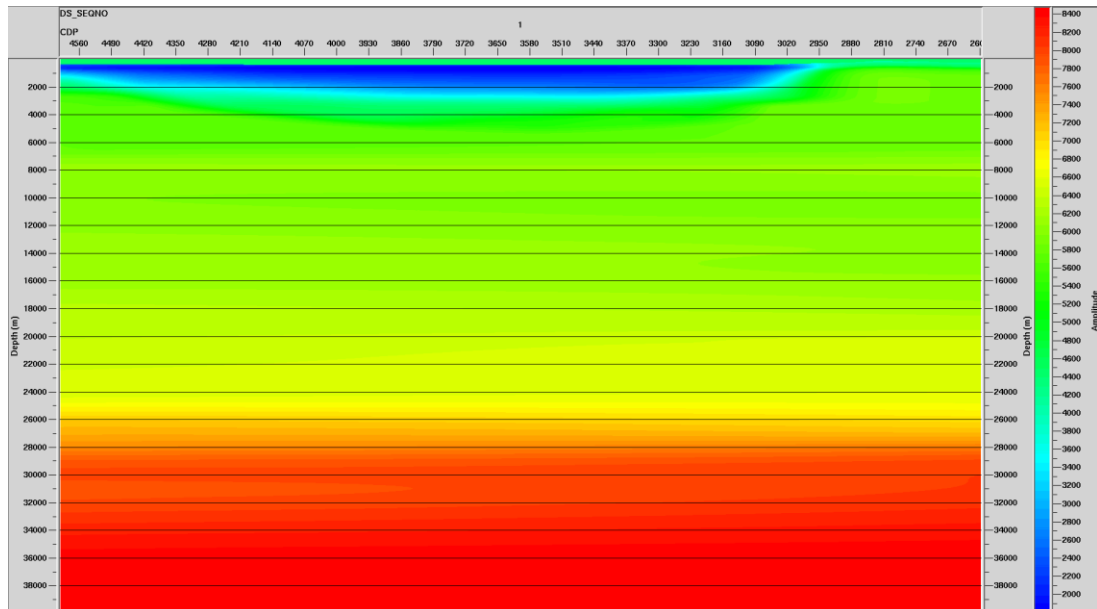


Abb. 6.44: Finale PreSDM Intervallgeschwindigkeiten [ms] (zoomed) – DEK88-9N

6.2 Finale PreStack-Tiefenmigration

Für die Tiefenmigration wurde eine Kirchhoff-PreStack-Tiefenmigration (PreSDM) verwendet. Die Strahllaufzeiten werden mit den Methoden des Raytracing und der Wellenfrontrekonstruktion berechnet. Das Raytracing durch das isotrope Geschwindigkeitsmodell erfolgte unter Verwendung eines maximal Amplituden-Raytracers in Kombination mit einem Eikonal-Solver, um die vom Raytracer hinterlassenen Lücken zu füllen.

Die vom Raytracer gelösten Gleichungen sind die Standard-Strahlungsgleichungen erster Ordnung, die auf der akustischen Annäherung basieren, dass die Scherwellengeschwindigkeit Null ist. Bei jedem Zeitschritt werden die Gleichungen mit der klassischen Runge-Kutta-Methode (RK4) gelöst.

Nach der isotropen Geschwindigkeits-Tiefen-Modellierung wurde die finale Prestack-Tiefenmigration mit folgenden Parametern durchgeführt:

Migrationsverfahren:	Kirchhoff
maximale Migrationsapertur:	0 m - 1000 m 1000 m - 1100 m 2500 m – 1500 m 3000 m - 1800 m 5000 m - 3000 m 16000 m - 9000 m 40000 m – 20000 m

maximaler Winkel: 50°, 10° Taper

maximale Migrationstiefe: 40 km - 70 km

6.3 Post-Migration Processing

Im Tiefenbereich wurde das gleiche Post-Migration Processing angewendet wie im Zeitbereich (siehe Kapitel 4.3).

6.4 Post-Stack Processing

Zur Verbesserung des Signal/Rausch-Verhältnisses der PreSDM-Stapelung wurden die Datensätze zunächst zurück in den Zeitbereich konvertiert und dann mit dem selben Post-Stack-Processing behandelt, wie es bei der Zeitbearbeitung verwendet wurde (siehe Kapitel 4.4). Danach wurden die Daten wieder zurück in den Tiefenbereich konvertiert.

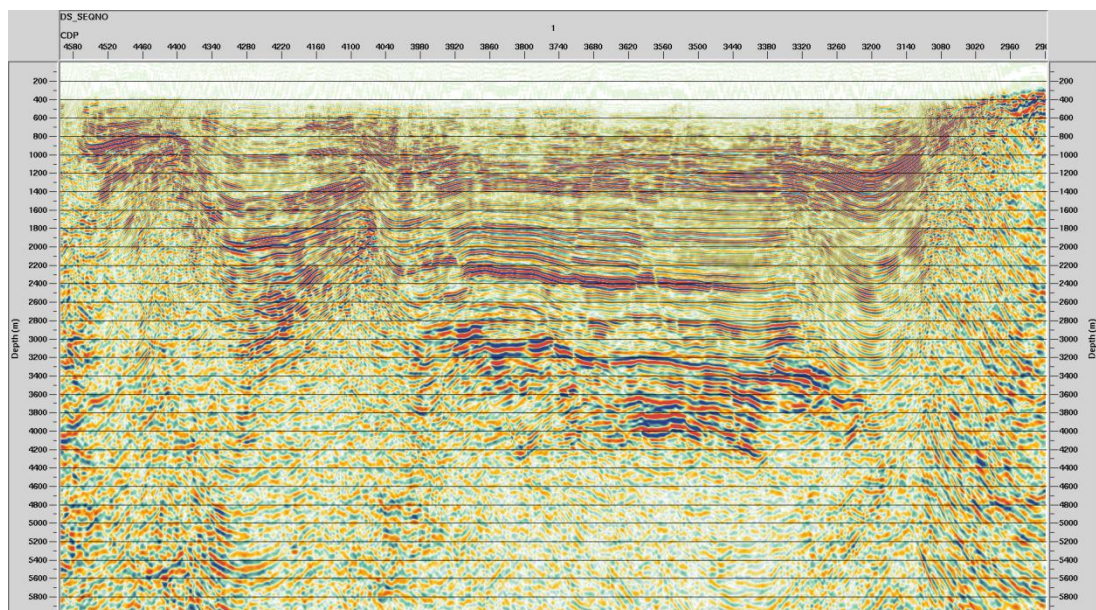


Abb. 6.45: Finale PreSDM (zoomed) nach Post-Stack Noisecleaning – DEK88-9N

7 Datenübergabe

7.1 Ausgaben als SEG-Y

Die Ergebnisse in Zeit und Tiefe wurden zur weiteren Verarbeitung im Interpretationssystem als Dateien im SEG-Y-Format ausgegeben. Die Spuren wurden im Zeitbereich mit einer Spurlänge von 20 s bei der DEK84-2S, 12 s bei der DEK86-2N, 16 s bei der DEK88-9N und 14 s bei DEK90-3A und DEK90-3B mit einer Samplingrate von 4 ms, im Tiefenbereich mit einer Spurlänge von 70 km bei der DEK84-2S, 40 km bei der DEK86-2N, 50 km bei der DEK88-9N und 45 km bei DEK90-3A und DEK90-3B mit einer Samplingrate von 4 m exportiert.

Es wurden folgende Daten übergeben:

Pre-Stack

- Schuss-Gather ohne Processing mit Geometrie; SEG-Y
- CMP-Gather nach Premigration Processing; SEG-Y
- CRS-Gather; SEG-Y
- PreSTM-Gather; SEG-Y
- PreSDM-Gather; SEG-Y

Post-Stack

- Roh-Stapelung ohne post-stack S/R-Verbesserung, unskaliert und nullphasig; SEG-Y
- Finale Stapelung mit post-stack S/R-Verbesserung, skaliert und nullphasig; SEG-Y
- Roh-PostStack-Zeitmigration ohne post-stack S/R-Verbesserung, unskaliert und nullphasig; SEG-Y
- Finale PostStack-Zeitmigration mit post-stack S/R-Verbesserung, skaliert und nullphasig; SEG-Y
- Roh-PreStack-Zeitmigration ohne post-stack S/R-Verbesserung, unskaliert und nullphasig; SEG-Y
- Finale PreStack-Zeitmigration mit post-stack S/R-Verbesserung, skaliert und nullphasig; SEG-Y
- Roh-PreStack-Tiefenmigration, ohne post-stack S/R-Verbesserung, nullphasig; SEG-Y
- Finale PreStack-Tiefenmigration, mit post-stack S/R-Verbesserung, nullphasig; SEG-Y

Geschwindigkeiten

- Stapelung (RMS, Final Datum); SEG-Y
- PostStack-Zeitmigration (Intervall, Final Datum); SEG-Y
- PreStack-Zeitmigration (RMS, Final Datum); SEG-Y
- PreStack-Tiefenmigration (Intervall, Final Datum); SEG-Y

Tauchwellen-Tomografie

- Tomografie-Geschwindigkeitsfeld, ungemuted (Intervall, Tiefe); SEG-Y

- Tomografie-Geschwindigkeitsfeld, gemuted mit Bottom-Mute (Intervall, Tiefe); SEG-Y
- Tomografie-Nodecount, ungemuted (Intervall, Tiefe); SEG-Y

Attribute (nur für DEK88-9N)

- Q-Factor (basierend auf Finale PreStack-Zeitmigration mit post-stack S/R-Verbesserung, skaliert und nullphasig); SEG-Y
- RMS-Amplitude (basierend auf Finale PreStack-Zeitmigration mit post-stack S/R-Verbesserung, skaliert und nullphasig); SEG-Y
- Frequency-Slope (basierend auf Finale PreStack-Zeitmigration mit post-stack S/R-Verbesserung, skaliert und nullphasig); SEG-Y
- Instantaneous-Frequency (basierend auf Finale PreStack-Zeitmigration mit post-stack S/R-Verbesserung, skaliert und nullphasig); SEG-Y
- Instantaneous-Phase (basierend auf Finale PreStack-Zeitmigration mit post-stack S/R-Verbesserung, skaliert und nullphasig); SEG-Y
- Similarity (basierend auf Finale PreStack-Zeitmigration mit post-stack S/R-Verbesserung, skaliert und nullphasig); SEG-Y

Verschiedenes

- Bericht der Datenbearbeitung; PDF
- ProMAX-Archive

8 Zusammenfassung

Der Arbeitsumfang umfasste eine Datenverarbeitung auf dem neuesten Stand der Technik bis hin zur PreStack-Tiefenmigration mit dem Schwerpunkt auf der verbesserten Abbildung geologischer Strukturen im flacheren Krustenbereich bis ca. 6 km Tiefe. Durch die abgestimmte und einheitliche Bearbeitung aller fünf Profile konnte ein vergleichbares und kohärentes Ergebnis erzielt werden. Die CRS-Bearbeitung wurde angewandt, um Random-Noise zu unterdrücken und um kohärente Signale zu verbessern. Die deutlichsten Reflexionen weist das Profil DEK88-9N im Bereich des Rheingrabens auf.

Im Allgemeinen wurden Störsignale sehr gut unterdrückt und die Kontinuität der Abbildung des Untergrundes für alle Profile verbessert. Durch Anwendung von CRS und anschließender PreStack-Zeitmigration konnte dem Kunden ein konsistentes seismisches Bild von erhöhter Qualität zur Verfügung gestellt werden.

Im Vergleich zu der PreStack-Zeitmigration konnte durch die PreStack-Tiefenmigration nur eine limitierte Verbesserung in der Abbildung des Untergrundes erreicht werden, da die Voraussetzung hierfür ohne genaue Horizontinterpretationen und kaum verwertbaren Bohrungsinformationen nicht gegeben war. Die Tiefenmigration liefert aber durch das genaue Geschwindigkeitsfeld vor allem auch lateral korrekt abgebildete Ereignisse, so sind z.B. Störungen an ihren korrekten Positionen abgebildet.

Zur Übersicht und Referenz befindet sich im Anhang ein Flussdiagramm der jeweiligen Processing-Schritte und Ausgaben.

9 Anhang

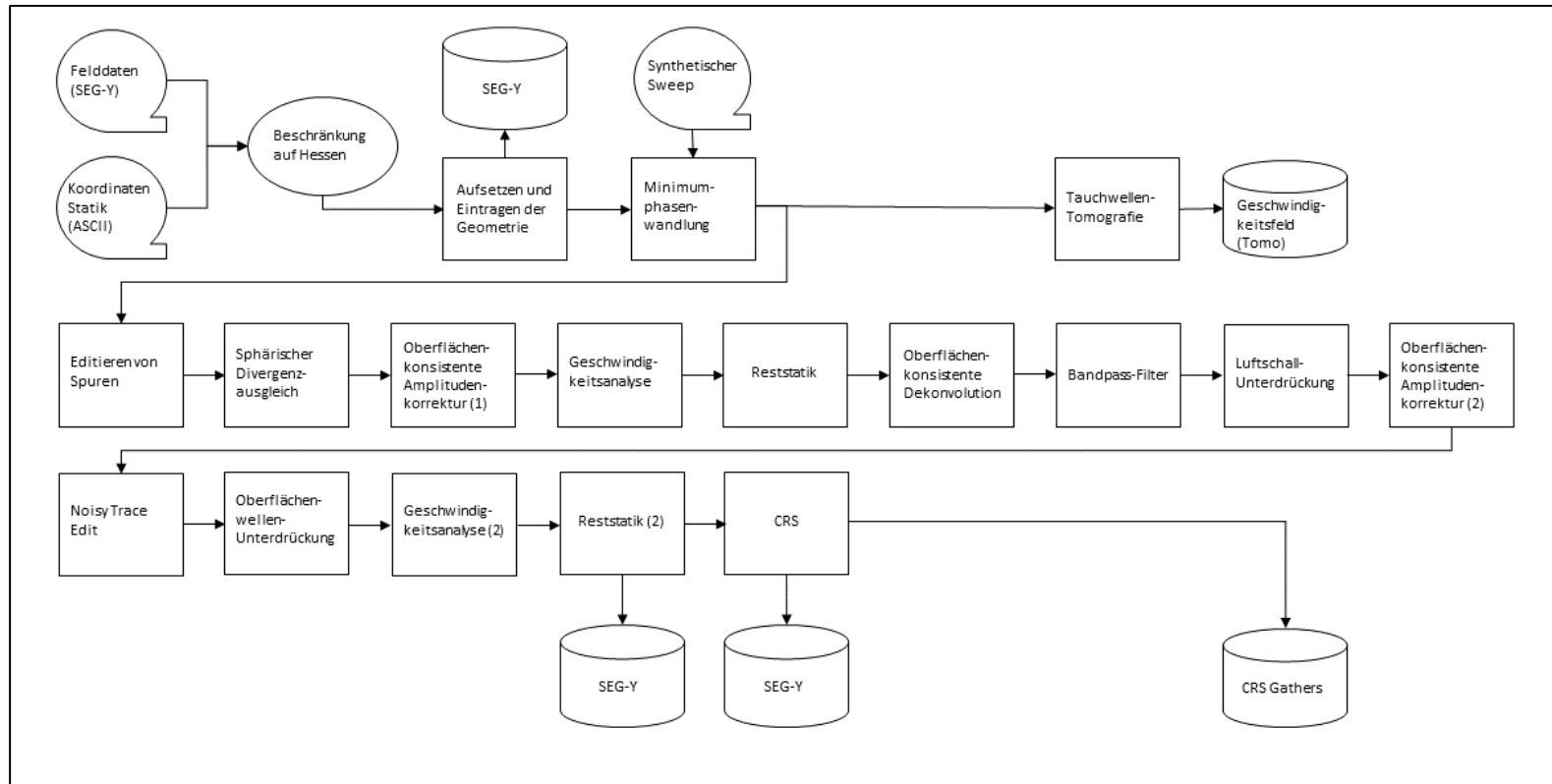


Abb. 9.46: Flussdiagramm Teil 1- Dateneingabe bis CRS

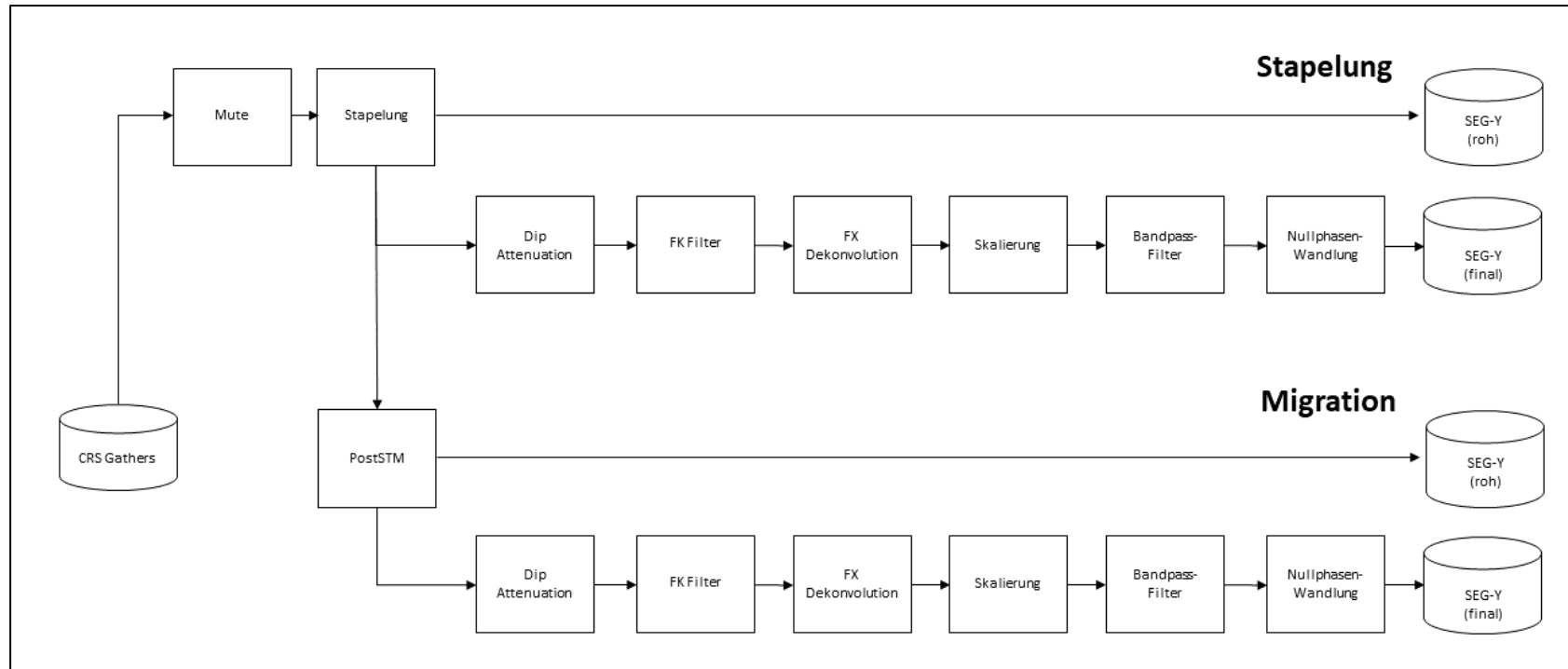


Abb. 9.47: Flussdiagramm Teil 2- Stapelung und PostSTM

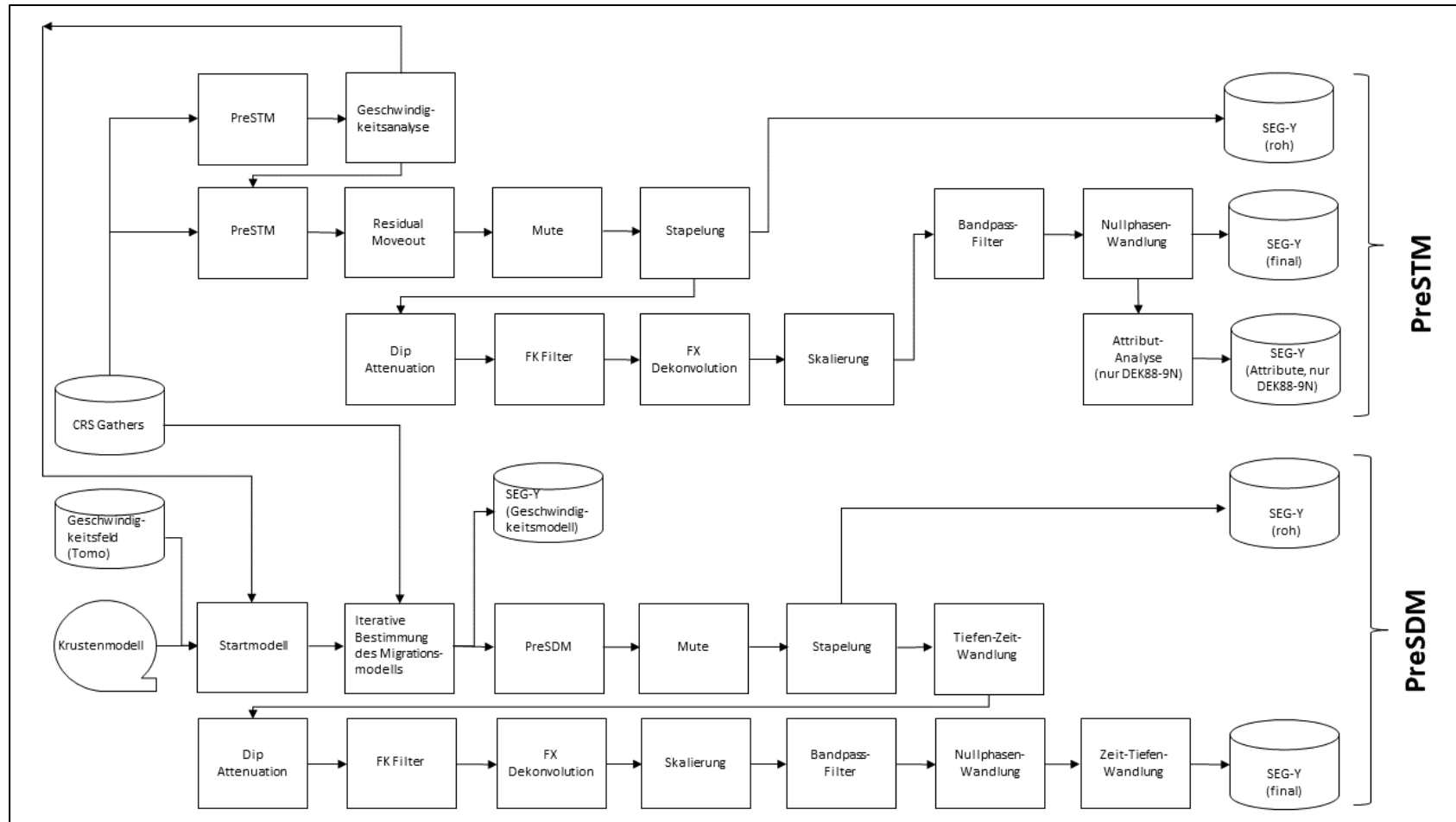


Abb. 9.48: Flussdiagramm Teil 3- PreSTM und PreSDM