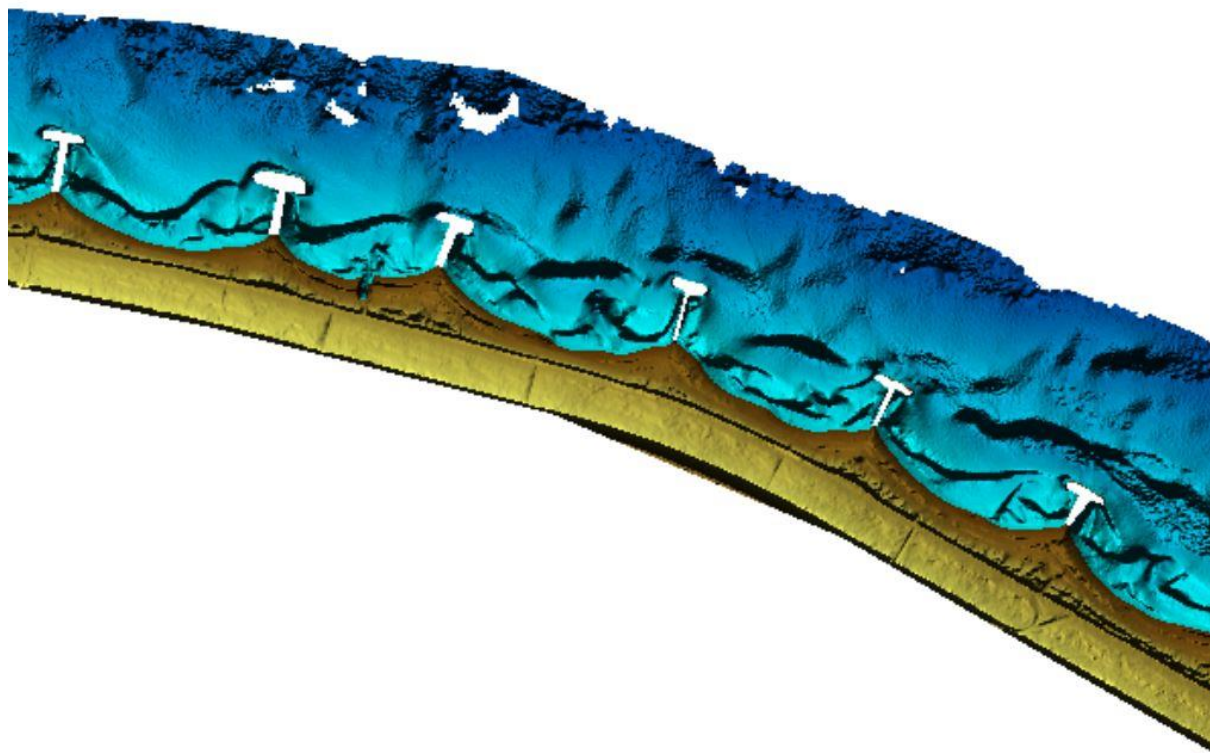


Stabilitätsanalyse Bühnenfelder Schönberg



Bearbeiter:
Dr. Kai Ahrendt
Büro für Umwelt und Küste
Steinstraße 25
24118 Kiel
Kiel, im Oktober 2017

Inhaltsverzeichnis:

Zusammenfassung	
1 Ausgangslage	... 1
2 Datenbestand	... 1
3 Datenaufbereitung	... 2
4 Auswertung	... 2
5 Interpretation	... 3
5.1 Topographie	... 3
5.2 Sedimenttransport	...10
5.3 Bühnenfelder	...12

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Topographische Übersicht	... 5
Abbildung 2: Untersuchungsgebiet mit küstennormalen Profilen von Buhne 18 bis Buhne 40 (Auflösung 5x5m)	... 6
Abbildung 3: Topographie 2012 (Auflösung 1x1m)	... 7
Abbildung 4: Topographie 2016 (Auflösung 1x1m)	... 8
Abbildung 5: Tiefendifferenzen 2016 – 2012 (Auflösung 1x1m)	... 9
Abbildung 6: Wellenverteilung vor der Probstei in 12m Wassertiefe	...11
Abbildung 7: Profilvergleich 2016 -2012	...12
Abbildung 8: Ausschnitt 2016	...12
Abbildung 9: Ausschnitt 2016-2012	...12
Abbildung 10: Sedimenttransportprofil	...13
Abbildung 11: Profilvergleich 2016-2012	...14
Abbildung 12: Ausschnitt 2016	...14
Abbildung 13: Ausschnitt 2016-2012	...14
Abbildung 14: Sedimenttransportkapazitäten	...15
Abbildung 15: Profilvergleich 2016-2012	...16
Abbildung 16: Ausschnitt 2016	...16
Abbildung 17: Ausschnitt 2016-2012	...16
Abbildung 18: Sedimenttransportkapazitäten	...17
Abbildung 19: Profilvergleich 2016-2012	...18
Abbildung 20: Ausschnitt 2016	...18
Abbildung 21: Ausschnitt 2016-2012	...18
Abbildung 22: Sedimenttransportkapazitäten	...19
Abbildung 23: Profilvergleich 2016-2012	...20
Abbildung 24: Ausschnitt 2016	...20
Abbildung 25: Ausschnitt 2016-2012	...20
Abbildung 26: Sedimenttransportkapazitäten	...21
Abbildung 27: Profilvergleich 2016-2012	...22
Abbildung 28: Ausschnitt 2016	...22
Abbildung 29: Ausschnitt 2016-2012	...22
Abbildung 30: Sedimenttransportkapazitäten	...23
Abbildung 31: Profilvergleich 2016-2012	...24
Abbildung 32: Ausschnitt 2016	...24
Abbildung 33: Ausschnitt 2016-2012	...24
Abbildung 34: Sedimenttransportkapazitäten	...25
Abbildung 35: Profilvergleich 2016-2012	...26
Abbildung 36: Ausschnitt 2016	...26

Abbildung 37: Ausschnitt 2016-2012	...26
Abbildung 38: Sedimenttransportkapazitäten	...27
Abbildung 39: Profilvergleich 2016-2012	...28
Abbildung 40: Ausschnitt 2016	...28
Abbildung 41: Ausschnitt 2016-2012	...28
Abbildung 42: Sedimenttransportkapazitäten	...29
Abbildung 43: Profilvergleich 2016-2012	...30
Abbildung 44: Ausschnitt 2016	...30
Abbildung 45: Ausschnitt 2016-2012	...30
Abbildung 46: Sedimenttransportkapazitäten	...31
Abbildung 47: Profilvergleich 2016-2012	...32
Abbildung 48: Ausschnitt 2016	...32
Abbildung 49: Ausschnitt 2016-2012	...32
Abbildung 50: Sedimenttransportkapazitäten	...33
Abbildung 51: Ausschnitt 2016	...34
Abbildung 52: Ausschnitt 2016-2012	...34
Abbildung 53: Sedimenttransportkapazitäten	...35
Abbildung 54: Profilvergleich 2016-2012	...36
Abbildung 55: Ausschnitt 2016	...37
Abbildung 56: Ausschnitt 2016-2012	...37
Abbildung 57: Sedimenttransportkapazitäten	...37
Abbildung 58: Profilvergleich 2016-2012	...38
Abbildung 59: Ausschnitt 2016	...39
Abbildung 60: Ausschnitt 2016-2012	...39
Abbildung 61: Sedimenttransportkapazitäten	...39
Abbildung 62: Profilvergleich 2016-2012	...40
Abbildung 63: Ausschnitt 2016	...41
Abbildung 64: Ausschnitt 2016-2014	...41
Abbildung 65: Sedimenttransportkapazitäten	...41
Abbildung 66: Profilvergleich 2016-2012	...42
Abbildung 67: Ausschnitt 2016	...43
Abbildung 68: Ausschnitt 2016-2012	...43
Abbildung 69: Sedimenttransportkapazitäten	...43
Abbildung 70: Profilvergleich 2016-2012	...44
Abbildung 71: Ausschnitt 2016	...44
Abbildung 72: Ausschnitt 2016-2012	...44
Abbildung 73: Sedimenttransportkapazitäten	...45
Abbildung 74: Profilvergleich 2016-2012	...46
Abbildung 75: Ausschnitt 2016	...46

Abbildung 76: Ausschnitt 2016-2012	...46
Abbildung 77: Sedimenttransportkapazitäten	...47
Abbildung 78: Profilvergleich 2016-2012	...48
Abbildung 79: Ausschnitt 2016	...48
Abbildung 80: Ausschnitt 2016-2012	...48
Abbildung 81: Sedimenttransportkapazitäten	...49
Abbildung 82: Profilvergleich 2016-2012	...50
Abbildung 83: Ausschnitt 2016	...50
Abbildung 84: Ausschnitt 2016-2012	...50
Abbildung 85: Sedimenttransportkapazitäten	...51
Abbildung 86: Profilvergleich 2016-2012	...52
Abbildung 87: Ausschnitt 2016	...52
Abbildung 88: Ausschnitt 2016-2012	...52
Abbildung 89: Sedimenttransportkapazitäten	...53
Abbildung 90: Profilvergleich 2016-2012	...54
Abbildung 91: Ausschnitt 2016	...54
Abbildung 92: Ausschnitt 2016-2012	...54
Abbildung 93: Sedimenttransportkapazitäten	...55
Abbildung 94: Profilvergleich 2016-2012	...56
Abbildung 95: Ausschnitt 2016	...56
Abbildung 96: Ausschnitt 2016-2012	...56
Abbildung 97: Sedimenttransportkapazitäten	...57

Tabellen:

Tabelle : Theoretische Sedimenttransportkapazitäten 2016

...10

Zusammenfassung

Die hochauflösenden Vermessungsdaten des LKN aus den Jahren 2012 und 2016 stellen eine hervorragende Datenbasis für die Auswertung der morphologischen Veränderungen und des Sedimenthaushaltes dar. Wellendaten aus dem Jahr 2017 direkt aus dem Gebiet lassen eine Ermittlung der theoretischen Sedimenttransportkapazitäten zu.

Von Buhne 18 bis Buhne 30 ist die klassische küstennormale Abfolge von Strand, Rinne, Riff, Seegrund stark gestört, da die Buhnen einen küstenparallelen pendelnden Sedimenttransport stören. Ab Buhne 30 beginnt sich die küstennormale Formation zu stabilisieren. Von Buhne 31 bis Buhne 38 ist die Strand-Rinne-Riff mehr oder minder gut ausgebildet. Die letzten beiden Buhnen stören diese Ausbildung leicht.

Zurückzuführen ist dies auf den sich verändernden Winkel der Küstenlinie zur Hauptwellenangriffsrichtung. Buhnen wirken bei einseitigem Wellenangriff besser als bei wechselnden Wellenanlafrichtungen (Buhne 18 bis 30).

Zwischen 2012 und 2016 verliert das Gebiet ca. 70.000m³ Sand. Dies findet vor allem in den Bühnenfeldern 18-29 statt. In den weiter östlich gelegenen Bühnenfeldern kommt es zu leichter Sedimentzunahme.

Jedes Bühnenfeld wird separat betrachtet und mögliche Maßnahmen zur Diskussion gestellt.

1 Ausgangslage

Der Landesschutzdeich in der Probstei wurde auf einem ehemaligen Strandwall gebaut. Hierdurch ging der natürliche Strand verloren, die Bühnenfelder wurden einmalig aufgefüllt (1986 192.400m³, 1989 110.000m³ und 1990 206.800m³). Der küstenparallele Sedimenttransport wurde durch den Bühnenbau unterbrochen, sodass der Strand unter permanentem Sedimentverlust leidet. Dieser Sedimentverlust wurde in den letzten Jahren durch künstliche Sedimentzufuhr nur bedingt ausgeglichen.

Die einzelnen Bühnenfelder zeigen bei den Sedimenttransportraten (Anlandung, Abtrag, Quer- und Längstransport) ein unterschiedliches Verhalten. Hierfür gibt es verschiedene Gründe.

Neben menschlichen Eingriffen wie Auflockerung des Strandsedimentes durch Treibselentfernung oder „Strandharken“ sowie Sandaufschiebungen aus dem Vorstrand können auch natürliche Rahmenbedingungen wie Exposition der Küstenlinie gegenüber der Hauptwellenangriffsrichtung für die jeweilige Sandsituation in den Bühnenbereichen verantwortlich sein. Für ein nachhaltiges Sedimentmanagement sind Kenntnisse über die Gründe unabdingbar.

Für die Analyse einer Optimierung der Verweildauer des Sedimentes im System stehen in diesem Bereich bestmögliche Messdaten zur Verfügung. Dies sind aktuelle, hochauflösende Vermessungsdaten und Wellenmessungen direkt im Gebiet. Mit diesen Daten kann ein hochauflösendes digitales Geländemodell (Land-Meer übergreifend) aufgebaut werden und für das küstennormale Profil eines jedes Bühnenfeldes die Sedimenttransportkapazitäten berechnet werden. Ebenso können unterschiedliche Sedimentqualitäten (Korngröße) und Vorspülprofile betrachtet werden.

Die Ergebnisse dienen dann einerseits der Kostenreduzierung für Aufspülungen sowie zur Definition eines Maßnahmenkatalogs zur Strandstabilisierung.

2 Datenbestand

Es standen drei unterschiedliche topographische Datensätze zur Verfügung. Für den Bereich der kompletten Bühnenreihe der Probstei Daten vom BSH Server heruntergeladen werden. Hierbei handelt es sich um Daten aus dem Jahre 1995 von -1m bis zu -15m Wassertiefe. Die Daten liegen in einem unstrukturierten Raster mit einem Datenabstand von einigen zehner Meter und einer Höhengenaugigkeit von einigen Zentimetern vor.

Des Weiteren standen zwei Laserscan Vermessungen des LKN aus den Jahren 12.07.2012 und 21.05.2016 für den Bühnenbereich der Gemeinde Schönberg (Bühne 18 bis Bühne 40) zur Verfügung. Diese Datensätze haben ein festes Raster mit konstantem Datenabstand von

einem Meter und einer Höhengenaugigkeit von 1cm. Diese Daten reichen von der Deichkrone bis ca. zur -4m Tiefenlinie.

Wellendaten lagen vom 21.01.2017 – 15.08.2017 von den beiden Messstationen vor der Probstei vor. Eine Messlokation liegt in 12m Wassertiefe bei R 32594774.199 und H 6034885.844, die andere in 3m Wassertiefe bei R 32591835.313 und H 6031052.588.

Plausibilisierte Wasserstandsdaten konnten von der WSV Lübeck für das Jahr 2017 noch nicht zur Verfügung gestellt werden.

3 Datenaufbereitung

Für den „Gesamtbereich“ wurden die BSH Daten und die Daten des LKN von 2016 in einen Datensatz übertragen. Daraus wurde mittels des kriging-Verfahrens ein 5x5m Raster von der Deichkrone bis zur ca. -15m Tiefenlinien generiert.

Für den Bereich von Buhne 18 bis Buhne 40 wurden jeweils die Datensätze von 2016 und 2012 in ein identisches 1x1m Raster überführt. Dieses Raster reicht von der Deichkrone bis zur ca. -4m Tiefenlinie.

Für den Volumenvergleich wurden die neu gerechneten 1x1m Raster des LKN der Jahre 2012 und 2016 von der Deichkrone bis zur ca. -4m Tiefenlinie verwendet. Hierbei wurden die Buhnen extrahiert, da keine Höhenwerte für die Buhnen vorliegen.

Für die Sedimenttransportkapazitätsberechnung wurden topographische Profile für jedes Buhnenfeld aus dem 5x5m Raster von der Deichkrone bis zu -8m Tiefenlinie generiert. Für diese Berechnungen wurde der topographische Datensatz des Jahres 2016 verwendet. Hinzu kommt ein Datensatz mit Angabe von Korngröße, Sedimentsinkgeschwindigkeit etc. für jedem Datenpunkt sowie Wellenhöhe, Wellenperiode, Wellenrichtung, Wellenhäufigkeit im Zeitintervall von 10 Minuten von der Station in 12m Wassertiefe.

Zusätzlich wurde der Winkel des Profils gegen Nord aus der topographischen Karte „Gesamtbereich“ ermittelt, da das Verhältnis zwischen diesem Winkel und der Wellenanlaufrichtung ausschlaggebend für den Sedimenttransport ist.

4 Auswertung

Die BSH-Tiefendaten und der bathymetrische Datensatz des LKN aus dem Jahre 2016 wurden mit dem Programm SURFER mittels des kriging Verfahrens und einen Suchradius von 20m in ein 5x5m Raster überführt (s. Abb. 1). Da die BSH Daten teilweise weiter als 20m auseinanderliegen, kommt es in diesen Bereichen zu Lücken, die aber weit außerhalb des zu betrachtenden Bereiches liegen. Ein größerer Suchradius hätte bei dem sehr hochauflösenden LKN Daten zu Ungenauigkeiten geführt. Aus dieser Karte wurden die Profile für die Berechnung des Sedimenttransportes extrahiert. Für jedes Buhnenfeld wurde ein Profil aus der Mitte des Feldes gewählt. Die Profile stehen senkrecht zur Küstenlinie (s. Abb. 2).

Die beiden Vermessungen des LKN wurden ebenfalls mittels des kriging Verfahrens und einem Suchradius von 2m in ein einheitliches 1x1m Raster mit einer exakt identischen Fläche und exakt identischen Gitterpunkten überführt (s. Abb. 3 und 4). Für den Vergleich der Profilentwicklung zwischen den Jahren 2012 und 2016 wurde ebenfalls für jedes Bühnenfeld ein Profil von der Deichkrone bis zur -4m Tiefenlinie ermittelt (s. z.B. Abb.7).

Aufgrund der beiden sehr hochauflösenden Tiefenkarten war es möglich eine Massenbilanz zwischen den Jahren 2012 und 2016 zu erstellen. Durch Subtraktion der beiden Rasterdateien konnte eine entsprechende Massenbilanz erstellt werden (s. Abb. 5).

Die vom LKN zur Verfügung gestellten Wellendaten konnten direkt für die Berechnung der theoretischen Sedimenttransportkapazität genutzt werden (s. Abb. 6). Die Berechnung erfolgte mit dem Softwarepaket MIKE21 und dem Modul Litpack. Die mittlere Korngröße wurde mit 200 μ angenommen, die Sinkgeschwindigkeit bei 18° Wassertemperatur wurde mit 0,022m/s festgelegt. Wichtig zu erwähnen ist, dass bei der Sedimenttransport-Kapazitätsberechnung die Bühnen nicht berücksichtigt werden, sondern das Profil als frei dem Wellenangriff ausgesetzt angenommen wird. Das Ergebnis für jedes Profil ist in der Tabelle angegeben. Negative Werte bedeuten einen Nettotransport nach Westen, wobei der Bruttotransport den Wert des nach Westen und Osten transportierten Materiales darstellt.

5 Interpretation

5.1 Topographie

Vor der gesamten Probstei ist ein Riffsystem ausgebildet, das im Westen vor Wendtorf und Wisch aus bis zu drei Riffen besteht (s. Abb. 1). Vor den Bühnenfeldern 2, 8, und 18 ziehen sich submarine Depression von See bis 850m (Höhe Bühnenfeld 18), 1200m (Höhe Bühnenfeld 2), 1300m (Höhe Bühnenfeld 5) vor die Küstenlinie. Auf Höhe des Bühnenfeldes 28 weist die -7m Tiefenlinie eine Entfernung zur Küste von ca. 1600m auf um ab Bühnenfeld 32 landwärts einzuschwenken. Die -7m Tiefenlinie erreicht auf Höhe des Bühnenfeld 40 dann eine n von ca. 1300m. von der Küstenlinie. Diese Depressionen sind glazial vorgeprägt. Vor den Bühnenfeldern 23 bis 30 ist eine Erhöhung des Meeresbodens bis auf -3,5m in einer Küstenentfernung von ca. 500m erkennbar, die wahrscheinlich eine Mergelhochlage darstellt. Diese Hochlage fungiert wellendämpfend bei Stürmen aus Ost/Nordost. Das tägliche küstennahe Sedimenttransportgeschehen wird durch die Depressionen und die Hochlage kaum beeinflusst.

Der Bereich der Bühnenfelder 18 bis 40 ist auf Abbildung 2 etwas hochauflösender dargestellt. Auf Höhe des Bühnenfeldes 20 schwingt die -5m Tiefenlinie weit seewärts aus und läuft erst ab Buhne 33 mehr oder minder küstenparallel.

Ab der -4m Tiefenlinie bis zur Deichkrone stehen dann die Laserscan-Vermessungen des LKN aus dem Jahre 2012 (Abb. 3) und dem Jahre 2016 (Abb. 4) zur Verfügung. Von Buhne

30 bis 40 ist ein ausgeprägtes durchgehendes Riff vor den Bühnenköpfen ausgebildet. Zwischen den Bühne 26 und 30 rückt das Riff bis an die Bühnenköpfe heran und verlagert sich teilweise auch leicht in die Bühnenfelder. Zwischen den Bühnenfeldern 21 bis 26 hat sich das Riff dann nahezu völlig aufgelöst. Auch zwischen den Bühnen 20 und 21 ist das Riffsystem gestört.

Im Jahre 2016 hat sich das Riff von Bühne 36 bis Bühne 40 in die Bühnenfelder verlagert. Material welches im Winter vor der Küste (Winterstrand) liegt wird üblicher Weise zum Sommer hin landwärts transportiert (Sommerstrand). Zwischen den Bühnen 34 und 36 liegt das Riff noch direkt vor den Bühnenköpfen. Das Bühnenfeld zwischen Bühne 33 und 34 weist keine Riffstrukturen mehr auf. Die Bühnenfelder 29 bis 32 haben noch ein kleines vorgelagertes Riff. Von Bühne 20 bis 28 sind dann wieder kleine Riffstrukturen in den Bühnenfeldern zu erkennen. Weiter westlich ist das vorgelagerte nach wie vor vorhanden. Eine Detailbesprechung jedes Bühnenfeldes findet weiter unten statt.

Die Tiefendifferenz dieser beiden Vermessungen ist in Abbildung 5 dargestellt. Zwischen den Bühnen 18 und 30 gehen zwischen 2012 und 2016 insgesamt ca. 93.000m³ Sediment verloren. Insgesamt sind 2016 ca. 72.000m³ weniger Sediment zwischen den Bühnen 18 bis 40 als 2012 vorhanden. Der Verlust findet zwischen den Bühnen 18 und 28 statt. Hier kommt es zu einem Sedimentverlust von ca. 93.000m³ wohingegen zwischen den Bühnen 29 bis 40 es zu einer Anlandung von ca. 22.000m³ kommt. Die Bühnenfelder 28-33 können als Übergangsregion zu den weiter östlich gelegenen Bühnenfeldern gesehen werden, in denen ca. 22.000m³ mehr Sedimente im Jahre 2016 gegenüber dem Jahre 2012 vorhanden sind. Von Bühne 18 bis 29 ist kaum eine strukturierte Sedimentverlagerung zu erkennen. Erst ab Bühne 33 hat sich das ehemalige Riff landwärts verlagert. Der rote Bereich von Bühne 33 bis 40 auf Abbildung 5 vor den Bühnen stellt keine Rinne, sondern nur ein Abnahme des Höhenniveaus des Vorstrandes dar. Vor der Lage des ehemaligen Riffs ist eine leichte Auffüllung des Vorstrandes festzustellen. Dies spiegelt das klassische Vor- und Zurückweichen von küstenparallelen Strukturen zu unterschiedlichen Jahreszeiten, bzw. unterschiedlichen Welleneinfluss, wieder.

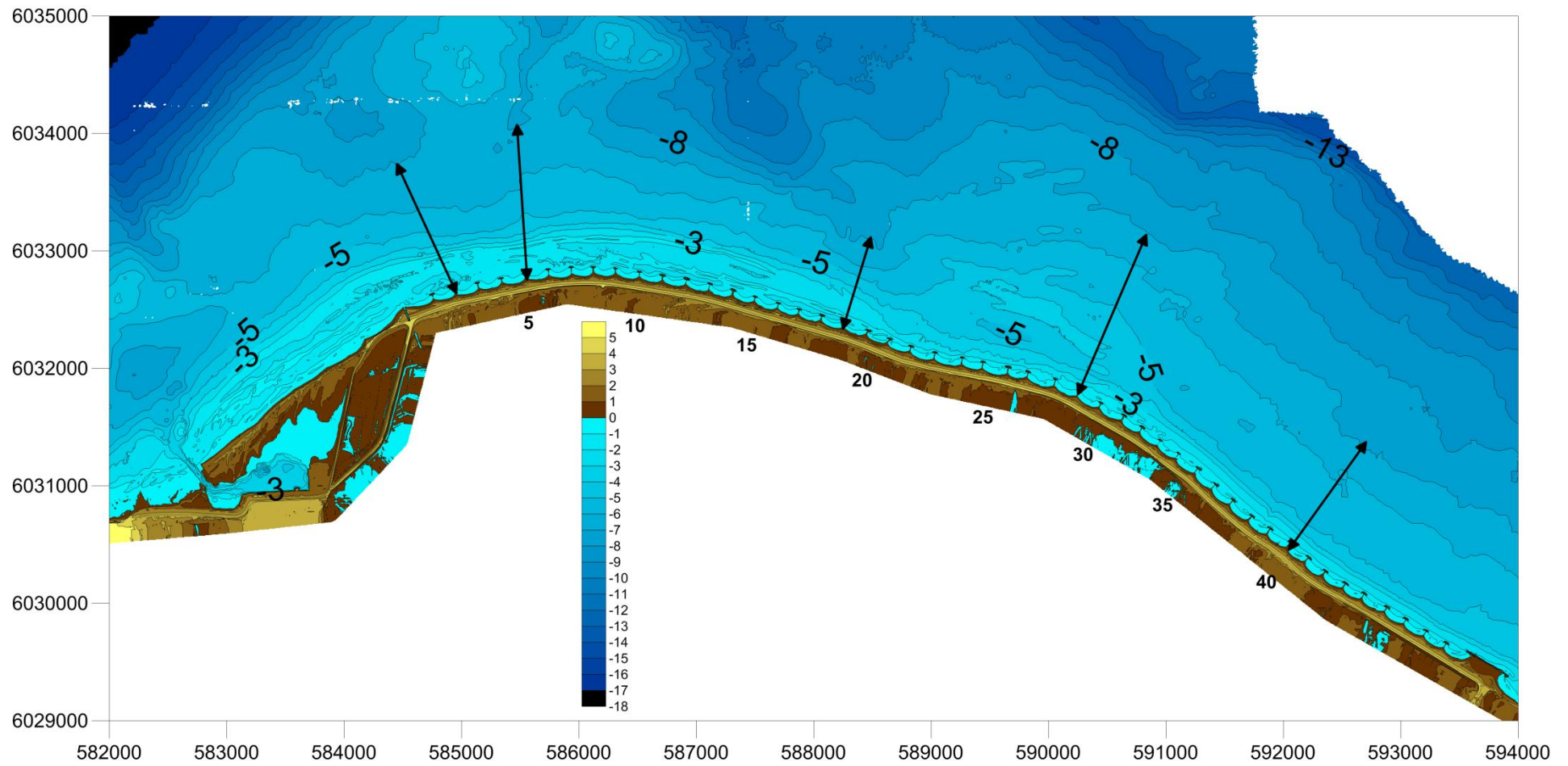


Abbildung 1: Topographische Übersicht, Pfeile: Entfernung der -7m Tiefenlinie von der Küstenlinie

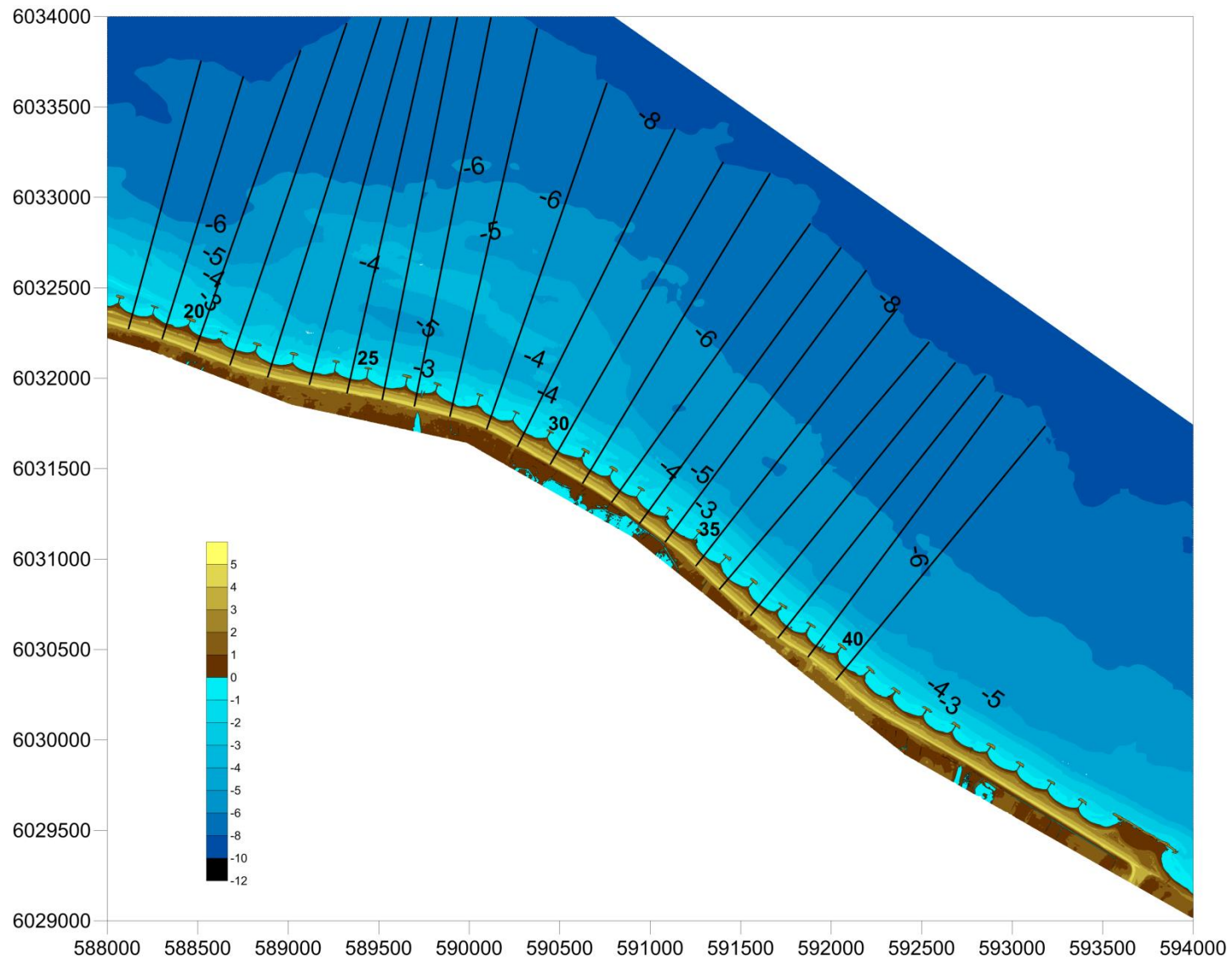


Abbildung 2: Untersuchungsgebiet mit küstennormalen Profilen von Buhne 18 bis Buhne 40 (Auflösung 5x5m)

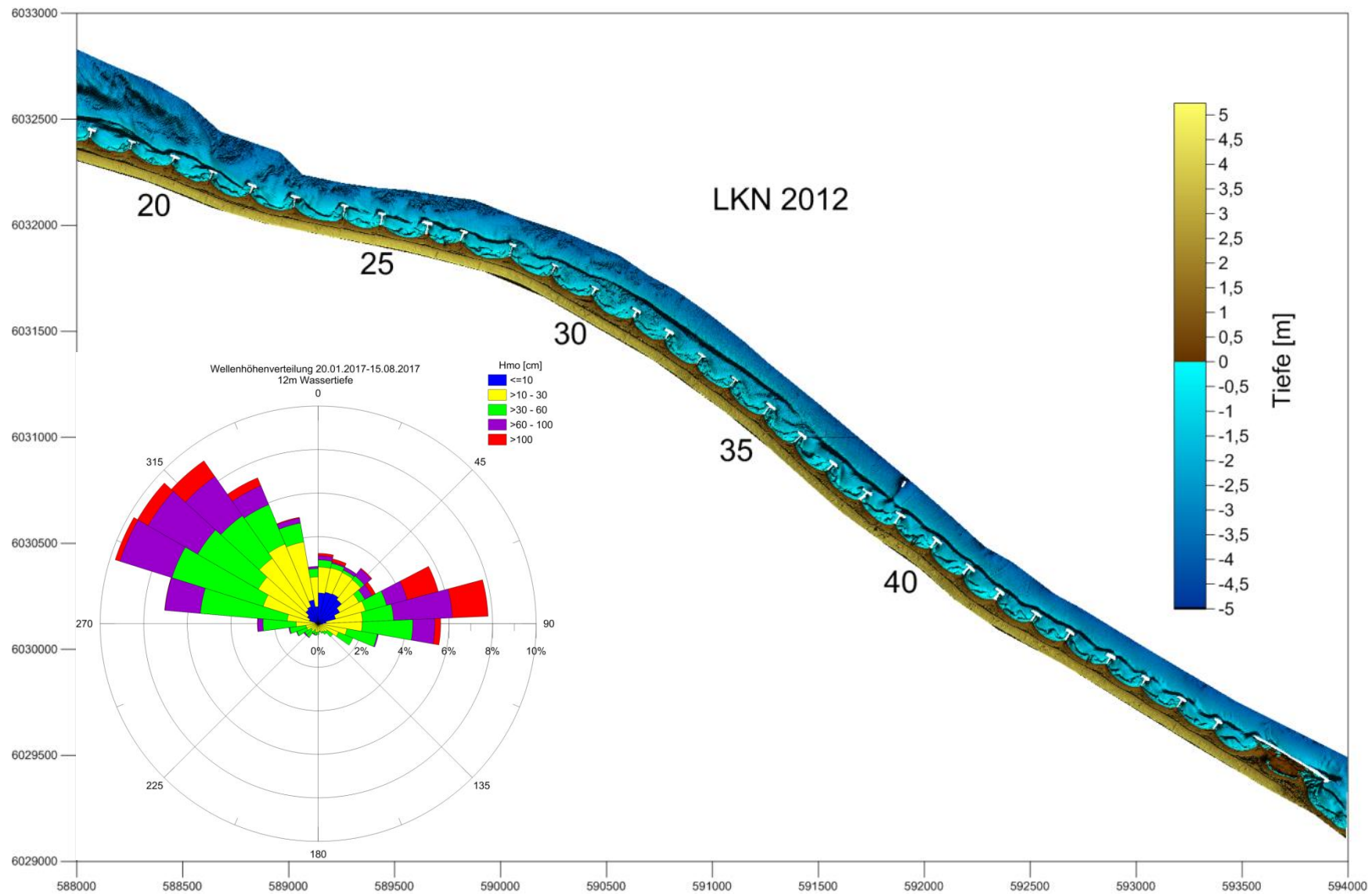


Abbildung 3: Topographie 2012 (Auflösung 1x1m)

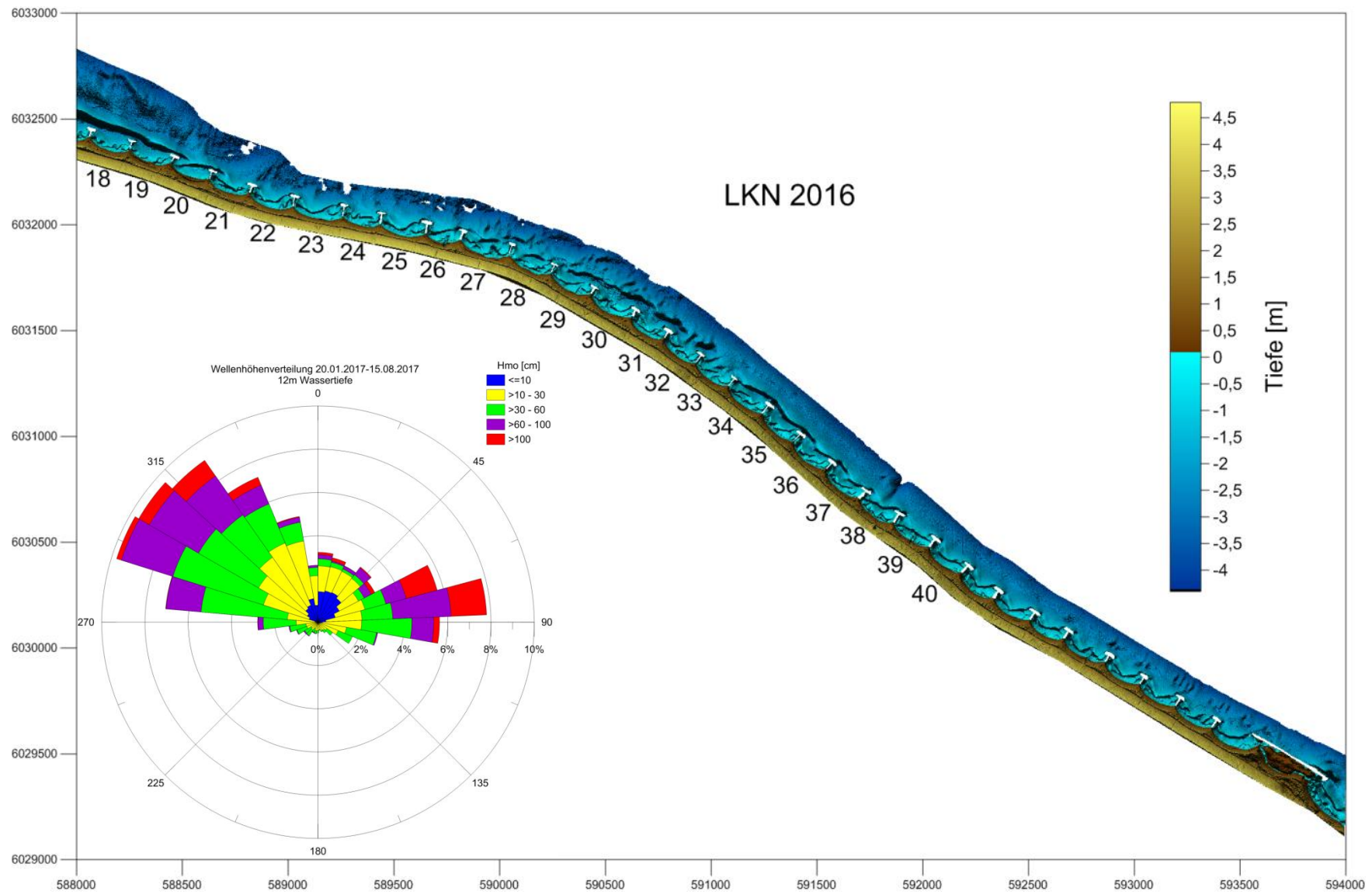


Abbildung 4: Topographie 2016 (Auflösung 1x1m)

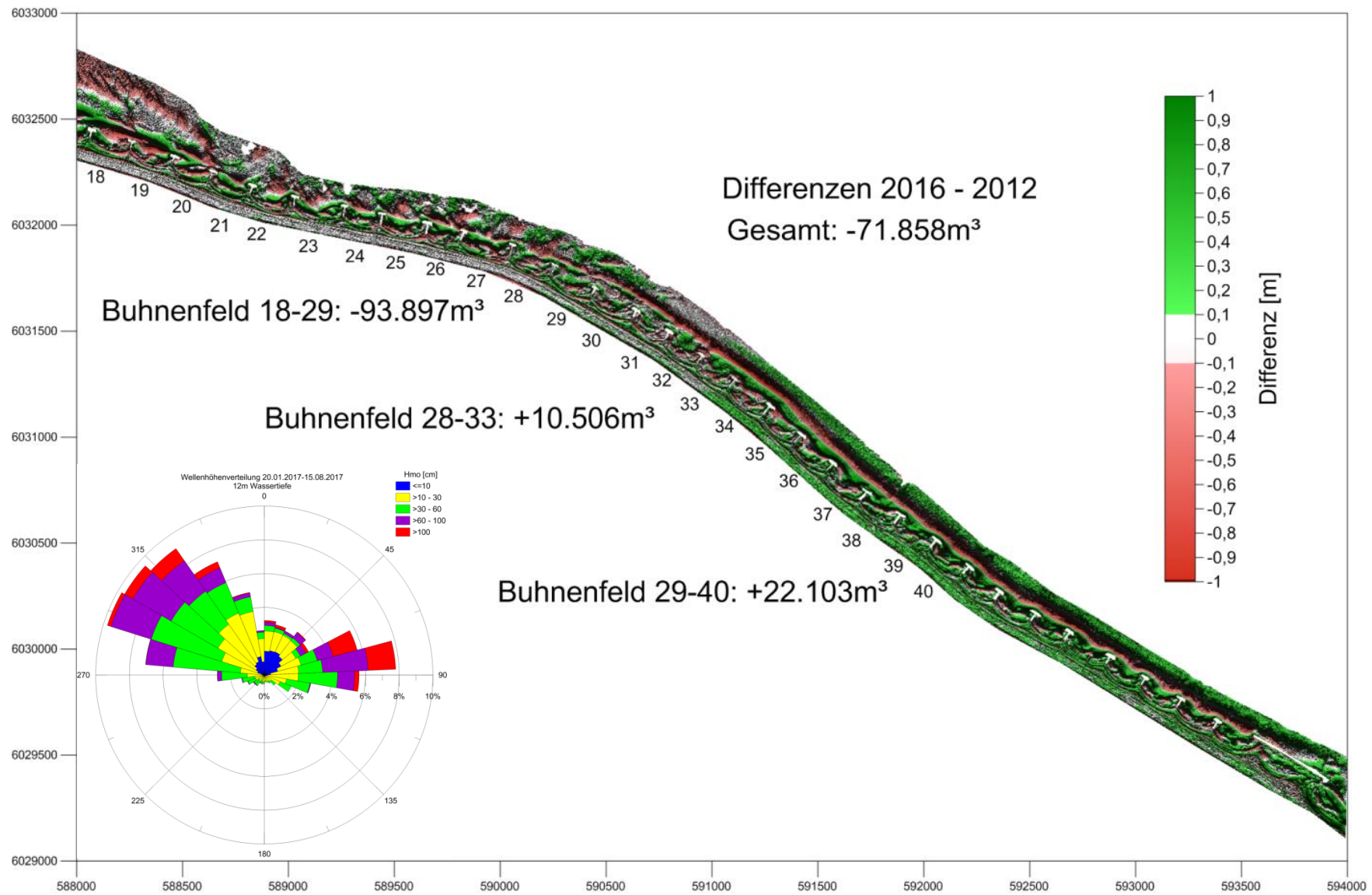


Abbildung 5: Tiefendifferenzen 2016 – 2012 (Auflösung 1x1m)

5.2 Sedimenttransport

Für die Berechnung der theoretischen Sedimenttransportkapazitäten wurden die morphologischen Profile aus der Abbildung 2 als Grundlage genommen. Hierbei handelt es sich um küstennormale Profile mit einem Stützstellenabstand von 5m. Als treibender Faktor für den Sedimenttransport wurde das in Abbildung 6 dargestellte Wellenregime genutzt. Diese Zeitreihe umfasst 207 Tage und nicht wie in der Einheit m³/Jahr zugrunde gelegten 365 Tage. Die theoretischen Sedimenttransportkapazitäten für ein Jahr liegen somit höher. Für den relativen Vergleich der Profile untereinander spielt dies keine Rolle. Die Modellierung setzt voraus, dass der Wellenanriff ungehindert erfolgen kann. Dies ist hier nicht der Fall, da der Sedimenttransport in den Bühnenfeldern behindert ist. Diese Auswirkungen werden weiter unten für die einzelnen Bühnenfelder diskutiert.

Der brutto Sedimenttransport, also der aufsummierte Transport nach Westen und Osten liegt zwischen 40.000m³ und 100.000m³. Hierbei handelt es sich um küstenparallel pendelndes Material. Die „echten Verluste“ liegen zwischen 1.200m³ und 38.000m³. Hohe Bruttotransporte bedeuten dabei nicht auch hohe Nettoverluste. So liegen in den Bühnenfeldern 18 bis 28 die Brutto-transporte relativ hoch, die Verluste sind aber geringer als weiter im Osten. Die Bühnen verhindern aber den ostwärts gerichteten Sedimenttransport, so dass es in Realität zu Sedimentverlust kommt (s. Abb. 5).

Tab. : Theoretische Sedimenttransportkapazitäten 2017

Profil	Netto Sedimenttransport m ³ /Jahr	Brutto Sedimenttransport m ³ /Jahr
18	-17.860	81.960
19	-16.240	72.460
20	-12.190	75.550
21	-21.930	77.010
22	-25.820	100.200
23	-25.680	90.240
24	-5.561	96.560
25	-1.140	67.240
26	-2.798	82.190
27	-3.319	65.510
28	-11.880	61.100
29	-28.590	79.190
30	-21.410	52.340
31	-36.630	75.330
32	-21.100	41.490
33	-20.150	42.610
34	-25.170	47.890
35	-32.310	62.700
36	-28.180	50.240
37	-27.580	51.340
38	-35.880	61.580
39	-31.510	55.470
40	-38.210	64.340

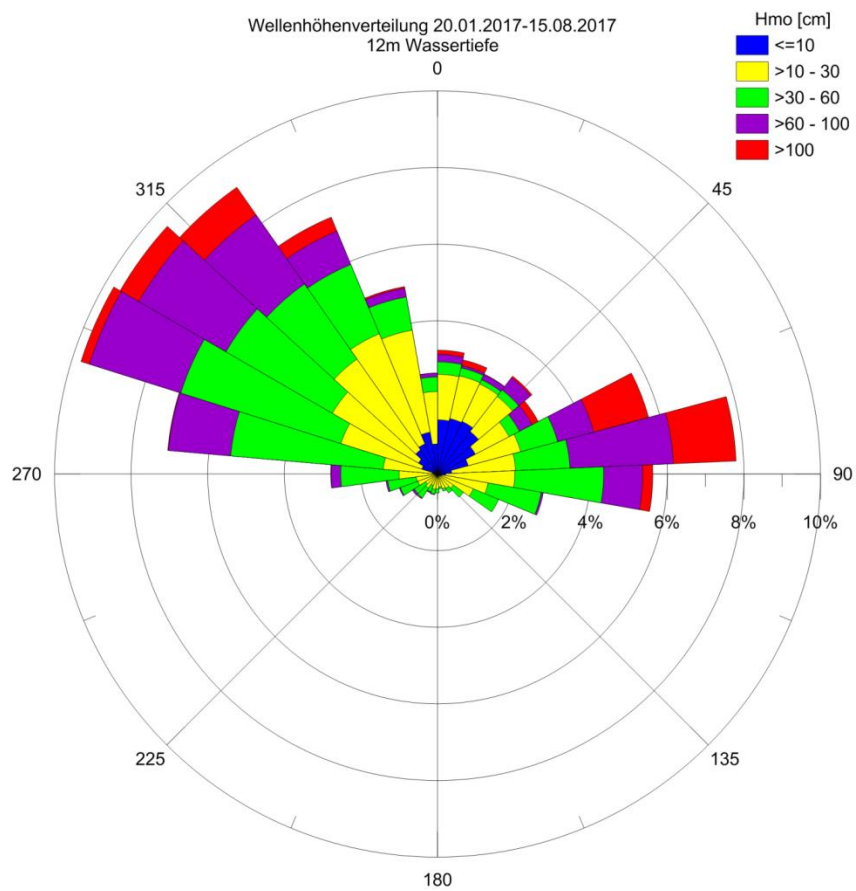


Abbildung 6: Wellenverteilung vor der Probstei in 12m Wassertiefe

5.3 Bühnenfelder

Für alle Bühnenfelder gilt: Farbskala siehe oben, der schwarze Strich in den Profilplots stellt die ungefähre Lage der Querbühne dar.

Bühnenfeld/Profil: 18

Das westlichste Bühnenfeld weist 2016 ein durchgehendes Riff vor den Bühnenköpfen auf (s. Abb. 8). Das Riff hat sich leicht strandwärts verlagert (s. Abb. 7). Dies wird auch auf dem Differenzenplot (s. Abb. 9) deutlich. Bühne 18 hält den Sedimenttransport nach Westen etwas ab, Bühne 19 blockiert allerdings den küstenparallelen Sedimenttransport in das Bühnenfeld hinein. Der küstenparallele Sedimenttransport ohne Bühnen findet hauptsächlich vor dem Bühnenfeld nach Westen statt (s. Abb. 10). Innerhalb des Bühnenfeldes würde bei dem aktuellen Profil aber auch Sediment von Westen ins Bühnenfeld transportiert werden, welches durch die Bühne 18 unterbunden wird.

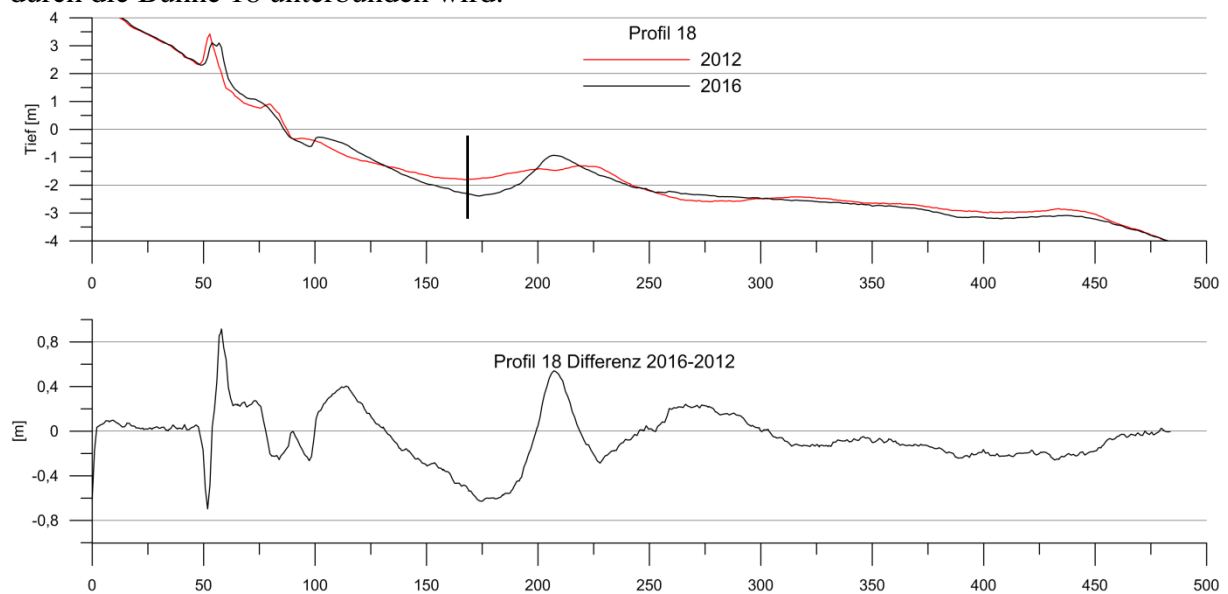


Abbildung 7: Profilvergleich 2016 -2012

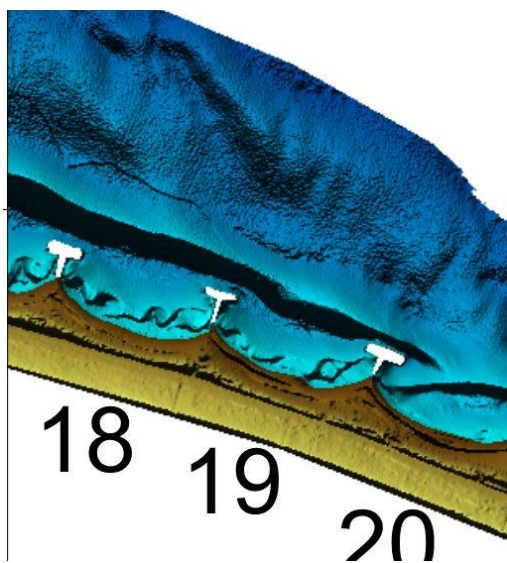


Abbildung 8: Ausschnitt 2016

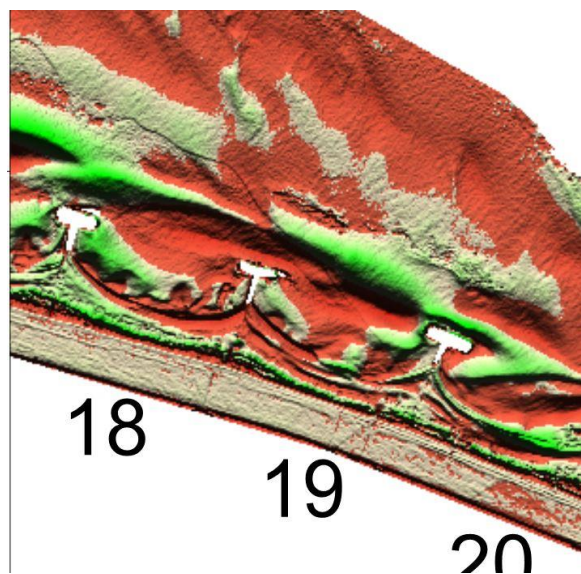


Abbildung 9: Ausschnitt 2016-2012

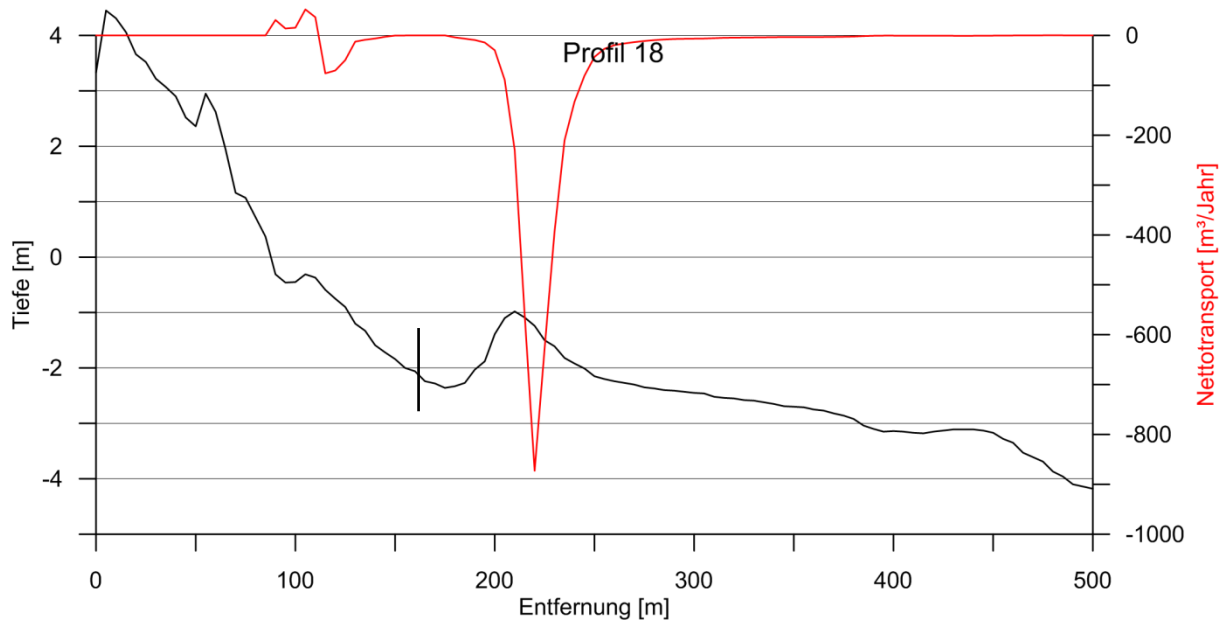


Abbildung 10: Sedimenttransportprofil

Maßnahmen: Hals der Buhnen 18 und 19 auf einigen Metern absenken, wenig Sand einbringen

Buhnenfeld/Profil 19

Dieses Buhnenfeld weist 2016 ein durchgehendes Riff vor den Buhnenköpfen auf (s. Abb. 12). Das Riff hat sich leicht seewärts verlagert (s. Abb. 11). Dies wird auch auf dem Differenzenplot (s. Abb. 13) deutlich. Beidseitig der Buhne 19 tritt Erosion auf. Der Sedimenttransport findet hauptsächlich vor dem Buhnenfeld nach Westen statt (s. Abb. 14). Durch das schwächer ausgeprägte Riff kommt es innerhalb des Buhnenfeldes ohne Buhne 20 strandnah zu einem Sedimenttransport nach Westen. Innerhalb des Buhnenfeldes würde bei dem Profil aber auch Sediment von Westen ins Buhnenfeld transportiert werden, welches durch die Buhne 19 unterbunden wird.

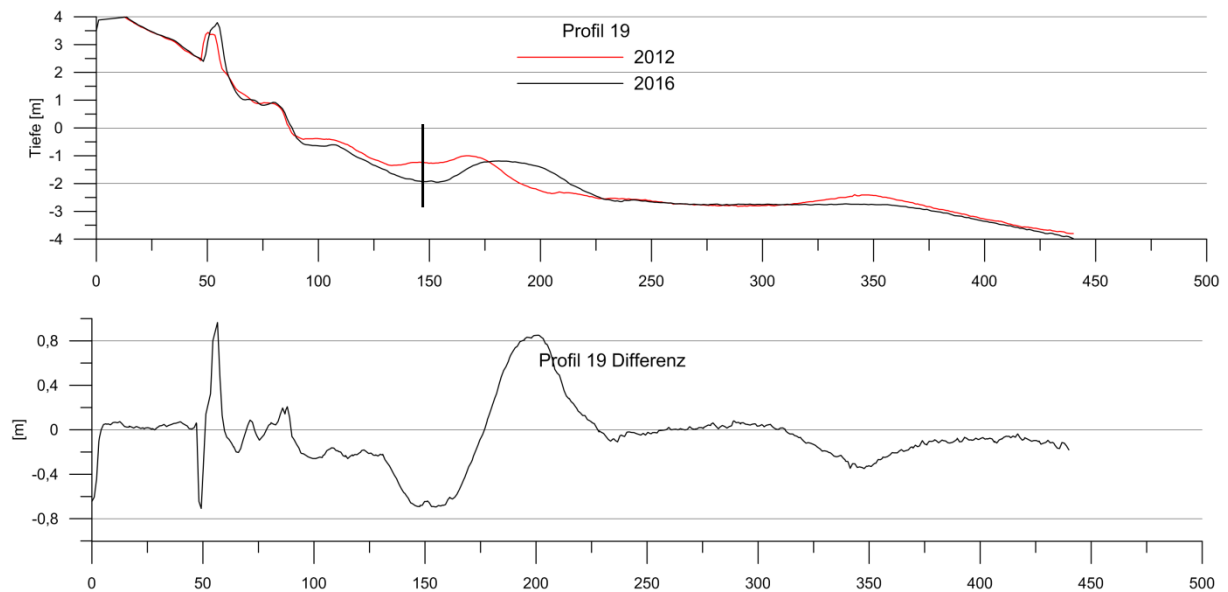


Abbildung 11: Profilvergleich 2016-2012

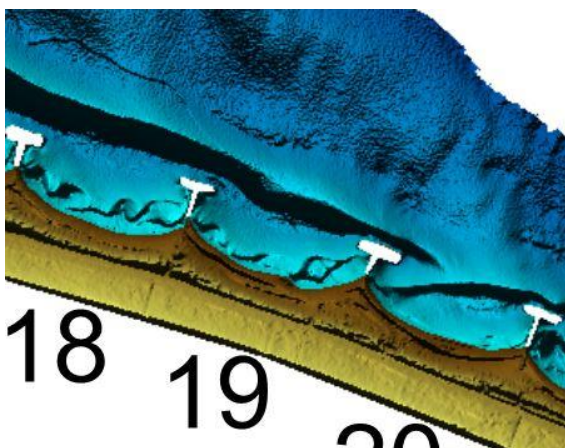


Abbildung 12: Ausschnitt 2016

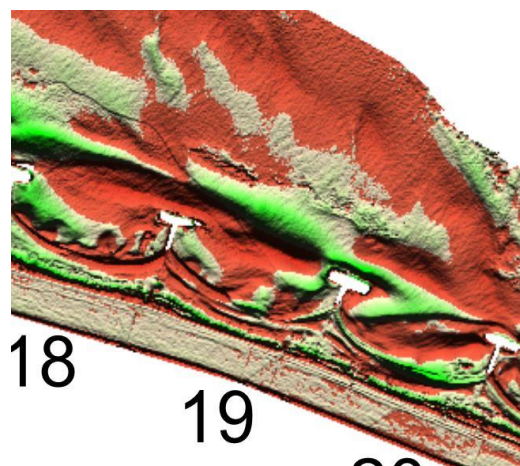


Abbildung 13: Ausschnitt 2016-2012

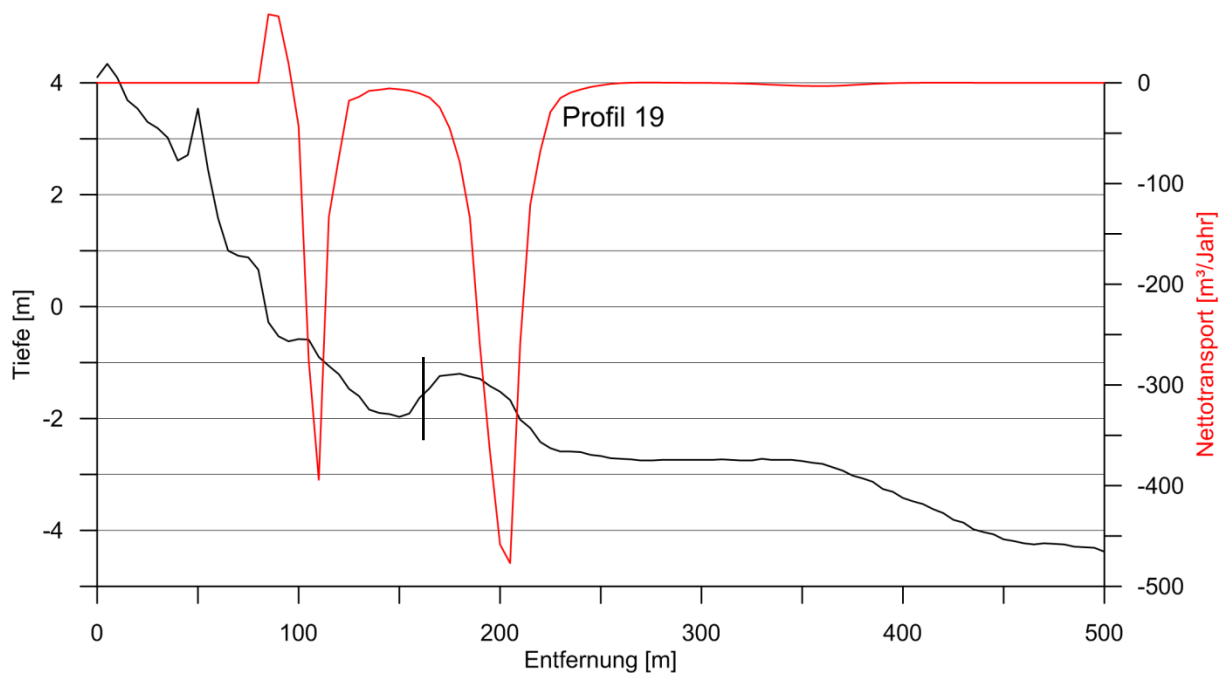


Abbildung 14: Sedimenttransportkapazitäten

Maßnahmen: Hals der Buhnen 19 und 20 auf einigen Metern absenken, wenig Sand einbringen

Buhnenfeld/Profil 20

Das den Buhnenköpfen üblicher Weise vorgelagerte Riff beginnt sich hier aufzulösen (s. Abb. 16). Das Riff hat sich auf der westlichen Seite in das Buhnenfeld hineinverlagert (s. Abb. 15 u. 16). Der küstenparallele Sedimenttransport ohne Buhnen findet innerhalb des Buhnenfeldes statt (s. Abb. 18). Ein Rücktransport von Sediment von Westen in das Buhnenfeld wird durch die Buhne 20 verhindert (s. Abb. 18). Der Kopf der Buhne 21 verhindert eine weitere Landwärtsbewegung des sich auflösenden Riffes.

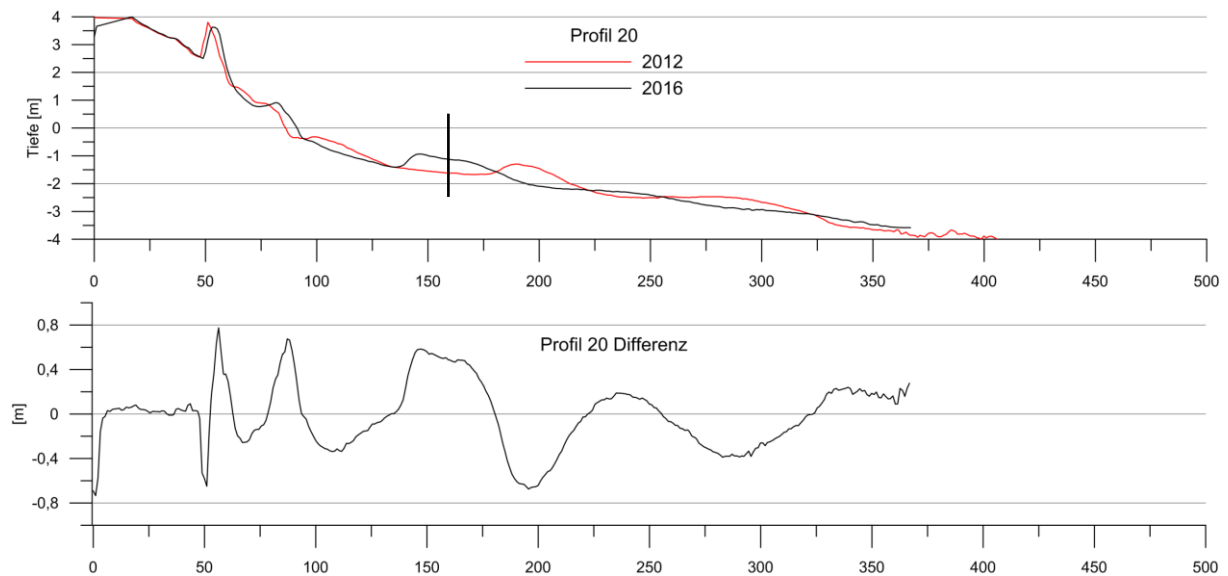


Abbildung 15: Profilvergleich 2016-2012

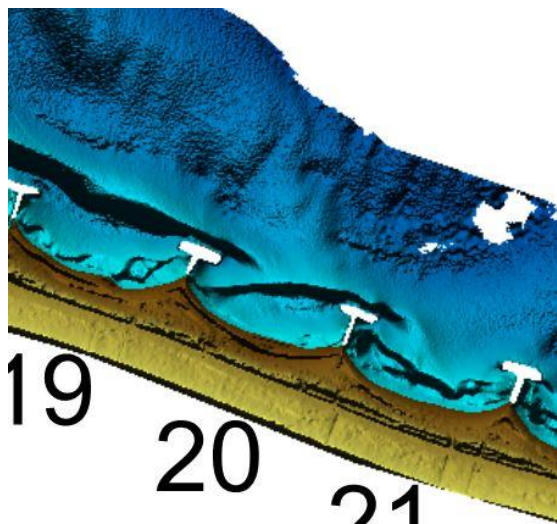


Abbildung 16: Ausschnitt 2016

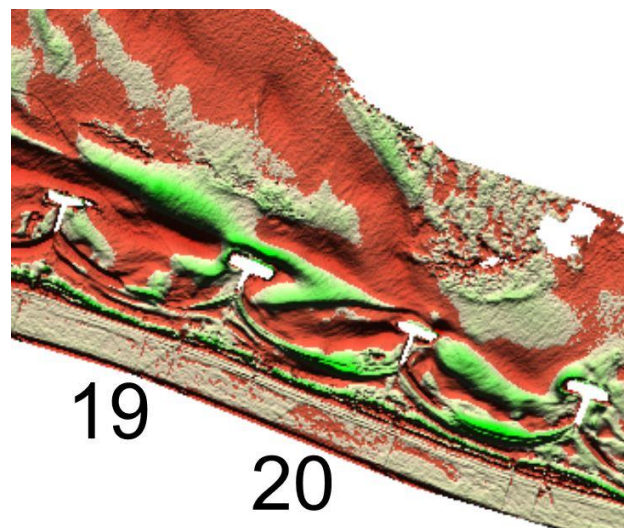


Abbildung 17: Ausschnitt 2016-2012

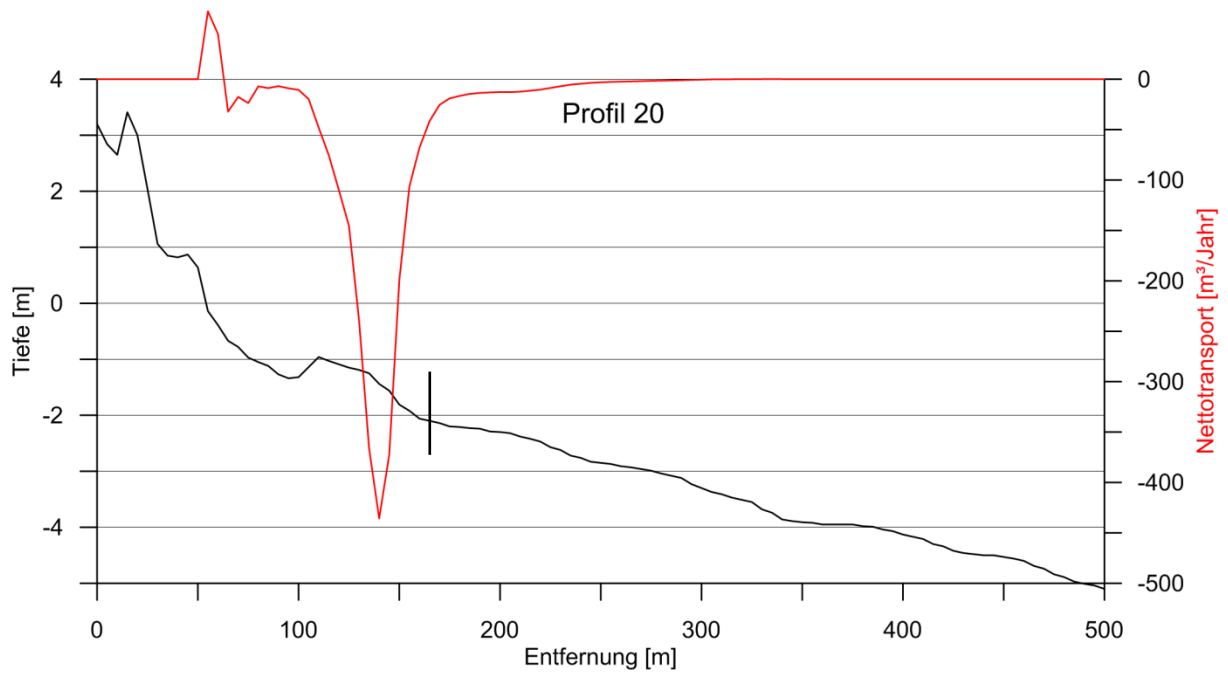


Abbildung 18: Sedimenttransportkapazitäten

Maßnahmen: Hals der Buhne 20 absenken, Sand einbringen

Buhnenfeld/Profil 21

Dem Buhnenfeld 21 ist kein Riff mehr vorgelagert (s. Abb. 20). Vielmehr hat sich das schwach ausgeprägte Riff in das Buhnenfeld hineinbewegt (s. Abb. 19). Der küstenparallele Sedimenttransport ohne Buhne würde im Buhnenfeld stattfinden (s. Abb. 22). Buhne 21 verhindert den Rücktransport von Sediment aus Westen in das Buhnenfeld hinein. Der Kopf von Buhne 22 wie die gesamte Buhne selbst behindert den Sedimentaustausch zwischen den Buhnen.

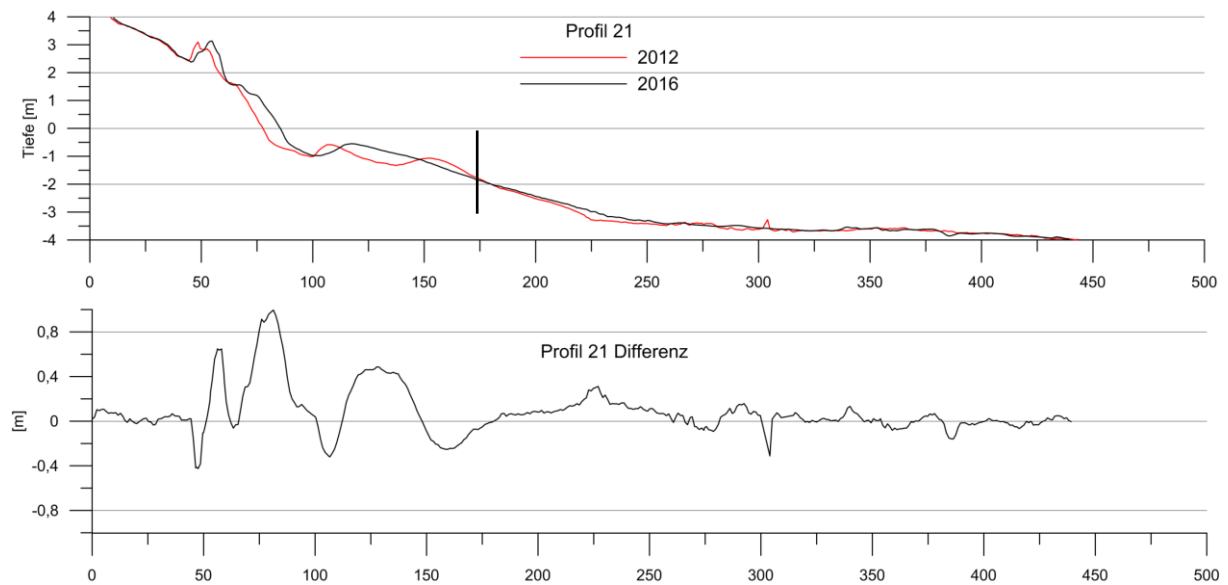


Abbildung 19: Profilvergleich 2016-2012

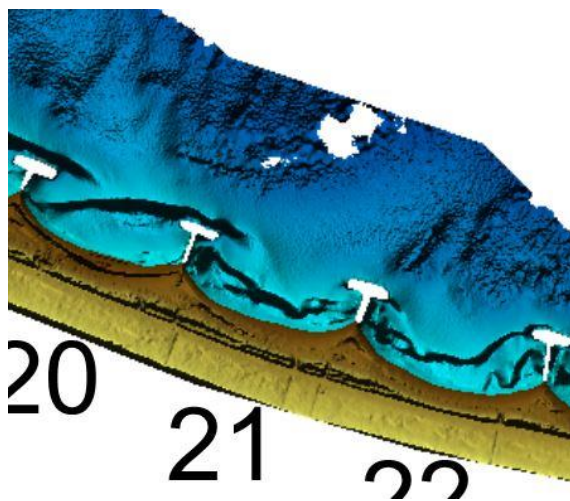


Abbildung 20: Ausschnitt 2016

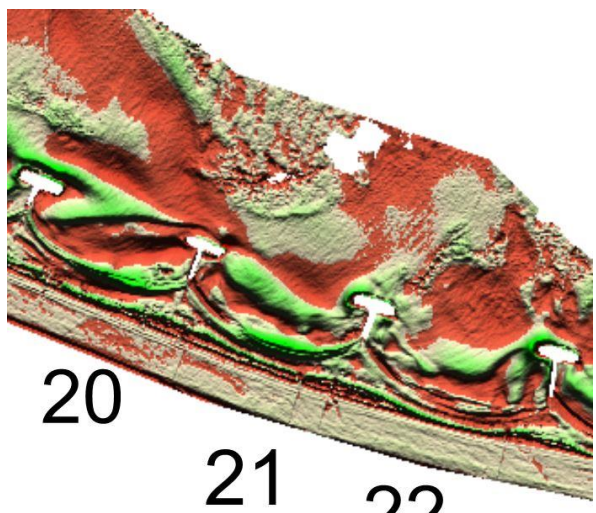


Abbildung 21: Ausschnitt 2016-2012

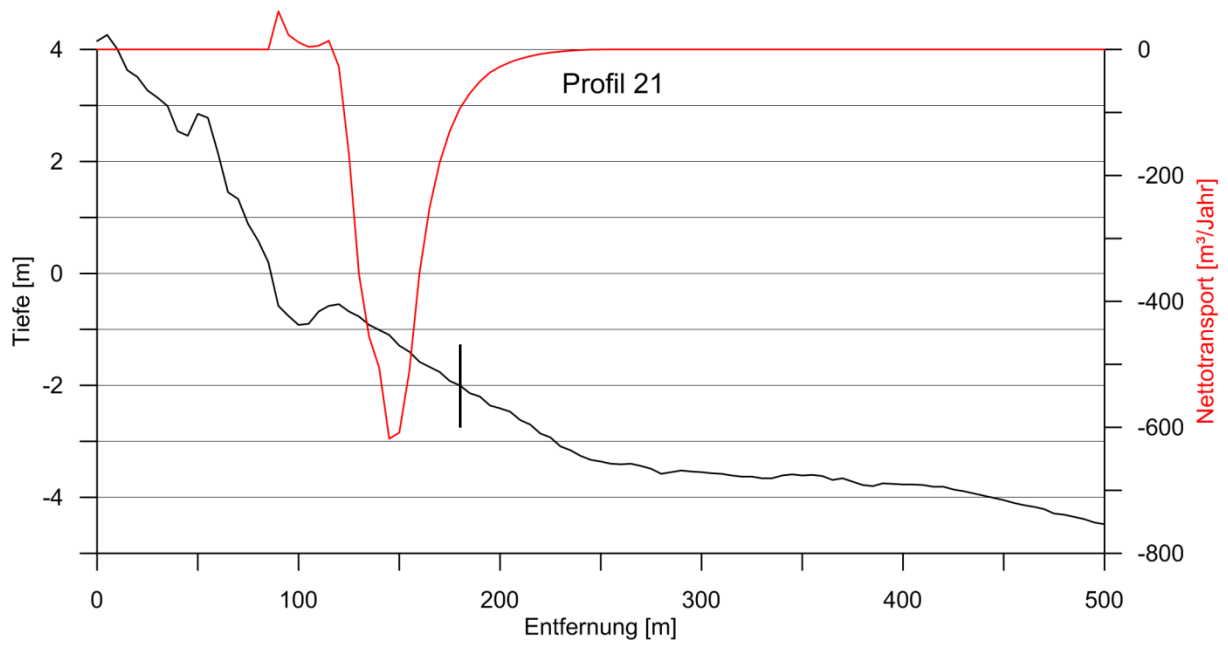


Abbildung 22: Sedimenttransportkapazitäten

Maßnahmen: starker Rückbau des Halses Buhne 21, künstliche Bodenerhöhung vor dem Bühnenfeld, Sedimenteingabe

Buhnenfeld/Profil 22

Auch diesem Buhnenfeld ist kein Riff mehr vorgelagert (s. Abb. 24). Vielmehr hat sich das schwach ausgeprägte Riff in das Buhnenfeld hineinbewegt (s. Abb. 23). Der küstenparallele Sedimenttransport ohne Buhne würde im Buhnenfeld stattfinden (s. Abb. 26). Buhne 22 verhindert den Rücktransport von Sediment aus Westen in das Buhnenfeld hinein. Der Kopf von Buhne 23 wie die gesamte Buhne selbst behindert den Sediment austausch zwischen den Buhnenfeldern (s. Abb. 25).

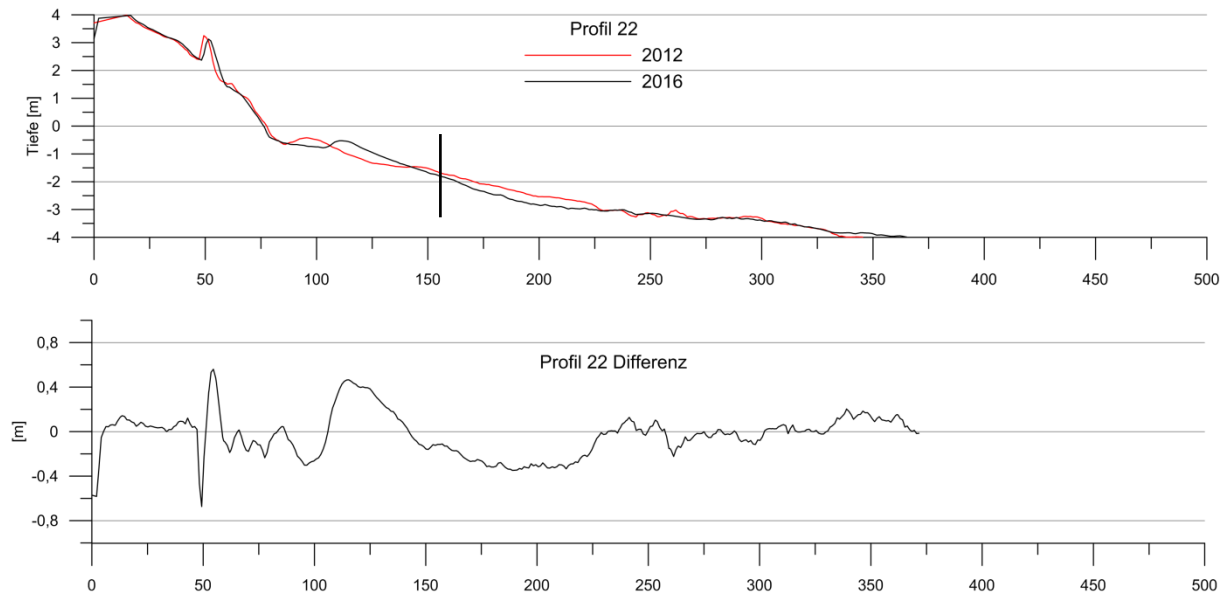


Abbildung 23: Profilvergleich 2016-2012

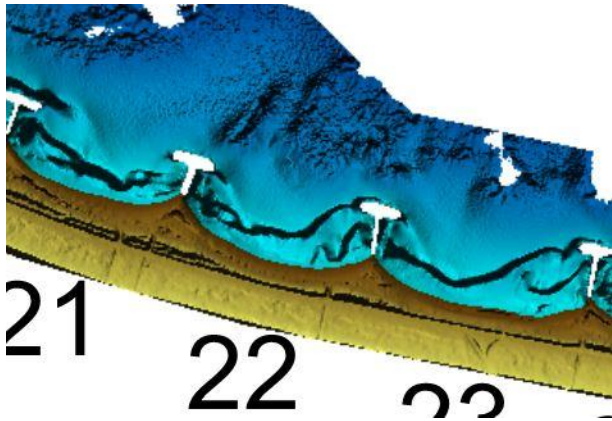


Abbildung 24: Ausschnitt 2016

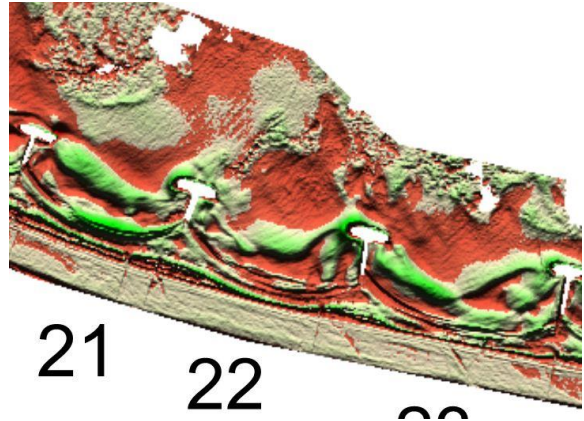


Abbildung 25: Ausschnitt 2016-2012

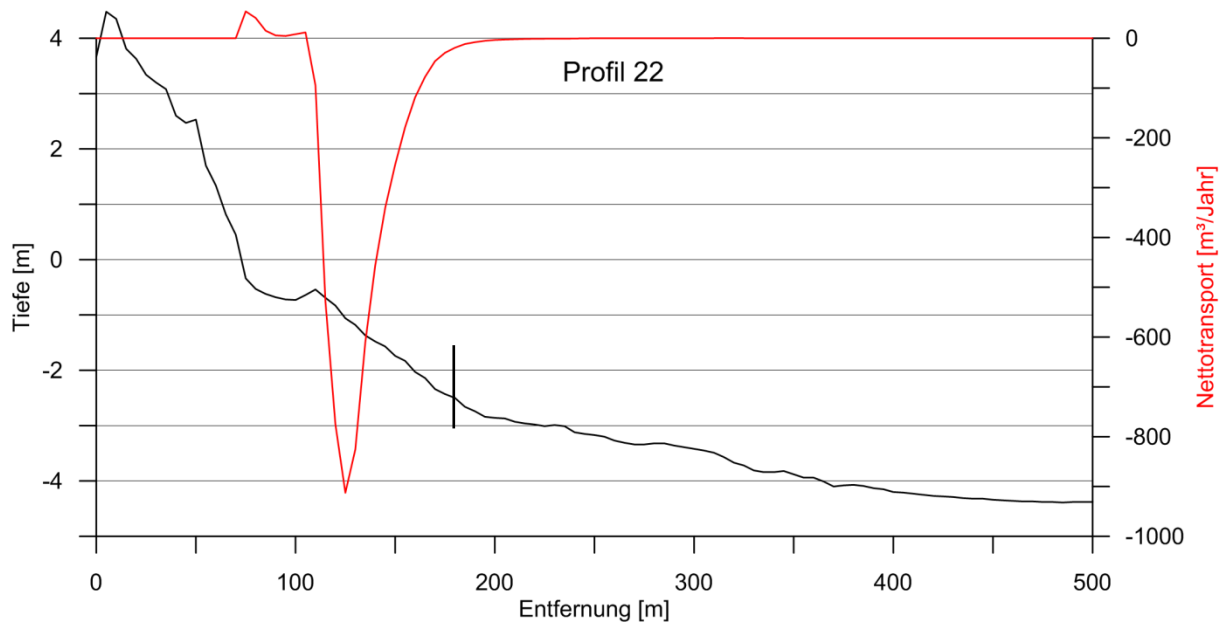


Abbildung 26: Sedimenttransportkapazitäten

Maßnahmen: starker Rückbau des Halses von Buhne 22 und 23, evtl. auch des Buhnenkopfes, künstliche Bodenerhöhung vor dem Buhnenfeld, evtl. Wellenbrecher, Sedimenteingabe

Buhnenfeld/Profil 23

Auch diesem Buhnenfeld fehlt das vorgelagerte Riff (s. Abb. 28). Eine Profilveränderung ist kaum festzustellen (s. Abb. 27). Das Material aus dem Buhnenfeld kann durch die Barrierewirkung von Buhne 23 nicht in das westliche Buhnenfeld gelangen. Ebenso blockiert die Buhne 24 den Sedimenteintrag von Osten in das Buhnenfeld (s. Abb. 29 u. 30). Der küstenparallele Sedimenttransport würde ohne Buhnen innerhalb des Buhnenfeldes stattfinden.

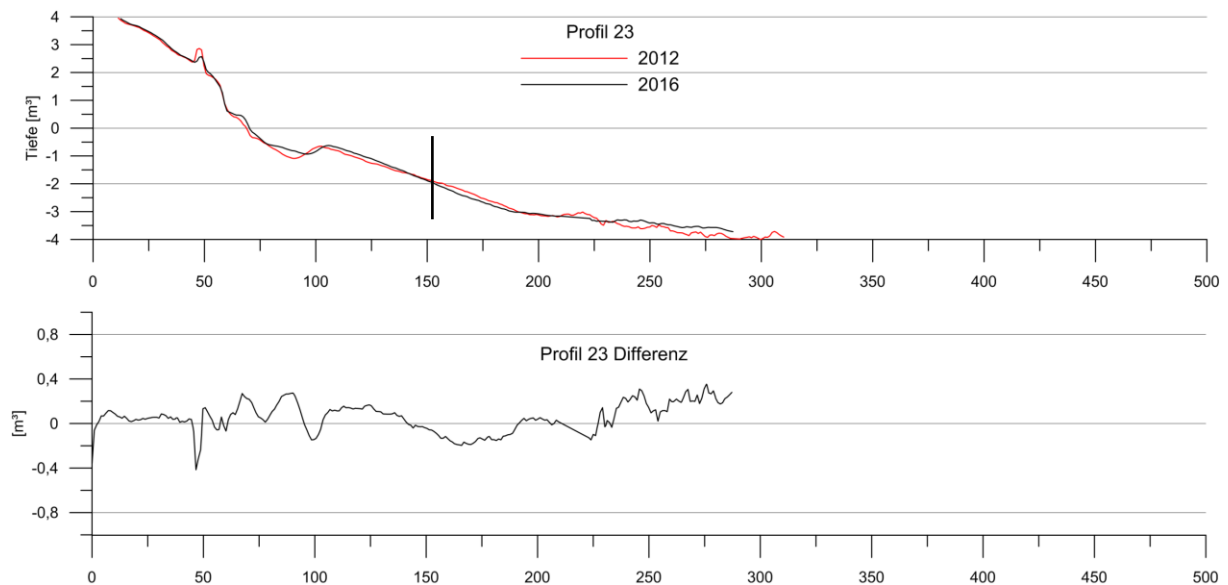


Abbildung 27: Profilvergleich 2016-2012

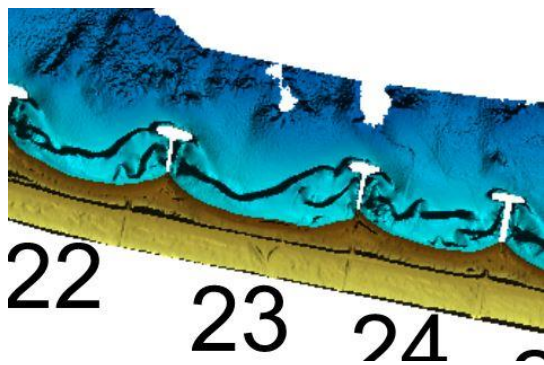


Abbildung 28: Ausschnitt 2016

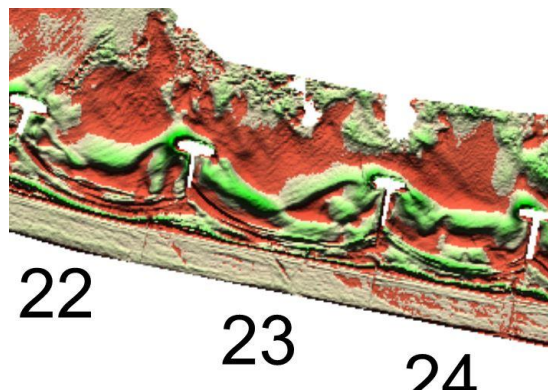


Abbildung 29: Ausschnitt 2016-2012

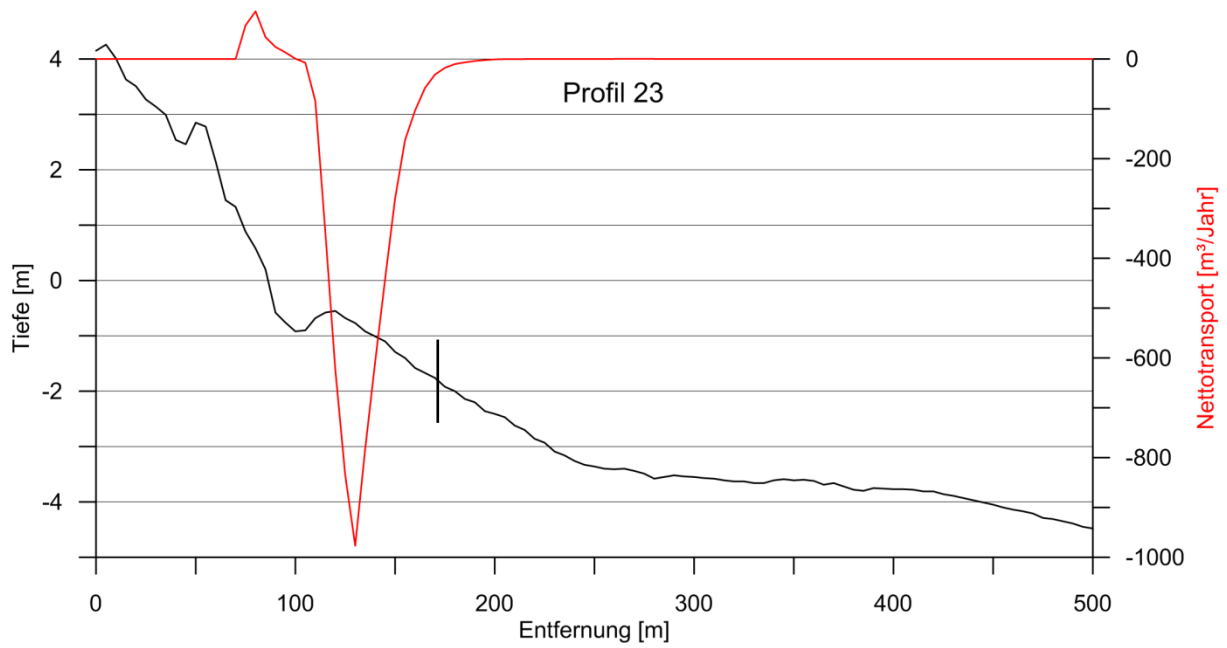


Abbildung 30: Sedimenttransportkapazitäten

Maßnahmen: starker Rückbau des Halses Buhne 23 und 24, evtl. auch des Bühnenkopfes, künstliche Bodenerhöhung vor dem Bühnenfeld, evtl. Wellenbrecher, Sedimenteingabe

Buhnenfeld/Profil 24

Auch diesem Buhnenfeld fehlt das vorgelagerte Riff (s. Abb. 32). Das flache Riff hat sich innerhalb des Buhnenfeldes landwärts verlagert (s. Abb. 31). Das Material aus dem Buhnenfeld kann durch die Barrierewirkung von Buhne 25 nicht in das westliche Buhnenfeld gelangen. Ebenso blockiert die Buhne 24 den starken Sedimenteintrag von Westen in das Buhnenfeld (s. Abb. 33 und 34). Der küstenparallele Sedimenttransport würde ohne Buhnen innerhalb des Buhnenfeldes stattfinden (s. Abb. 34).

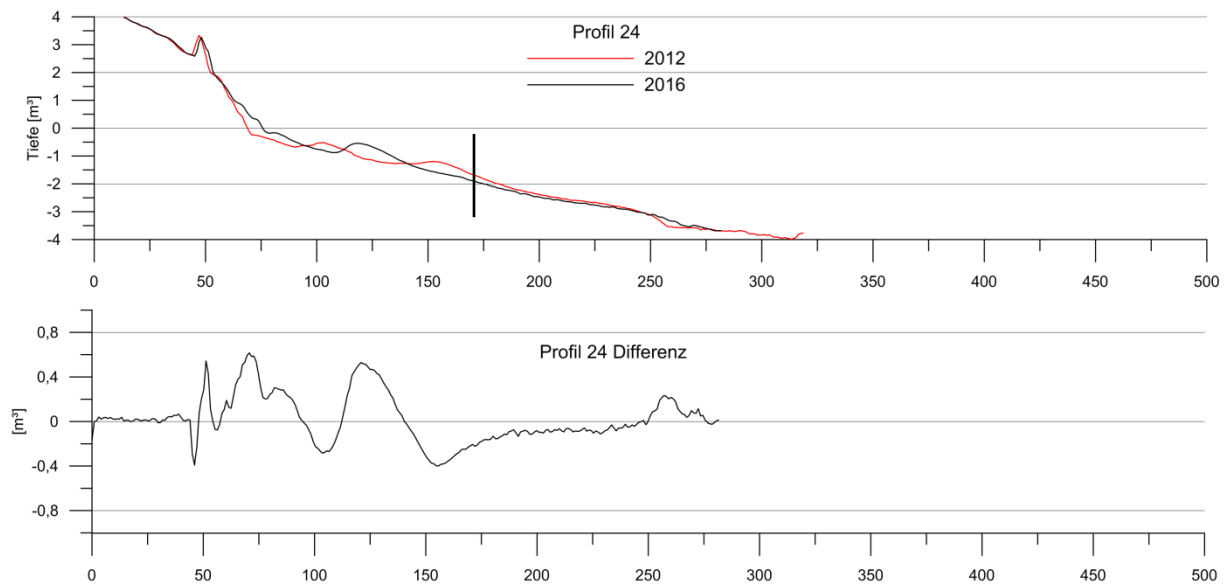


Abbildung 31: Profilvergleich 2016-2012

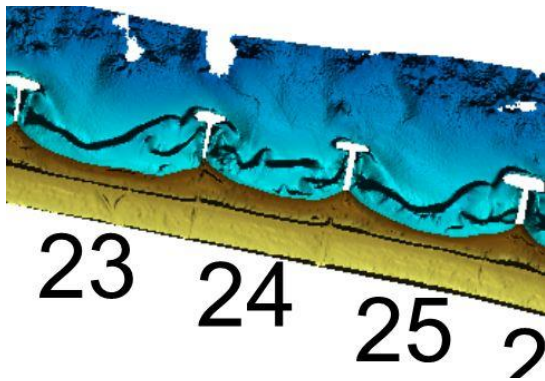


Abbildung 32: Ausschnitt 2016

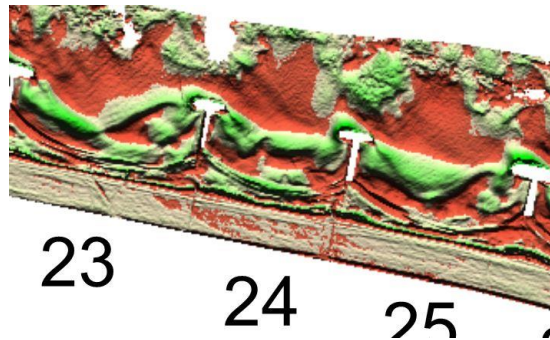


Abbildung 33: Ausschnitt 2016-2012

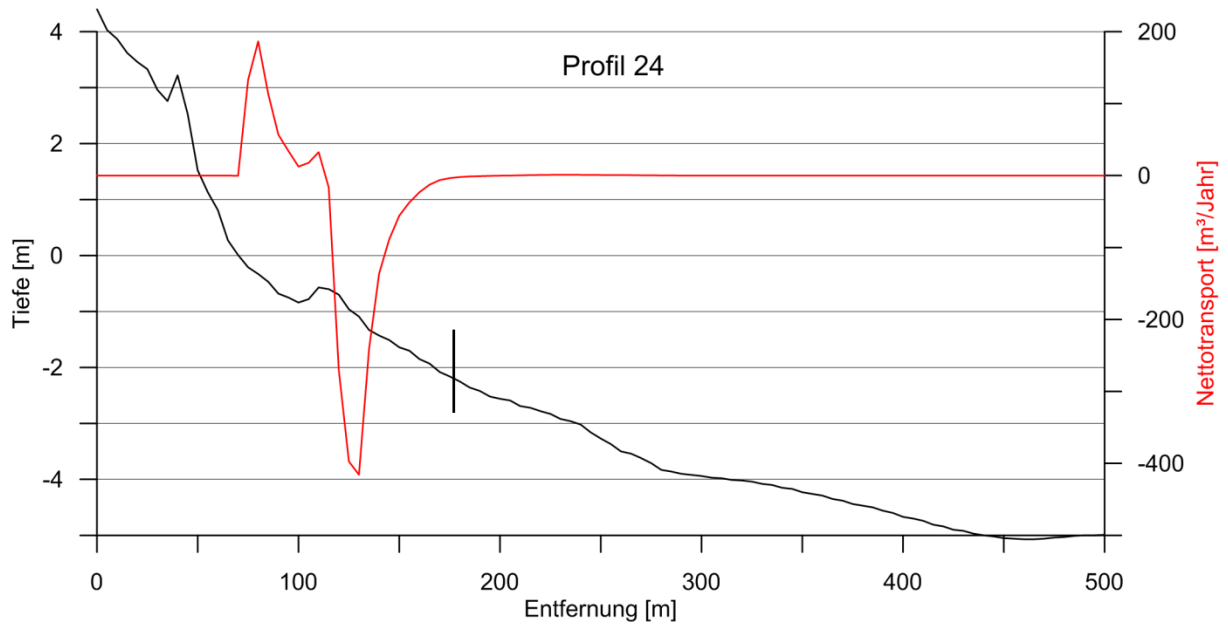


Abbildung 34: Sedimenttransportkapazitäten

Maßnahmen: starker Rückbau des Halses Buhne 24 und 25, evtl. auch des Bühnenkopfes, künstliche Bodenerhöhung vor dem Bühnenfeld, evtl. Wellenbrecher, Sedimenteingabe

Buhnenfeld/Profil 25

Auch diesem Buhnenfeld fehlt das wellendämpfende vorgelagerte Riff (s. Abb. 36). Das flache Riff innerhalb des Buhnenfeldes hat sich leicht strandwärts bewegt (s. Abb. 35). Buhne 25 wie 26 behindern stark den küstenparallelen Sedimenttransport (s. Abb. 37). Der küstenparallele Sedimenttransport würde ohne Buhne im Buhnenfeld stattfinden. (s. Abb. 37). Der starke von Westen ins Buhnenfeld führende Sedimenttransport (s. Abb. 37) wird durch Buhne 25 verhindert.

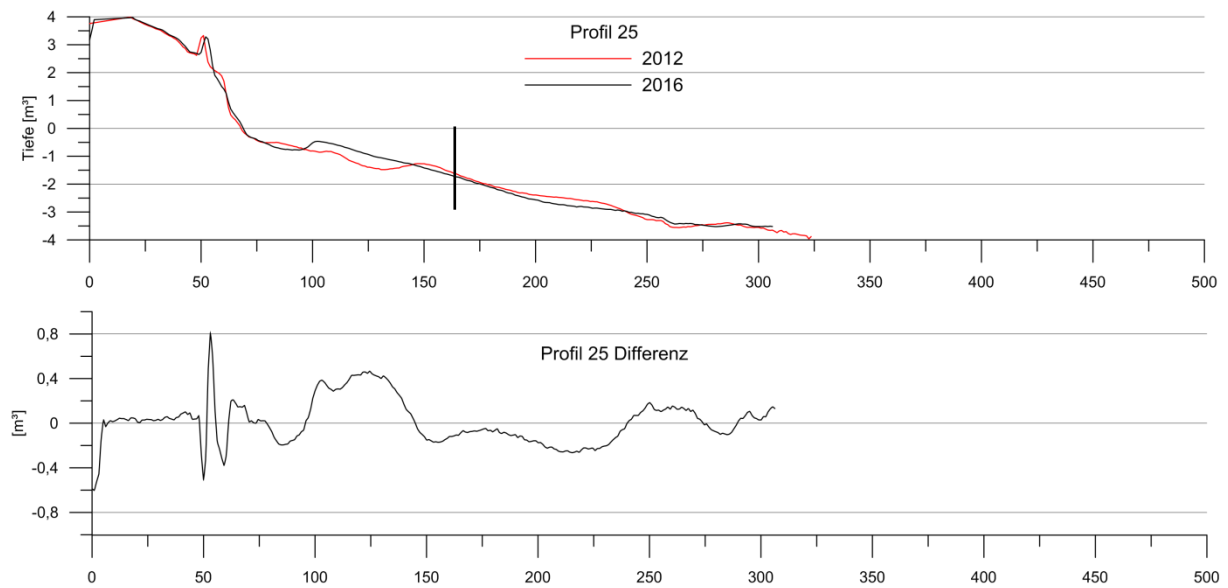


Abbildung 35: Profilvergleich 2016-2012

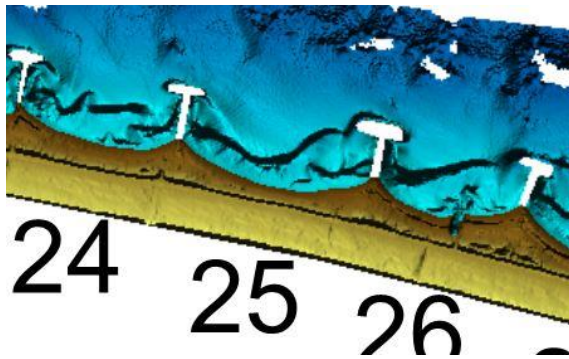


Abbildung 36: Ausschnitt 2016

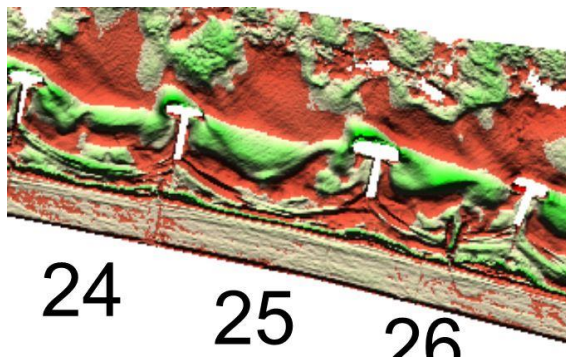


Abbildung 37: Ausschnitt 2016-2012

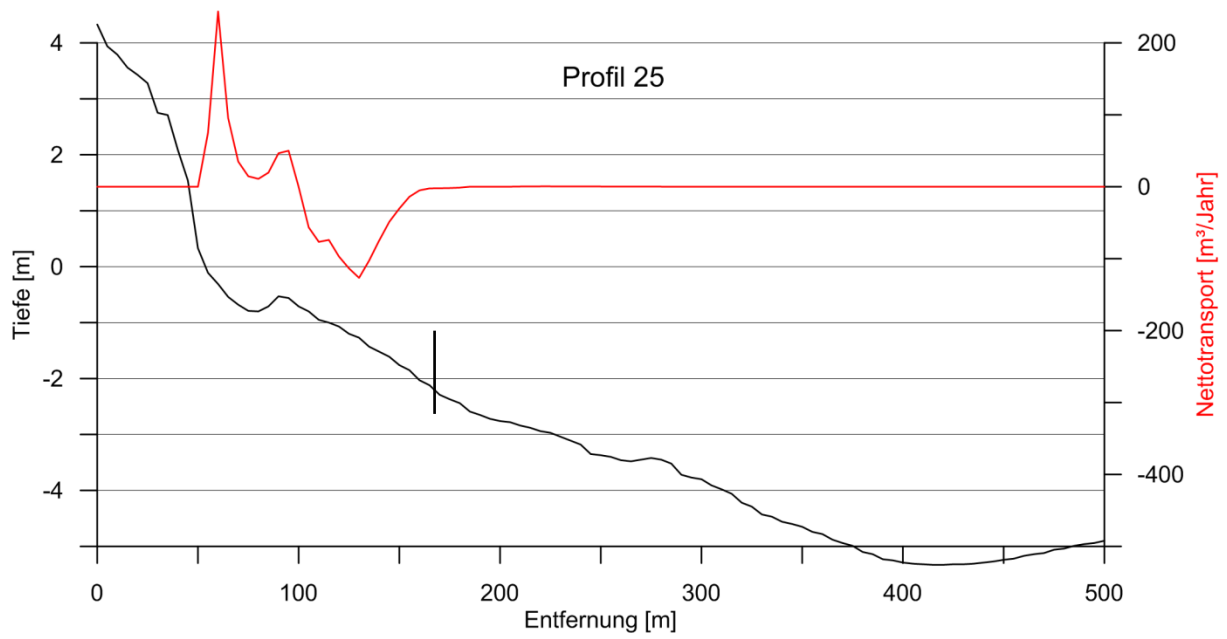


Abbildung 38: Sedimenttransportkapazitäten

Maßnahmen: Rückbau Buhne 25, starker Rückbau Buhne 26, auch des Bühnenkopfes, künstliche Bodenerhöhung vor dem Bühnenfeld, evtl. Wellenbrecher, Sedimenteingabe

Buhnenfeld/Profil 26

Wie auch den anderen Buhnenfeldern fehlt hier das vorgelagerte Riff (s. Abb. 40). Das flache Riff befindet sich innerhalb des Buhnenfeldes und ist landwärts gewandert (s. Abb. 39). Der küstenparallele ohne Buhnen Sedimenttransport findet innerhalb des Buhnenfeldes statt (s. Abb. 41 und 42). Buhne 26 verhindert die Rückkehr von Sediment aus Westen in das Buhnenfeld und Buhne 27 behindert den Sedimenttransport von Osten.

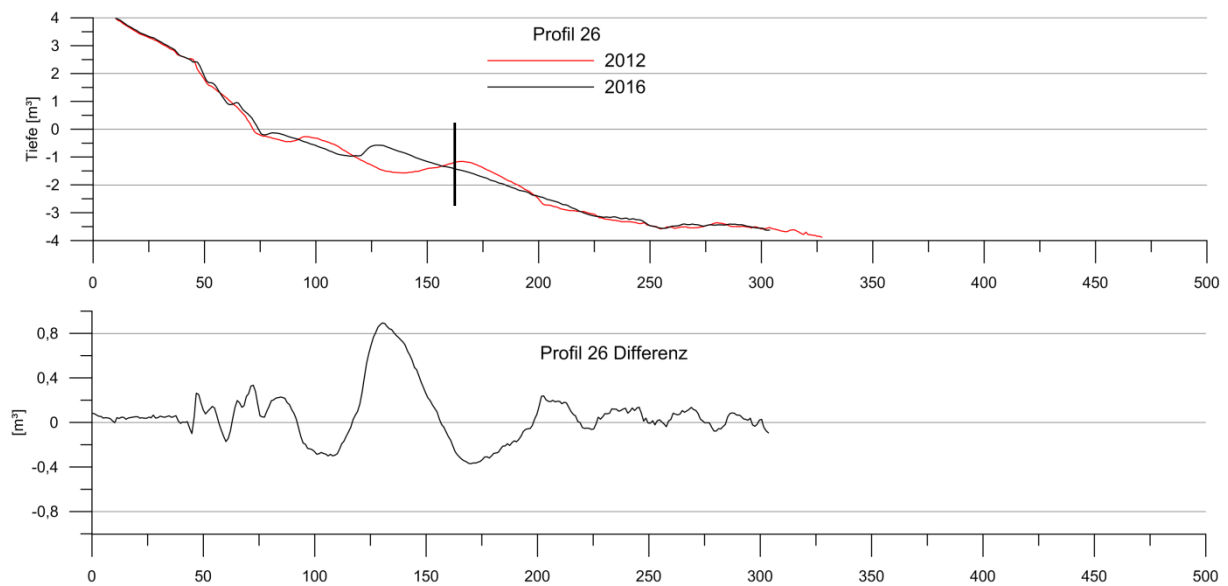


Abbildung 39: Profilvergleich 2016-2012

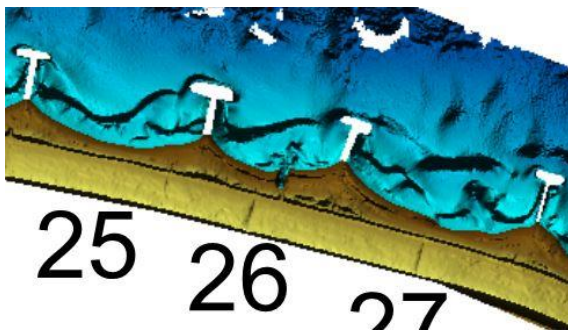


Abbildung 40: Ausschnitt 2016

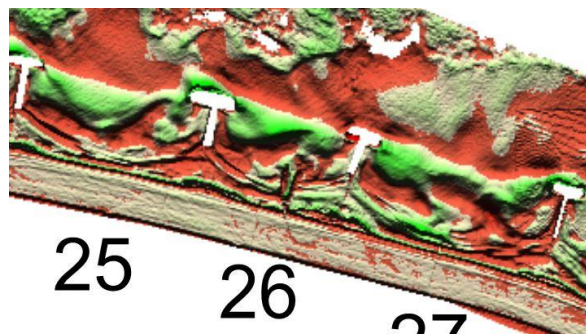


Abbildung 41: Ausschnitt 2016-2012

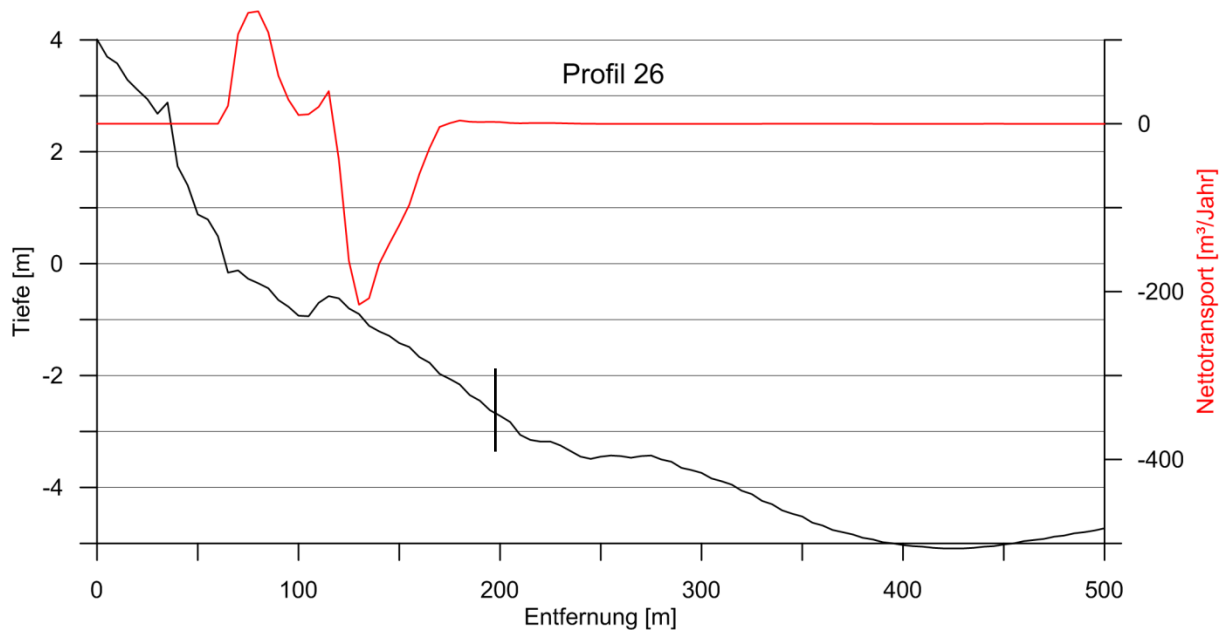


Abbildung 42: Sedimenttransportkapazitäten

Maßnahmen: starker Rückbau Buhne 26 und 27, evtl. auch der Bühnenkopf, künstliche Bodenerhöhung vor dem Bühnenfeld, evtl. Wellenbrecher, Sedimenteingabe

Buhnenfeld/Profil 27

Dem Buhnenfeld 27 ist kein Riff vorgelagert (s. Abb. 44). Das schwach ausgeprägte Riff befindet sich innerhalb des Buhnenfeldes (s. Abb. 43) und hat sich leicht strandwärts bewegt (s. Abb. 43). Buhne 27 behindert den Rücktransport von Sediment aus Westen ins Buhnenfeld (s. Abb. 45 u. 46). Buhne 28 verhindert den Sedimenttransport von Osten ins Buhnenfeld.

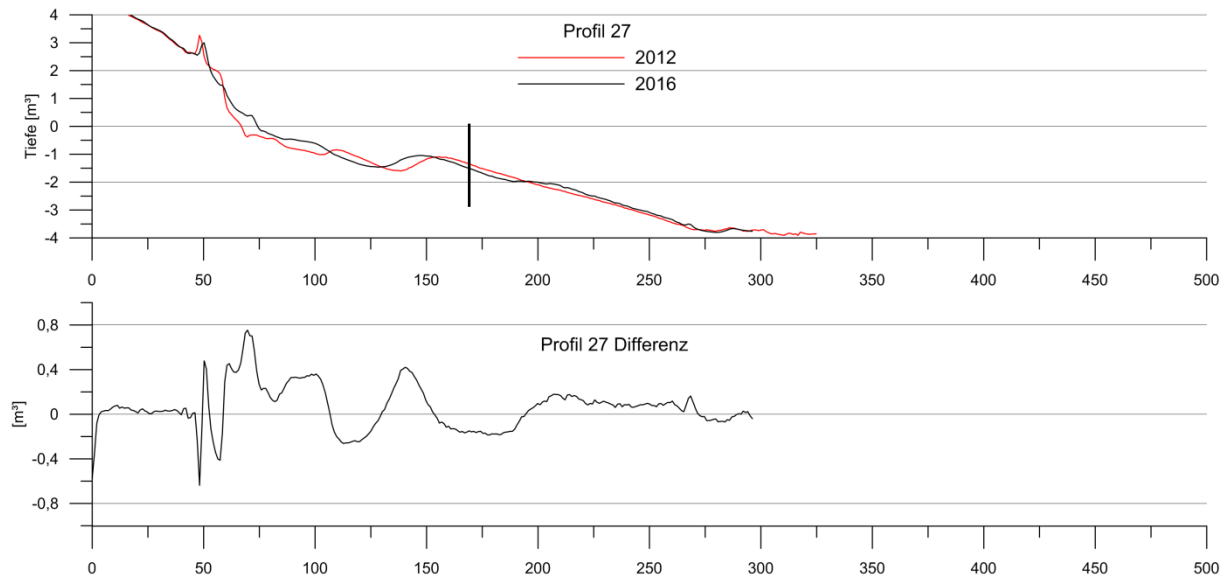


Abbildung 43: Profilvergleich 2016-2012

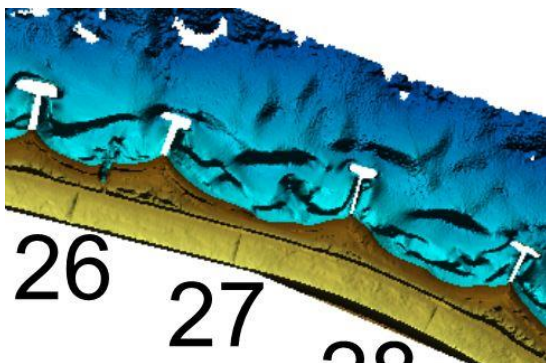


Abbildung 44: Ausschnitt 2016

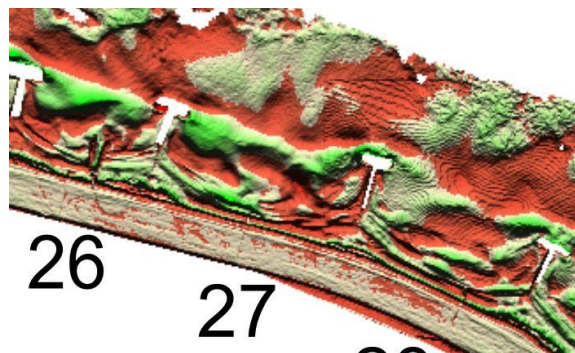


Abbildung 45: Ausschnitt 2016-2012

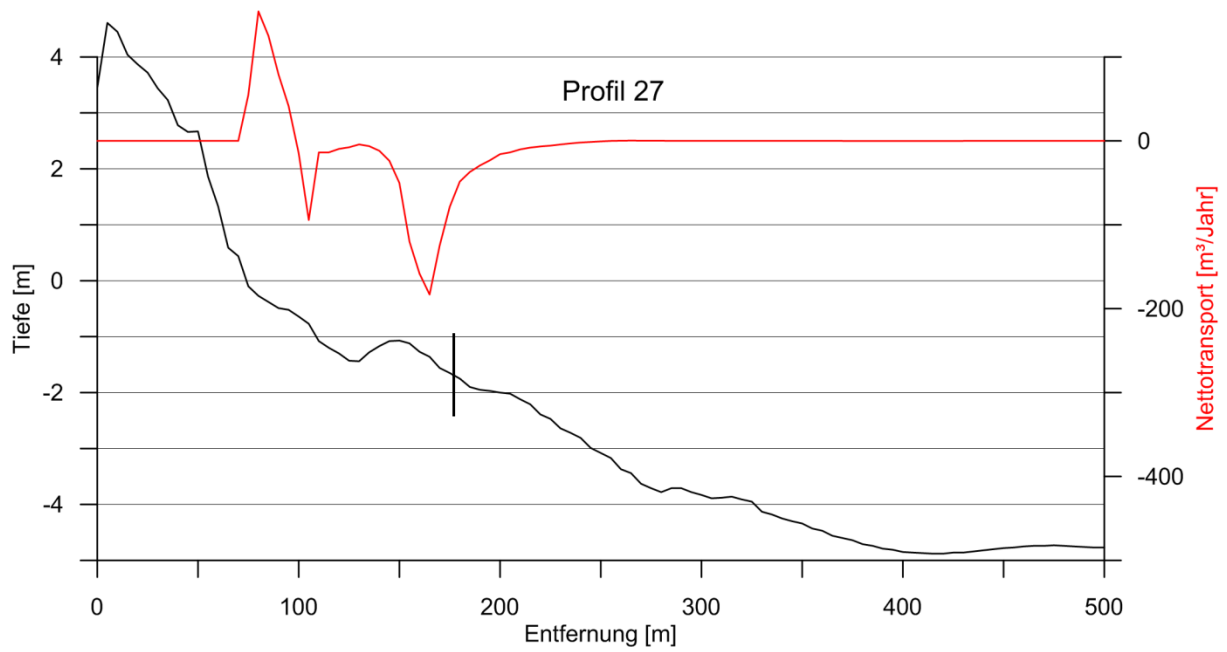


Abbildung 46: Sedimenttransportkapazitäten

Maßnahmen: Rückbau von Buhne 27, evtl. auch der Buhnenkopf und 28, künstliche Bodenerhöhung vor dem Buhnenfeld, evtl. Wellenbrecher, Sedimenteingabe

Buhnenfeld/Profil 28

In diesem Buhnenfeld befindet sich das Riff in Höhe der Buhnenköpfe (s. Abb. 48). Das Riff hat sich leicht strandwärts bewegt (s. Abb. 47). Der küstenparallele Sedimenttransport ohne Buhnen findet einerseits auf dieser Bodenerhöhung statt aber auch auf der Barre im Flachwasser (s. Abb. 50). Buhne 28 verhindert den Rücktransport von Sediment aus Westen in das Buhnenfeld. Buhne 29 wiederum verhindert strandnah den Transport von Sediment aus Osten in das Buhnenfeld.

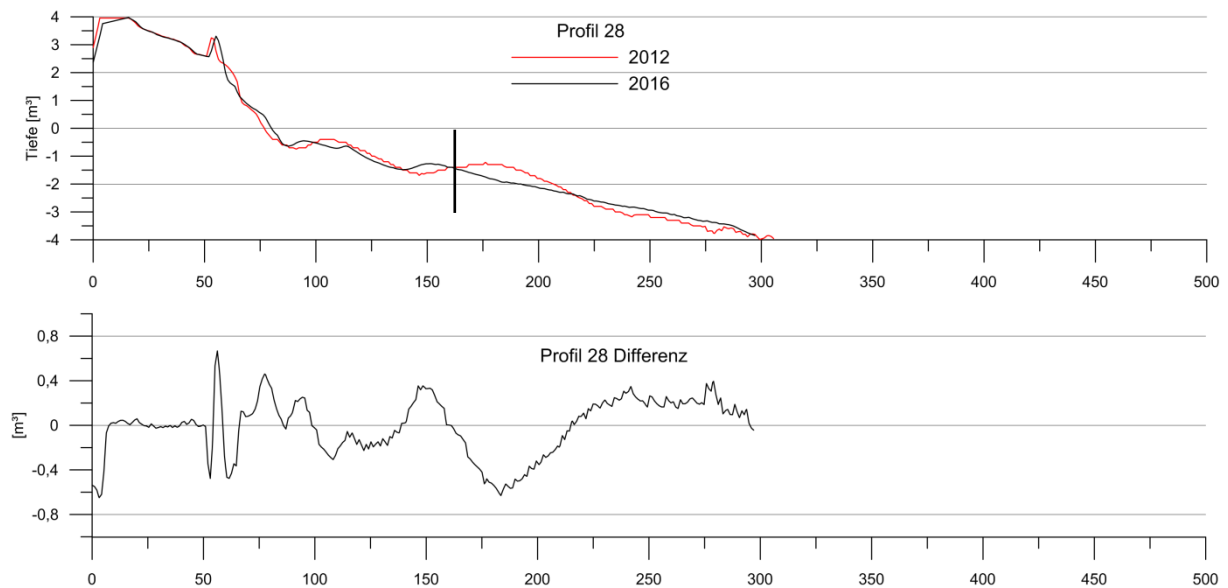


Abbildung 47: Profilvergleich 2016-2012

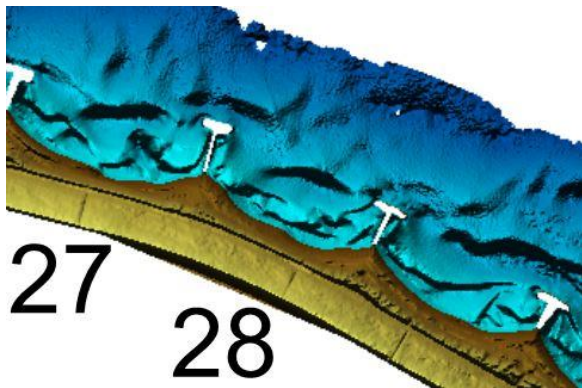


Abbildung 48: Ausschnitt 2016

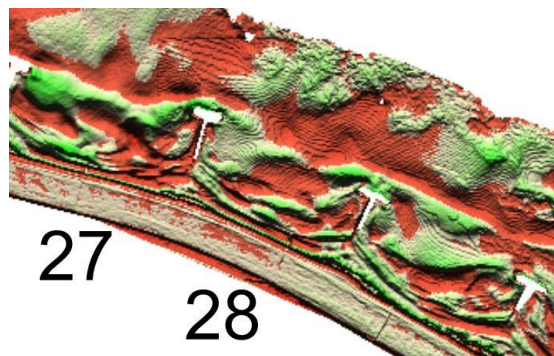


Abbildung 49: Ausschnitt 2016-2012

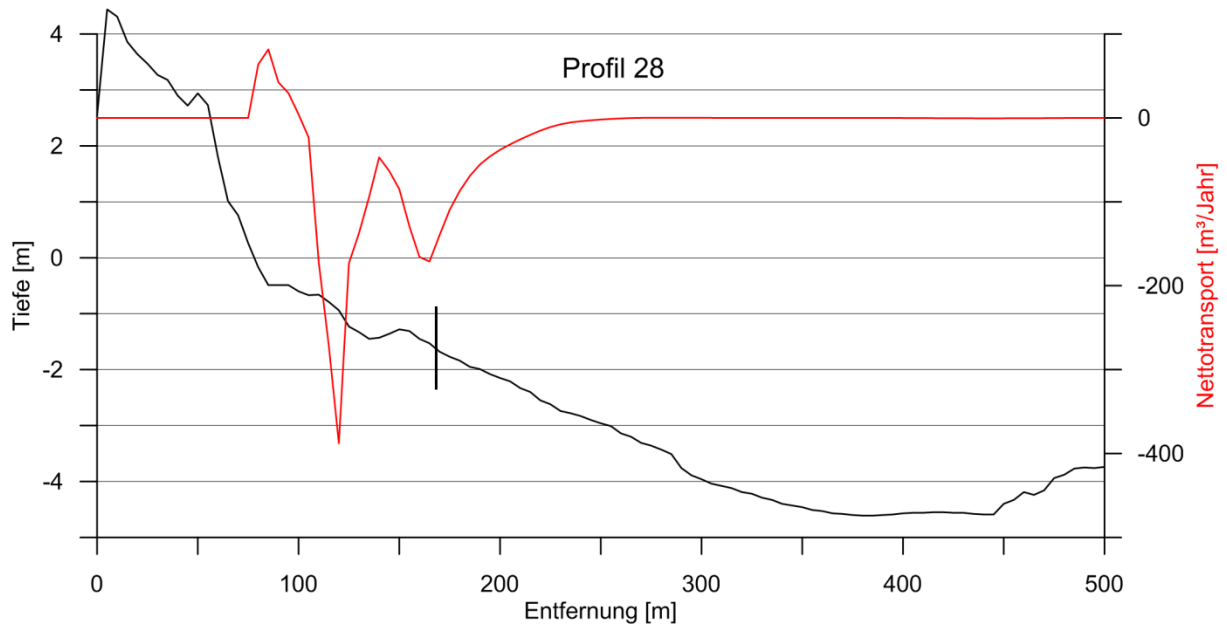


Abbildung 50: Sedimenttransportkapazitäten

Maßnahmen: starker Rückbau Buhne 28, evtl. auch der Buhnenkopf, künstliche Bodenerhöhung vor dem Buhnenfeld, evtl. Wellenbrecher, Rückbau des Buhnenhalses von Buhne 29, Sedimenteingabe

Buhnenfeld/Profil 29

Vor diesem Buhnenfeld fängt das vorgelagerte Riff an, sich wieder aufzubauen (s. Abb. 52). Zusätzlich befindet sich eine weitere Bodenerhöhung im strandnahen Bereich (s. Abb. 51). Das vorgelagerte Riff hat sich leicht abgeflacht und das innere Riff ist leicht seewärts gewandert (s. Abb. 51). Der küstenparallele Sedimenttransport ohne Buhne findet innerhalb des Buhnenfeldes statt. Buhne 31 verhindert den Sedimenttransport von Osten in das Buhnenfeld. Von Westen tritt nur sehr geringer Sedimenttransport auf (s. Abb. 54)

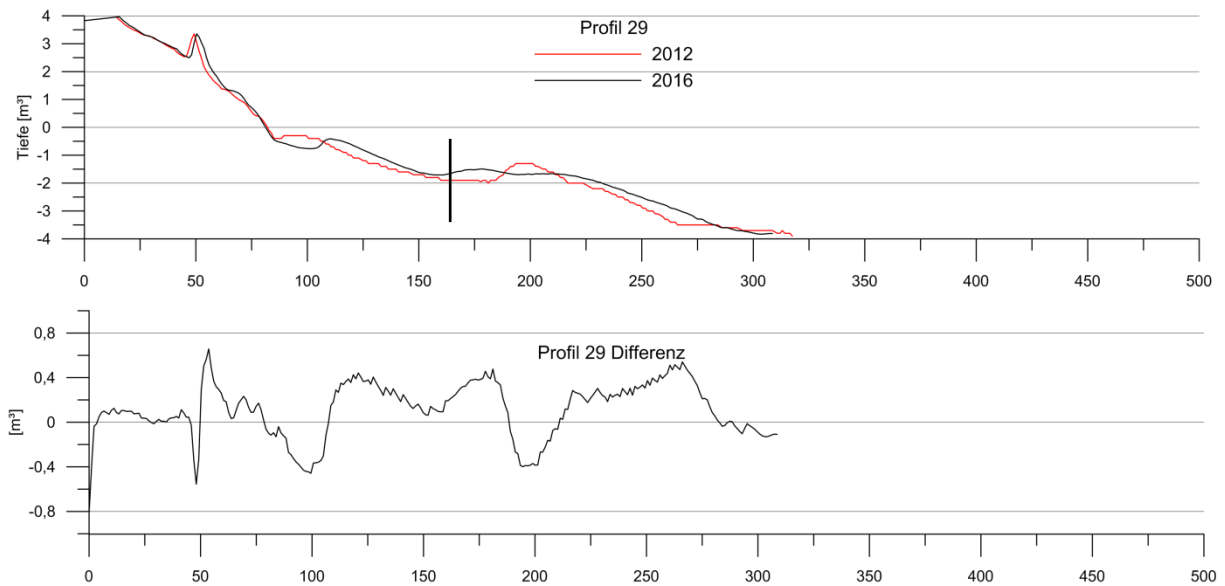


Abbildung 50: Profilvergleich 2016-2012

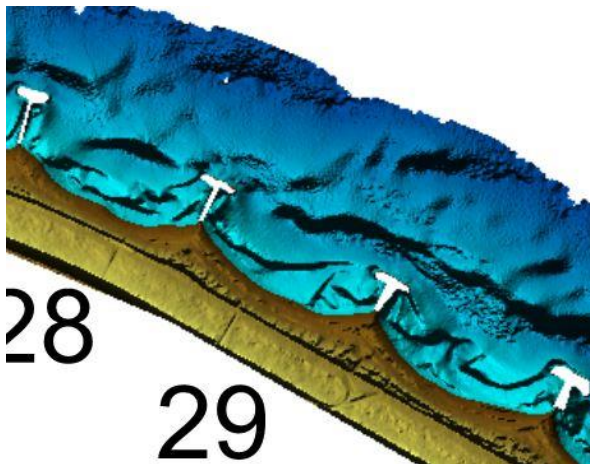


Abbildung 51: Ausschnitt 2016

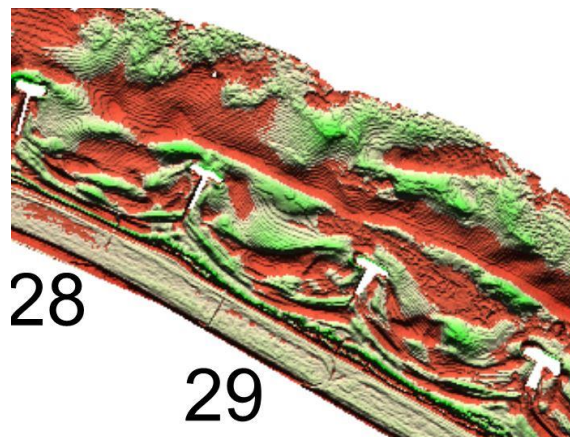


Abbildung 52: Ausschnitt 2016-2012

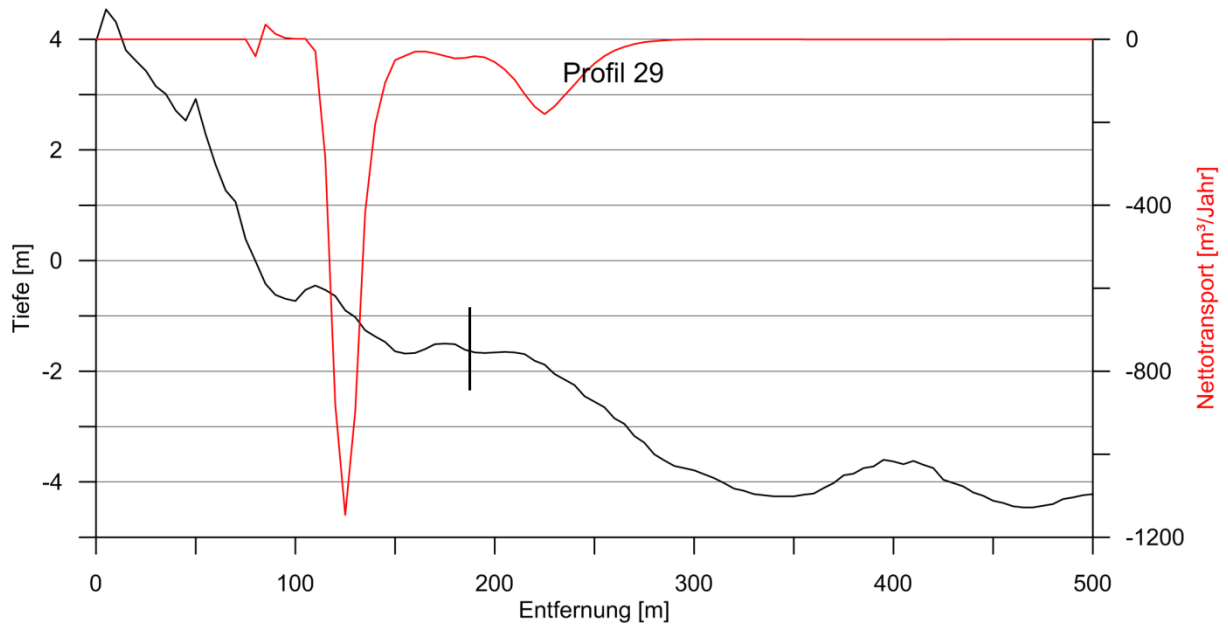


Abbildung 53: Sedimenttransportkapazitäten

Maßnahmen: Rückbau des Halses von Buhne 29 und 30, Bodenstabilisierung vor dem Bühnenfeld, Sedimenteingabe

Buhnenfeld/Profil 30

Vor diesem Buhnenfeld ist das vorgelagerte Riff wieder vorhanden (s. Abb. 55). Zusätzlich befindet sich eine weitere Bodenerhöhung im strandnahen Bereich (s. Abb. 54). Das vorgelagerte Riff hat sich leicht abgeflacht und das innere Riff ist leicht seewärts gewandert (s. Abb. 54 u. 56). Der küstenparallele Sedimenttransport ohne Buhne findet innerhalb des Buhnenfeldes in Strandnähe sowie auf dem vorgelagerten Riff statt. Von Westen tritt nur sehr geringer Sedimenttransport in das Buhnenfeld auf (s. Abb. 57).

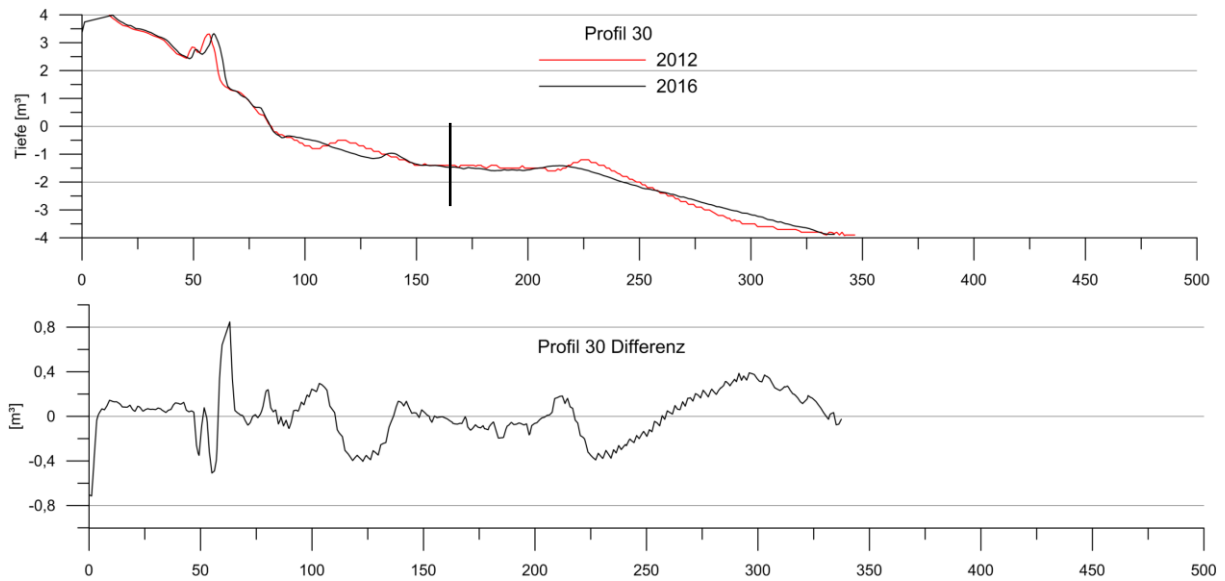


Abbildung 54: Profilvergleich 2016-2012

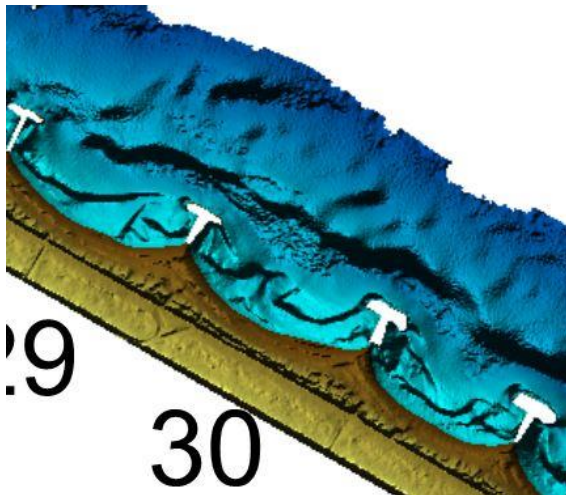


Abbildung 55: Ausschnitt 2016

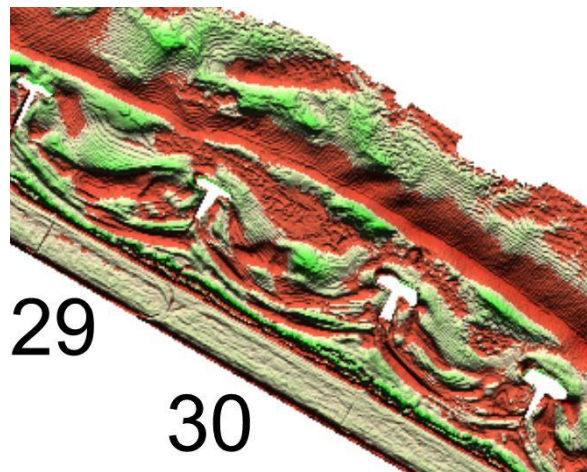


Abbildung 56: Ausschnitt 2016-2012

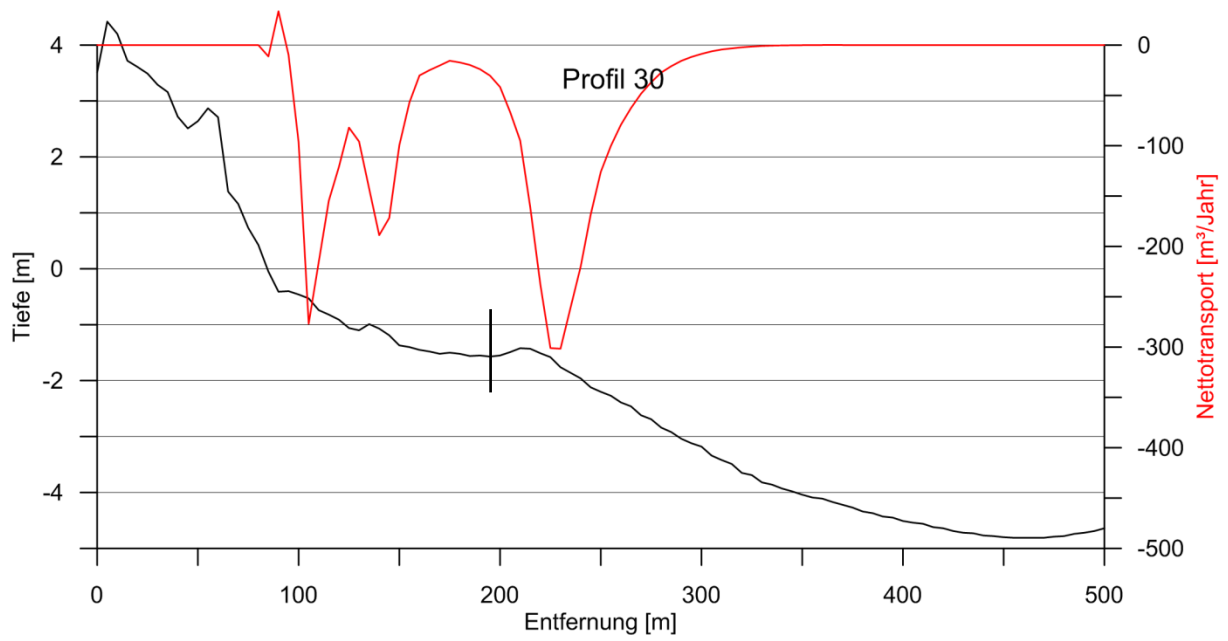


Abbildung 57: Sedimenttransportkapazitäten

Maßnahmen: geringfügige Modifikation des Bühnenhalses Bühne 30 und 31, Beobachtung

Buhnenfeld/Profil 31

Vor diesem Buhnenfeld ist das vorgelagerte Riff wieder vorhanden (s. Abb. 59). Zusätzlich befindet sich eine weitere Bodenerhöhung im strandnahen Bereich (s. Abb. 58). Das vorgelagerte Riff hat sich abgeflacht und das innere Riff ist leicht seawärts gewandert (s. Abb. 58 u. 60). Der küstenparallele Sedimenttransport ohne Buhne findet innerhalb des Buhnenfeldes in Strandnähe statt. Von Westen tritt nur sehr geringer Sedimenttransport in das Buhnenfeld auf (s. Abb. 61).

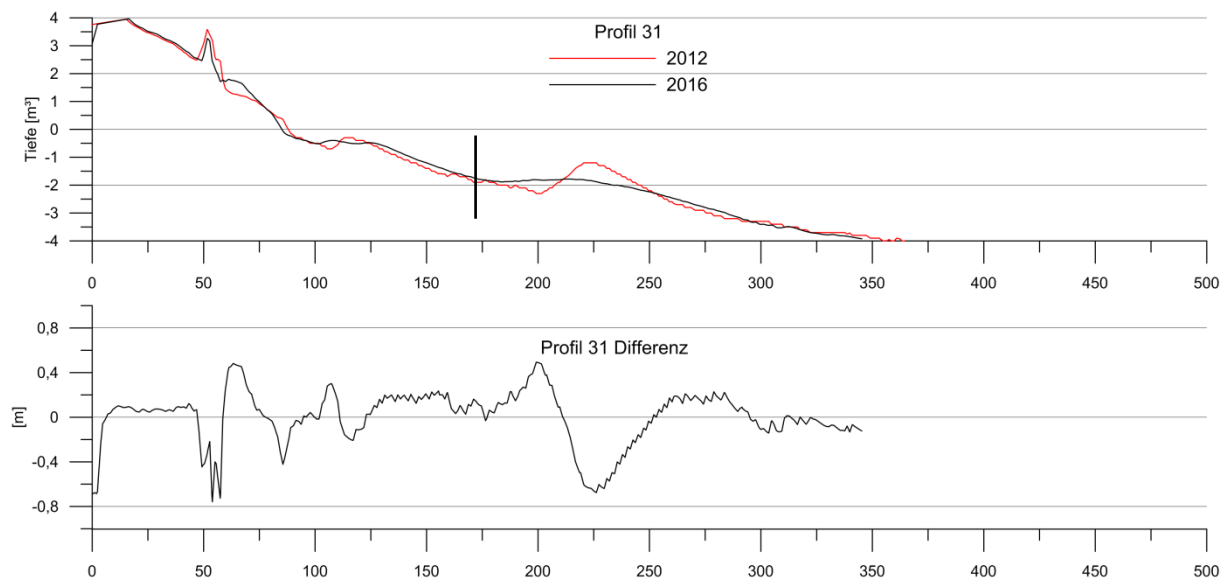


Abbildung 58: Profilvergleich 2016-2012

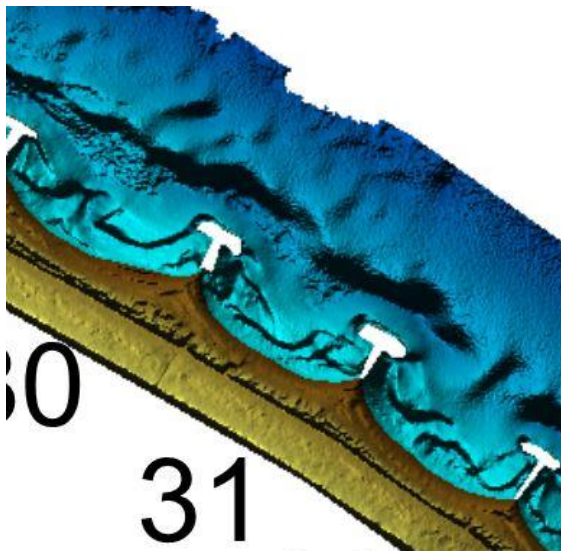


Abbildung 59: Ausschnitt 2016

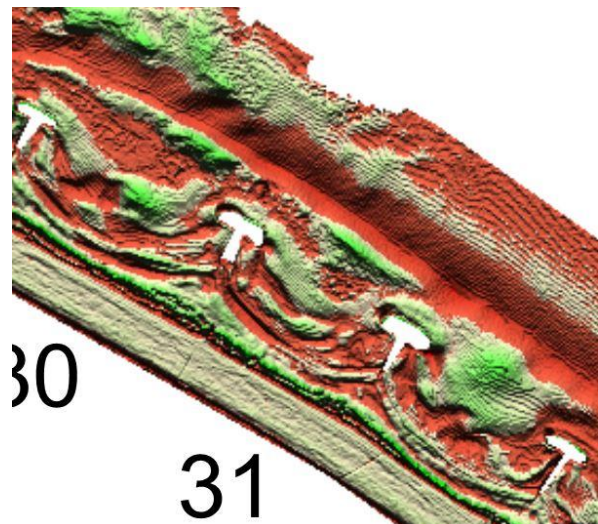


Abbildung 60: Ausschnitt 2016-2012

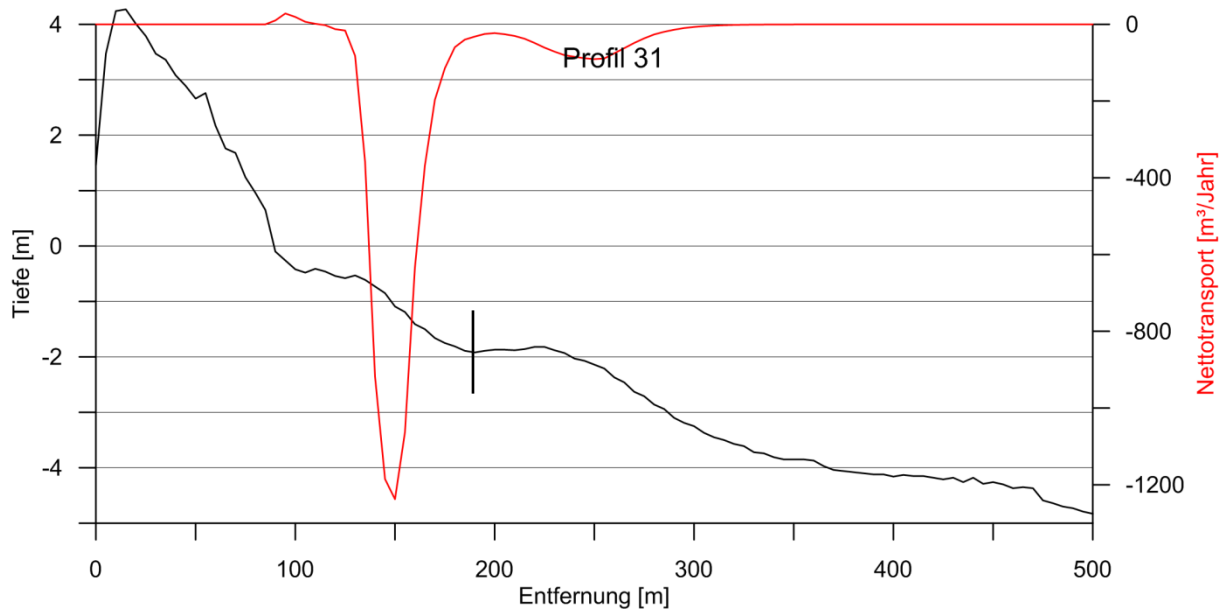


Abbildung 61: Sedimenttransportkapazitäten

Maßnahmen: geringfügige Modifikation des Bühnenhalses Bühne 31 und 32, Beobachtung

Buhnenfeld/Profil 32

Vor diesem Buhnenfeld wird das vorgelagerte Riff durch einen Rippstrom unterbrochen (s. Abb. 63). Das vorgelagerte Riff hat sich abgeflacht und das innere Riff ist leicht seawärts gewandert (s. Abb. 62 u. 64). Der küstenparallele Sedimenttransport ohne Buhne findet innerhalb des Buhnenfeldes in Strandnähe statt. Von Westen findet ohne Buhnen kein Sedimenttransport in das Buhnenfeld statt (s. Abb. 65).

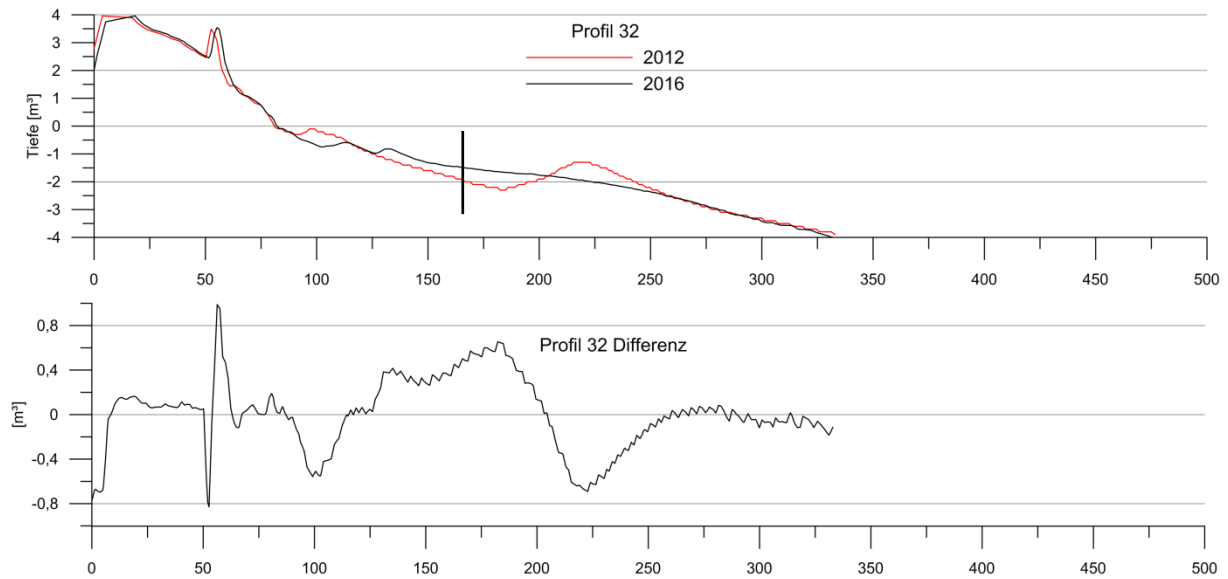


Abbildung 62: Profilvergleich 2016-2012

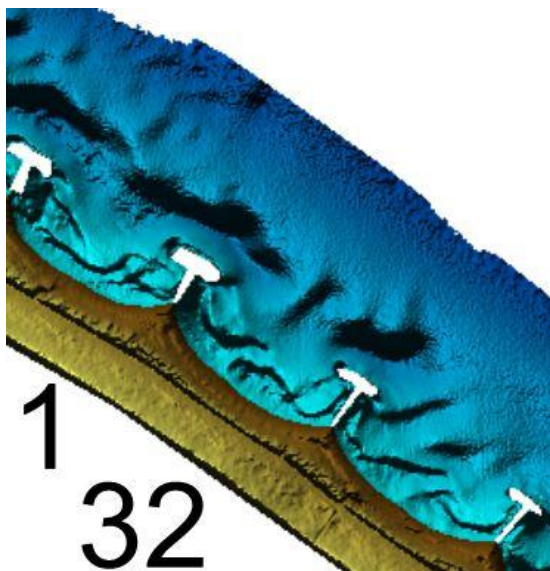


Abbildung 63: Ausschnitt 2016

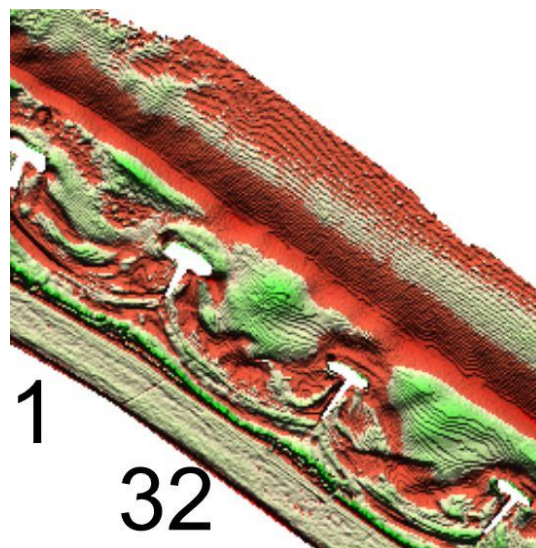


Abbildung 64: Ausschnitt 2016-2014

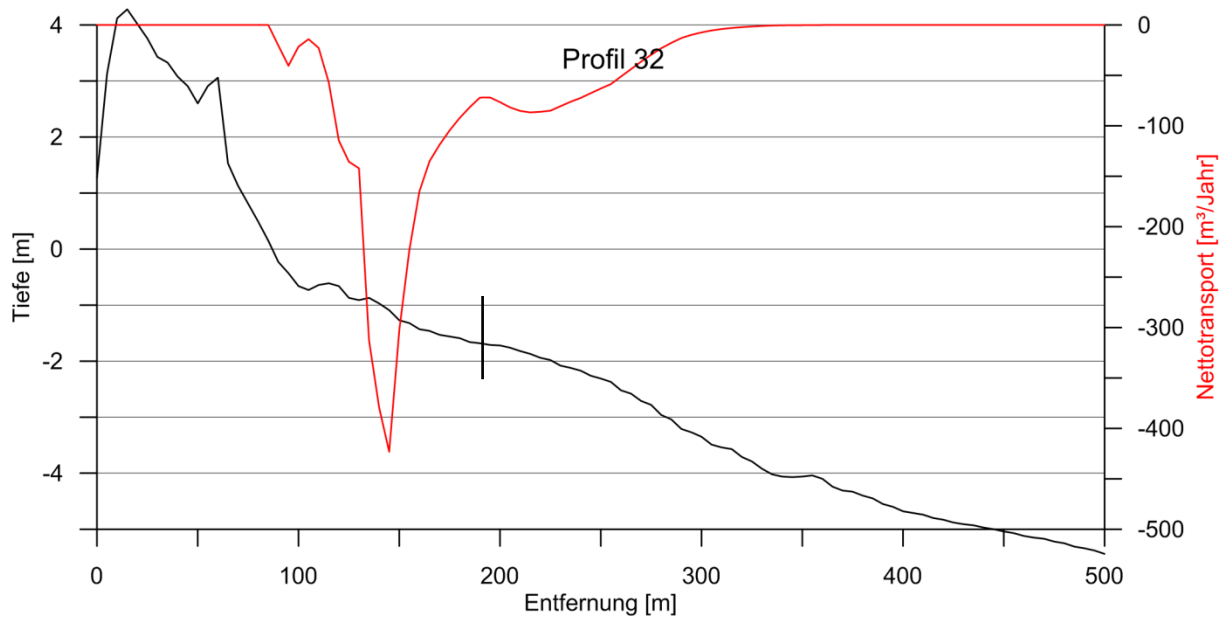


Abbildung 65: Sedimenttransportkapazitäten

Maßnahmen: geringfügige Modifikation des Bühnenhalse Bühne 32 und 33,
Riffstabilisierung, Beobachtung

Buhnenfeld/Profil 33

Das Riff vor dem Buhnenfeld hat sich landwärts verlagert und dabei seine durchgehende Form verloren (s. Abb. 66 u. 67). Im Buhnenfeld selbst ist eine leichte Bodenerhöhung (s. Abb. 68) festzustellen. Sedimenttransport ohne Buhnen findet an drei Stelle des Buhnenfeldes statt (s. Abb. 69), direkt zwischen/vor den Buhnenköpfen, auf der leichten Bodenerhöhung im Buhnenfeld und im Bereich des Strandhanges. Buhne 34 verhindert den Sedimenttransport von Westen in das Buhnenfeld.

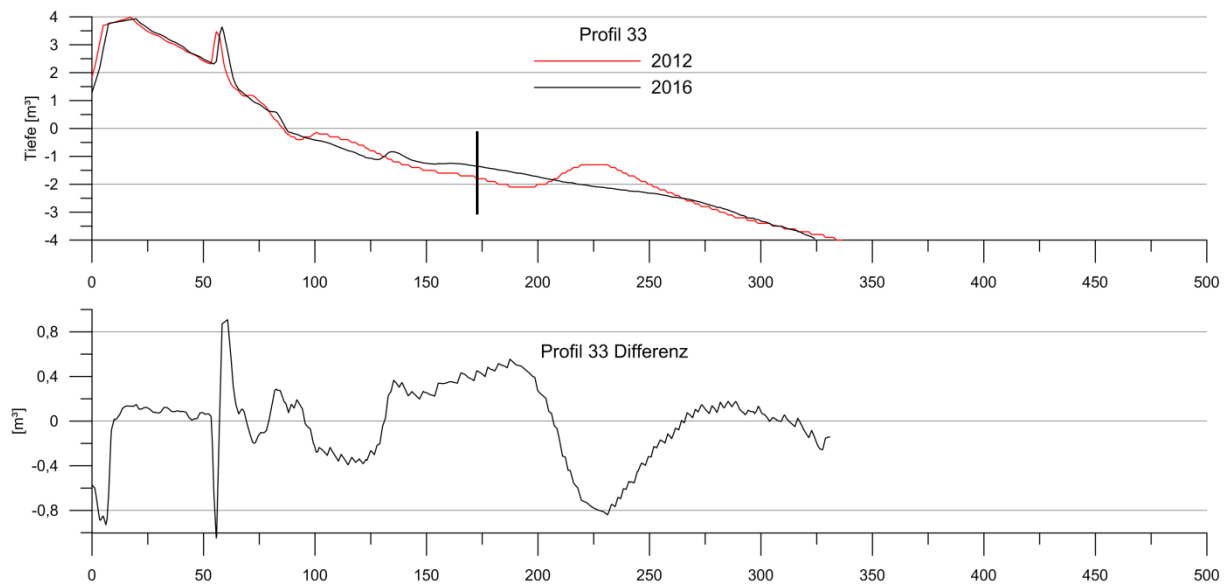


Abbildung 66: Profilvergleich 2016-2012

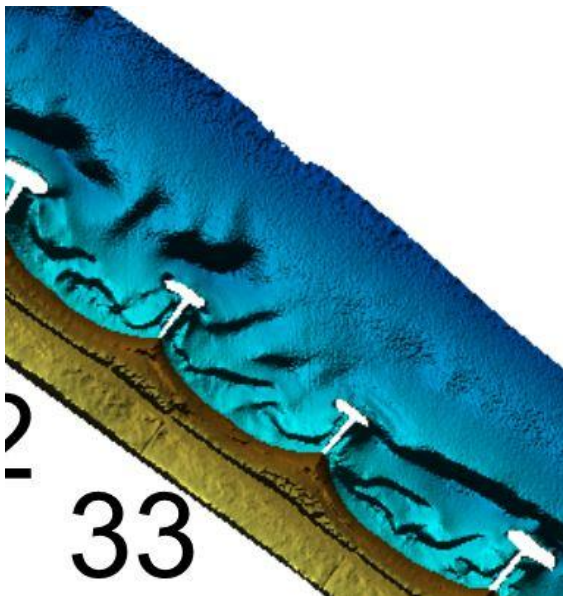


Abbildung 67: Ausschnitt 2016

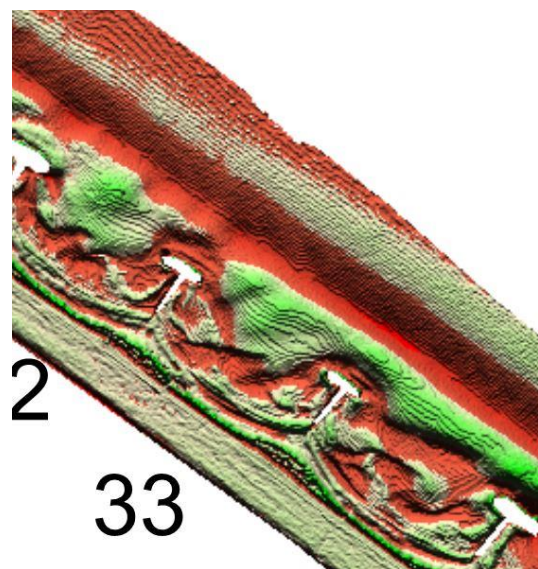


Abbildung 68: Ausschnitt 2016-2012

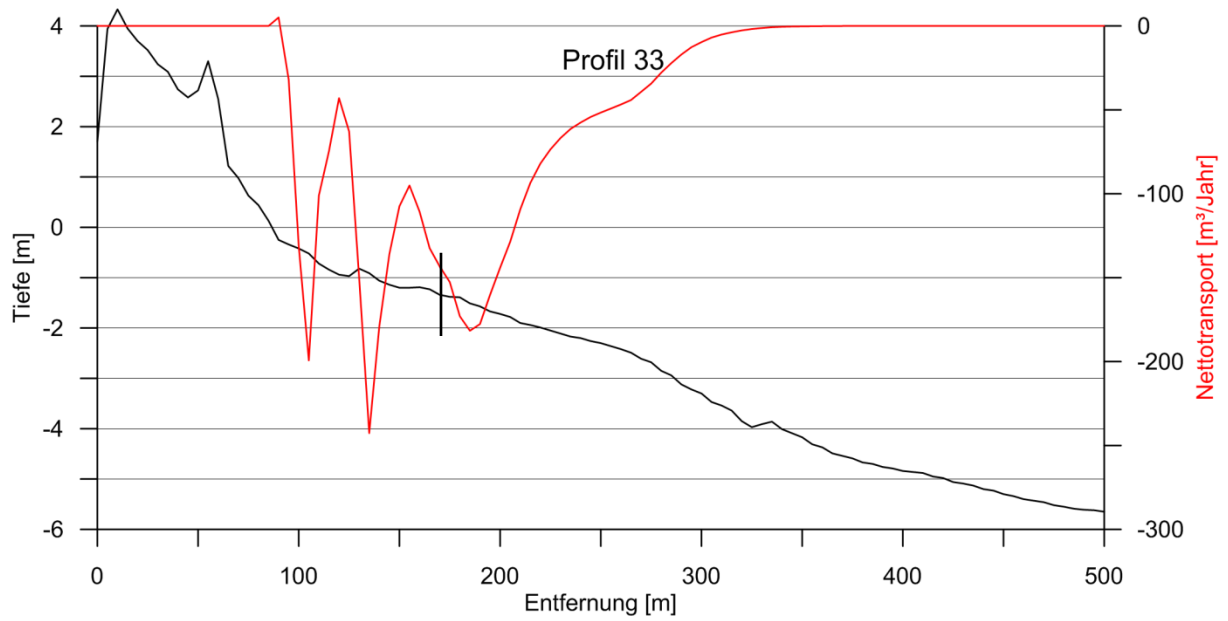


Abbildung 69: Sedimenttransportkapazitäten

Maßnahmen: geringfügige Modifikation des Bühnenhalse und Bühnenkopfes von Bühne 33 und 34, Riffstabilisierung, Beobachtung

Buhnenfeld/Profil 34

Diesem Buhnenfeld ist ein durchgängiges Riff vorgelagert (s. Abb. 71). Das Riff hat sich landwärts verlagert (s. Abb. 71 u. 73). Der Buhnenkopf von Buhne 35 hält das Riff seewärtig fest. Im Buhnenfeld befinden sich zwei leichte Bodenerhebungen (s. Abb. 71). Der Sedimenttransport ohne Buhne findet auf dem Riff und den beiden Bodenerhebungen Richtung Westen statt. (s. Abb. 73).

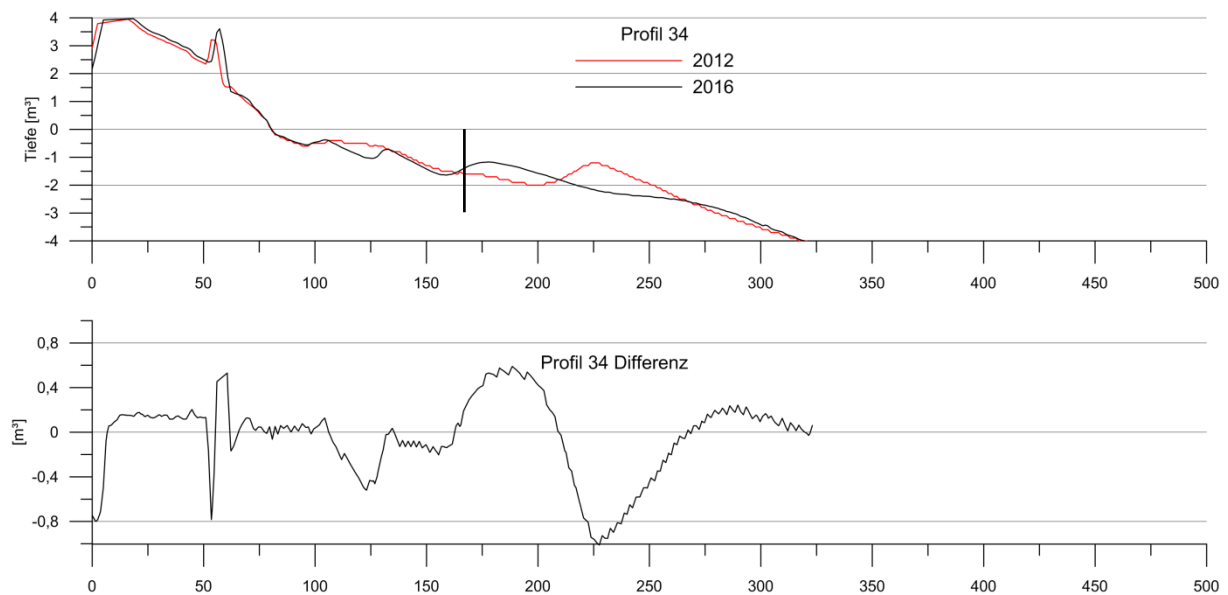


Abbildung 70: Profilvergleich 2016-2012

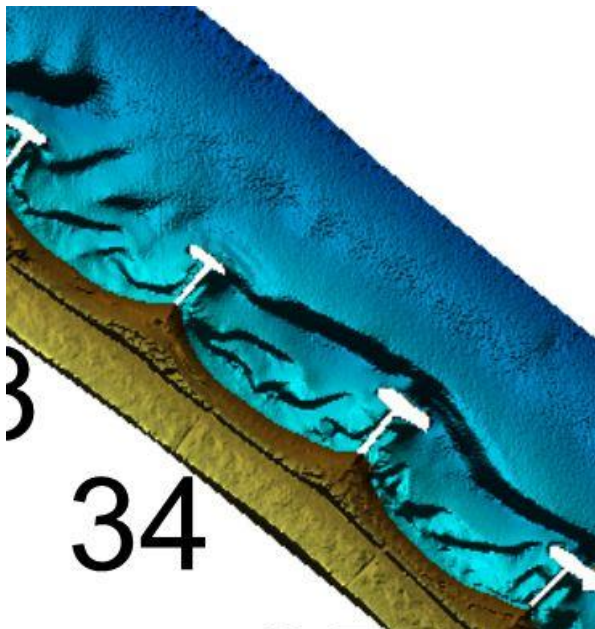


Abbildung 71: Ausschnitt 2016

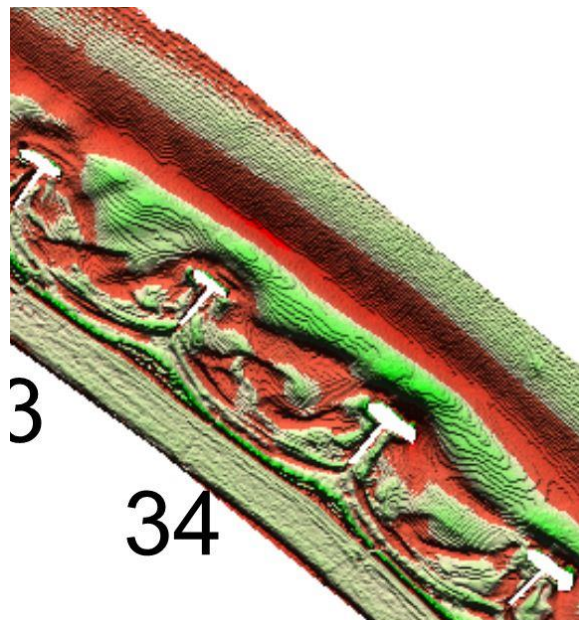


Abbildung 72: Ausschnitt 2016-2012

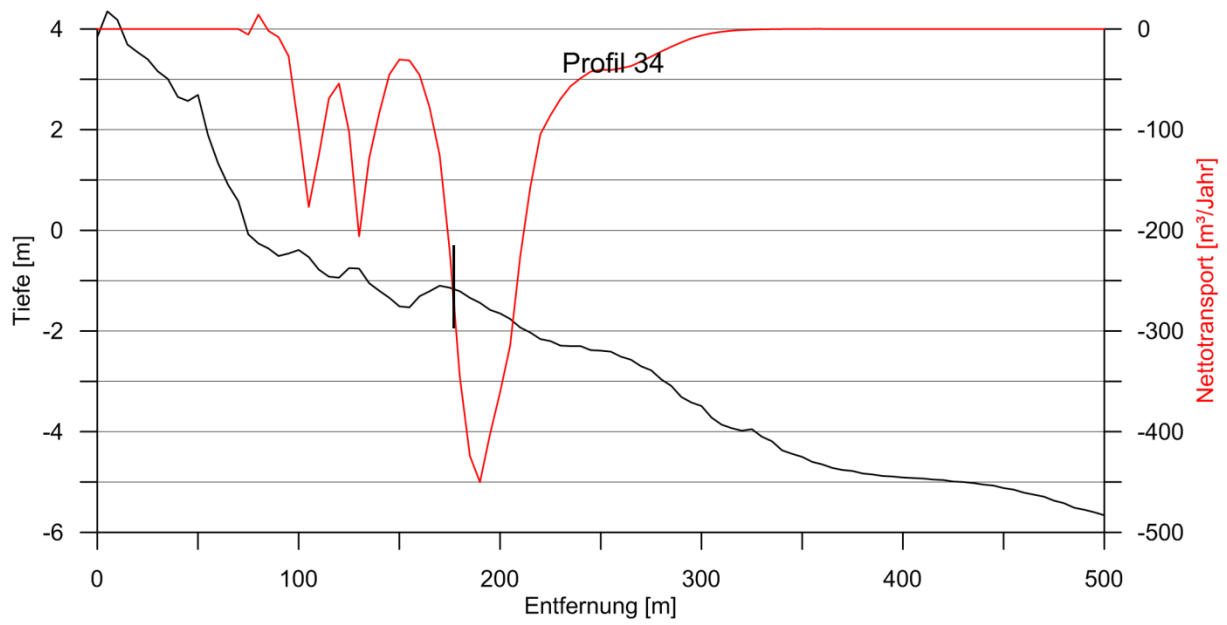


Abbildung 73: Sedimenttransportkapazitäten

Maßnahmen: geringfügige Modifikation des Bühnenhalse/Kopfes Bühne 34 und 35,
Riffstabilisierung, Beobachtung

Buhnenfeld/Profil 35

Vor diesem Buhnenfeld befindet sich ein gut ausgeprägtes Riff (s. Abb. 75). Das Riff ist landwärts gewandert (s. Abb. 74) wird aber von den Buhnenköpfen daran gehindert, sich näher an die Küste zu bewegen (s. Abb. 76). Innerhalb des Buhnenfeldes kommt es zu einer seewärtigen Verlagerung der strandnahen Barre (s. Abb. 74). Der Sedimenttransport ohne Buhnen findet auf dem Riff und auf der Barre im Buhnenfeld nach Westen statt (s. Abb. 77).

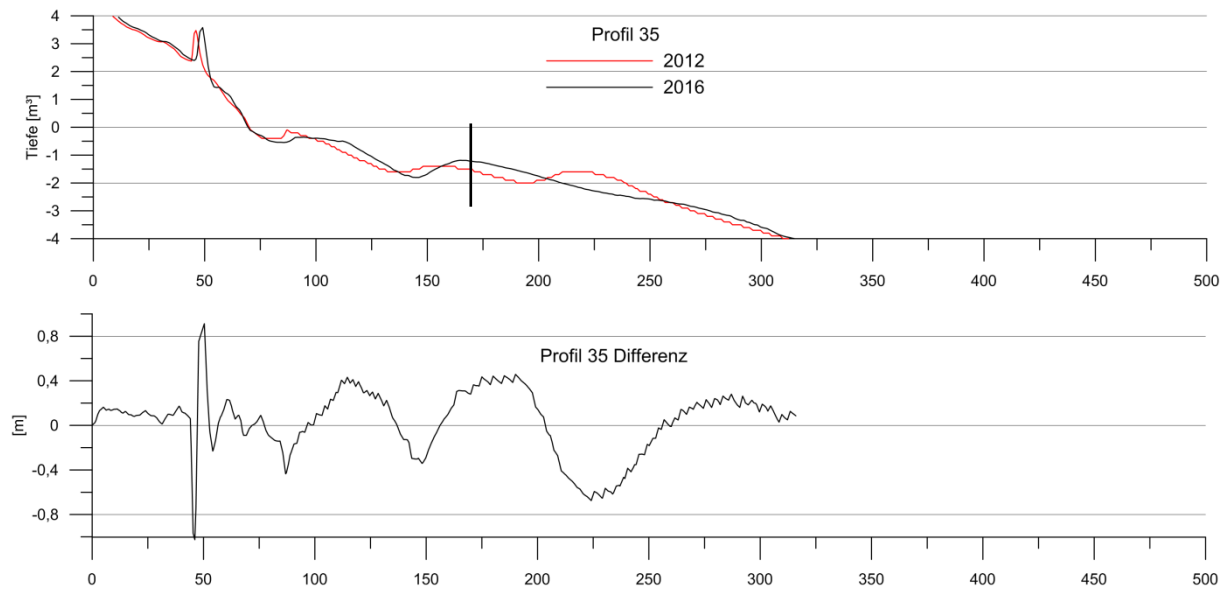


Abbildung 74: Profilvergleich 2016-2012

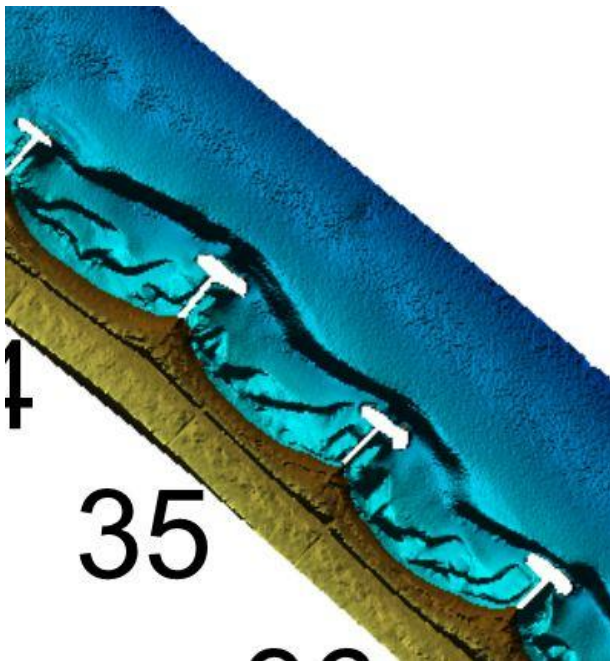


Abbildung 75: Ausschnitt 2016

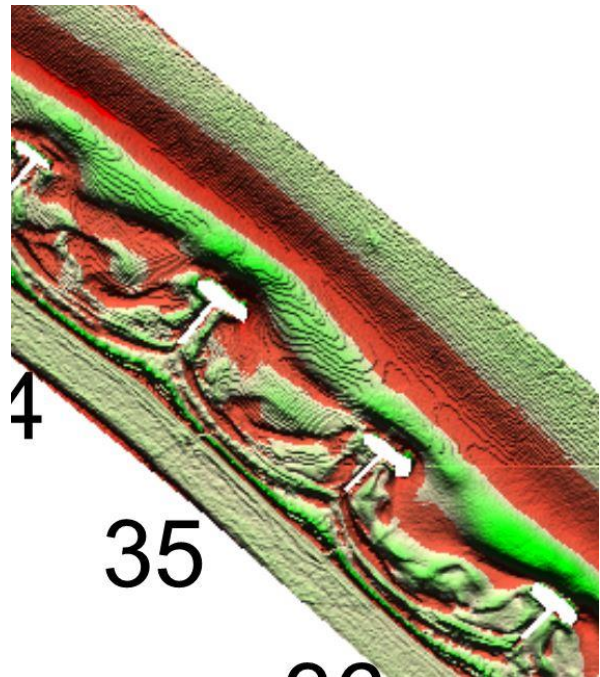


Abbildung 76: Ausschnitt 2016-2012

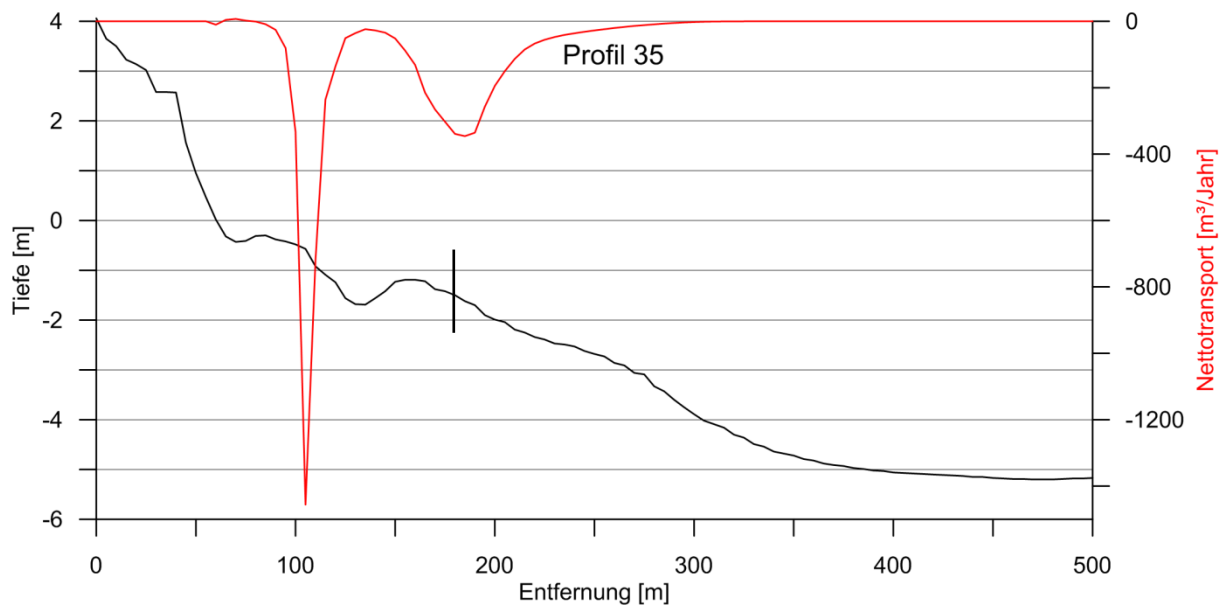


Abbildung 77: Sedimenttransportkapazitäten

Maßnahmen: geringfügige Modifikation des Bühnenhalses und Kopfes Bühne 35 und 36,
Riffstabilisierung, Beobachtung

Buhnenfeld/Profil 36

Vor diesem Buhnenfeld befindet sich ein gut ausgeprägtes Riff (s. Abb. 79). Das Riff ist landwärts gewandert (s. Abb. 78) wird aber von den Buhnenköpfen daran gehindert, sich näher an die Küste zu bewegen (s. Abb. 80). Innerhalb des Buhnenfeldes kommt es zu einer leichten landwärtigen Verlagerung der strandnahen Barre (s. Abb. 78). Der Sedimenttransport ohne Buhnen findet auf dem Riff und auf der Barre im Buhnenfeld nach Westen statt (s. Abb. 81).

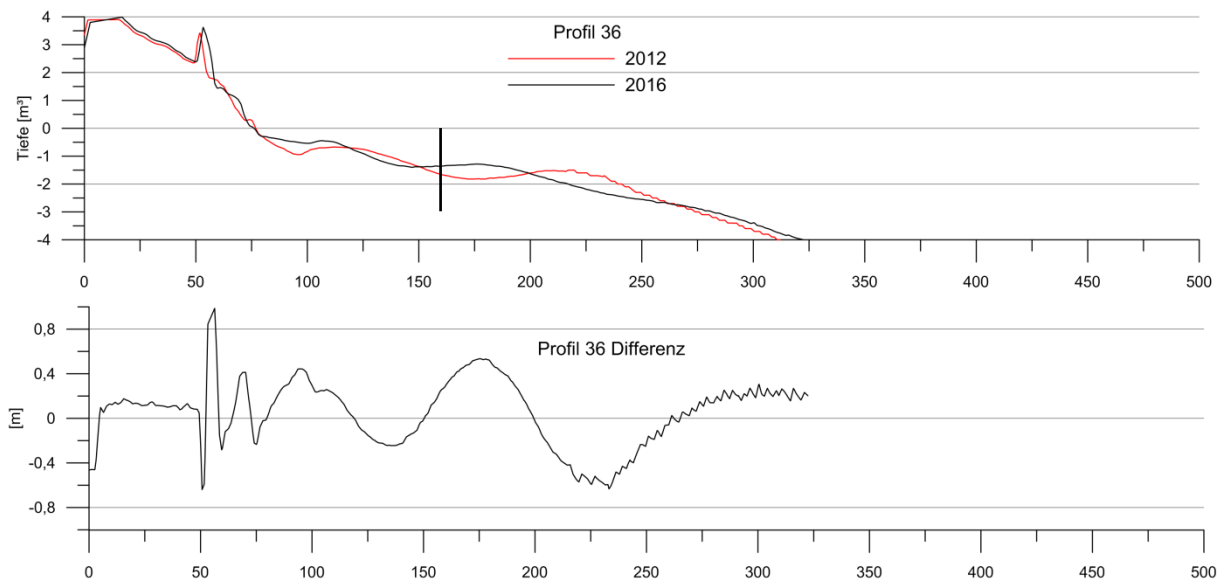


Abbildung 78: Profilvergleich 2016-2012

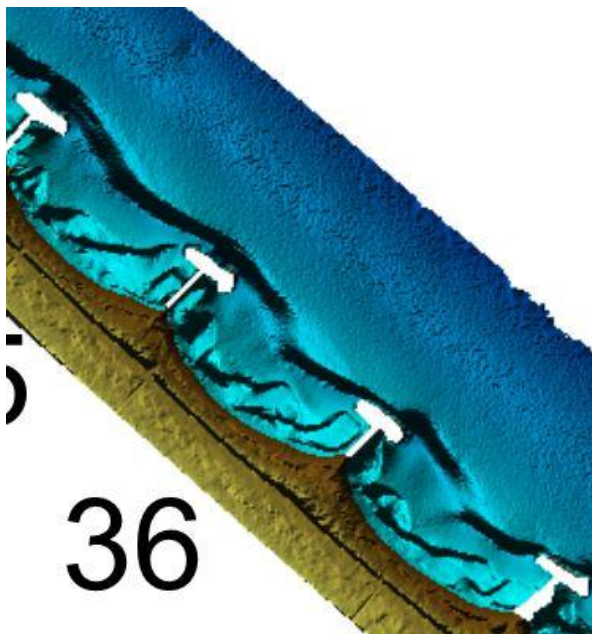


Abbildung 79: Ausschnitt 2016

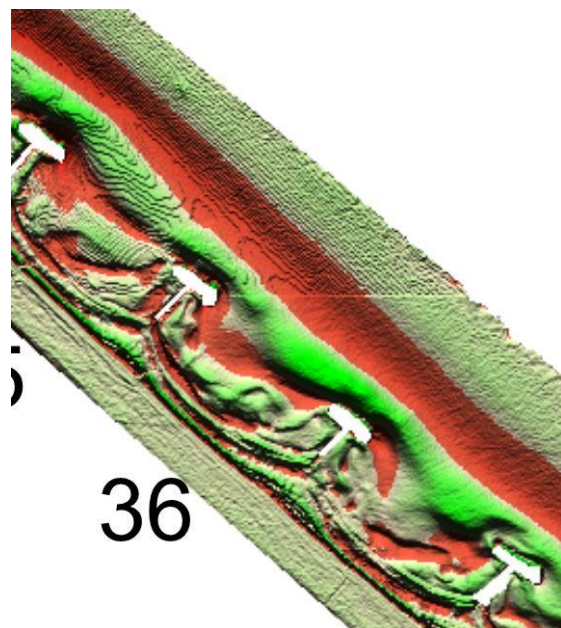


Abbildung 80: Ausschnitt 2016-2012

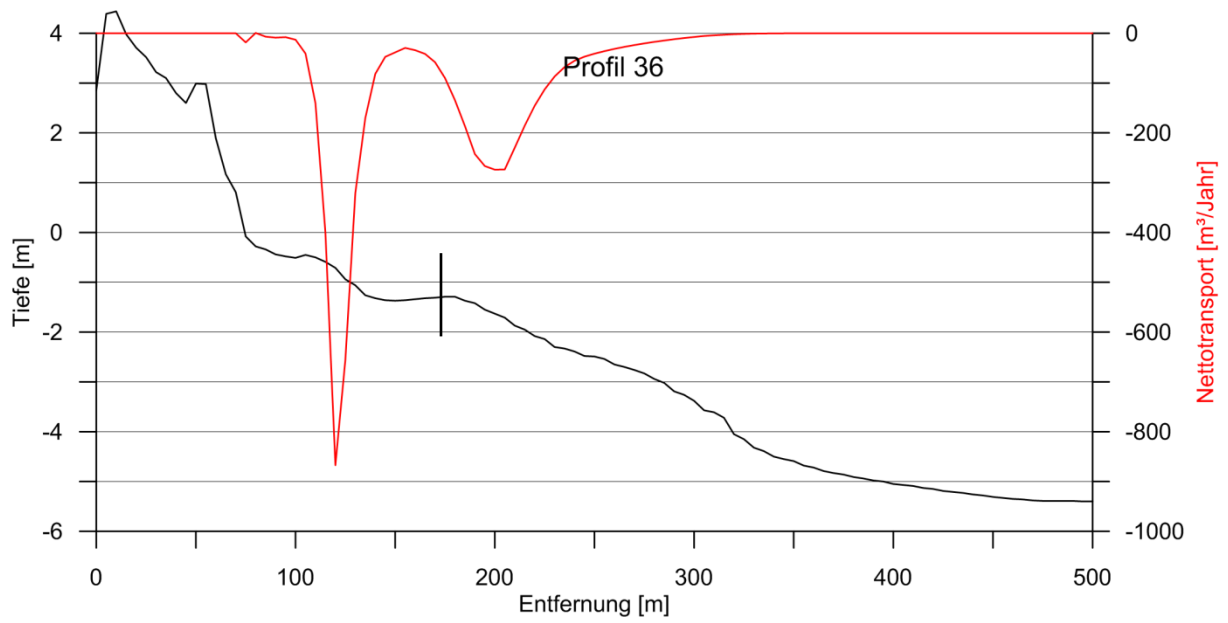


Abbildung 81: Sedimenttransportkapazitäten

Maßnahmen: geringfügige Modifikation des Bühnenhalses und Kopfes Bühne 36 und 37, Riffstabilisierung, Beobachtung

Buhnenfeld/Profil 37

Vor diesem Buhnenfeld befindet sich ein gut ausgeprägtes Riff (s. Abb. 82). Das Riff ist landwärts gewandert (s. Abb. 82) wird aber von den Buhnenköpfen daran gehindert, sich näher an die Küste zu bewegen (s. Abb. 85). Innerhalb des Buhnenfeldes kommt es zu einer leichten seewärtigen Verlagerung der strandnahen Barre (s. Abb. 82). Der Sedimenttransport ohne Buhnen findet auf dem Riff und auf der Barre im Buhnenfeld nach Westen statt (s. Abb. 85).

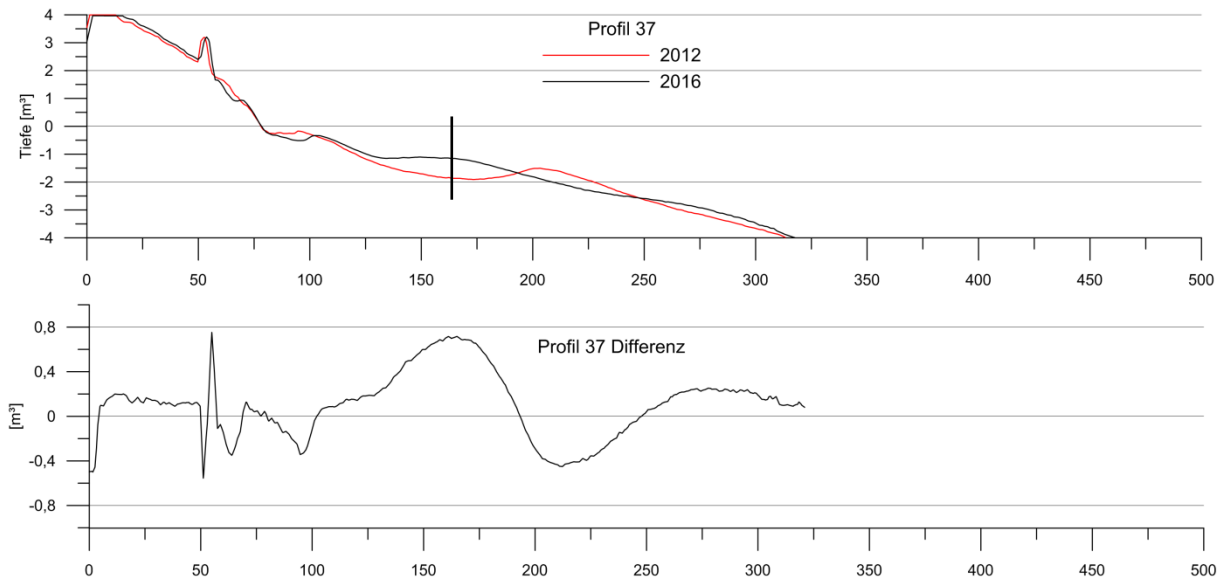


Abbildung 82: Profilvergleich 2016-2012

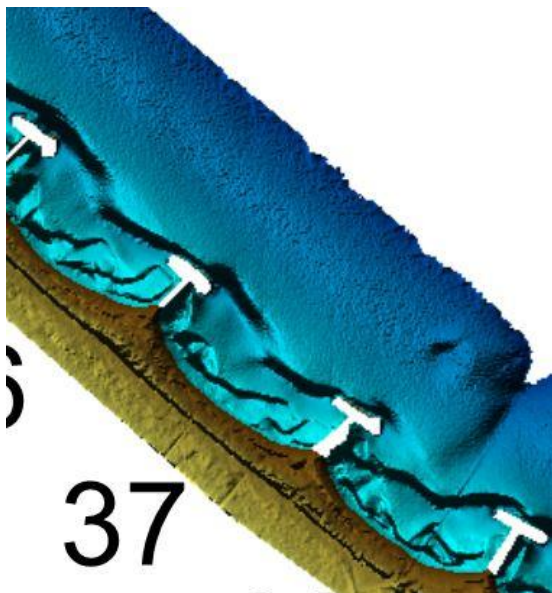


Abbildung 83: Ausschnitt 2016

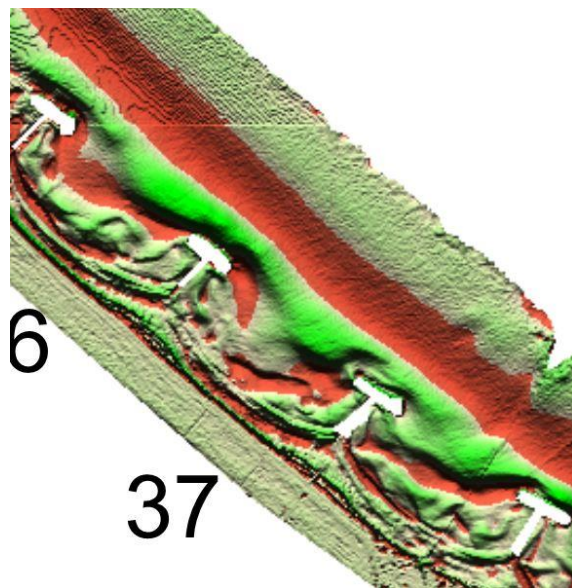


Abbildung 84: Ausschnitt 2016-2012

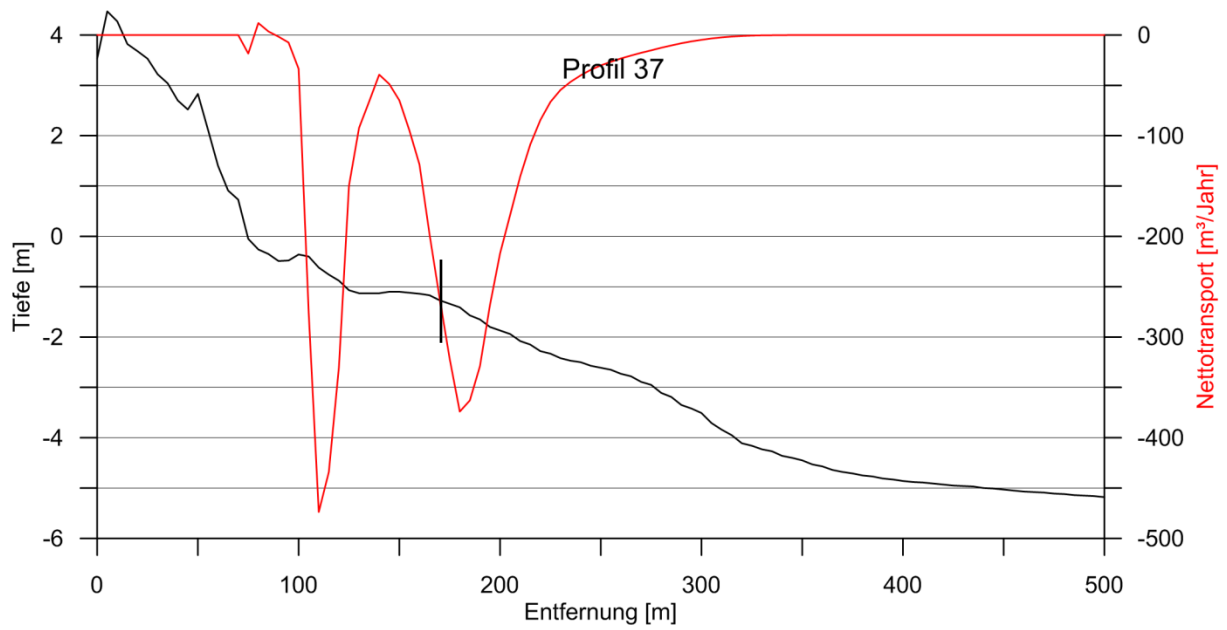


Abbildung 85: Sedimenttransportkapazitäten

Maßnahmen: geringfügige Modifikation des Bühnenhalses und Kopfes Bühne 37 und 38, Riffstabilisierung, Beobachtung

Buhnenfeld/Profil 38

Das vorgelagerte Riff versucht in das Buhnenfeld hineinzuwandern (s. Abb. 87) wird aber vom Kopf der Buhne 39 daran gehindert. Das Riff sowie die Barre im Buhnenfeld haben sich landwärts bewegt (s. Abb. 86). Der Sedimenttransport ohne Buhnen findet auf dem Riff und geringfügig auf der Barre innerhalb des Buhnenfeldes Richtung Westen statt s. Abb. 89).

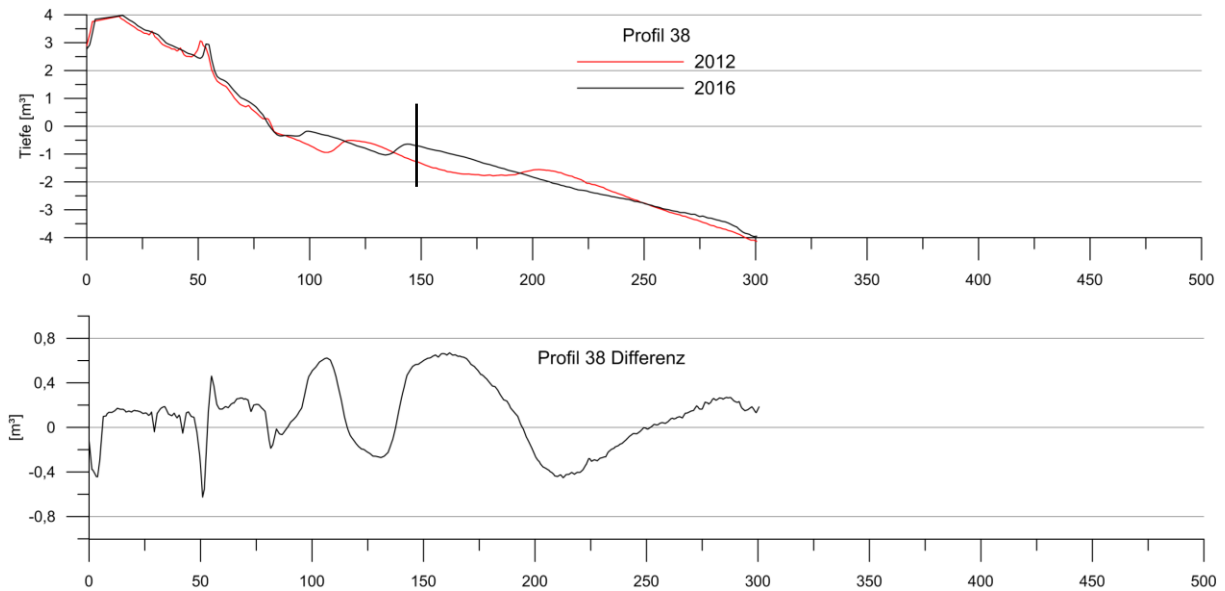


Abbildung 86: Profilvergleich 2016-2012

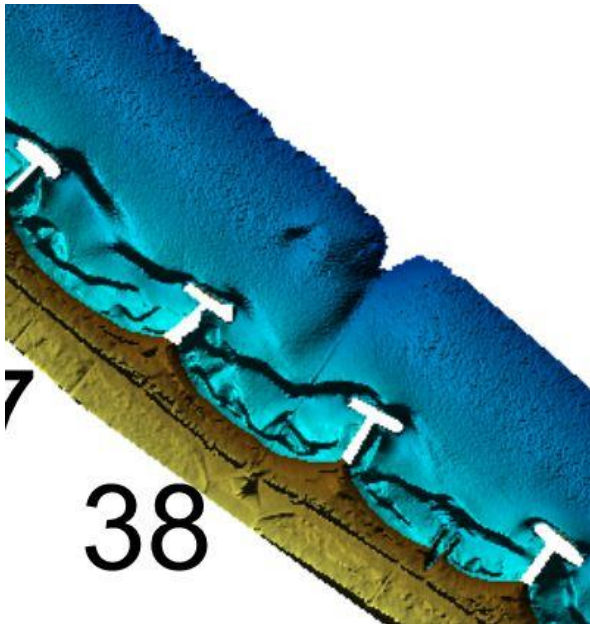


Abbildung 87: Ausschnitt 2016

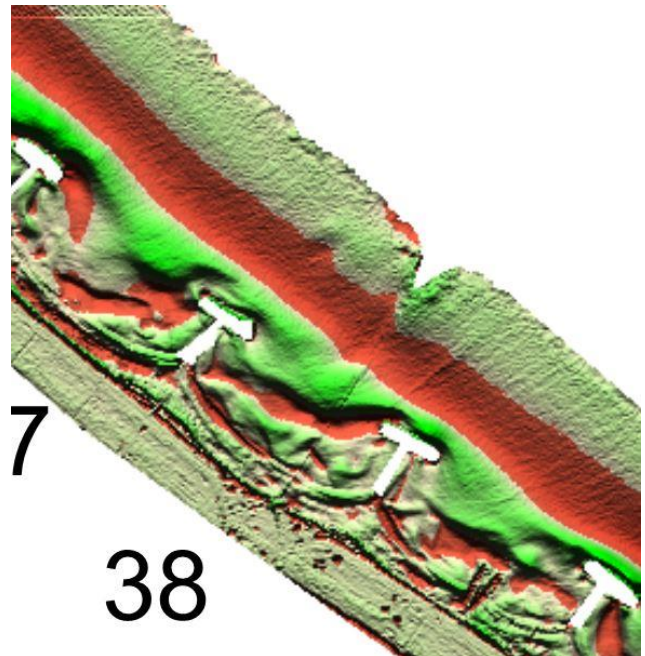


Abbildung 88: Ausschnitt 2016-2012

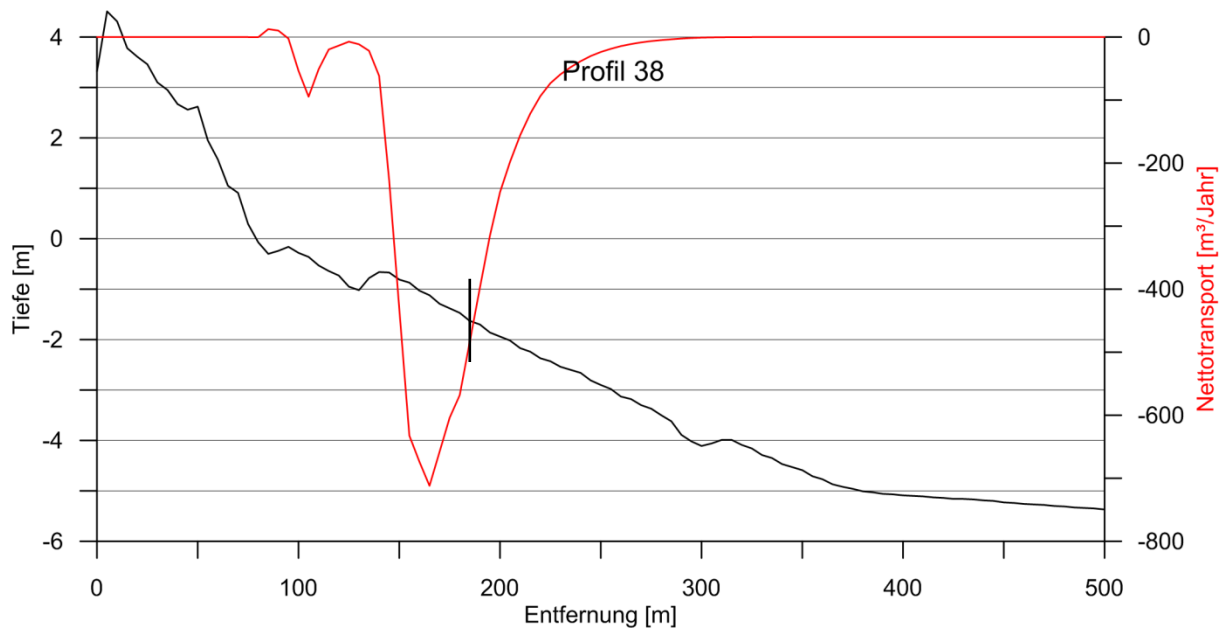


Abbildung 89: Sedimenttransportkapazitäten

Maßnahmen: geringfügige Modifikation des Bühnenhalses und Kopfes Bühne 38 und 39, Riffstabilisierung, Beobachtung

Buhnenfeld/Profil 39

Das ehemals vorgelagerte Riff hat sich ins Buhnenfeld verlagert (s. Abb. 90 u. 91). Die Buhnenköpfe verhindern jedoch eine ungestörte Entwicklung (s. Abb. 92). Der Vorfluter weist nur geringfügige Auswirkungen auf. Der Sedimenttransport ohne Buhnen findet auf dem Riff und geringfügig auch auf dem Strandhang Richtung Westen statt (s. Abb. 93).

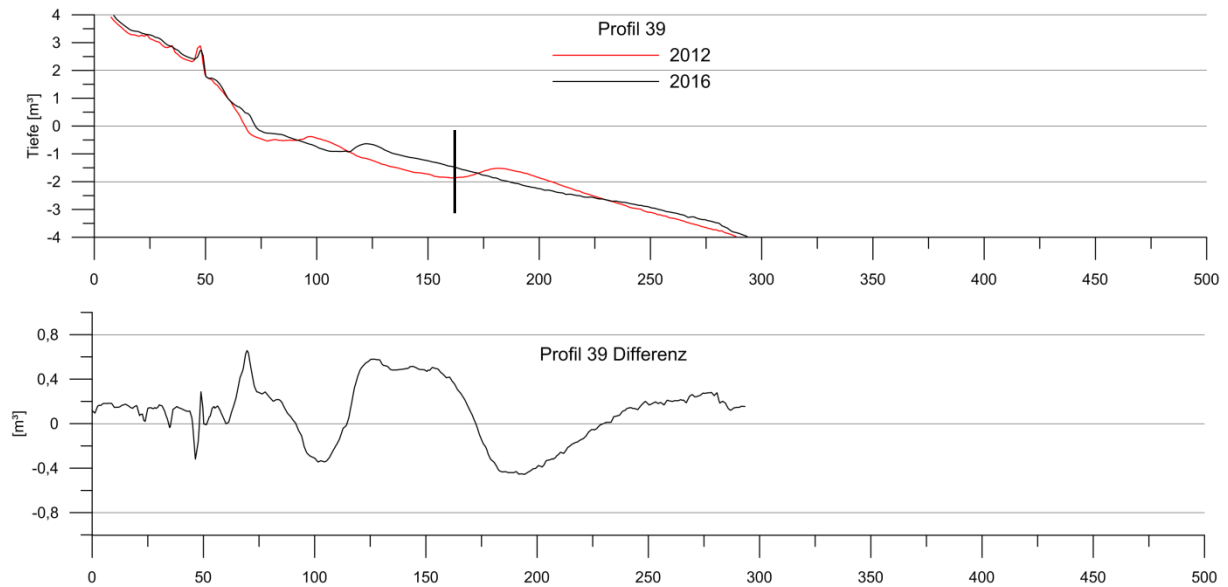


Abbildung 90: Profilvergleich 2016-2012

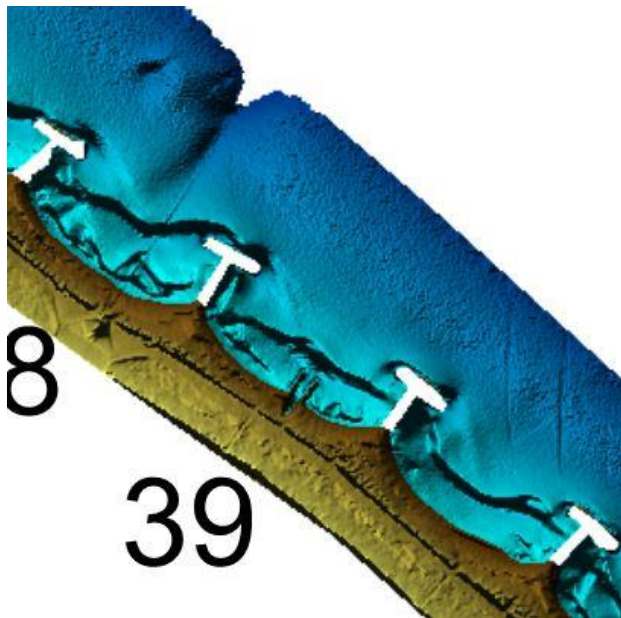


Abbildung 91: Ausschnitt 2016

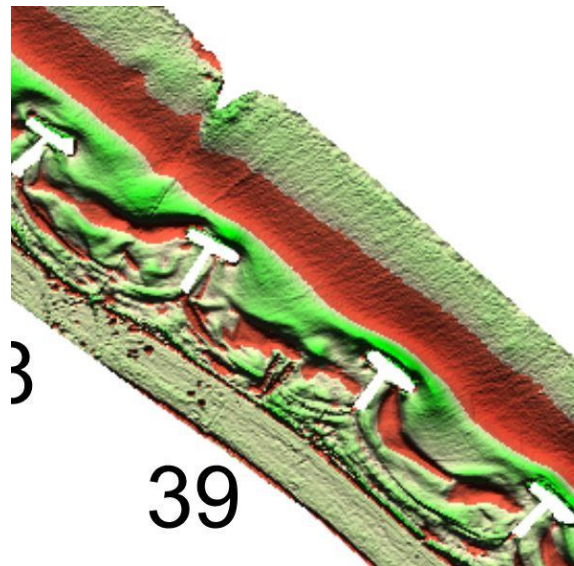


Abbildung 92: Ausschnitt 2016-2012

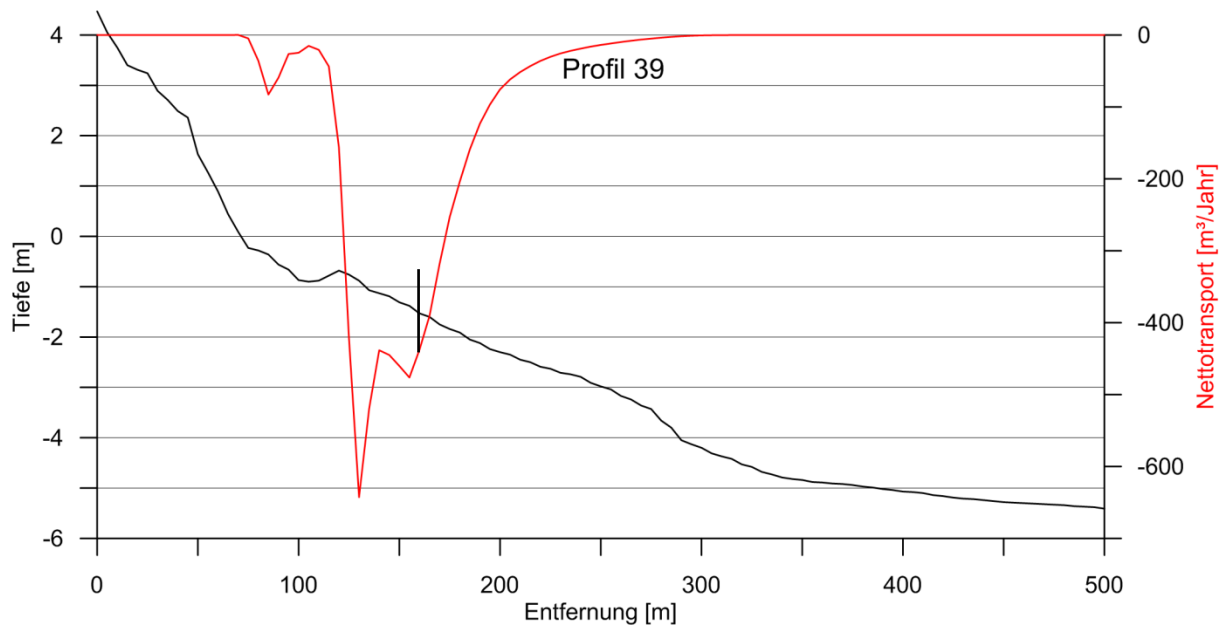


Abbildung 93: Sedimenttransportkapazitäten

Maßnahmen: geringfügige Modifikation des Bühnenhalses und Kopfes Bühne 39 und 40, Riffstabilisierung, Beobachtung

Buhnenfeld/Profil 40

Das ehemals vorgelagerte Riff hat sich ins Buhnenfeld verlagert (s. Abb. 95 u. 96). Die Buhnenköpfe verhindern jedoch eine ungestörte Entwicklung (s. Abb. 96). Der Sedimenttransport ohne Buhnen findet auf dem Riff und geringfügig auch auf dem Strandhang Richtung Westen statt (s. Abb. 93).

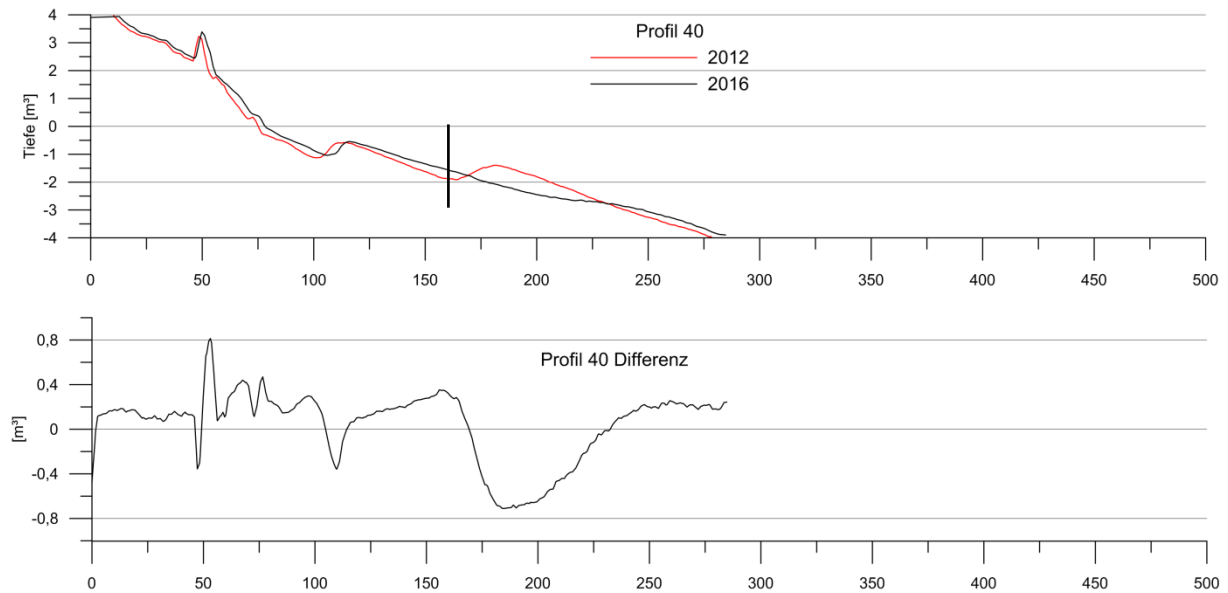


Abbildung 94: Profilvergleich 2016-2012

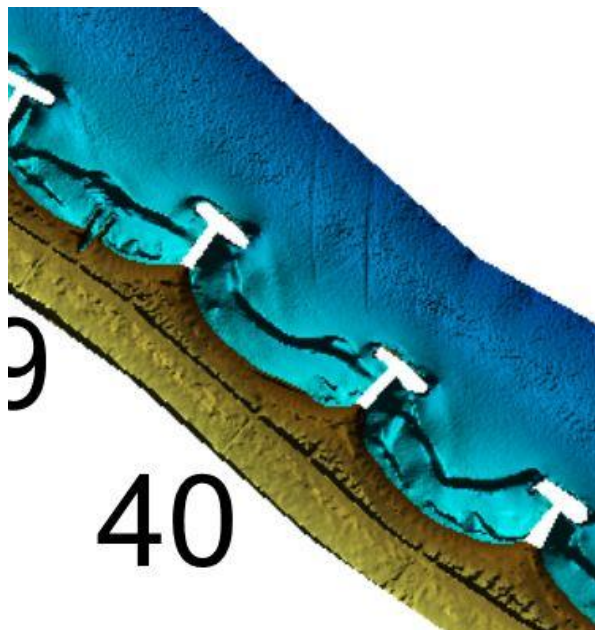


Abbildung 95: Ausschnitt 2016

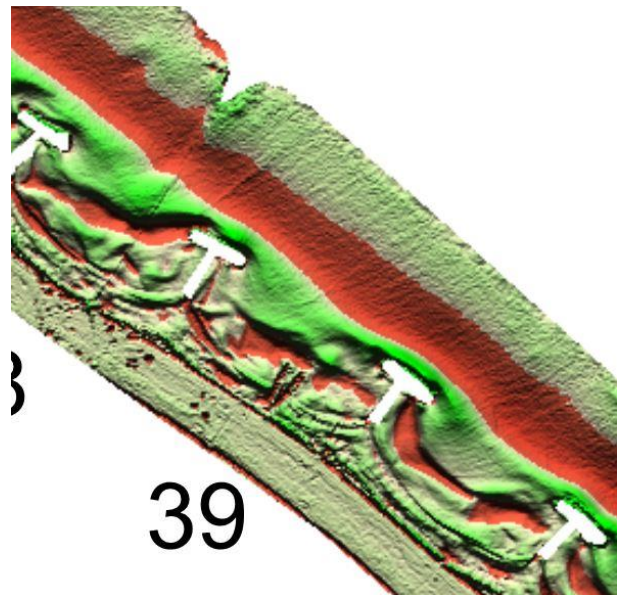


Abbildung 96: Ausschnitt 2016-2012

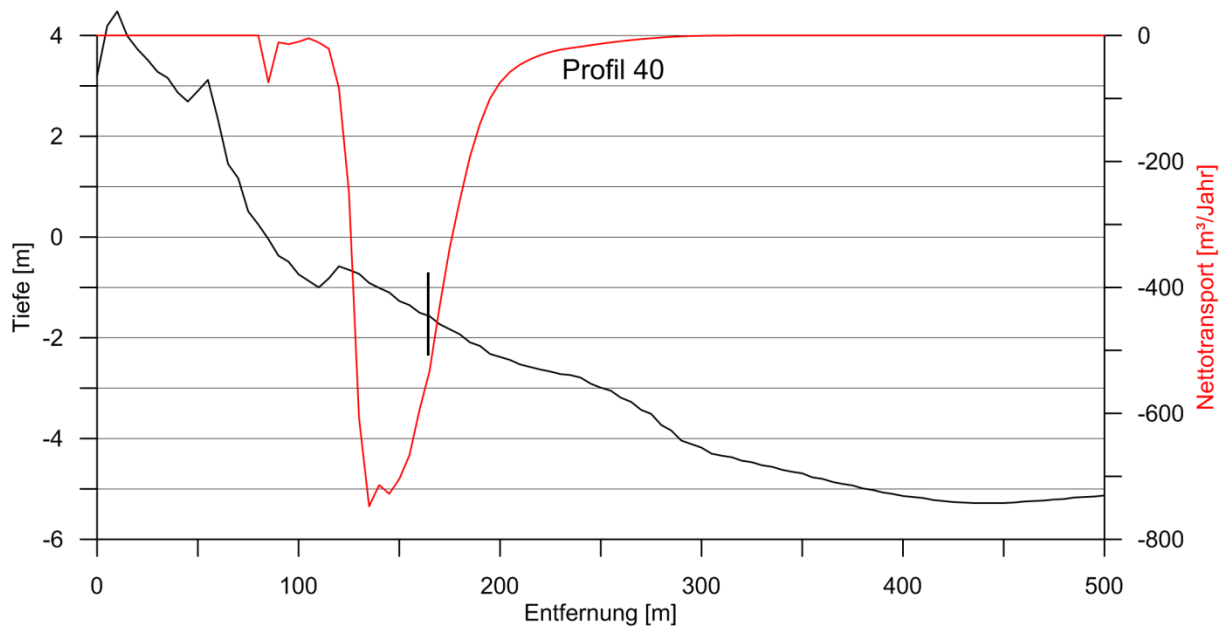


Abbildung 97: Sedimenttransportkapazitäten

Maßnahmen: geringfügige Modifikation des Bühnenhalses und Kopfes Bühne 40,
Riffstabilisierung, Beobachtung