

Küstenschutz Südküste Föhr

Morphologischer Zustandsbericht Südküste Föhr 2022:

Auswirkungen der Sturmfluten des Winters 2021/22

Inhalt

1	Veranlassung und Vorgehensweise	2
2	Aktuelle Situation	3
3	Schadenauswertung.....	4
4	Bisherige Sandersatzmaßnahmen Südküste Föhr (1963-2012).....	10
5	Auswertung.....	12
5.1	Festlegung der Auswertebereiche	12
5.2	Querprofilvergleiche	12
5.2.1	Utersum (West)	13
5.2.2	Utersum (BfA).....	13
5.2.3	Hedehusumer Geest	14
5.2.4	Godelniederung.....	14
5.2.5	Godelmündung.....	15
5.2.6	Goting-Kliff	15
5.2.7	Nieblum (Strand).....	16
5.2.8	Nieblum (Bretland und Greveling).....	16
5.2.9	Wyk (Südstrand-West).....	17
5.2.10	Wyk (Südstrand-Ost).....	17
5.2.11	Wyk (Oststrand)	18
5.2.12	Gesamtvolumenbilanz	18
5.3	Volumenbilanzen	19
5.4	Volumenganglinien	21
6	Zusammenfassung	27
Anhang		30

LKN.SH

Husum, 16.05.2022

Bearbeitet:

Dr. Theide Erk Wöffler



LKN.SH

Landesbetrieb für Küstenschutz,
Nationalpark und Meeresschutz
Schleswig-Holstein

1 Veranlassung und Vorgehensweise

Die Insel Föhr lässt sich aufgrund ihrer geologischen Entstehungsgeschichte in zwei naturräumliche Bereiche unterteilen. Der nördliche Inselteil ist eine niedrig gelegene Marschlandschaft, die zum Schutz vor Überflutungen eingedeicht ist. Der südliche Inselteil ist ein höher gelegener Geestbereich, der sich entlang der Südküste von Wyk im Osten bis nach Utersum im Westen erstreckt und ca. 20 % der Inselfläche bildet. Aufgrund dieser natürlichen Gegebenheiten behandelt dieser Zustandsbericht 2022 nur den morphologischen Zustand der Föhrer Südküste im Bereich der Geest. Dabei wird der Schwerpunkt der Auswertungen auf die Auswirkungen der Sturmfluten des Frühjahres 2022 gelegt.

Grundlage dieser Untersuchungen stellen sowohl terrestrische Vermessungen als auch Gesamtvermessungen mittels Laserscanbefliegungen dar. Die letzte Gesamtvermessung per Laserscan ist am 30.07.2019 erfolgt. Terrestrische Vermessungen im Bereich der Südküste wurden zuletzt in Folge der Sturmfluten des Jahres 2022 im März dieses Jahres vorgenommen. Zur Ermittlung des morphologischen Zustands werden im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen Querprofilvergleiche, Materialbilanzen und Volumenganglinien erstellt, aus denen sich zudem jeweils mögliche zukünftige Entwicklungen ableiten lassen. Bei der Bilanzierung werden die jeweils aufgespülten Sandmengen der Jahre 1990, 2000 und 2012 in den Auswertungen berücksichtigt.

Als Referenzzustände für die nachfolgenden Auswertungen werden die in der Tabelle 1 aufgeführten Vermessungen verwendet:

Tabelle 1: Datum des Referenzzustandes für die einzelnen Küstenabschnitte

Bereich	Datum des Referenzzustandes
Utersum bis Goting	16.04.2000
Nieblum	15.07.1987
Bretland und Greveling	16.04.2000
Wyk-Südstrand (West)	15.07.1987
Wyk-Südstrand (Ost)	15.06.1990
Wyk-Oststrand	16.04.2000

2 Aktuelle Situation

Nachdem im Winterhalbjahr 2020/21 die in den letzten Jahrzehnten beobachtete Häufung des Eintretens erhöhter Wasserstände unterbrochen wurde, sind im Winterhalbjahr 2021/22 insgesamt 12 Ereignisse aufgetreten, bei denen Wasserstände höher als PNP + 7,00 m (NHN + 2 m) am Pegel List zu beobachten waren. Dies deckt sich mit dem in Abbildung 1 erkennbaren Trend des häufigeren Auftretens erhöhter Wasserstände am Beispiel des Pegels List-Hafen seit dem 01.01.1900. Der höchste Wasserstand des vergangenen Winterhalbjahres wurde am 19.02.2022 während des Sturmtiefs Zeynep mit PNP + 8,18 m (MThw + 2,31 m) erreicht. An zweiter Position folgt mit PNP + 7,94 m (MThw + 2,07 m) der Wasserstand des Sturmtiefs Nadia vom 30.01.2022.

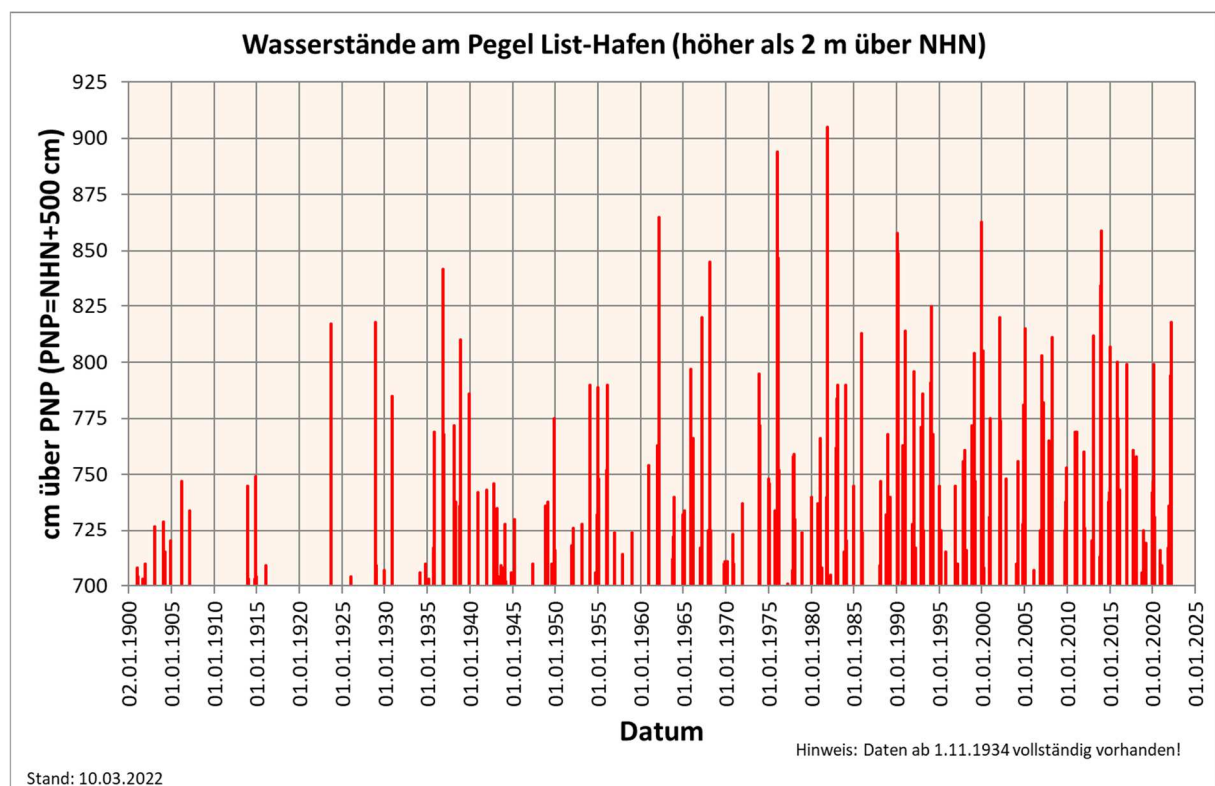


Abbildung 1: Wasserstände am Pegel List über NHN + 2 m seit 01.01.1900

Insbesondere durch das Sturmtief Zeynep sind im Bereich der Föhrer Südküste Schäden an Dünen und Kliffs aufgetreten. Diese wurden am 04.03.2022 kartiert und fotografisch dokumentiert. Die Abbildung 2 zeigt die kartierten Schäden und die jeweiligen Fotostandorte. Insgesamt wurden auf einer Länge von ca. 6 km Schäden festgestellt.

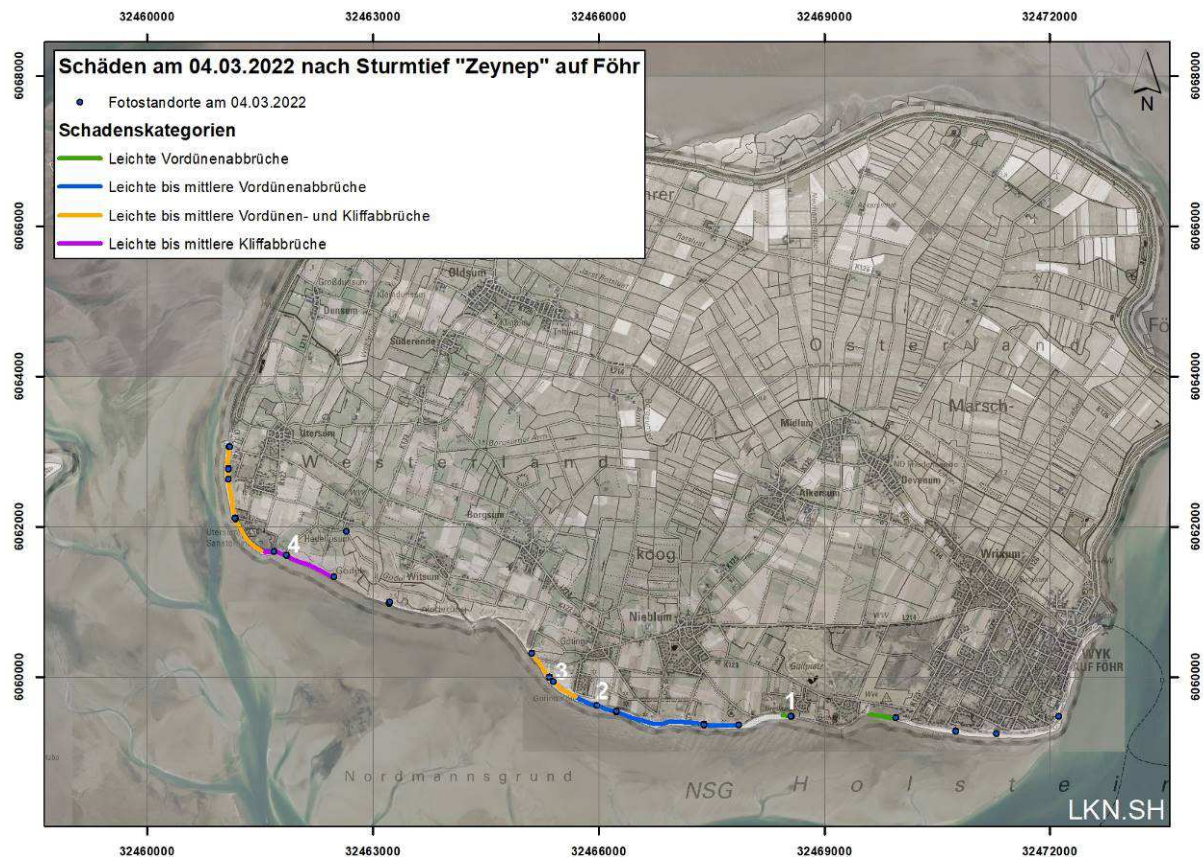


Abbildung 2: Schäden entlang der Südküste von Föhr in Folge der Sturmflut vom 19.02.2022 und Fotostandorte (vgl. Tabelle 2)

3 Schadenauswertung

In der nachfolgenden Tabelle 2 sind die einzelnen Schadenskategorien, die betroffenen Bereiche, Längen und Beispielbilder aufgeführt. Die Standorte der Fotos sind der Abbildung 2 anhand der jeweiligen Nummerierung zu entnehmen.

Leichte Vordünenabbrüche wurden demnach im Bereich Bretland und Greveling auf einer Länge von 465 m festgestellt. Leichte bis mittlere Vordünenabbrüche wurden im Bereich Nieblum Strand kartiert. Der dortige Schadensbereich hat eine Länge von ca. 2,3 km. Zu leichten bis mittleren Dünen- und Kliffabbrüchen ist es in den Bereichen Utersum und Goting Kliff auf ebenfalls ca. 2,3 km Länge gekommen. Eine Unterscheidung zwischen Dünen- und Kliffabbrüchen war in diesem Bereich nicht sicher möglich, so dass diese Bereiche zusammengefasst worden sind. Im Bereich der Hedehusumer Geest ist es auf einer Länge von 1 km zu leichten bis mittleren Kliffabbrüchen in Folge der Sturmflut vom 19.02.2022 gekommen.

Tabelle 2: Informationen zu den kartierten Schadensbereichen der Sturmflut vom 19.02.2022

Schadenskategorie	Bereich	Länge [m]	Beispielbild (vgl. Standort in Abbildung 2)
Leichte Vordünen-abbrüche	Nieblum (Bretland und Greveling), Wyk (Südstrand-West)	455	
Leichte bis mittlere Vordünen-abbrüche	Nieblum Strand	2263	
Leichte bis mittlere Dünen- und Kliffabbrüche	Goting-Kliff, Utersum	2293	
Leichte bis mittlere Kliffabbrüche	Hedehusumer Geest	998	

Aufgrund der kartierten Schäden in Folge der Sturmflut vom 19.02.2022 wurden in den folgenden Bereichen (Abbildung 3 und Abbildung 4) am 08.03.2022 und 09.03.2022 terrestrische Vermessungen durchgeführt. Die Vermessungen erfolgten auf den blau dargestellten Profildefinitionen in einem Abstand von jeweils 100 m.



Abbildung 3: Terrestrisch vermessene Profile im Bereich Utersum und Hedehusum
(Profil 10+904 bis 08+505) in 100 m – Abständen am 08.03.2022



Abbildung 4: Terrestrisch vermessene Profile im Bereich Goting Kliff und Nieblum
(Profil 05+409 bis 02+500) in 100 m – Abständen am 09.03.2022

Zur Veranschaulichung der durch die Sturmflut Zeynep verursachten Schäden sind in den Abbildung 5 und Abbildung 6 die Querprofilvergleiche der Vermessungen vom 24.01.2022 und 08.03.2022 dargestellt.

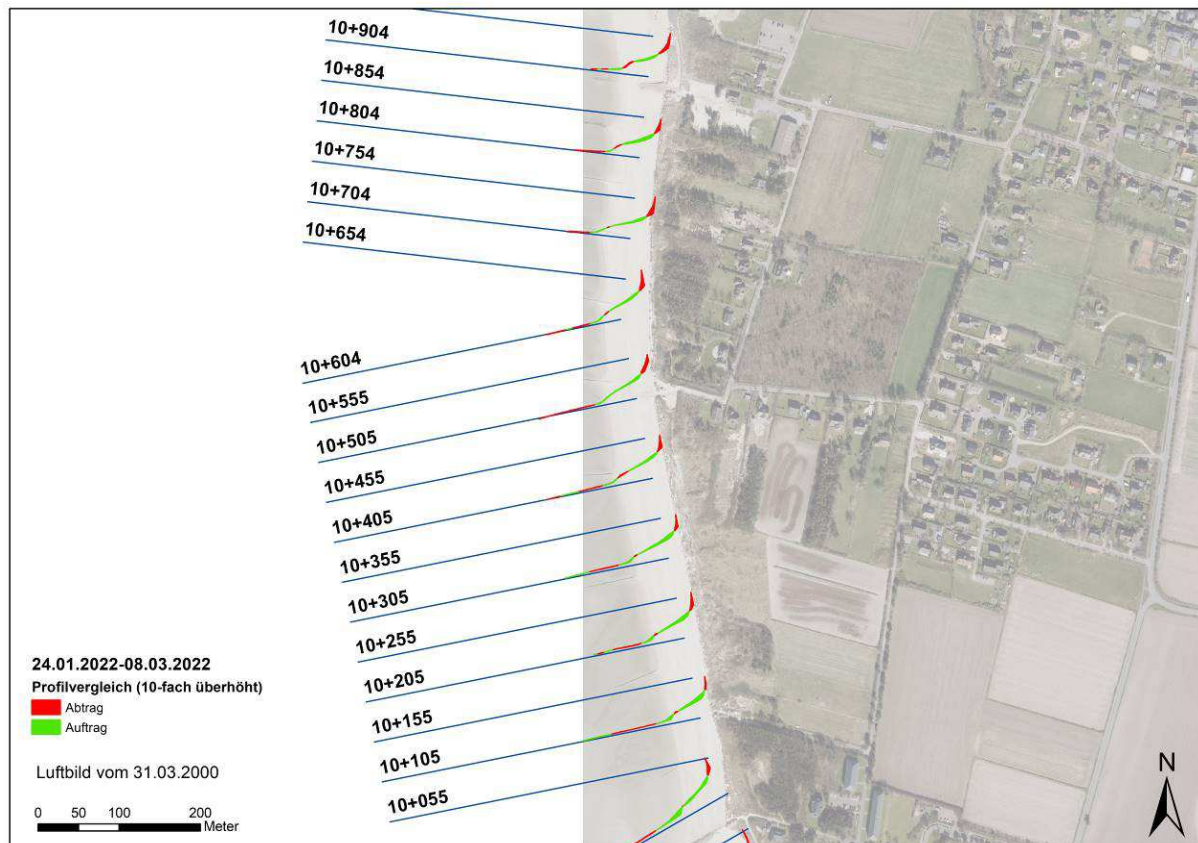


Abbildung 5: Querprofilvergleiche im Bereich Utersum (West) 24.01.2022 – 08.03.2022 (Profile 10-fach überhöht)

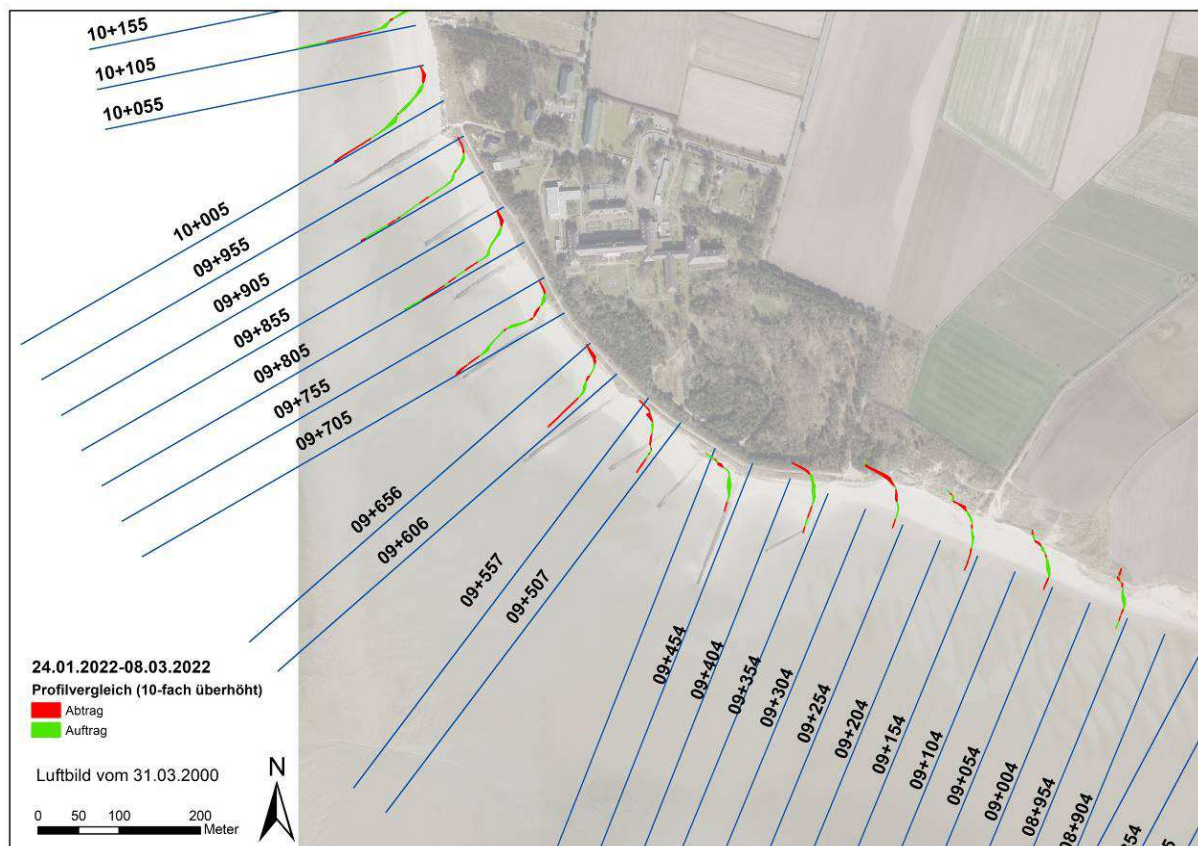


Abbildung 6: Querprofilvergleiche im Bereich Utersum (BfA) 24.01.2022 – 08.03.2022 (Profile 10-fach überhöht)

Dabei sind deutlich die jeweiligen Abbrüche im Dünenbereich zu erkennen (rot) und die daraus resultierenden Ablagerungen des Abbruchmaterials im davor befindlichen Strandbereich (grün). Die Abbildung 7 zeigt diesen Prozess exemplarisch für die Station 10+005 im Abschnitt Utersum (West). Das oberhalb von NHN + 3 m erodierte Material hat sich im Höhenbereich zwischen NHN + 3 m und NHN + 1,5 m abgelagert. Der Dünenrückgang im Bereich der Höhenkote NHN + 4 m beträgt hier ca. 5 m.

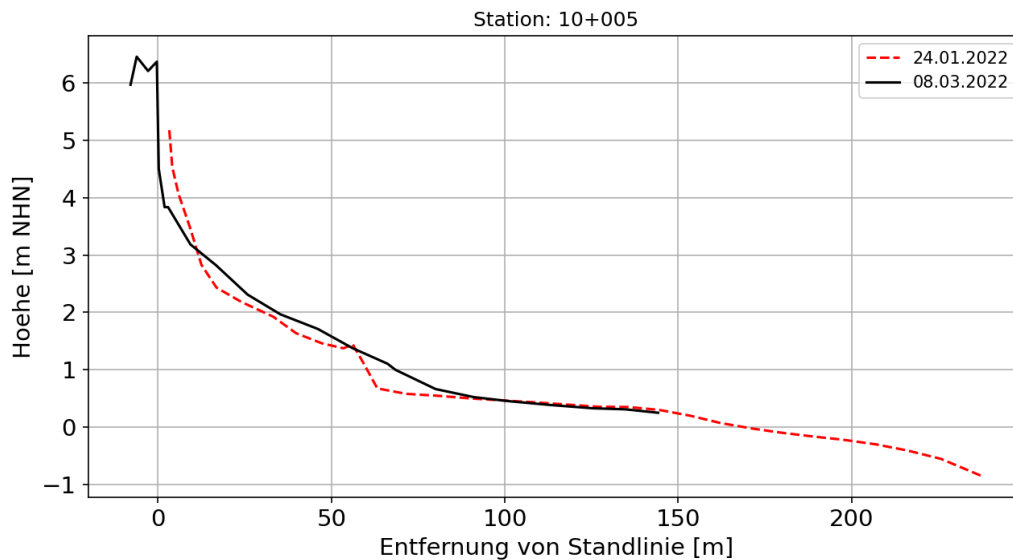


Abbildung 7: Vergleich der Vermessungsdaten vom 24.01.2022 und 08.03.2022 für die Station 10+005

Ähnlich verhält es sich auch im Bereich Nieblum (Strand) beim Vergleich der Vermessungen vom 04.03.2020 und 09.03.2022. Der Erosionsbereich im hier exemplarisch dargestellten Profil 04+096 befindet sich im Höhenbereich oberhalb von NHN + 3,5 m und der Bereich der Ablagerung zwischen NHN + 3,5 m und NHN + 2 m. Im Bereich zwischen NHN + 2 m und NHN + 1 m befindet sich hier zudem ein weiterer Erosionsbereich. Der Dünenrückgang im Bereich der Höhenkote NHN + 4 m beträgt hier ca. 2,5 m.

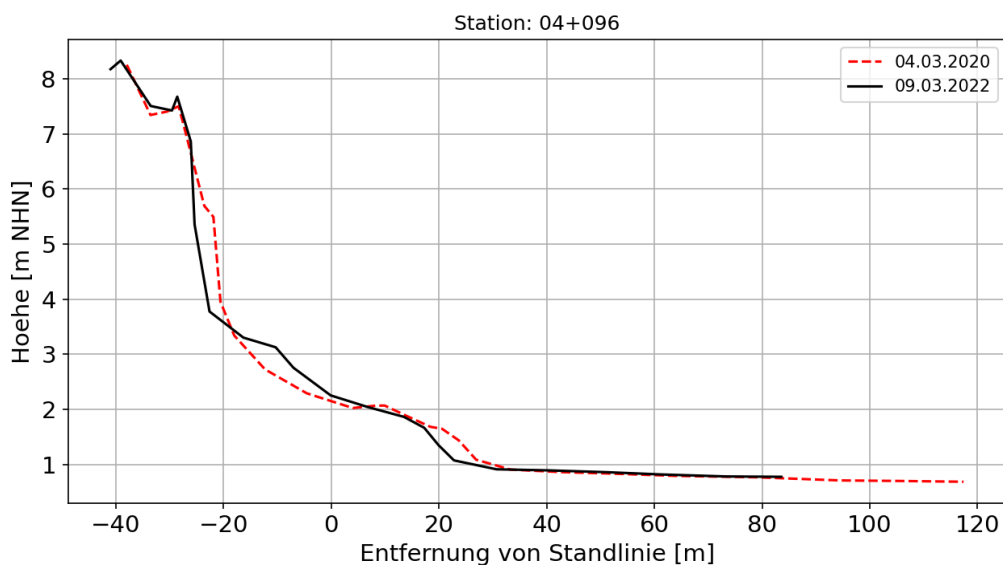


Abbildung 8: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 04+096

Die Tabelle 3 zeigt die morphologischen Bilanzen für die Bereiche Hedehusumer Geest und Utersum für die Vermessungen vom 24.01.2022 und 08.03.2022. Insgesamt sind an allen Profilen größere Umlagerungen von Material aufgetreten. Da sich das abgebrochene Dünen- und Kliffmaterial allerdings auch innerhalb des Profils in niedrigeren Höhenbereichen wieder abgelagert hat, sind die Bilanzen nicht generell negativ. Ein Vergleich der aktuellen Vermessungsdaten aus dem Jahr 2022 mit dem Referenzzustand des Jahres 2000 ist im Abschnitt 5.2 zu finden.

Tabelle 3: Morphologische Bilanzen 24.01.2022 bis 08.03.2022

Station	Datum	Morphologische Bilanz	Ergebnis
08+904	24.01.2022 bis 08.03.2022	Abtrag:-1 m ³ /m Auftrag:5 m ³ /m Bilanz: 3 m ³ /m	Sedimentation
09+004	24.01.2022 bis 08.03.2022	Abtrag:-2 m ³ /m Auftrag:7 m ³ /m Bilanz: 5 m ³ /m	Sedimentation
09+104	24.01.2022 bis 08.03.2022	Abtrag:-3 m ³ /m Auftrag:4 m ³ /m Bilanz: 1 m ³ /m	Sedimentation
09+204	24.01.2022 bis 08.03.2022	Abtrag:-11 m ³ /m Auftrag:1 m ³ /m Bilanz: -10 m ³ /m	Erosion
09+304	24.01.2022 bis 08.03.2022	Abtrag:-3 m ³ /m Auftrag:8 m ³ /m Bilanz: 5 m ³ /m	Sedimentation
09+404	24.01.2022 bis 08.03.2022	Abtrag:-2 m ³ /m Auftrag:8 m ³ /m Bilanz: 6 m ³ /m	Sedimentation
09+507	24.01.2022 bis 08.03.2022	Abtrag:-4 m ³ /m Auftrag:1 m ³ /m Bilanz: -2 m ³ /m	Erosion
09+606	24.01.2022 bis 08.03.2022	Abtrag:-6 m ³ /m Auftrag:3 m ³ /m Bilanz: -3 m ³ /m	Erosion
09+705	24.01.2022 bis 08.03.2022	Abtrag:-5 m ³ /m Auftrag:10 m ³ /m Bilanz: 5 m ³ /m	Sedimentation
09+805	24.01.2022 bis 08.03.2022	Abtrag:-5 m ³ /m Auftrag:6 m ³ /m Bilanz: 1 m ³ /m	Sedimentation
09+905	24.01.2022 bis 08.03.2022	Abtrag:-1 m ³ /m Auftrag:6 m ³ /m Bilanz: 5 m ³ /m	Sedimentation
10+005	24.01.2022 bis 08.03.2022	Abtrag:-6 m ³ /m Auftrag:17 m ³ /m Bilanz: 11 m ³ /m	Sedimentation
10+105	24.01.2022 bis 08.03.2022	Abtrag:-2 m ³ /m Auftrag:13 m ³ /m Bilanz: 11 m ³ /m	Sedimentation
10+205	24.01.2022 bis 08.03.2022	Abtrag:-5 m ³ /m Auftrag:11 m ³ /m Bilanz: 6 m ³ /m	Sedimentation
10+305	24.01.2022 bis 08.03.2022	Abtrag:-4 m ³ /m Auftrag:11 m ³ /m Bilanz: 7 m ³ /m	Sedimentation
10+405	24.01.2022 bis 08.03.2022	Abtrag:-5 m ³ /m Auftrag:7 m ³ /m Bilanz: 2 m ³ /m	Sedimentation
10+505	24.01.2022 bis 08.03.2022	Abtrag:-7 m ³ /m Auftrag:6 m ³ /m Bilanz: -1 m ³ /m	Erosion
10+604	24.01.2022 bis 08.03.2022	Abtrag:-7 m ³ /m Auftrag:6 m ³ /m Bilanz: -1 m ³ /m	Erosion
10+704	24.01.2022 bis 08.03.2022	Abtrag:-7 m ³ /m Auftrag:6 m ³ /m Bilanz: -1 m ³ /m	Erosion
10+804	24.01.2022 bis 08.03.2022	Abtrag:-4 m ³ /m Auftrag:9 m ³ /m Bilanz: 5 m ³ /m	Sedimentation
10+904	24.01.2022 bis 08.03.2022	Abtrag:-7 m ³ /m Auftrag:5 m ³ /m Bilanz: -2 m ³ /m	Erosion

4 Bisherige Sandersatzmaßnahmen Südküste Föhr (1963-2012)

Als Ausgleich für die anhaltenden Sandverluste an der Südküste von Föhr und zur Schaffung eines Sandpuffers für nachfolgende energiereiche Wetterlagen, werden seit 1963 wiederholt Sandaufspülungen durchgeführt. Abbildung 9 zeigt die Verortung der kumulierten Aufspülmengen.

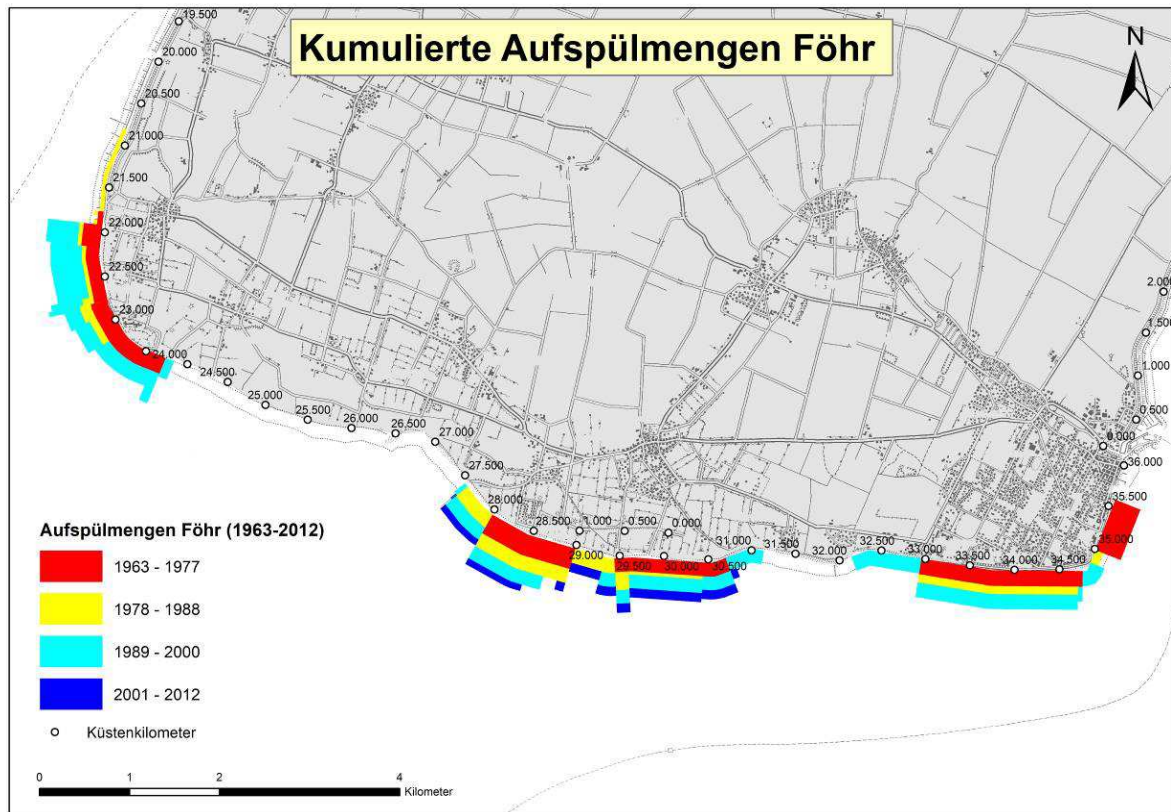


Abbildung 9: Platzierung und Zeitraum der Sandaufspülungen an der Südküste von Föhr (1963-2012)

Zur Berücksichtigung der Sandaufspülmengen bei den nachfolgenden Volumenbilanzierungen sind die in der Tabelle 4 dargestellten Angaben zum Zeitpunkt, der Menge und dem jeweils betroffenen Strandabschnitt erforderlich.

Tabelle 4: Mengen der Sandaufspülungen Südküste Föhr (1963-2012)

Nr.	Gebiet	Von Station	Bis Station	Strecke [km]	Menge [Mio. m³]	Menge [m³/m]	Sandentnahme	Spülbeginn	Spülende
1	Wyk 1963	52+700	52+100	0.600	0.180	300	Wyk-Ost	16.05.1963	14.09.1963
2	Nieblum 1975	2+250	3+500	1.250	0.190	152	Nordmannsgrund_I	16.10.1975	14.11.1975
3	Goting 1975	3+950	4+950	1.000	0.234	234	Nordmannsgrund_I	16.08.1975	14.12.1975
4	Wyk 1976	51+800	0+000	1.800	0.312	173	Nordmannsgrund_II	16.03.1976	14.12.1976
5	Utersum 1976	10+750	11+150	0.400	0.023	58	Amrum-Tief_I	16.07.1976	17.07.1976
6	Utersum 1977 BfA	9+200	10+110	0.910	0.172	189	Amrum-Tief_II	16.07.1977	17.07.1977
7	Utersum 1977 West	10+110	11+000	0.890	0.132	148	Amrum-Tief_II	16.07.1977	17.07.1977
8	Utersum 1981	11+100	12+100	1.000	0.046	46	Rinne_vor_Utersum	16.07.1981	17.07.1981
9	Wyk 1982 Ost	52+078	51+950	0.128	0.012	94	Nordmannsgrund_II	16.05.1982	14.11.1982
10	Wyk 1982 Süd	51+750	0+000	1.750	0.158	90	Nordmannsgrund_II	16.05.1982	14.11.1982
11	Nieblum 1982	2+500	3+500	1.000	0.037	37	Nordmannsgrund_III	16.10.1982	14.11.1982
12	Utersum 1982 BfA	9+750	10+175	0.425	0.034	81	Amrum-Tief_II	16.11.1982	14.12.1982
13	Utersum 1982 West	10+050	11+050	1.000	0.045	45	Amrum-Tief_III	16.11.1982	17.12.1982
14	Goting 1988	3+347	5+359	2.012	0.325	162	Norderaue_I	16.10.1988	14.11.1988
15	Wyk 1990	51+950	0+800	2.750	0.453	165	Norderaue_II	16.06.1990	15.07.1990
16	Nieblum 1990	1+800	3+596	1.796	0.270	150	Norderaue_II	16.06.1990	14.08.1990
17	Utersum 1990 Ost	9+100	9+300	0.200	0.044	220	Norderaue_III	16.06.1990	14.09.1990
18	Utersum 1990 BfA	9+300	10+055	0.755	0.040	53	Norderaue_III	16.06.1990	14.09.1990
19	Utersum 1990 West	10+055	10+954	0.899	0.197	219	Norderaue_III	16.06.1990	14.09.1990
20	Goting 2000	4+203	5+409	1.206	0.184	152	Norderaue	07.06.2000	24.06.2000
21	Utersum 2000	9+154	10+954	1.800	0.238	132	Norderaue	08.07.2000	22.08.2000
22	Goting 2012	4+405	5+384	0.979	0.072	73	Interessentenfahrwasser Wittdün	10.07.2012	19.11.2012
23	Nieblum 2012	2+175	4+046	1.871	0.190	102	Interessentenfahrwasser Wittdün	10.07.2012	19.11.2012

Für die nachfolgenden Volumenbilanzierungen, die auf den jeweiligen Referenzzustand (vgl. Tabelle 1) bezogen werden, sind folgende Aufspülungen zu berücksichtigen:

- 15: Wyk (1990)
- 16: Nieblum (1990)
- 20: Goting (2000)
- 21: Utersum (2000)
- 22: Goting (2012)
- 23: Nieblum (2012)

5 Auswertung

5.1 Festlegung der Auswertebereiche

Für die folgenden 11 Bereiche werden morphologische Auswertungen in Form von Querprofilvergleichen und Volumenganglinien durchgeführt (vgl. Abbildung 10):

- | | |
|----------------------------|-------------------------------|
| • 1: Utersum (West): | Stat. 10+005 bis Stat. 10+854 |
| • 2: Utersum (BfA): | Stat. 09+204 bis Stat. 10+005 |
| • 3: Hedehusumer Geest: | Stat. 08+455 bis Stat. 09+204 |
| • 4: Godelniederung: | Stat. 06+907 bis Stat. 08+355 |
| • 5: Godelmündung: | Stat. 05+409 bis Stat. 06+857 |
| • 6: Goting-Kliff: | Stat. 04+203 bis Stat. 05+359 |
| • 7: Nieblum (Strand): | Stat. 02+250 bis Stat. 04+149 |
| • 8: Greveling - Bretland: | Stat. 00+800 bis Stat. 02+200 |
| • 9: Wyk (Südstrand-West): | Stat. 00+000 bis Stat. 00+750 |
| • 10: Wyk (Südstrand-Ost): | Stat. 50+050 bis Stat. 51+850 |
| • 11: Wyk (Oststrand): | Stat. 51+852 bis Stat. 53+100 |

Die nachfolgenden Auswertungen basieren auf den Profilmessungen im Abstand von 100 Metern.



Abbildung 10: Auswertebereiche Südküste Föhr

5.2 Querprofilvergleiche

Anhand von Querprofilvergleichen werden in diesem Kapitel die morphologischen Veränderungen der letzten Jahrzehnte dargestellt. Dabei ist als Bezugszeitpunkt der jeweilige Referenzzustand (vgl. Tabelle 1) verwendet worden. Die Veränderungen im Querprofil bis zur jeweils aktuellsten Vermessung werden nachfolgend für die unterschiedlichen Auswertebereiche dargestellt (Abbildung 11 bis Abbildung 21). Die Summe der Sedimentationen und Erosionen ist als Gesamtvolumenbilanz in Abbildung 22 dargestellt. Insgesamt ist festzustellen, dass die Restvolumina in den

Bereichen zwischen Goting-Kliff und Wyk (Südstrand-West) größer als in Utersum und Wyk (Südstrand-Ost) sind.

5.2.1 Utersum (West)



Abbildung 11: Querprofilvergleiche im Bereich Utersum (West) 16.04.2000 – 08.03.2022 (Profile 10-fach überhöht)

5.2.2 Utersum (BfA)

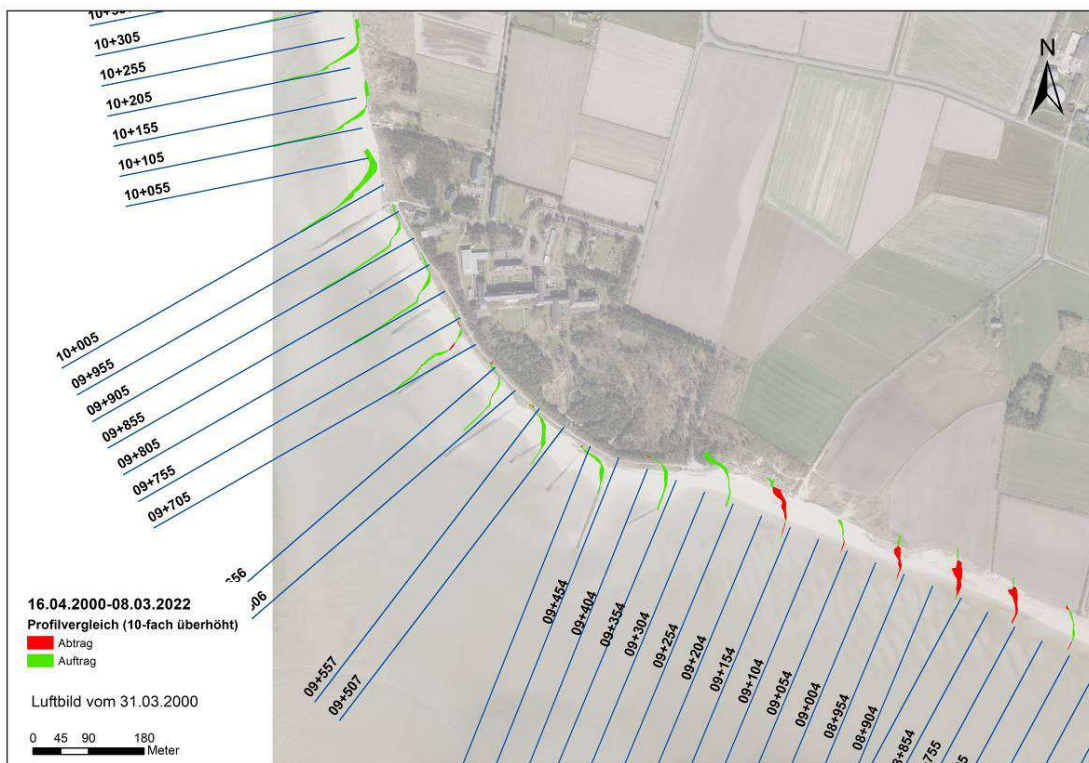


Abbildung 12: Querprofilvergleiche im Bereich Utersum (BfA) 16.04.2000 – 08.03.2022 (Profile 10-fach überhöht)

5.2.3 Hedehusumer Geest

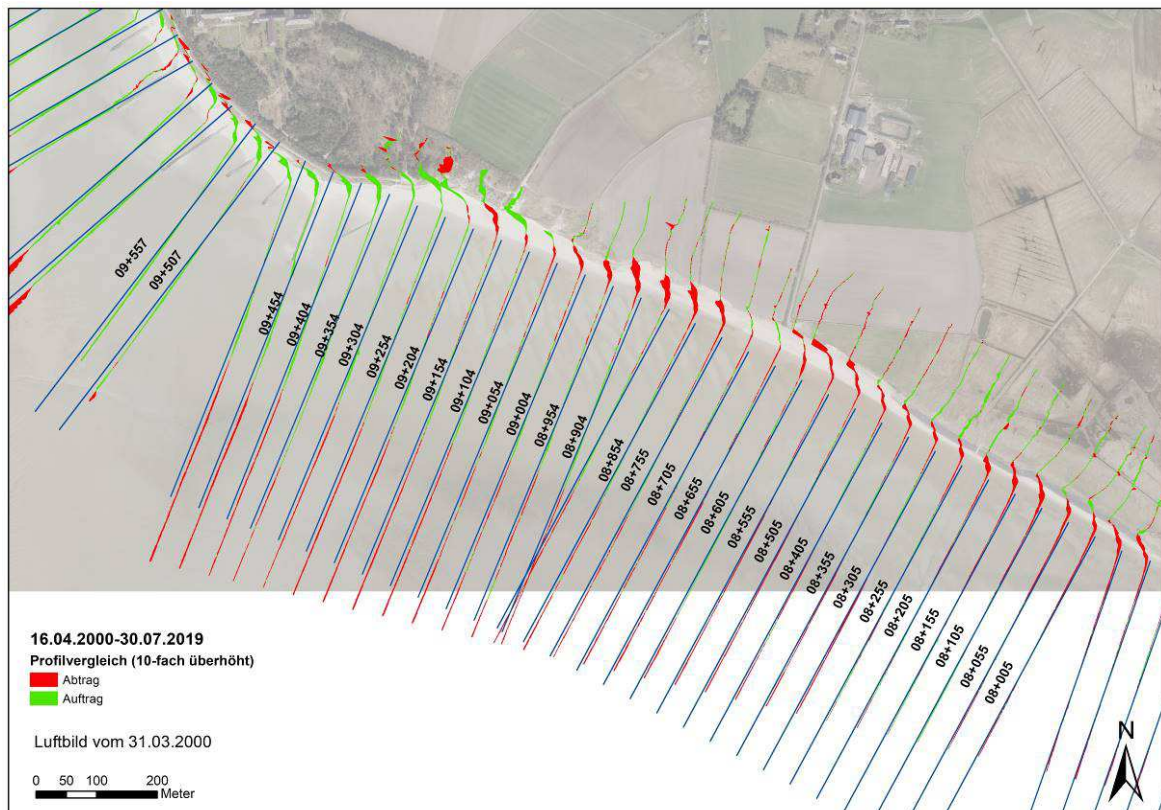


Abbildung 13: Querprofilvergleiche im Bereich Hedehusumer Geest 16.04.2000 – 30.07.2019 (Profile 10-fach überhöht)

5.2.4 Godelniederung

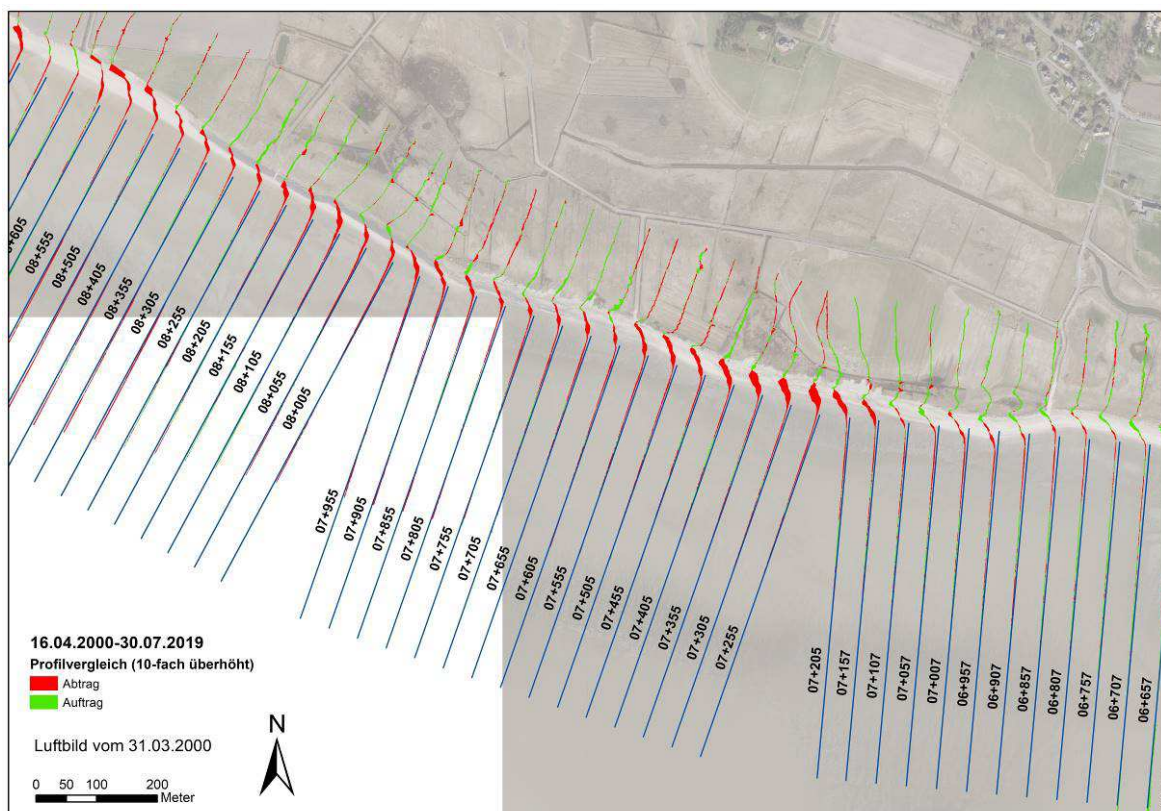


Abbildung 14: Querprofilvergleiche im Bereich Godelniederung 16.04.2000 – 30.07.2019 (Profile 10-fach überhöht)

5.2.5 Godelmündung

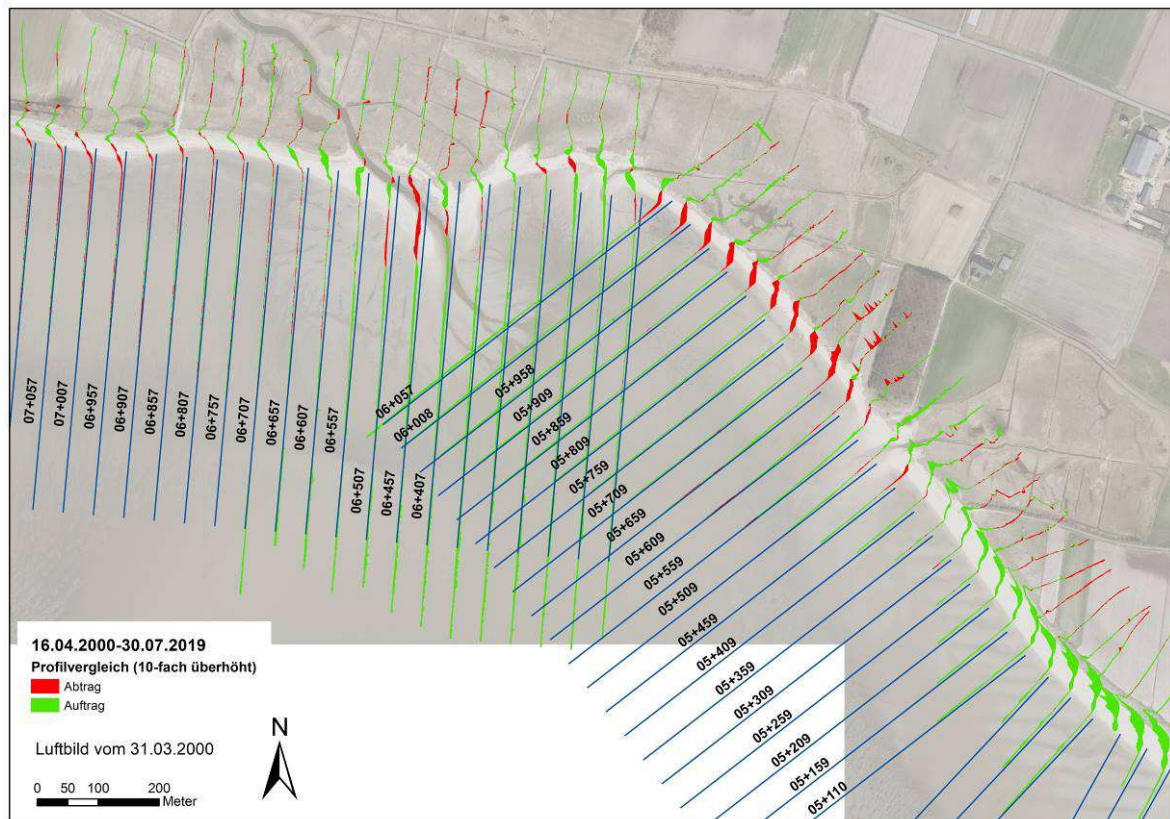


Abbildung 15: Querprofilvergleiche im Bereich Godelmündung 16.04.2000 – 30.07.2019 (Profile 10-fach überhöht)

5.2.6 Goting-Kliff

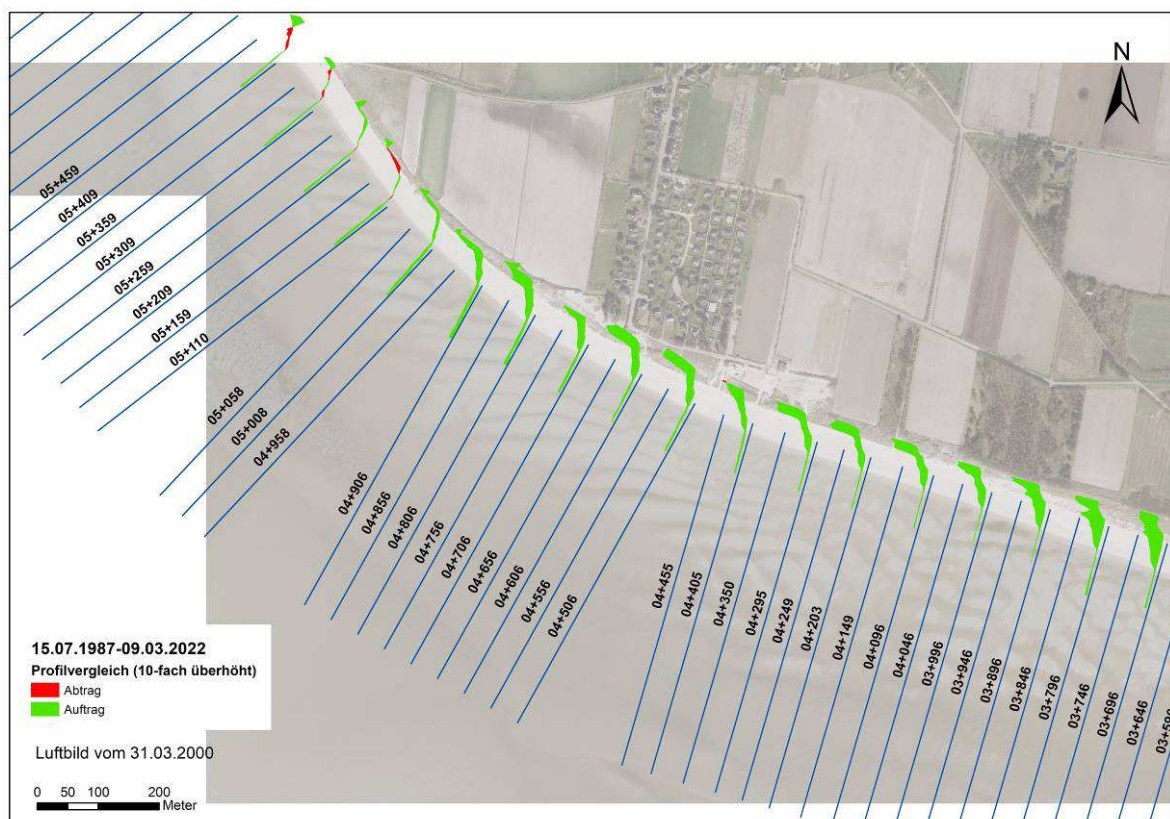


Abbildung 16: Querprofilvergleiche im Bereich Goting 15.07.1987 – 09.03.2022 (Profile 10-fach überhöht)

5.2.7 Nieblum (Strand)

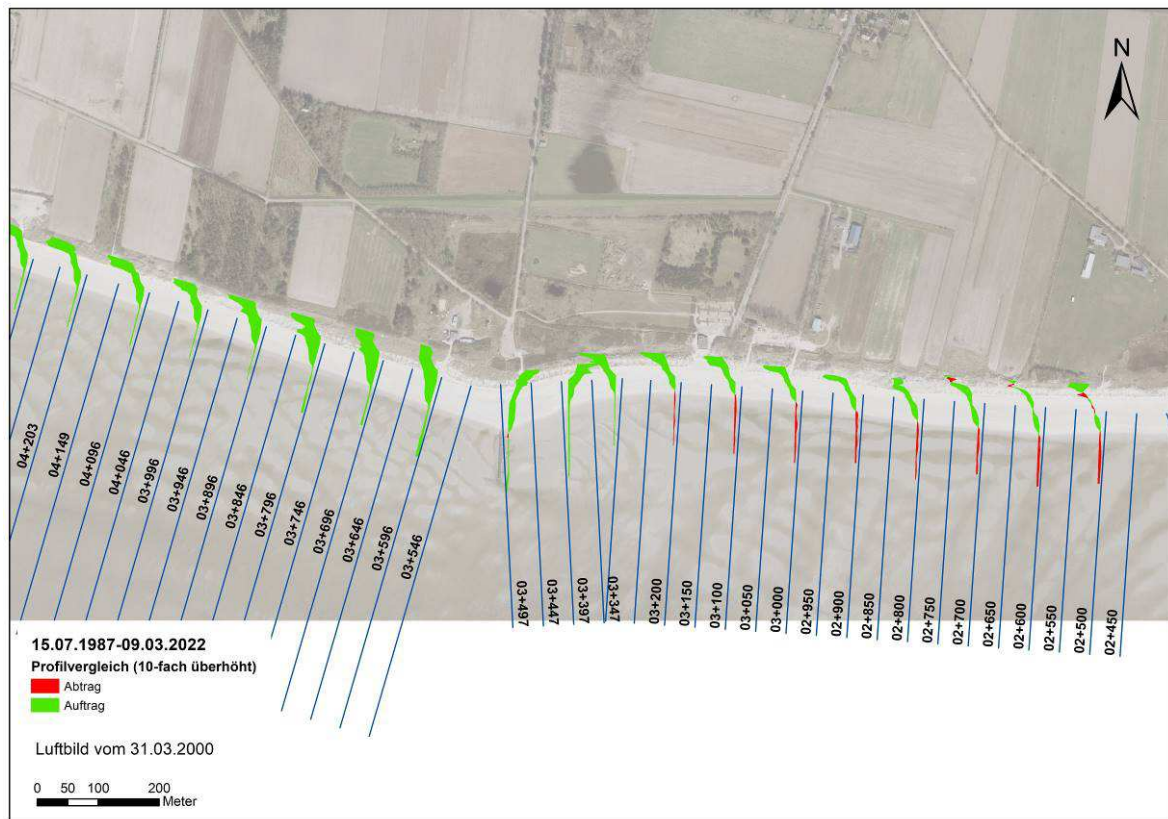


Abbildung 17: Querprofilvergleiche im Bereich Nieblum 15.07.1987 – 09.03.2022 (Profile 10-fach überhöht)

5.2.8 Nieblum (Bretland und Greveling)

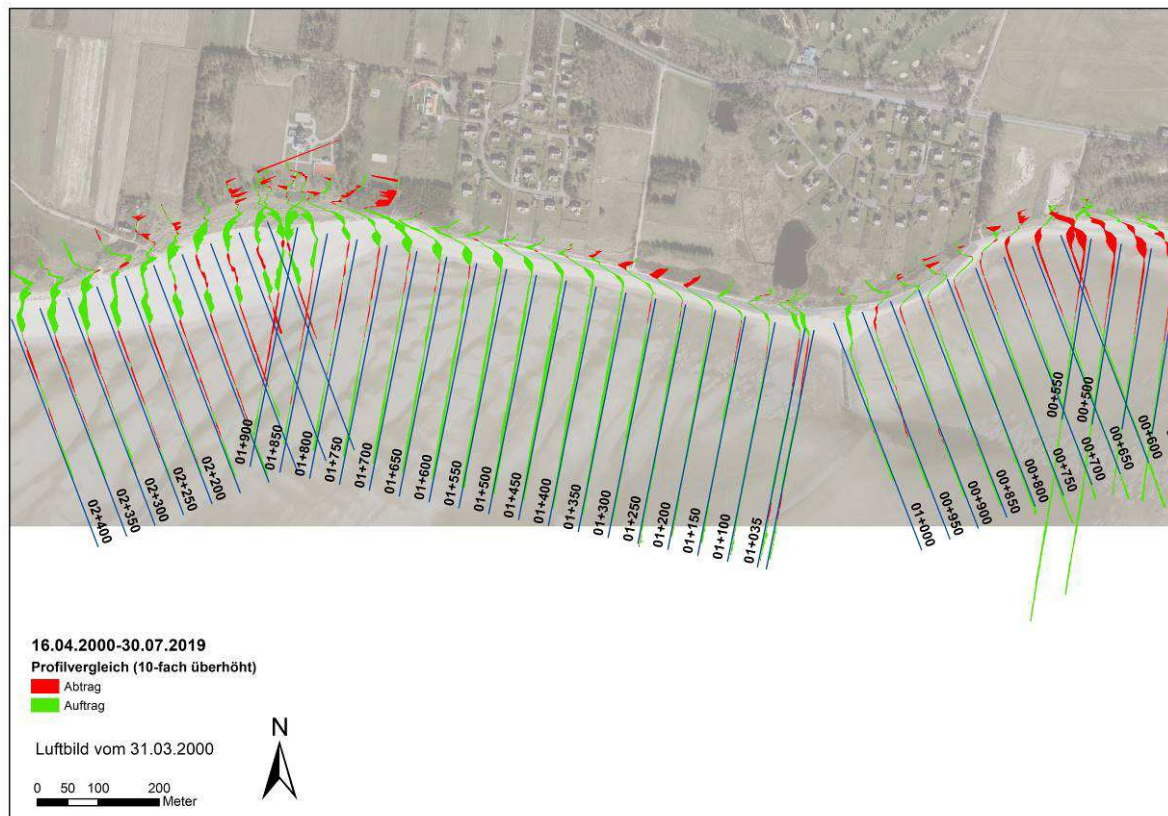


Abbildung 18: Querprofilvergleiche im Bereich Nieblum (Bretland und Greveling) 16.04.2000 – 30.07.2019 (Profile 10-fach überhöht)

5.2.9 Wyk (Südstrand-West)

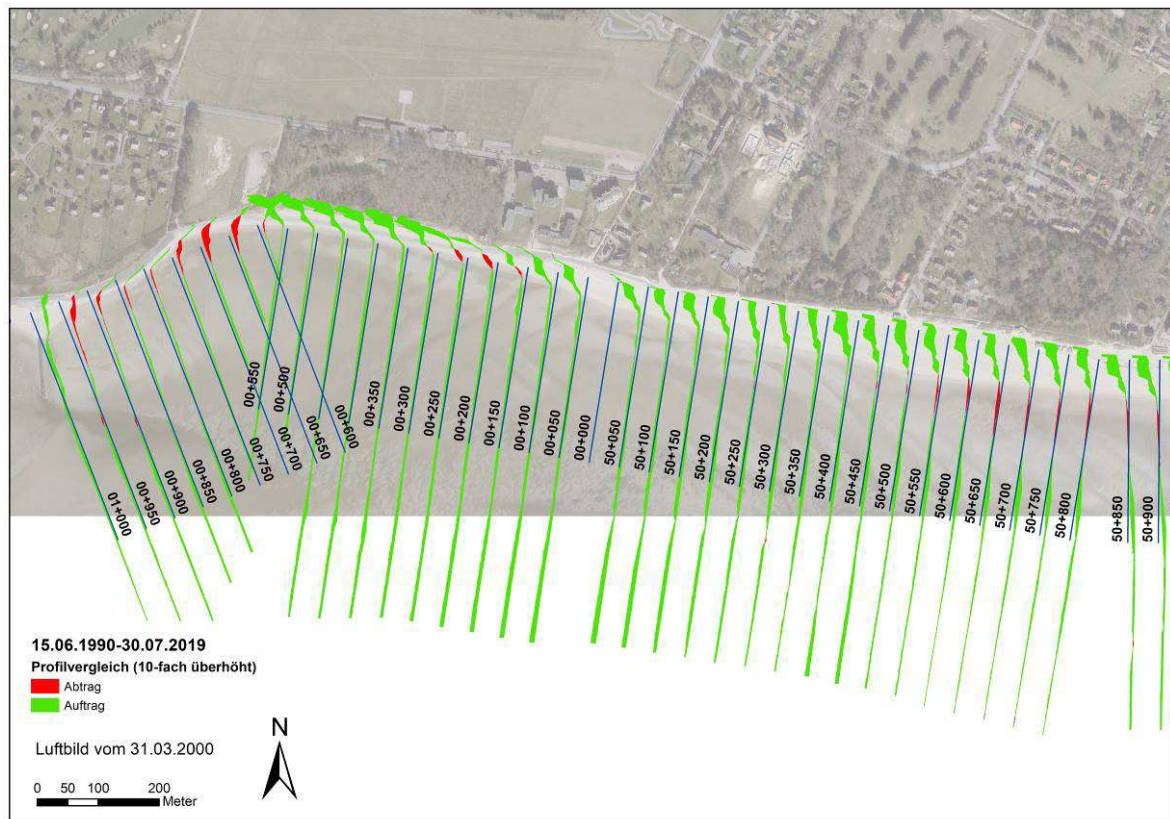


Abbildung 19: Querprofilvergleiche im Bereich Wyk (Südstrand-West) 15.06.1990 – 30.07.2019 (Profile 10-fach überhöht)

5.2.10 Wyk (Südstrand-Ost)

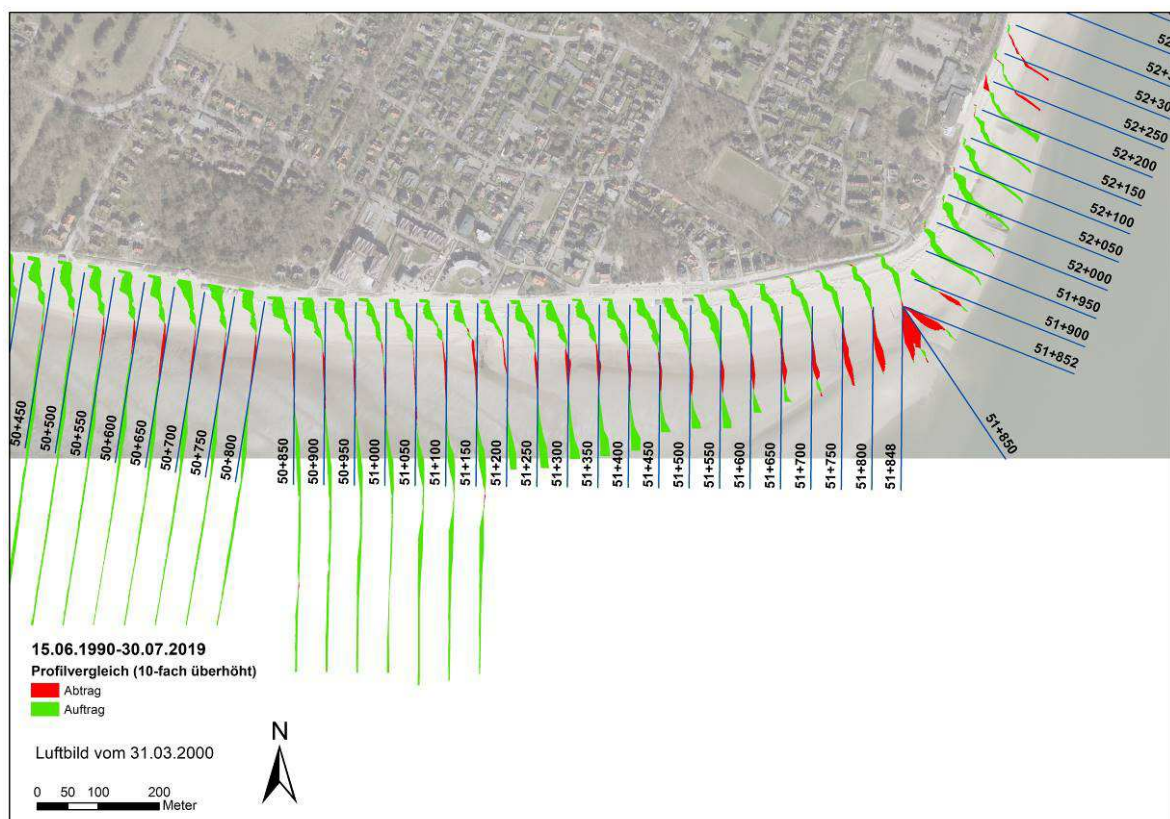


Abbildung 20: Querprofilvergleiche im Bereich Wyk (Südstrand-Ost) 15.06.1990 – 30.07.2019 (Profile 10-fach überhöht)

5.2.11 Wyk (Oststrand)



Abbildung 21: Querprofilvergleiche im Bereich Wyk (Oststrand) 16.04.2000 – 30.07.2019 (Profile 10-fach überhöht)

5.2.12 Gesamtvolumenbilanz



Abbildung 22: Gesamtvolumenbilanz, Stand der Vermessungen: 30.07.2019, bezogen auf den Referenzzustand

5.3 Volumenbilanzen

Zur Bestimmung der Volumenbilanzen wird der Höhenbereich von NHN + 5 m bis NHN + 0 m in Meterschichten eingeteilt (Abbildung 23). Eine Bilanzierung ist jedoch nur möglich, wenn das anstehende Gelände innerhalb der betrachteten Höhenschicht vermessen worden ist. Insbesondere in den Bereichen Godelniederung und Godelmündung treten daher in den oberen Höhenschichten Lücken auf, da das dort anstehende Gelände weitgehend unterhalb von NHN + 3 m gelegen ist. In Abbildung 23 ist das Ergebnis der Berechnungen dargestellt. Im Ergebnis ist festzustellen, dass in den Aufspülbereichen noch Restmengen vorhanden sind, während die bislang nicht direkt mit Sand versorgten Abschnitte Godelniederung und Godelmündung weiterhin erodiert sind. Lediglich im Bereich beidseitig des Auslaufes der Godel ist die Erosion eher geringer. Ansonsten verliert der landwärts sich verlagernde Strandwall an Volumen, so dass die Gefahr einer flächenhaften Überflutung der Niederung bei leicht erhöhten Wasserständen zunimmt. Im Gegensatz dazu gewinnt der bisher nicht direkt aufgespülte Bereich Bretland – Greveling Sand aus dem westlich liegenden Aufspülbereich Nieblum (Strand), da ein anhaltender Küstenlängstransort von West nach Ost stattfindet.

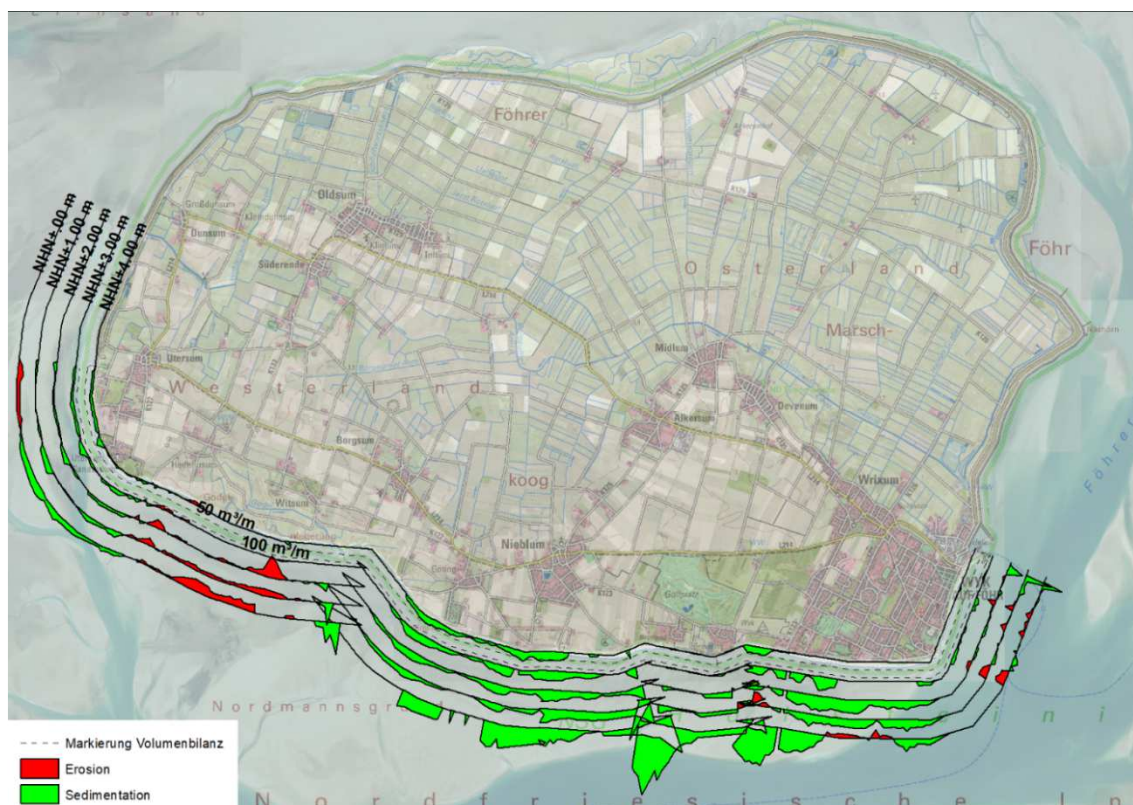


Abbildung 23: Volumenbilanz, Stand der Vermessungen: 30.07.2019, in 1m-Höhenschichten von NHN+5m bis NHN in m³/m bezogen auf den Referenzzustand

Die Aufsummierung der Volumina der einzelnen Höhenschichten wurde für jeden Abschnitt in Tabelle 5 vorgenommen. Der Bezugszeitpunkt ist der jeweilige Referenzzustand (vgl. Tabelle 1). Um den tatsächlichen Volumenverlust zu bestimmen, müssen die auf die einzelnen Abschnitte entfallenden Aufspülmengen abgezogen werden. Trotz eines Volumenverlustes von rd. 840 000 m³ steht zum Zeitpunkt dieser Auswertung noch ein Restvolumen von rd. 567 000 m³ zur Verfügung. Dabei ist zu

beachten, dass zum Zeitpunkt dieser Auswertung kein Vermessungsdatensatz mit einem einheitlichen Datum vorliegt. Aus diesem Grund sind die Zahlen der einzelnen Abschnitte nur bedingt untereinander vergleichbar, da sie auf Daten aus unterschiedlichen Jahren basieren. Der morphologische Zustandsbericht 2021 für die Südküste von Föhr basiert hingegen auf einem einheitlichen Datensatz aus dem Jahr 2019.

Tabelle 5: Bilanzierungen Sandvolumina Südküste Föhr (Stand: 30.07.2019)

Nr. Abschnitt	Name Abschnitt	Länge Strecke [m]	NHN +5 m bis NHN +4 m [m³/m]	NHN +4 m bis NHN +3 m [m³/m]	NHN +3 m bis NHN +2 m [m³/m]	NHN +2 m bis NHN +1 m [m³/m]	NHN +1 m bis NHN [m³/m]	Summe NHN +5 m bis NHN [m³/m]	Bilanz NHN +5 m bis NHN [m³]
1	Utersum (West)	849	2	3	10	6	-10	11	9 186
2	Utersum (BfA)	801	2	3	7	10	20	42	33 610
3	Hedehusumer Geest	749	1	-4	-9	-5	22	5	3 580
4	Godelniederung	1 448			-7	-8	-16	-31	-44 294
5	Godelmündung	1 448			1	-4		-3	-4 648
6	Goting-Kliff	1 156	3	5	9	6		23	26 623
7	Nieblum (Strand)	1 899	12	13	15	14	33	87	165 650
8	Bretland-Greveling	1 400	7	8	13	34	80	143	199 990
9	Wyk (Südstrand-West)	750	9	12	6	-2	73	98	73 688
10	Wyk (Südstrand-Ost)	1 800			24	19	17	60	108 720
11	Wyk (Oststrand)	1 248	1	4	-1	-4	-4	-4	-5 104
Gesamtbereich		13 548	37	44	69	65	216	431	567 000
abzüglich Aufspülmengen (1990-2012):		10 402							1 407 000
Volumenverlust									-62 -840 000

Die Tabelle 6 zeigt die jeweils aktuellste Vermessung für die einzelnen Untersuchungsabschnitte.

Tabelle 6: Zeitpunkt der jeweils aktuellsten Vermessung der einzelnen Untersuchungsbereiche

Bereich	Letzte Vermessung
Utersum (West)	08.03.2022
Utersum (BfA)	08.03.2022
Hedehusumer Geest	08.03.2022
Godelniederung	30.07.2019
Godelmündung	04.03.2020
Goting-Kliff	09.03.2022
Nieblum (Strand)	09.03.2022
Bretland-Greveling	30.07.2019
Wyk (Südstrand-West)	30.07.2019
Wyk (Südstrand-Ost)	30.07.2019
Wyk (Oststrand)	30.07.2019

5.4 Volumenganglinien

Für eine einheitliche Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Sandvolumina werden die nachfolgenden Auswertungen auf die Höhengschicht $\text{NHN} + 2,5 \text{ m}$ bis $\text{NHN} + 0,5 \text{ m}$ begrenzt (Abbildung 24 bis Abbildung 34). Dies ist erforderlich, da in den Abschnitten 4 (Godelniederung) und 5 (Godelmündung) das Gelände nicht höher als $\text{NHN} + 3 \text{ m}$ ist und zudem in den Abschnitten 5 und 6 (Goting-Kliff) die Watttiefe nicht niedriger als $\text{NHN} + 0,5 \text{ m}$ ist. Für die Aufspülbereiche werden am Ende dieses Kapitels zusätzlich weitere Höhengschichten herangezogen, um möglichst die gesamte verfügbare Sandmenge zu erfassen. Der Anteil des Sandes, der ins Hinterland verweht worden ist, bleibt jedoch außerhalb dieser Bilanzierung.

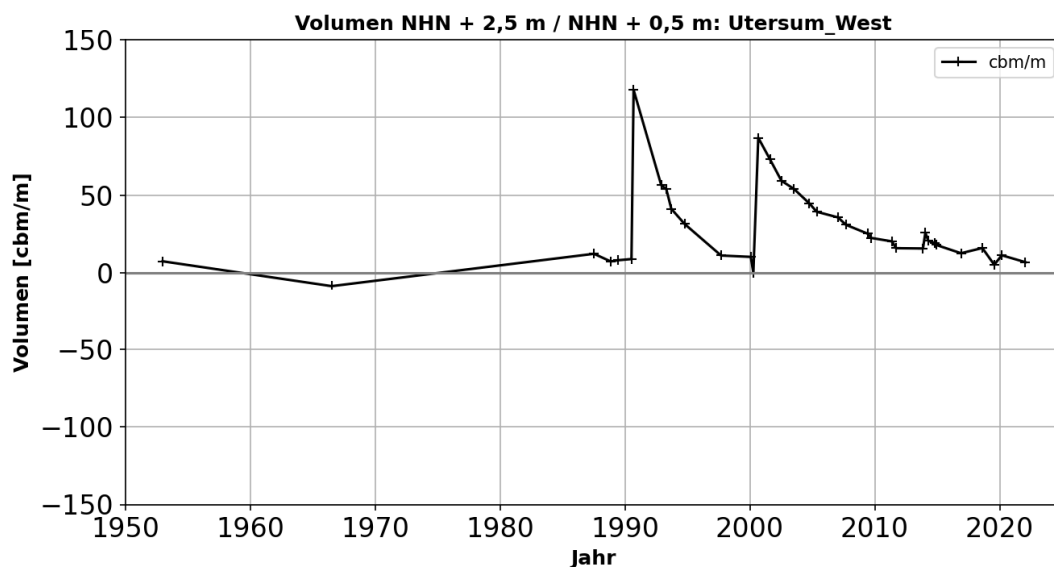


Abbildung 24: Volumenganglinie $\text{NHN}+2.50 \text{ m}$ / $\text{NHN}+0.50 \text{ m}$ im Bereich 1: Utersum (West)

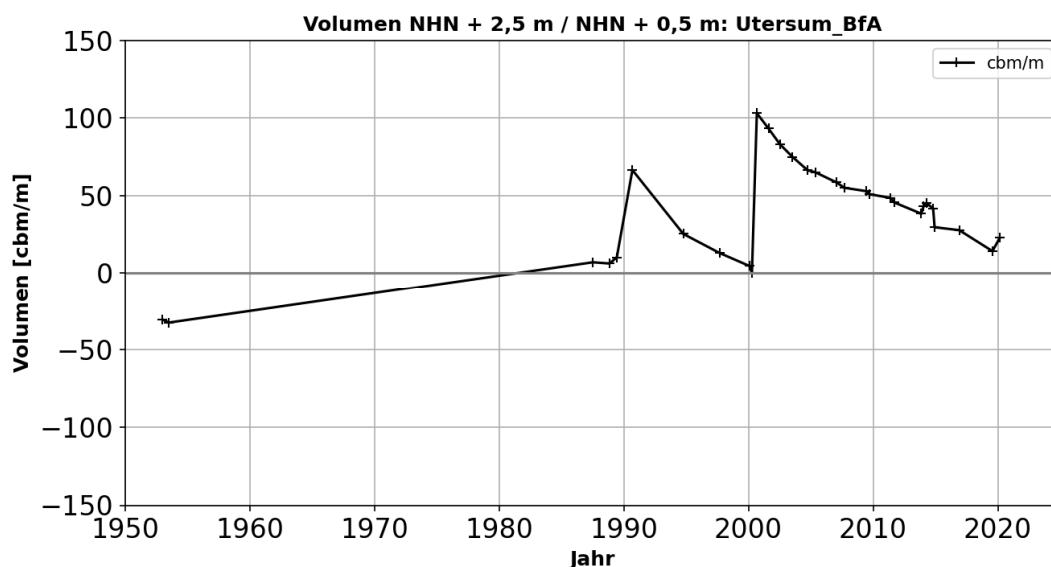


Abbildung 25: Volumenganglinie $\text{NHN}+2.50 \text{ m}$ / $\text{NHN}+0.50 \text{ m}$ im Bereich 2: Utersum (BfA)

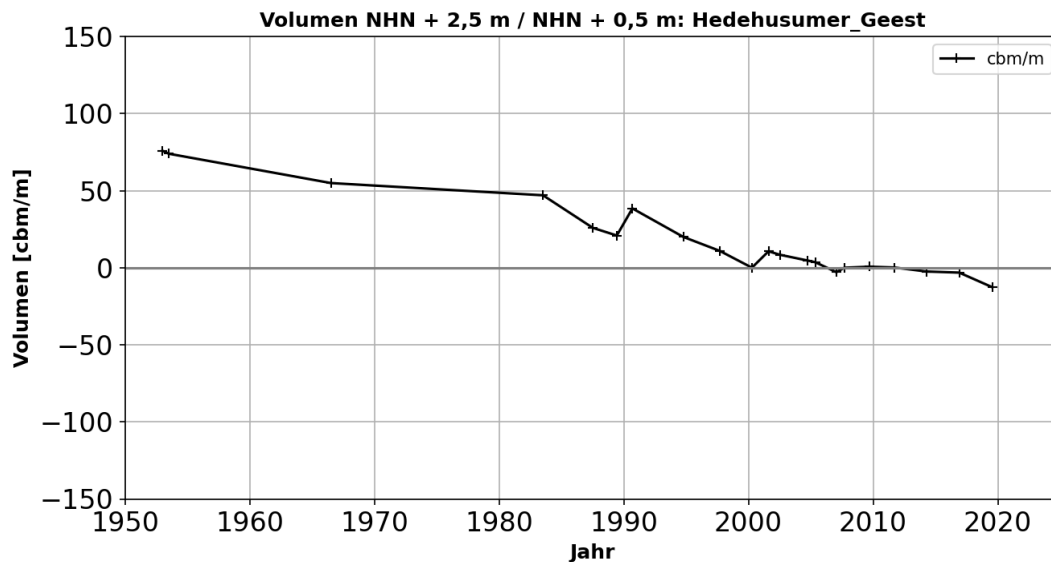


Abbildung 26: Volumenganglinie NHN+2.50 m / NHN+0.50 m im Bereich 3: Hedehusumer Geest

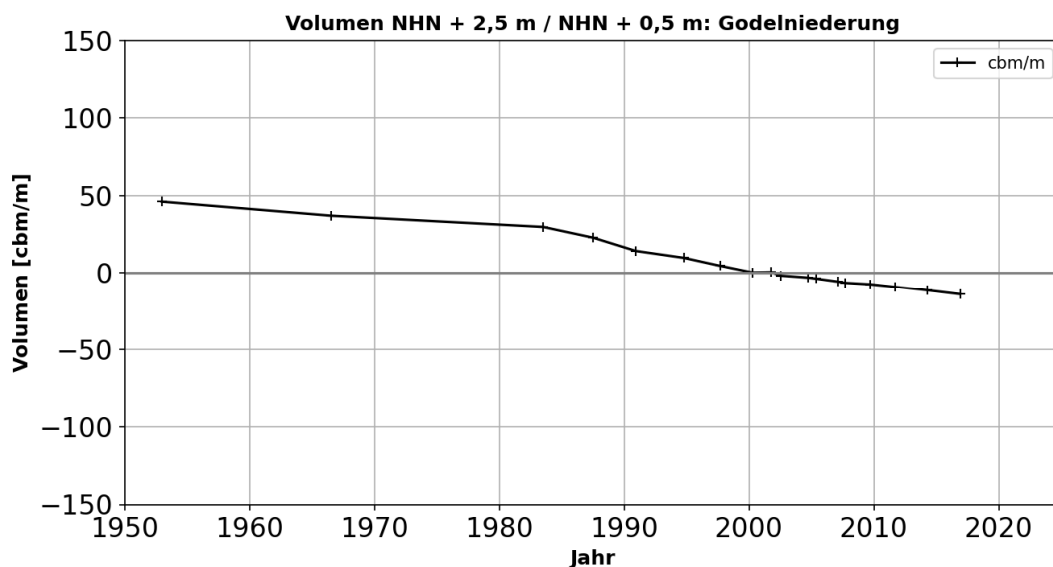


Abbildung 27: Volumenganglinie NHN+2.50 m / NHN+0.50 m im Bereich 4: Godelniederung

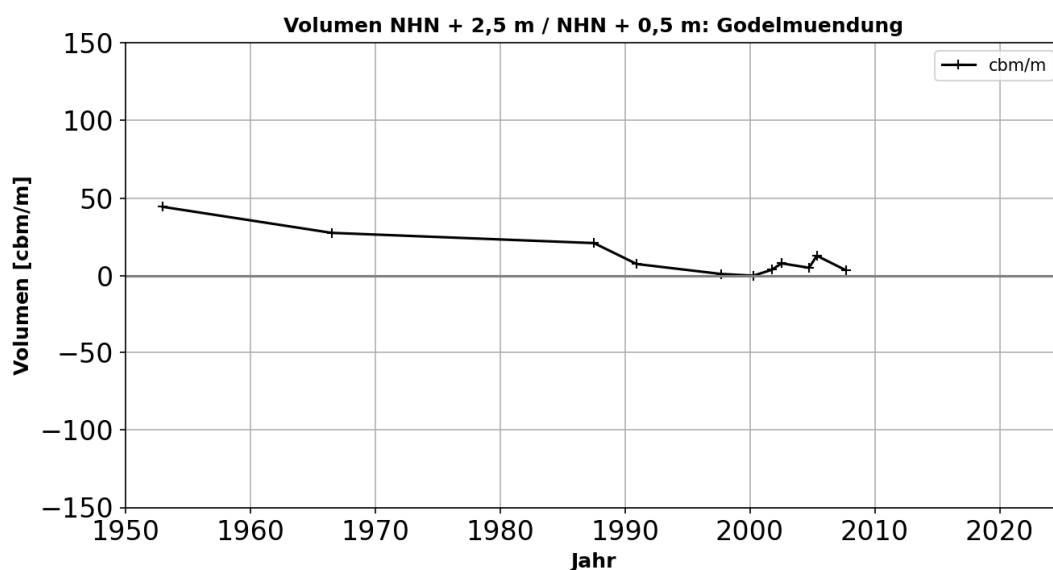


Abbildung 28: Volumenganglinie NHN+2.50 m / NHN+0.50 m im Bereich 5: Godelmündung

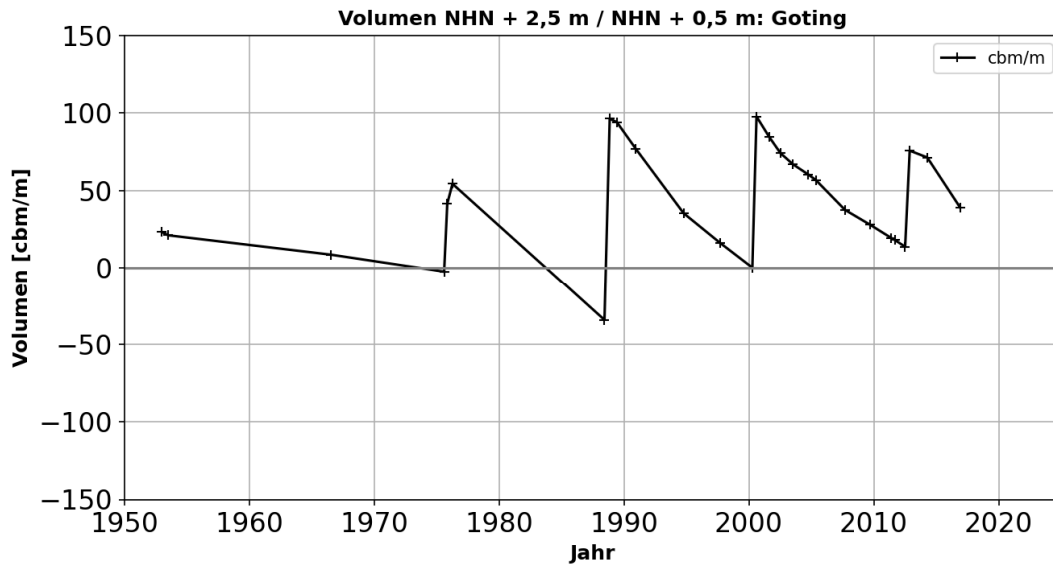


Abbildung 29: Volumenganglinie NHN+2.50 m / NHN+0.50 m im Bereich 6: Goting-Kliff

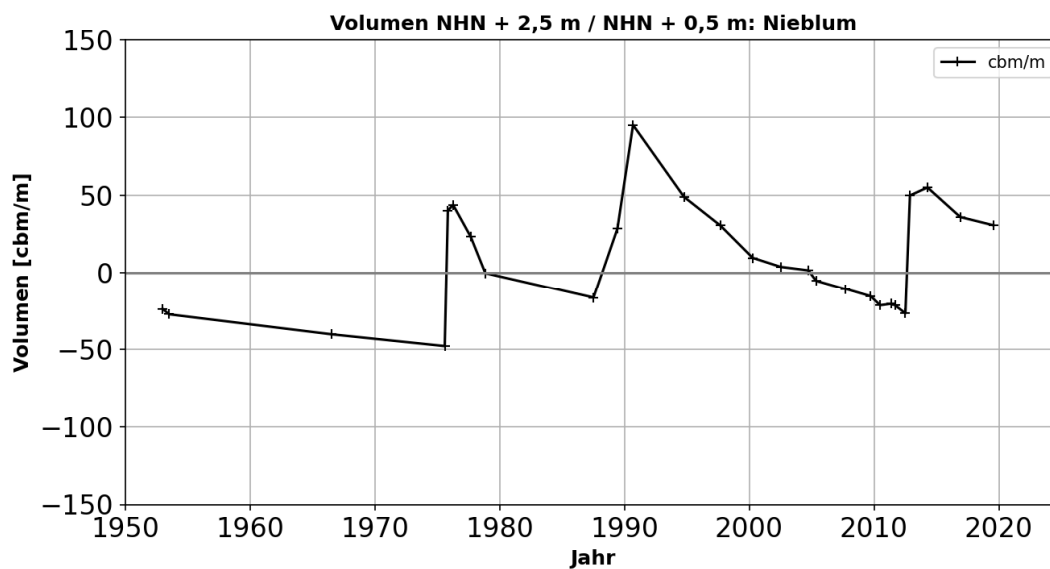


Abbildung 30: Volumenganglinie NHN+2.50 m / NHN+0.50 m im Bereich 7: Nieblum (Strand)

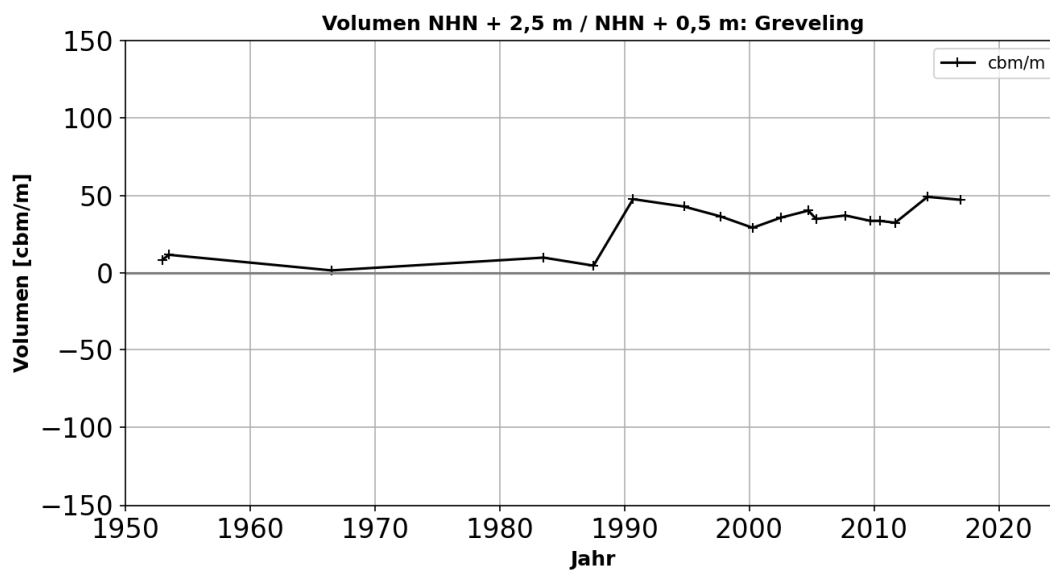


Abbildung 31: Volumenganglinie NHN+2.50 m / NHN+0.50 m im Bereich 8: Bretland und Greveling

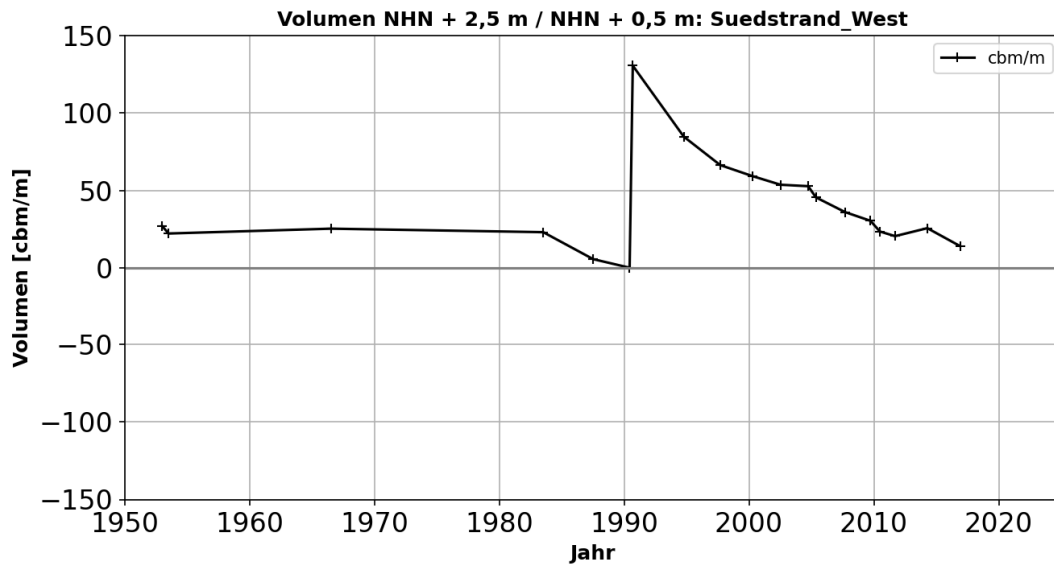


Abbildung 32: Volumenganglinie NHN+2.50 m / NHN+0.50 m im Bereich 9: Wyk (Südstrand-West)

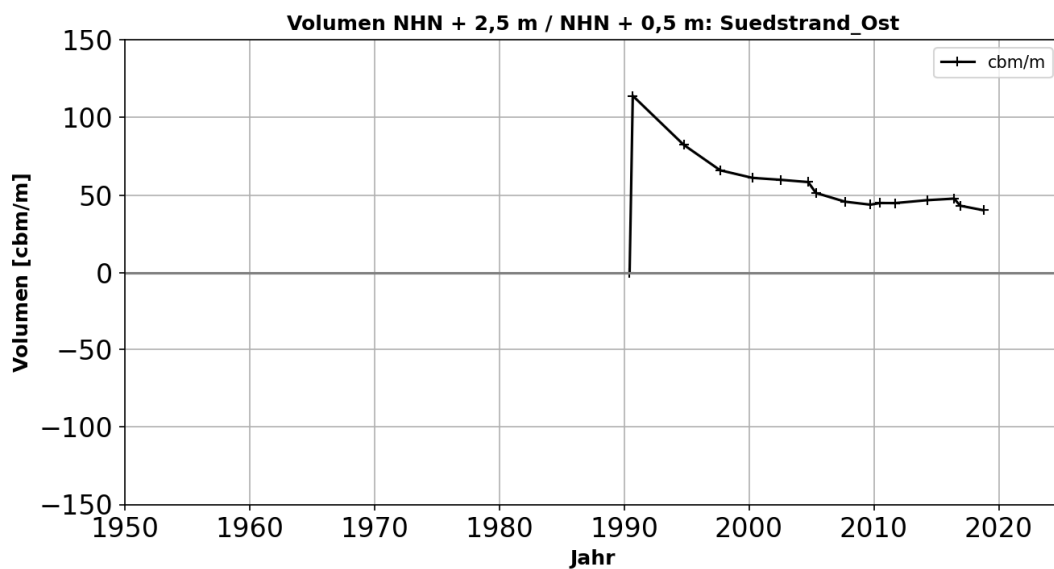


Abbildung 33: Volumenganglinie NHN+2.50 m / NHN+0.50 m im Bereich 10: Wyk (Südstrand-Ost)

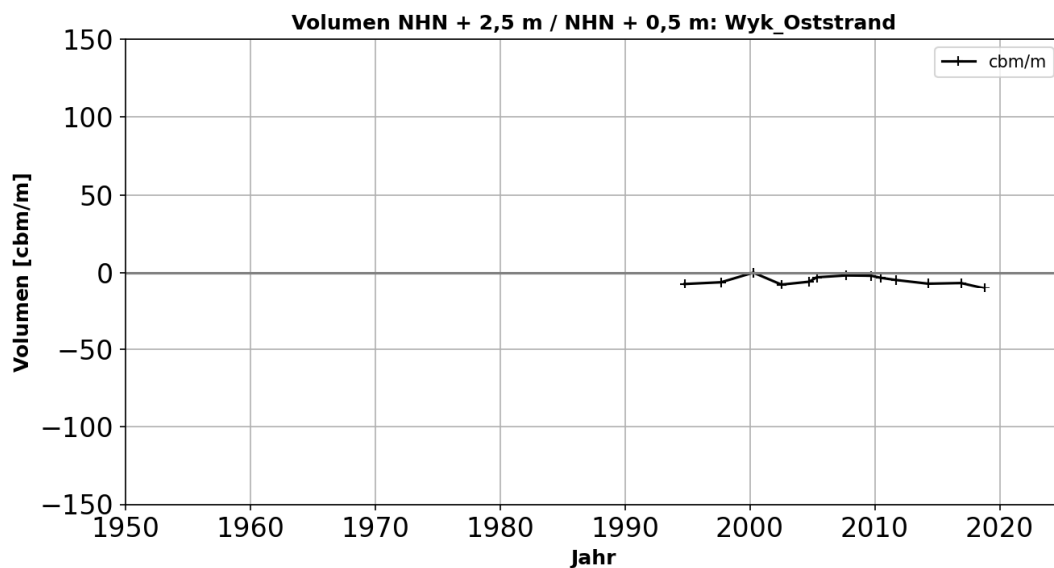


Abbildung 34: Volumenganglinie NHN+2.50 m / NHN+0.50 m im Bereich 11: Wyk (Oststrand mit Lüttmarsch und Sandwall)

Zur Bilanzierung der vermessungstechnisch erfassten Aufspülmengen, der jeweils vorhandenen Restvolumina sowie Berechnung der jeweiligen Restlaufzeiten für die einzelnen Bereiche, werden für die folgenden Auswertungen die oberen bzw. unteren Höhengrenzen entsprechend der Datenlage angepasst. Die Tabelle 7 zeigt die Ergebnisse dieser Berechnungen.

Tabelle 7: Restvolumina der jeweils letzten Sandaufspülung, Rückgangsraten und Restlaufzeiten für die einzelnen Untersuchungsbereiche

Bereich	Letzte Vermessung	Letzte Aufspülung	Höhenbereich	Volumen nach der letzten Aufspülung	Vorhandenes Restvolumen [m³/m]	Verlust [m³]	Verbliebene Aufspülmenge %	Jährliche Rückgangsrate [m³/(m·a)]	Restlaufzeit [a]
Utersum (West)	08.03.2022	2000	NHN+4m/ NHN	123	2	121	1	6	0
Utersum (BfA)	08.03.2022	2000	NHN+4m/ NHN	133	36	97	27	4	8
Goting	09.03.2022	2012	NHN+4m/ NHN+1m	88	20	68	23	7	3
Nieblum (Strand)	09.03.2022	2012	NHN+4m/ NHN+1m	68	29	39	43	4	7
Wyk (Südstrand-West)	30.07.2019	1990	NHN+4m/ NHN	185	81	104	44	4	23
Wyk (Südstrand-Ost)	30.07.2019	1990	NHN+3,0m/ NHN+0,5 m	137	52	85	38	3	18

Im Bereich Utersum (West) sind mit einem Restvolumen von 2 m³/m die im Jahr 2000 aufgespülten Sandmengen im Jahr 2022 nahezu vollständig aufgebraucht. Die jährliche Rückgangsrate beträgt hier 6 m³/(m·a). Im angrenzenden Bereich Utersum (BfA-Klinik) sind hingegen mit 36 m³/m noch 27 % der Sandaufspülung aus dem Jahr 2000 vorhanden. Bei einer mittleren jährlichen Rückgangsrate von 4 m³/(m·a) wäre dieses Depot nach spätestens 8 Jahren vollständig aufgezehrt.

Im Bereich Goting und Nieblum wurde zuletzt im Jahr 2012 Sand aufgespült. Von diesem Sanddepot sind im Jahr 2022 im Bereich Goting noch 23 % und im Bereich Nieblum noch 43 % Restvolumen vorhanden. Die mittlere jährliche Rückgangsrate liegt im Bereich Goting bei 7 m³/(m·a) und in Nieblum bei 4 m³/(m·a). Daraus resultieren Restlaufzeiten von 3 bzw. 7 Jahren bei Einhaltung der bisher beobachteten Trends.

Der Bereich Wyk (Südstrand) ist durch regelmäßig durchgeführte Planierarbeiten am Strand geprägt. Die Restvolumina der im Jahre 1990 letztmalig durchgeführten Sandaufspülungen liegen bei 44 % (Südstrand-West) und 38 % (Südstrand-Ost). Die Sanddepots wären unter Beibehaltung der berechneten jährlichen Trends nach 23 bzw. 18 Jahren aufgezehrt. Dabei ist zu beachten, dass diese Berechnung auf

Vermessungsdaten aus dem Jahr 2019 basiert, da für diese Bereiche keine aktuelleren Daten vorliegen. Durch die Sturmfluten des Jahres 2022 sind in diesem Bereich jedoch auch keine größeren Schäden aufgetreten (vgl. Abbildung 2).

Grundsätzlich muss bei der Interpretation der hier vorgestellten Zahlen beachtet werden, dass durch Sturmflutereignisse eine vollständige Ausräumung der Sanddepots durchaus deutlich früher erfolgen kann. Zudem werden in all jenen Bereichen, die durch Sandaufspülungen versorgt wurden, große Sandmengen durch äolischen Sedimenttransport auf die Geestfläche zu Dünen aufgeweht. Insbesondere im Bereich vor dem Landesschutzdeich Nieblum-Senke hat sich dadurch der Hochwasserschutz verbessert. Die aufgewehten Dünen vor Goting und Utersum haben dagegen für den künftigen Küstenschutz nur als zusätzliches Verschleißteil eine Bedeutung, falls die Erosion den Geestkern erreichen sollte und das Material oberhalb des Geestkernes wieder in die Brandungszone gelangt.

6 Zusammenfassung

Am 30.07.2019 wurde im Bereich der Föhrer Südküste letztmalig eine Laserscanbefliegung durchgeführt. Zusätzlich fanden am 04.03.2020 (Goting und Utersum), 24.01.2022 (Utersum) und 08./09.03.2022 (Utersum, Goting, Nieblum) terrestrische Vermessungen statt. Dadurch liegt für diesen Bericht nicht für alle Bereiche eine einheitliche Datengrundlage vor. Dies muss bei der Bewertung der Ergebnisse berücksichtigt werden. Die vorliegenden Daten wurden mit allen in der Vergangenheit gewonnenen Vermessungsdaten vergleichend ausgewertet. Auf dieser Grundlage wurden unter Verwendung eines jeweiligen Referenzzustandes Volumenbilanzen für die einzelnen Auswertebereiche erstellt. Gemäß dem Vermessungskonzept wird Ende des Jahres 2022 die nächste Vermessung durch eine Laserscanbefliegung erfolgen. Auf der zum jetzigen Zeitpunkt vorliegenden Datengrundlage kann der morphologische Zustand der Föhrer Südküste wie folgt zusammengefasst werden:

Utersum (West)

Im Bereich Utersum (West) sind mit Stand vom 08.03.2022 die Reste der letztmalig im Jahre 2000 durchgeführten Sandaufspülungen aufgebraucht, auch wenn im Vergleich zum Referenzzustand (16.04.2000) in diesem Bereich noch überwiegend eine positive Bilanz vorliegt (vgl. Abbildung 11). Lediglich 1 % der aufgespülten Sandmenge sind nach den Sturmfluten des Jahres 2022 noch vorhanden (vgl. Abbildung 24 und Tabelle 7). Während in den Vorjahren mit Hilfe von Planierarbeiten die besonders gefährdeten Geestuferbereiche bislang vor Abbruch gesichert werden konnten, ist es durch das Sturmtief Zeynep hier zu Abbrüchen gekommen. Im Mittel beträgt der Rückgang in der NHN + 4 m – Höhenkote in diesem Abschnitt etwa 4 m. Dieses abgebrochene Material hat sich daraufhin in niedriger gelegenen Höhenbereichen abgelagert. Die für das Jahr 2022 geplanten Sandersatzmaßnahmen sind hier aufgrund des aufgebrauchten Puffers dringend notwendig. Zudem gräbt sich der Priel (Amrum-Tief), der westlich vor dem Utersumer Strand verläuft, weiter in Richtung Strand vor.

Utersum (BfA)

Vor dem Reha-Zentrum Utersum (BfA Klinik) sind am 08.03.2020 noch 27 % des Spülkörpers aus dem Jahre 2000 als Puffervolumen vorhanden. Dieser Puffer wäre bei der hier beobachteten mittleren jährlichen Rückgangsrate von $4 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{a})$ im Jahre 2030 vollständig aufgebraucht (vgl. Tabelle 7). Im Mittel beträgt der Rückgang durch die Sturmflut vom 19.02.2022 in der NHN + 4 m – Höhenkote in diesem Abschnitt 1,5 m, wobei auch in diesem Küstenabschnitt an einzelnen Profilen (Station 09+805) ein Rückgang von 4 m gemessen worden ist. Das Amrum-Tief bewegt sich in diesem Abschnitt ebenfalls weiter landwärts.

Hedehusumer Geest

Der Küstenabschnitt der Hedehusumer Geest befindet sich im stetigen Abbruch. Die Rückgangsrate bei der NHN + 2,5 m – Höhenkote beträgt seit 1953 rd. 1 m/a, wobei sich die Rate seit Beginn der Aufspülungen vor Utersum im Jahre 1977 zunächst verringert hat. In diesem Bereich ist es durch die Sturmflut vom 19.02.2022

flächendeckend zu Volumenverlusten im Vergleich zum Referenzzustand gekommen (vgl. Abbildung 13). An der Station 09+204 wurde in der NHN + 4 m – Höhenkote ein Rückgang von ca. 3 m in Folge der Sturmflut vom 19.02.2022 gemessen. Auch der Wattboden befindet sich hier in einem leichten Abtrag. Dieser Küstenabschnitt wird allerdings in Folge des küstenparallelen Längstransports von West nach Ost durch die Sandvorspülung im Jahr 2022 im Bereich Utersum mit zusätzlichem Material versorgt werden.

Godelniederung

In den Jahren 1984 bzw. 2007 wurde hier ein gefährdeter Uferbereich durch Steinwälle gesichert, wodurch weitere Erosionsvorgänge verringert werden konnten. Für den Zeitraum 1953-2019 betrug die Rückgangsrate der NHN + 2,5 m - Höhenkote ca. 0,5 m/a. Dort, wo ein Uferrückgang weiterhin stattfinden kann, verlagert sich der Strandwall landwärts, unter Verringerung der Strandwallhöhe bez. auf die NHN-Höhe. Der Wattboden befindet sich in einem leichten Abtrag. Aktuelle Messdaten aus dem Jahr 2022 liegen für diesen Bereich nicht vor. Auch dieser Bereich wird durch küstenparallelen Längstransport Material aus der Sandvorspülung 2022 erhalten.

Godelmündung

Das Ufer vor der Godelmündung befindet sich teilweise im Abtrag, wobei die mittlere Rückgangsrate der NHN + 2,5 m - Höhenkote für den Zeitraum 1953-2019 bei ca. 0,4 m/a liegt. Der Rückgang hat sich, ähnlich wie vor der Godelniederung, seit Mitte der 1990er Jahre verringert. Vermutlich haben sich die Sandersatzmaßnahmen vor Goting (1988, 2000 und 2012) stabilisierend auf den westlichen Anschlussbereich ausgewirkt. Beiderseitig des unmittelbaren Mündungsbereiches der Godel ist die Volumenbilanz zwischen 2000-2019 positiv, während die östlich und westlich anschließenden Uferbereiche erodieren. Der Wattboden ist in dem Zeitraum stabil.

Goting-Kliff

Im Bereich Goting wurde zuletzt im Jahre 2012 Sand aufgespült. Davon sind im Jahr 2022 noch rd. 27 % vorhanden, so dass das Sandpuffer bei Einhaltung der mittleren jährlichen Rückgangsrate im Jahr 2025 vollständig aufgebraucht sein wird. Im Mittel beträgt der Rückgang durch die Sturmflut vom 19.02.2022 in der NHN + 4 m – Höhenkote in diesem Abschnitt 4,5 m. An einzelnen Stationen (05+008 und 04+906) wurden dabei Rückgänge von mehr als 7 m in dieser Höhenkote beobachtet. Insgesamt stellt sich die Volumenbilanz im Vergleich zum Referenzzustand vom 15.07.1987 positiv dar (vgl. Abbildung 16).

Nieblum (Strand)

Im Bereich Nieblum (Strand) wurde zuletzt im Jahr 2012 Sand aufgespült. Davon sind aktuell noch ca. 43% vorhanden, so dass das Puffervolumen bei mittleren Erosionsverhältnissen spätestens im Jahre 2028 vollständig aufgezehrt sein wird. Von Station 02+500 bis Station 03+200 gibt es im Bereich vor dem trockenen Strand Erosionsbereiche, die eventuell auf Planierarbeiten im Jahre 2010 zur Aufhöhung des

trockenen Strandes zurückzuführen sind. Im Mittel beträgt der Rückgang durch die Sturmflut vom 19.02.2022 in der NHN + 4 m – Höhenkote in diesem Abschnitt etwa 3,5 m.

Bretland und Greveling

Die Sandaufspülungen vor Nieblum (1990, 2012) haben insbesondere den Abschnitt Bretland mit Sand versorgt, wodurch das Sandvolumen seit Ende der 1990er fast kontinuierlich steigt. Der Wattboden weist ebenfalls einen Volumengewinn auf. Aktuelle Messdaten aus dem Jahr 2022 liegen für diesen Bereich nicht vor.

Wyk (Südstrand-West)

Von den Sandaufspülungen am Wyker Südstrand (1990) sind noch 44 % am Südstrand (West) vorhanden, so dass spätestens im Jahre 2044 das noch vorhandene Sandpuffer vollständig aufgebraucht sein wird (vgl. Tabelle 7).

Wyk (Südstrand-Ost)

Von den Sandaufspülungen am Wyker Südstrand (1990) sind derzeit noch 38 % am Südstrand (Ost) vorhanden, so dass spätestens im Jahre 2039 das noch vorhandene Sandpuffer vollständig aufgebraucht sein wird. Seeseitig ist bei der NHN-Linie durch wiederholte Planierarbeiten eine Vertiefung (Rinne) entstanden. Im Bereich Olhörn (Südostecke) ist die Rinnenbildung besonders stark ausgeprägt (vgl. Abbildung 20).

Wyk (Oststrand)

Am Wyker Oststrand lässt die vorliegende Datenlage keinen Bezug zu den Auswirkungen der Sandaufspülungen 1963 und 1982 zu. Insgesamt sind die Umlagerungen gering, wobei heute mehr Sand als 1990 im System ist. Die Wirkung der wiederholt durchgeführten Planierarbeiten kann aufgrund der Datenlage nicht quantifiziert werden.

Insgesamt zeigt die morphologische Entwicklung, dass im Planungszeitraum 2022-2030 zur Sicherung der Südküste Föhr in den gefährdeten Abschnitten Sandersatzmaßnahmen erforderlich sind. In Folge des küstenparallelen Längstransports von West nach Ost werden die östlich von Utersum gelegenen Küstenabschnitte in den nächsten Jahren zudem ebenfalls Material auf natürlichem Wege erhalten.

Anhang

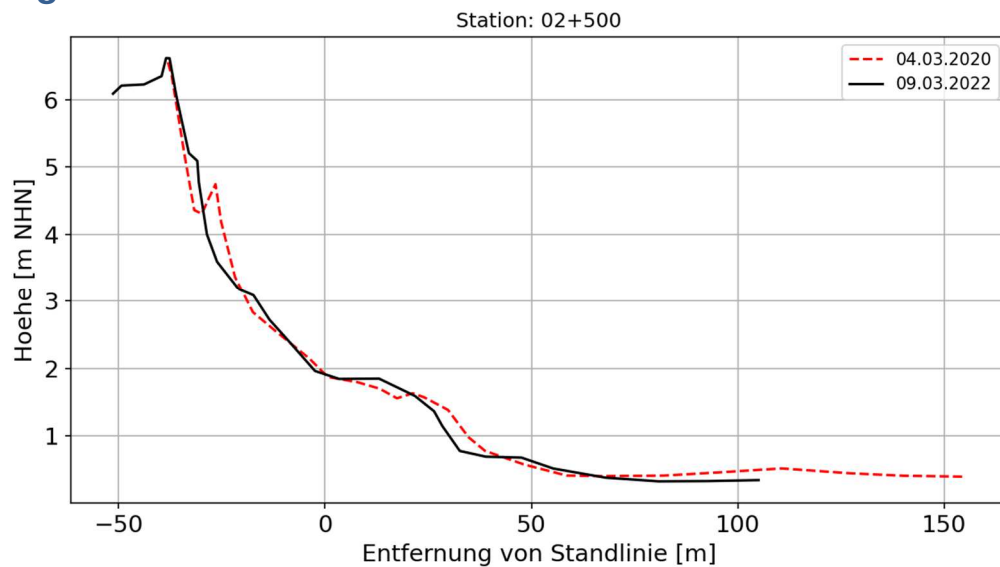


Abbildung 35: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 02+500

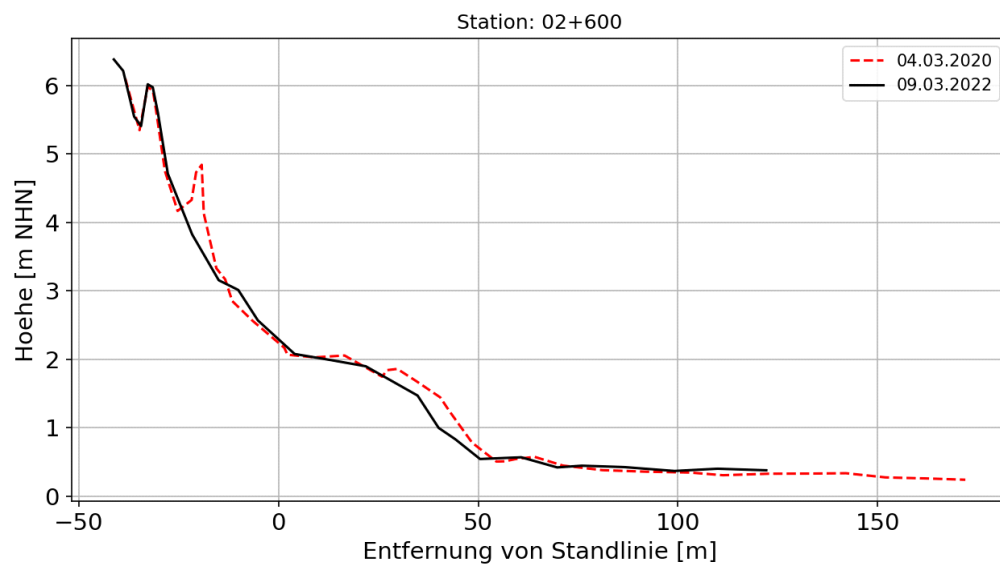


Abbildung 36: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 02+600

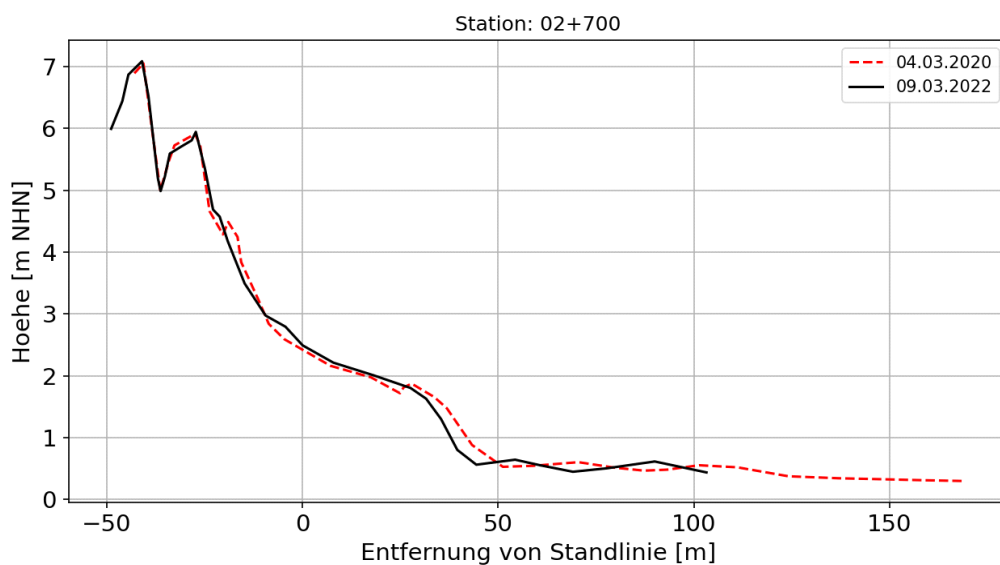


Abbildung 37: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 02+700

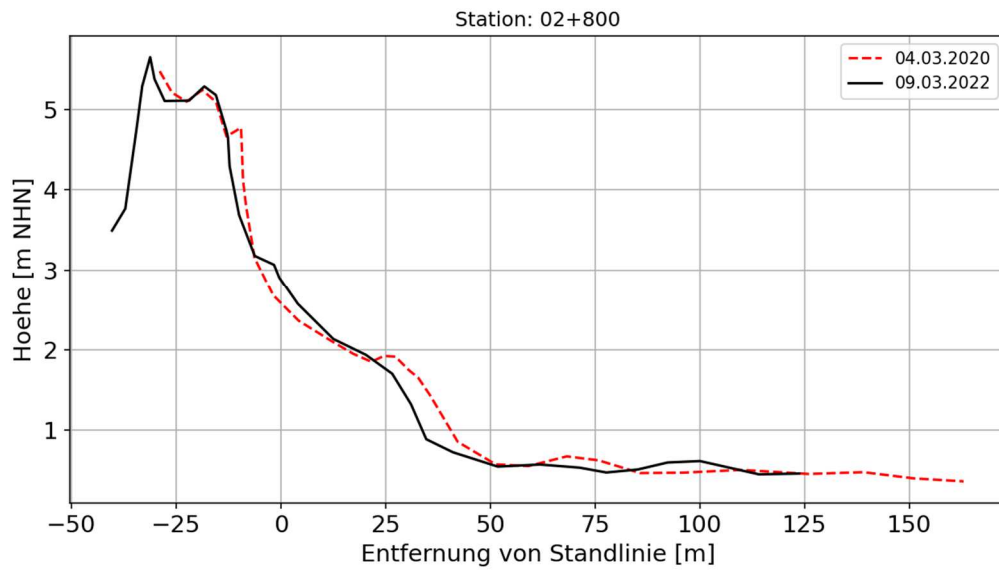


Abbildung 38: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 02+800

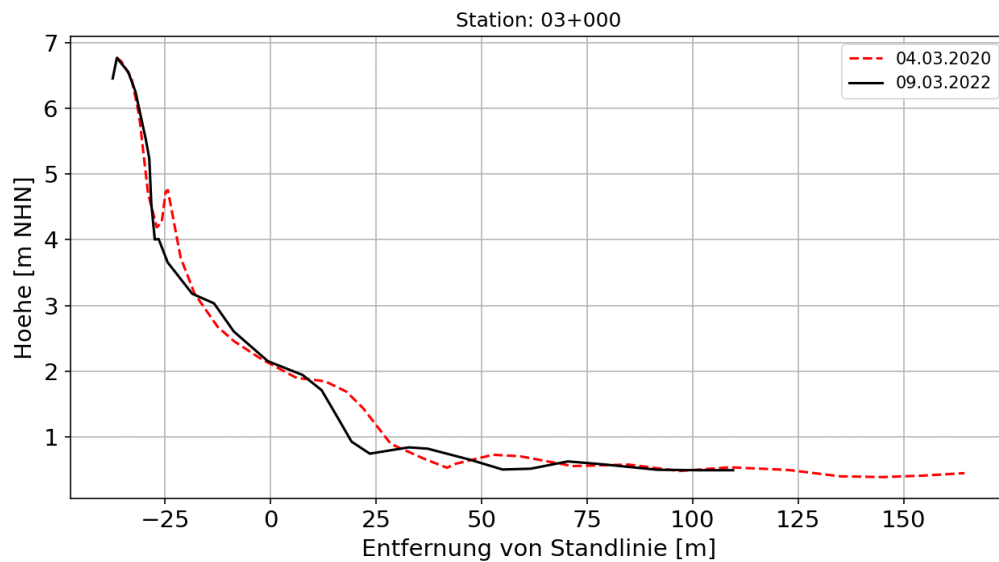


Abbildung 39: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 03+000

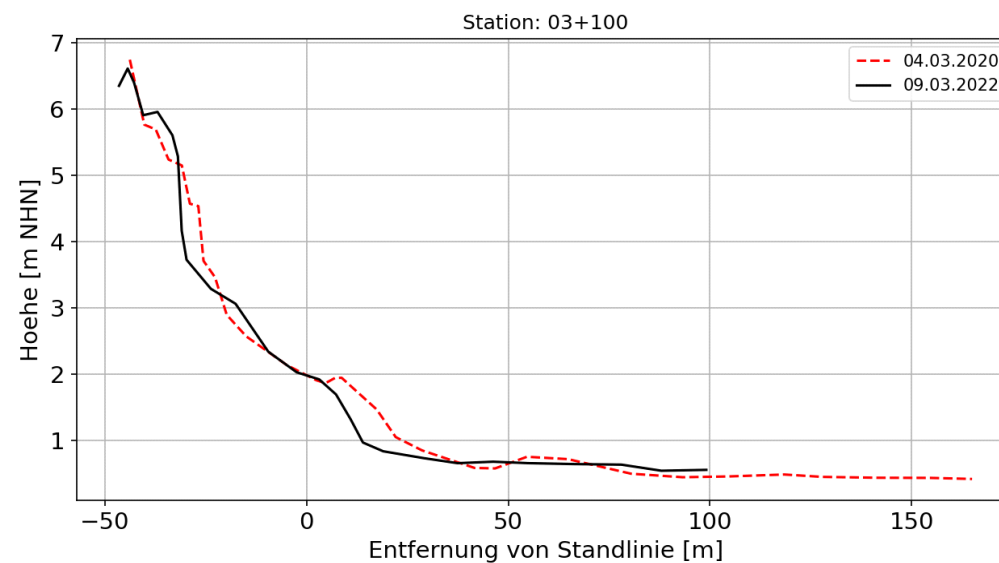


Abbildung 40: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 03+100

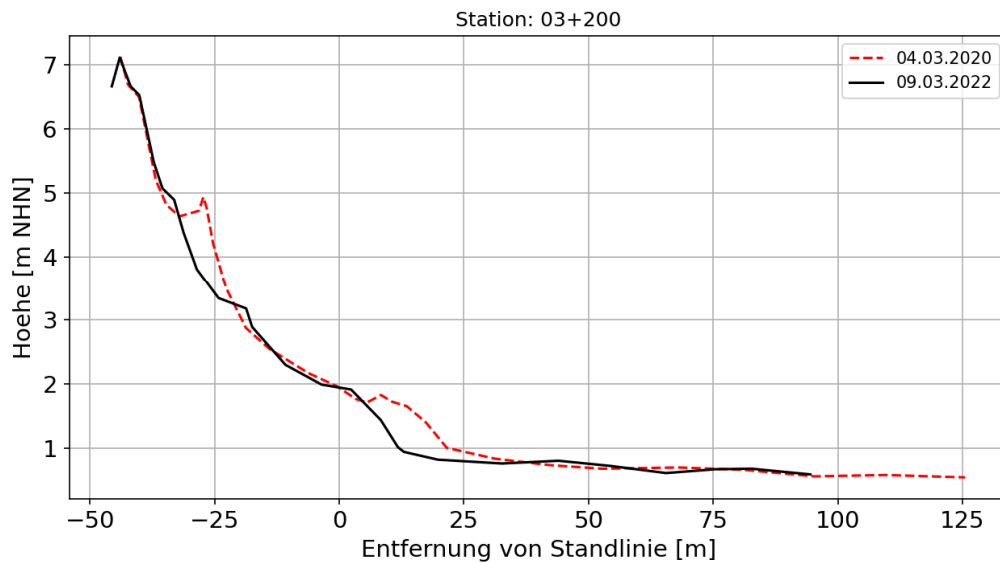


Abbildung 41: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 03+200

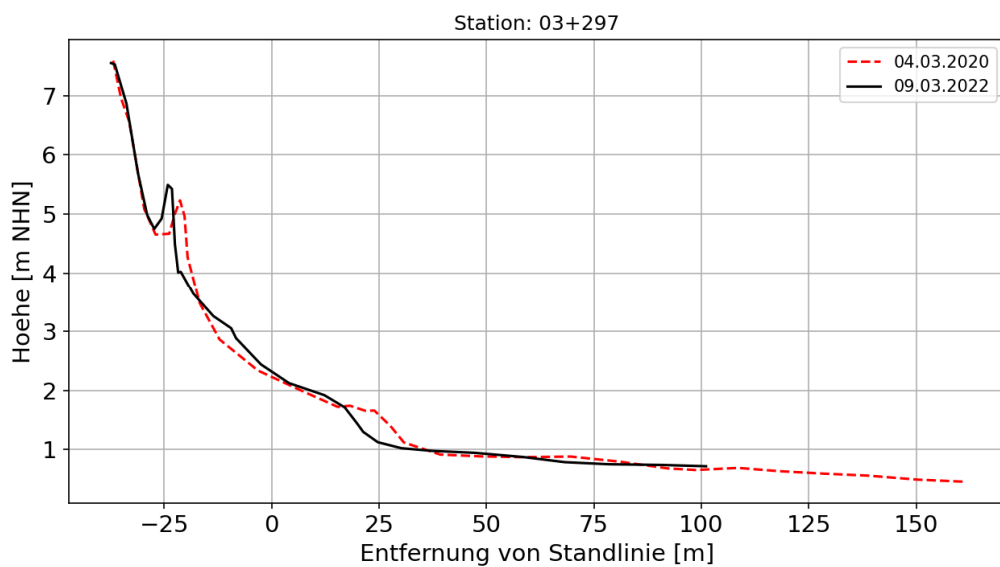


Abbildung 42: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 03+297

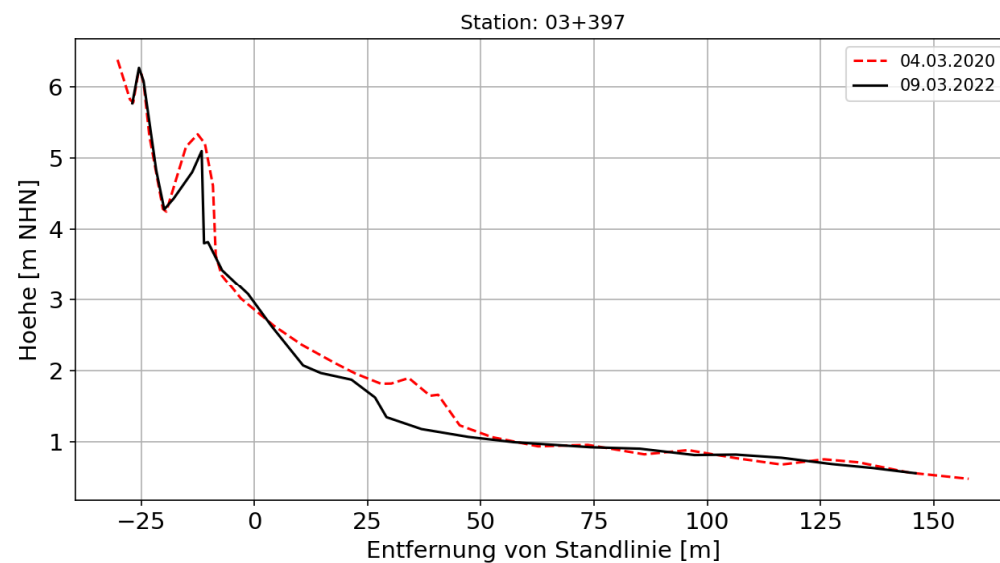


Abbildung 43: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 03+397

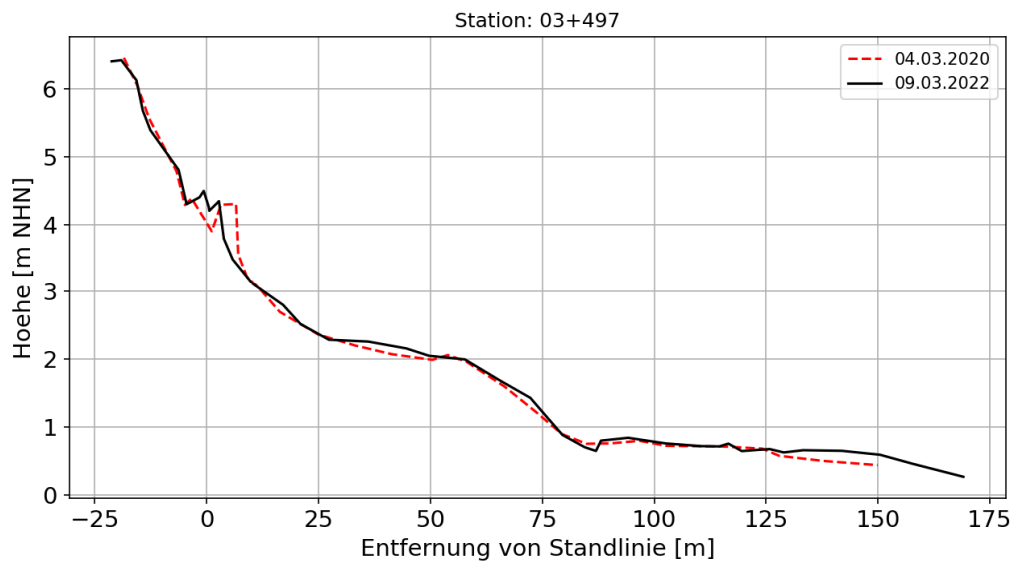


Abbildung 44: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 03+497

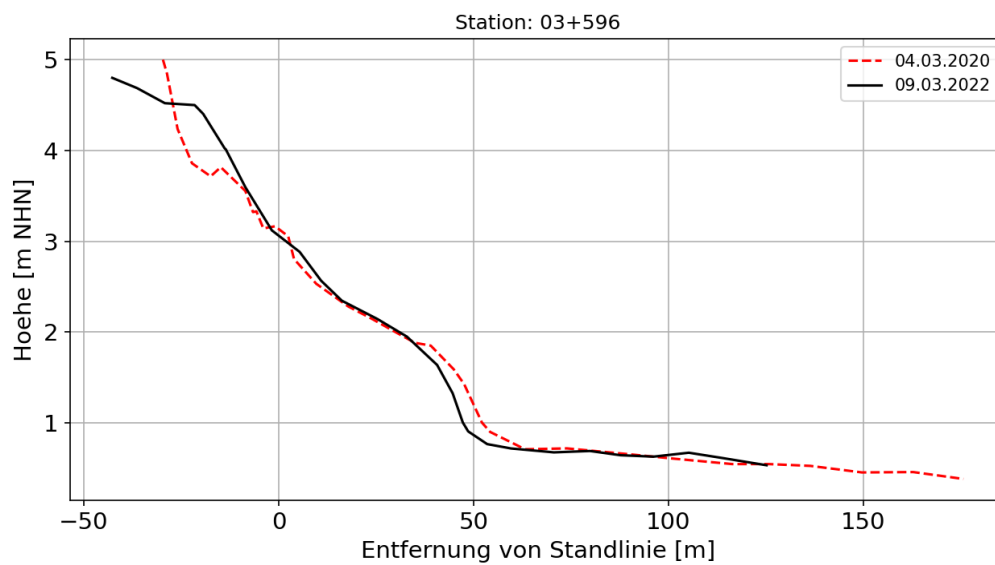


Abbildung 45: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 03+596

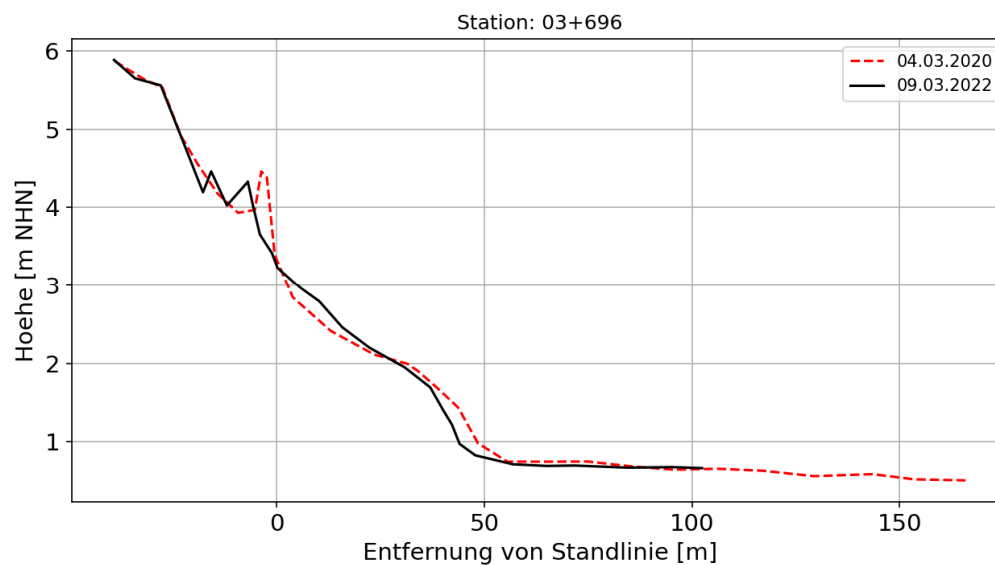


Abbildung 46: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 03+696

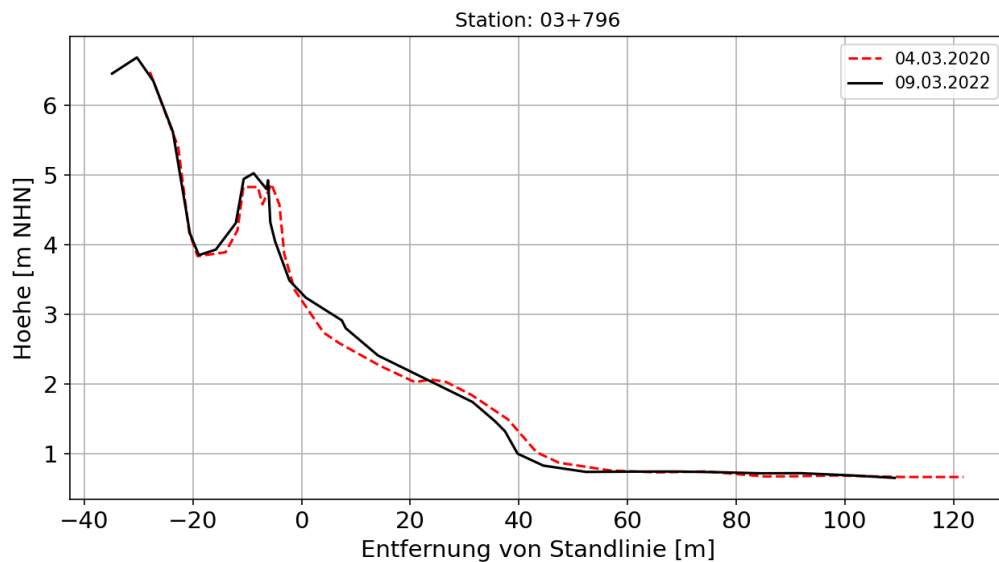


Abbildung 47: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 03+796

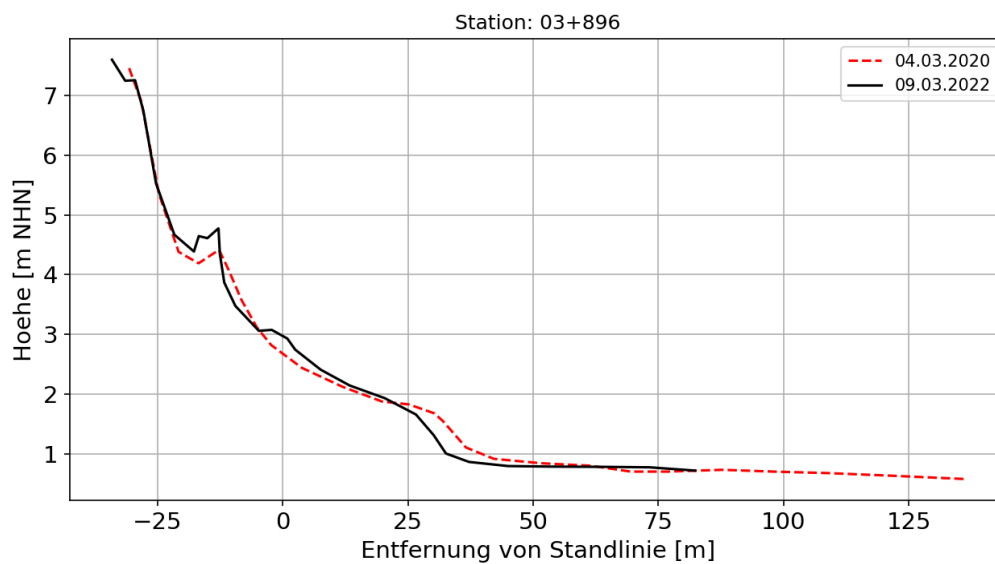


Abbildung 48: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 03+896

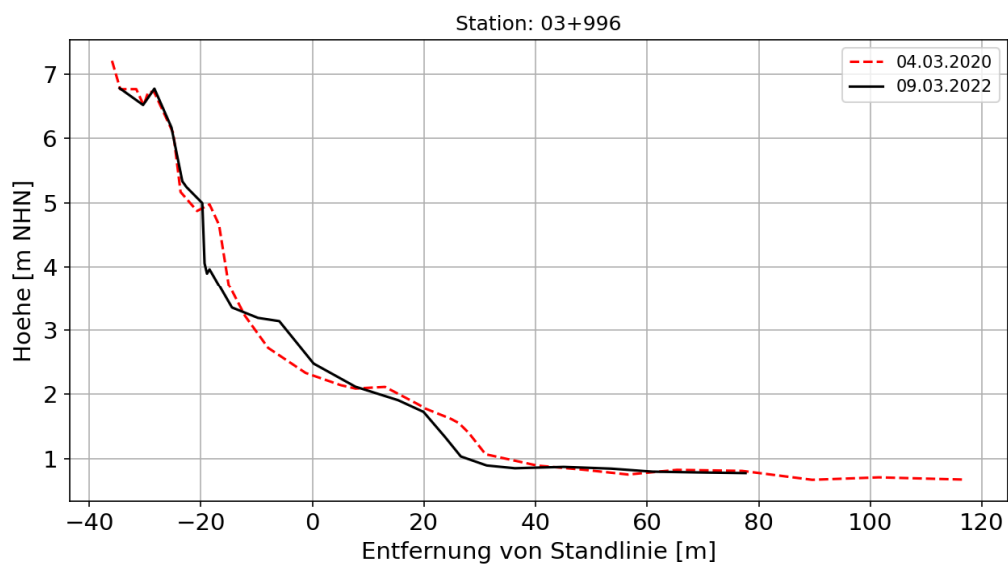


Abbildung 49: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 03+996

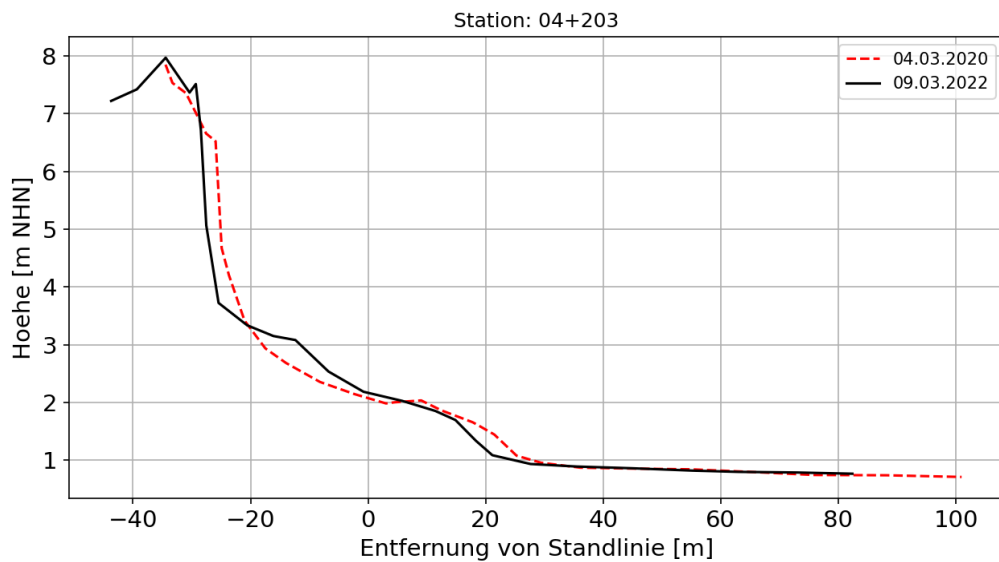


Abbildung 50: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 04+203

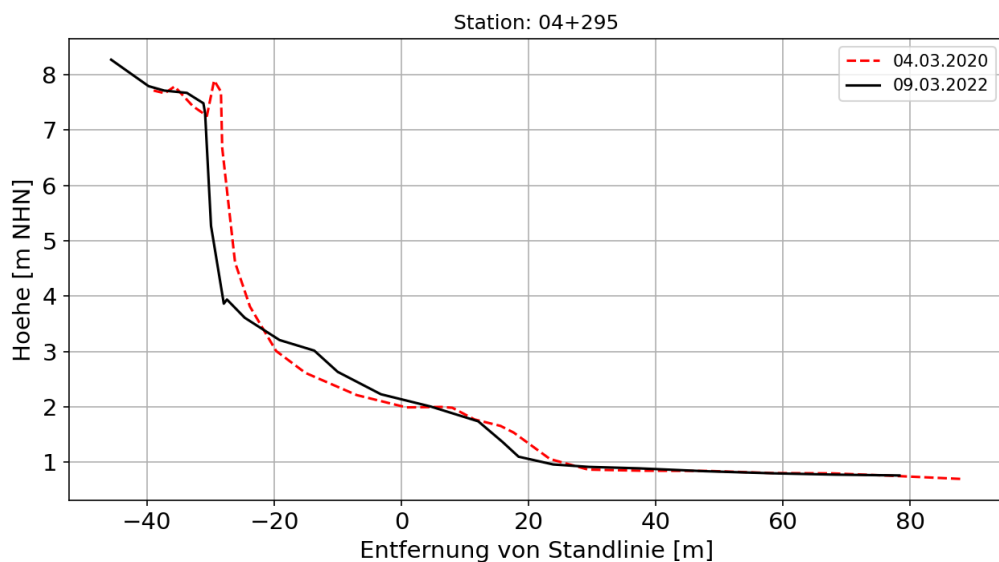


Abbildung 51: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 04+295

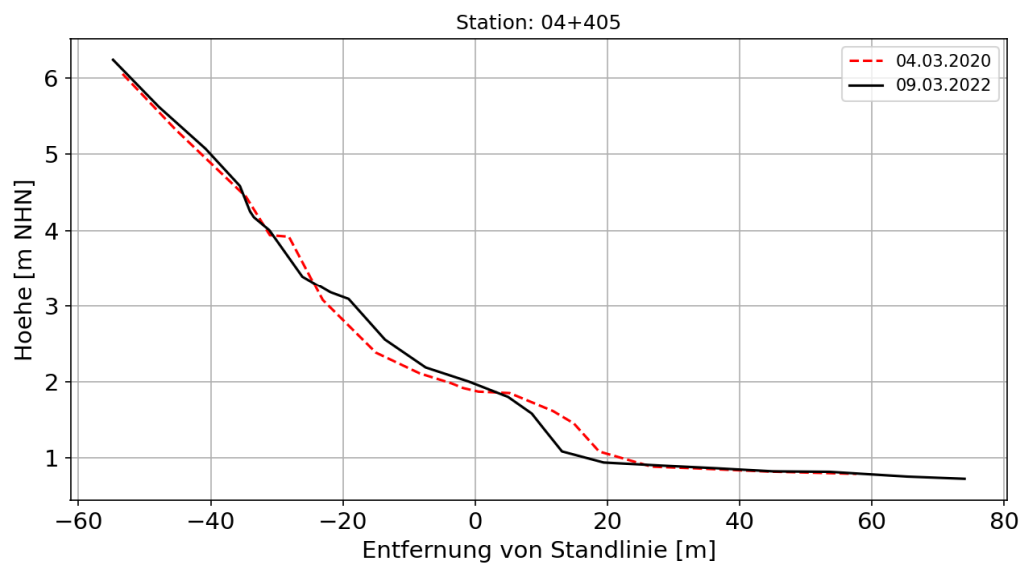


Abbildung 52: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 04+405

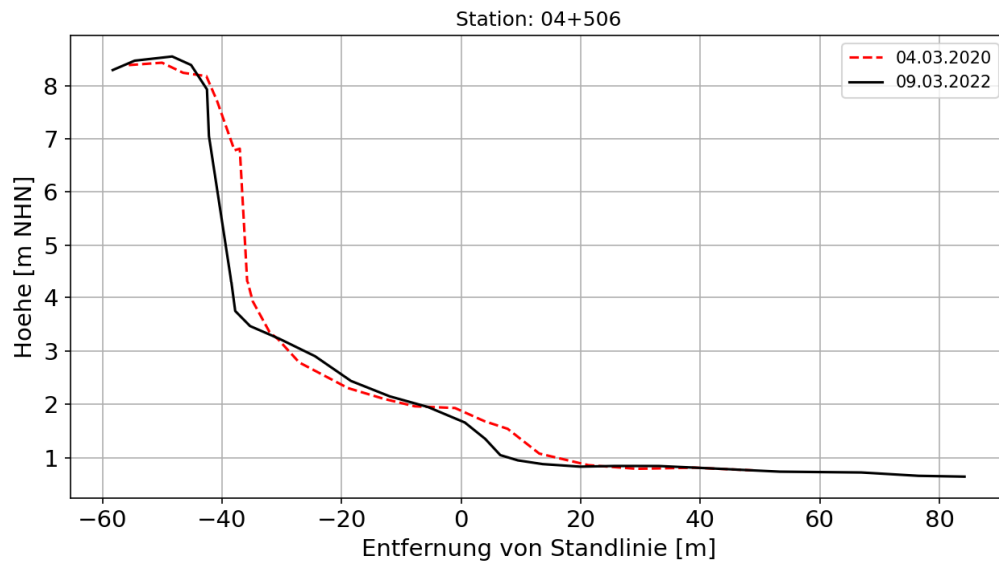


Abbildung 53: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 04+506

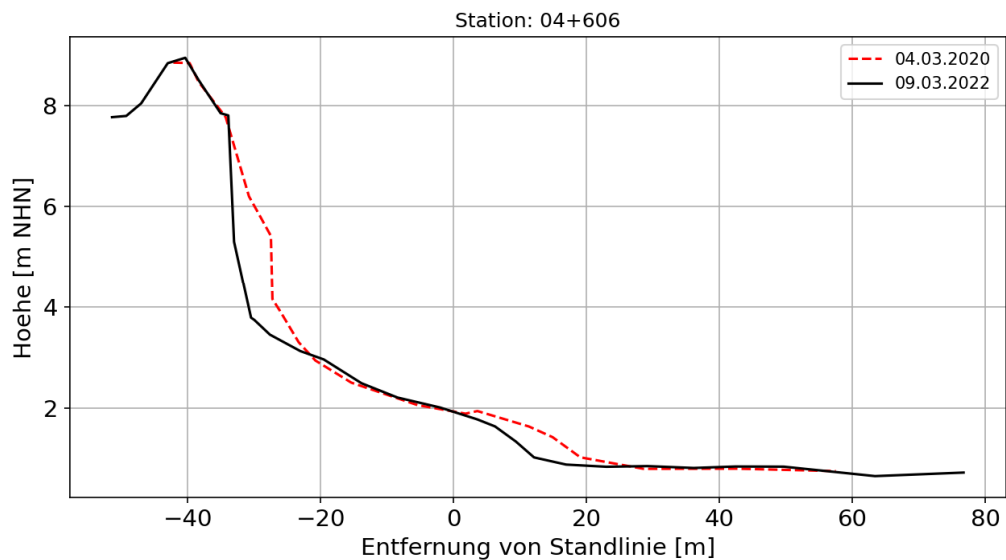


Abbildung 54: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 04+606

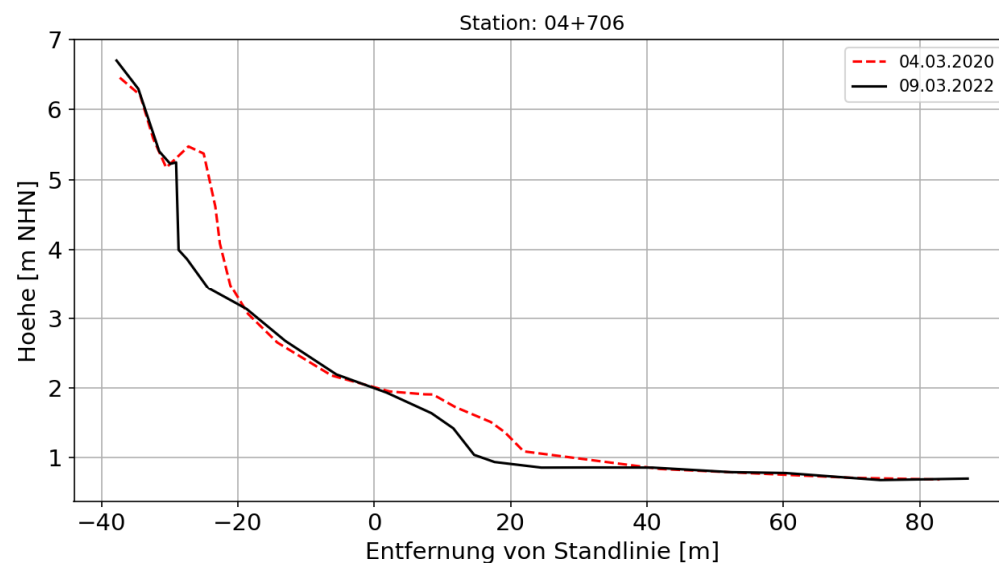


Abbildung 55: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 04+706

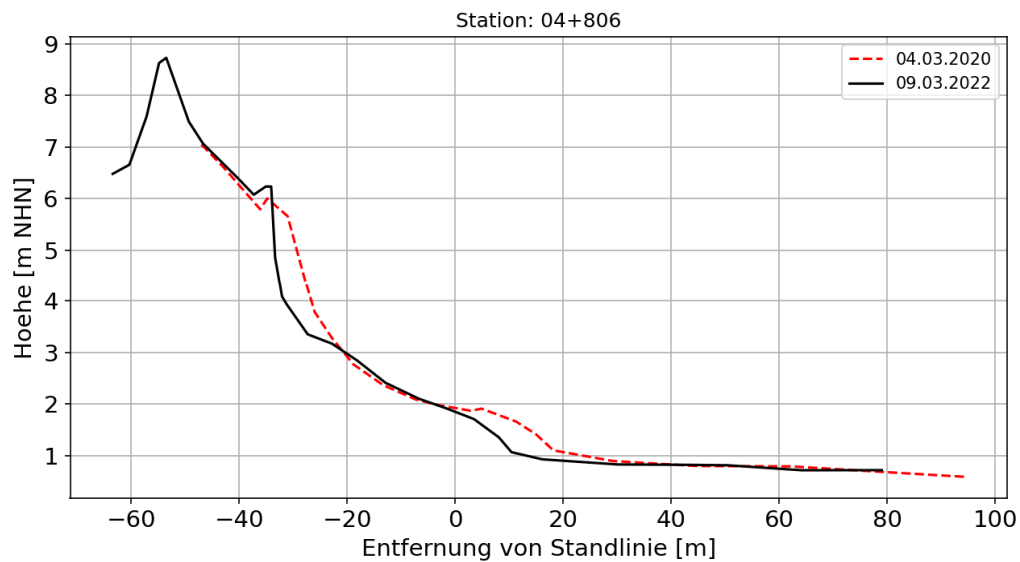


Abbildung 56: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 04+806

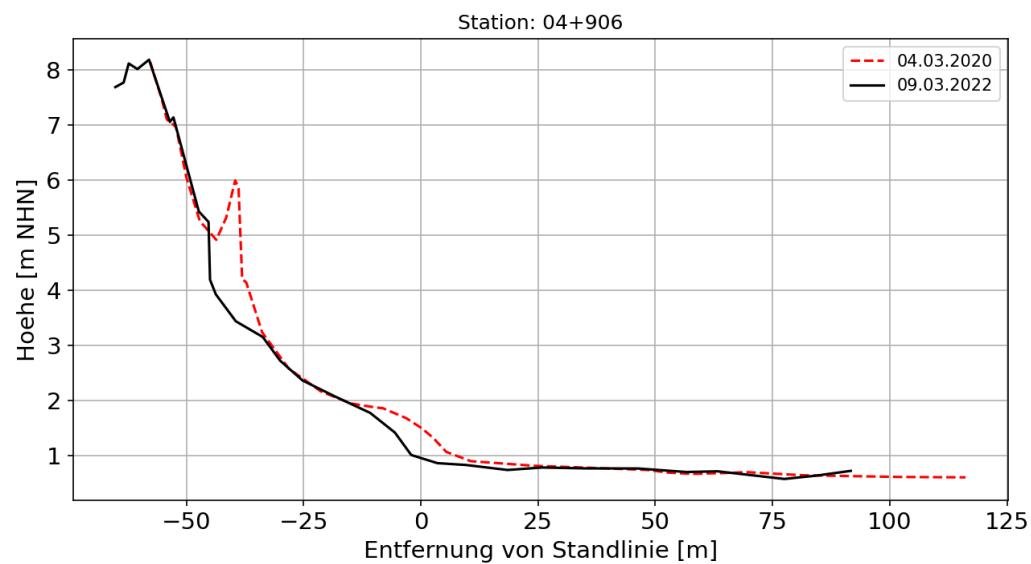


Abbildung 57: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 04+906

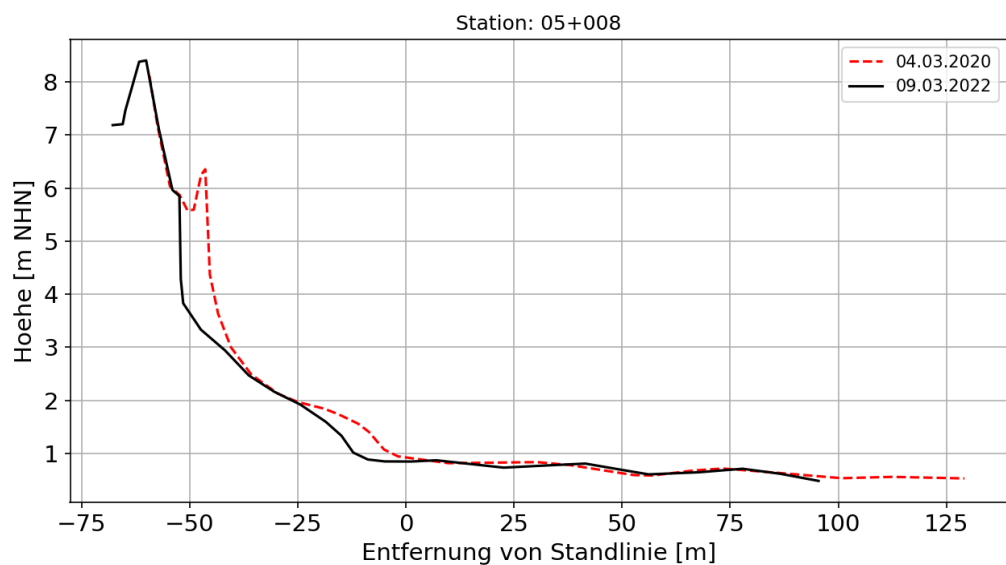


Abbildung 58: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 05+008

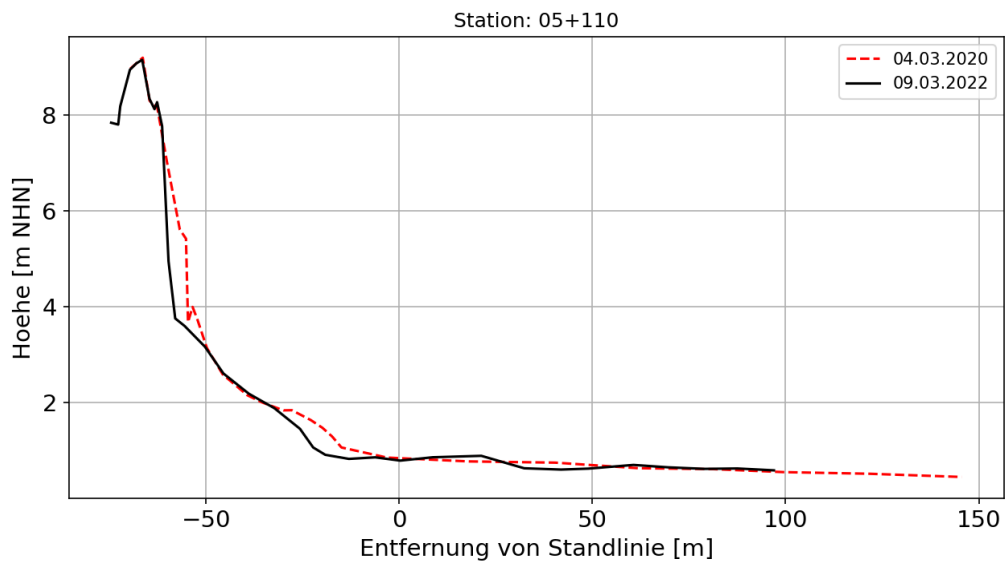


Abbildung 59: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 05+110

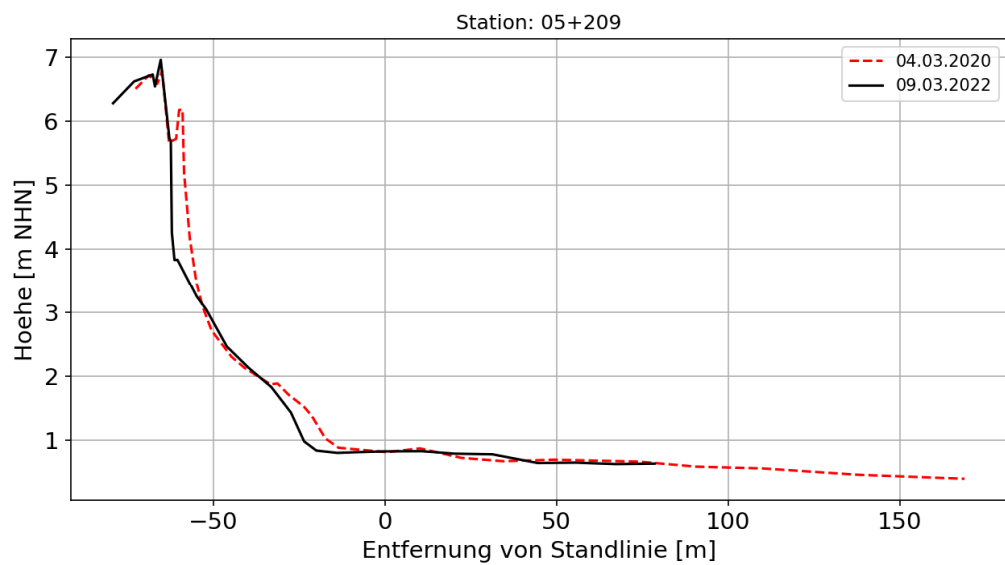


Abbildung 60: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 05+209

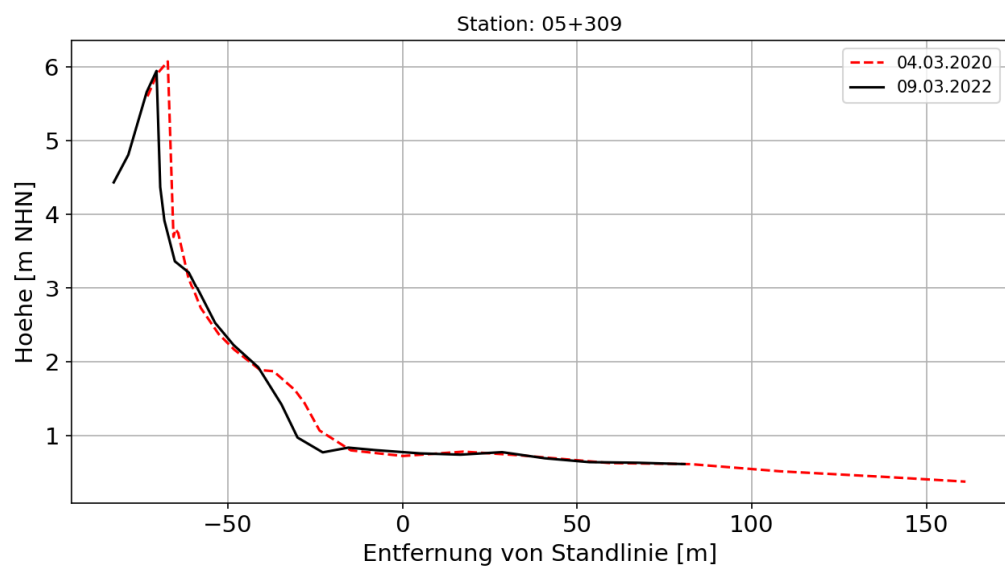


Abbildung 61: Vergleich der Vermessungsdaten vom 04.03.2020 und 09.03.2022 für die Station 05+309

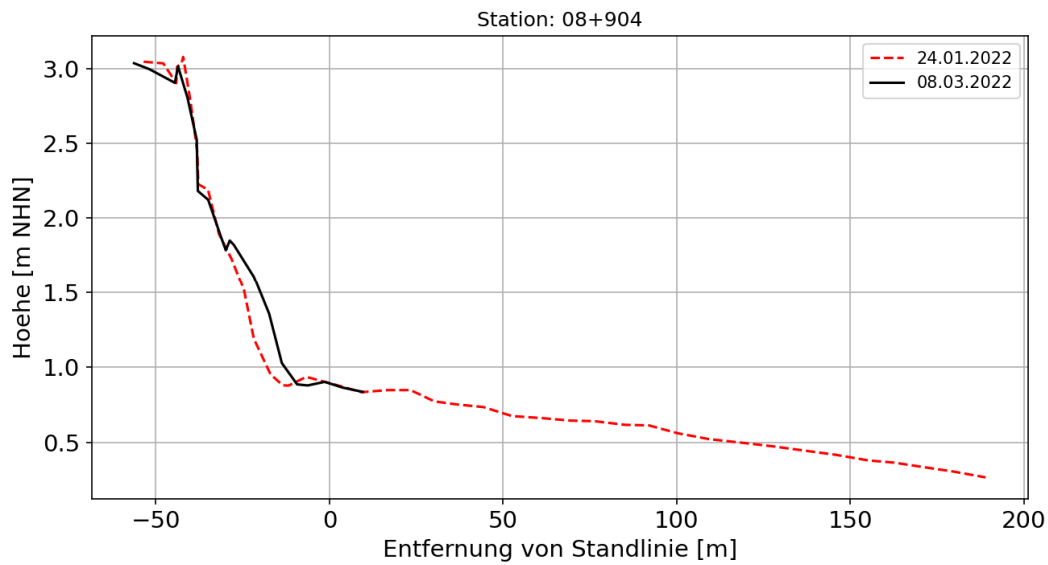


Abbildung 62: Vergleich der Vermessungsdaten vom 24.01.2022 und 08.03.2022 für die Station 08+904

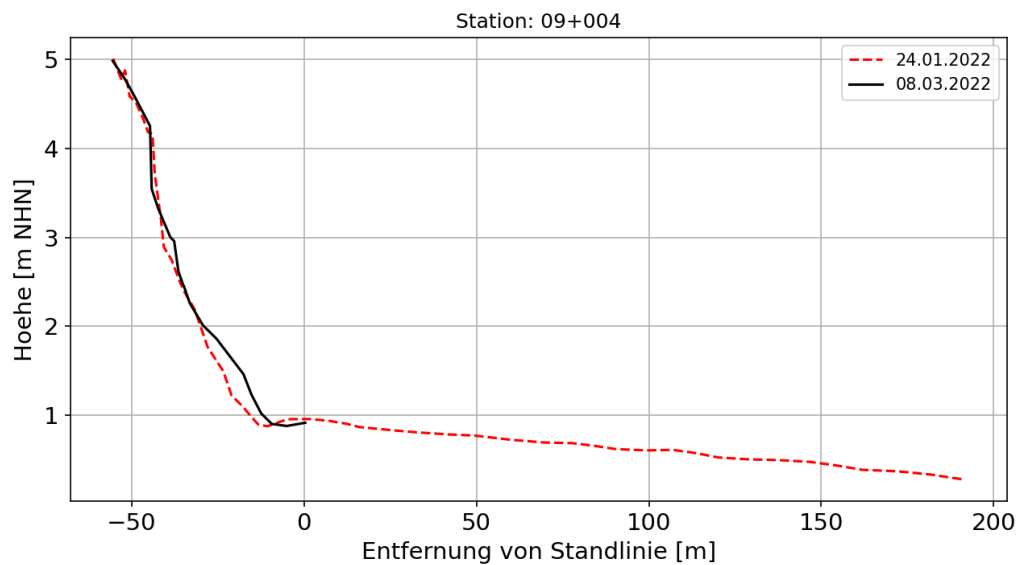


Abbildung 63: Vergleich der Vermessungsdaten vom 24.01.2022 und 08.03.2022 für die Station 09+004

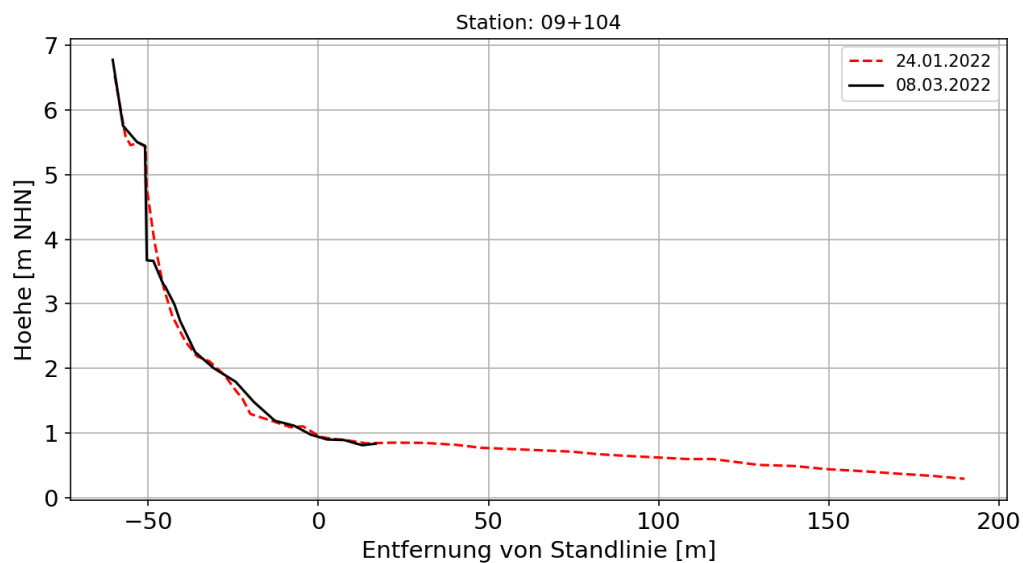


Abbildung 64: Vergleich der Vermessungsdaten vom 24.01.2022 und 08.03.2022 für die Station 09+104

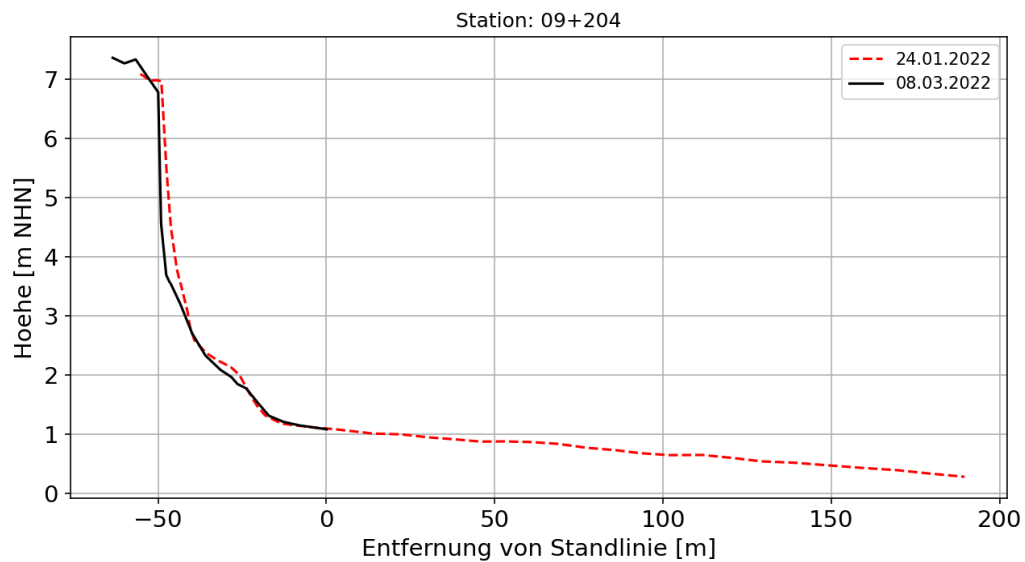


Abbildung 65: Vergleich der Vermessungsdaten vom 24.01.2022 und 08.03.2022 für die Station 09+204

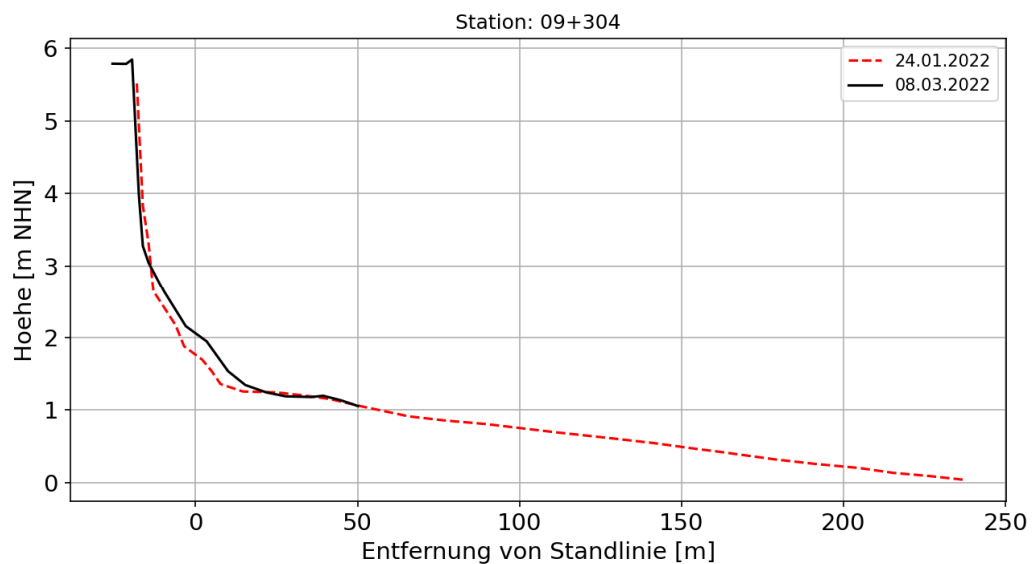


Abbildung 66: Vergleich der Vermessungsdaten vom 24.01.2022 und 08.03.2022 für die Station 09+304

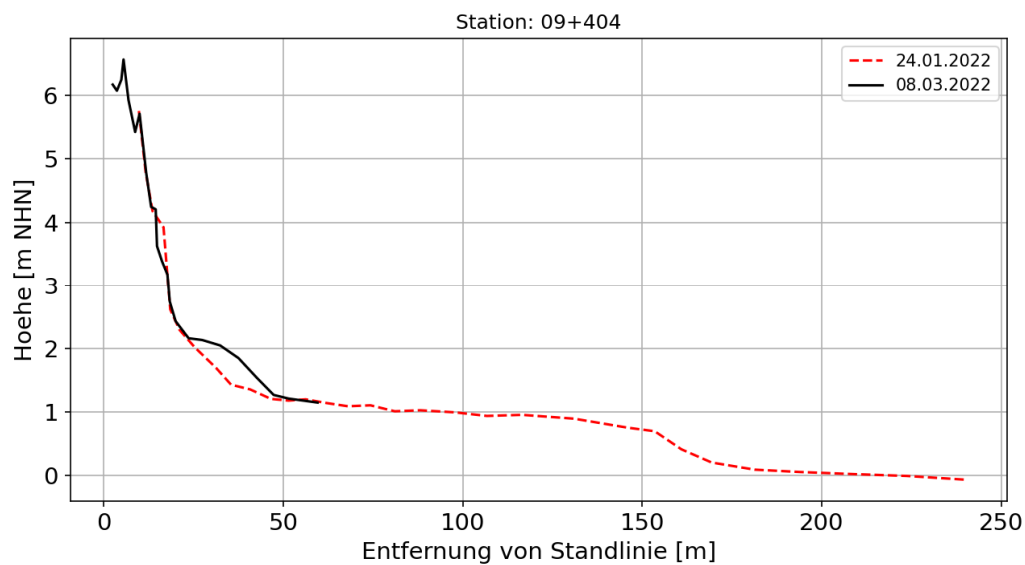


Abbildung 67: Vergleich der Vermessungsdaten vom 24.01.2022 und 08.03.2022 für die Station 09+404

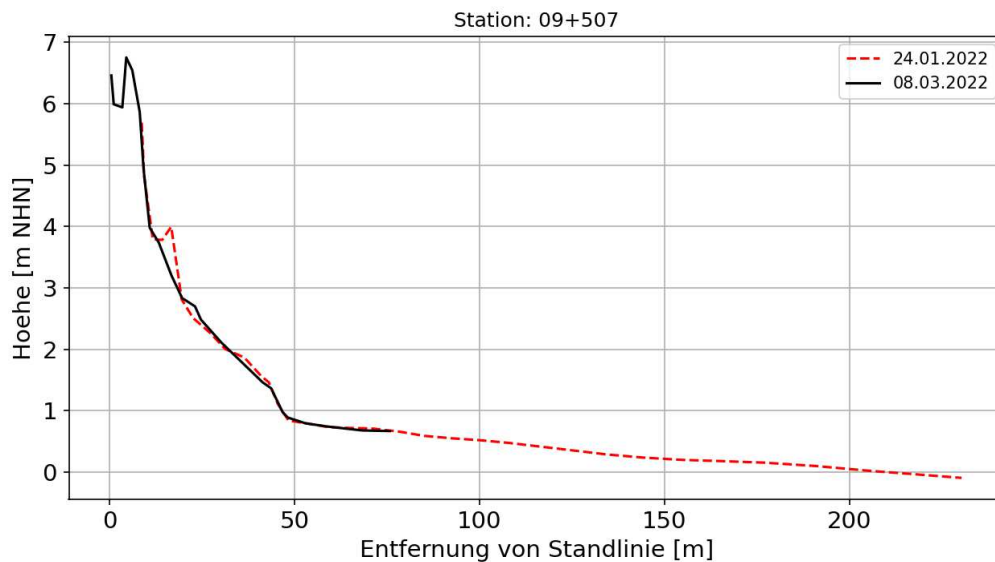


Abbildung 68: Vergleich der Vermessungsdaten vom 24.01.2022 und 08.03.2022 für die Station 09+507

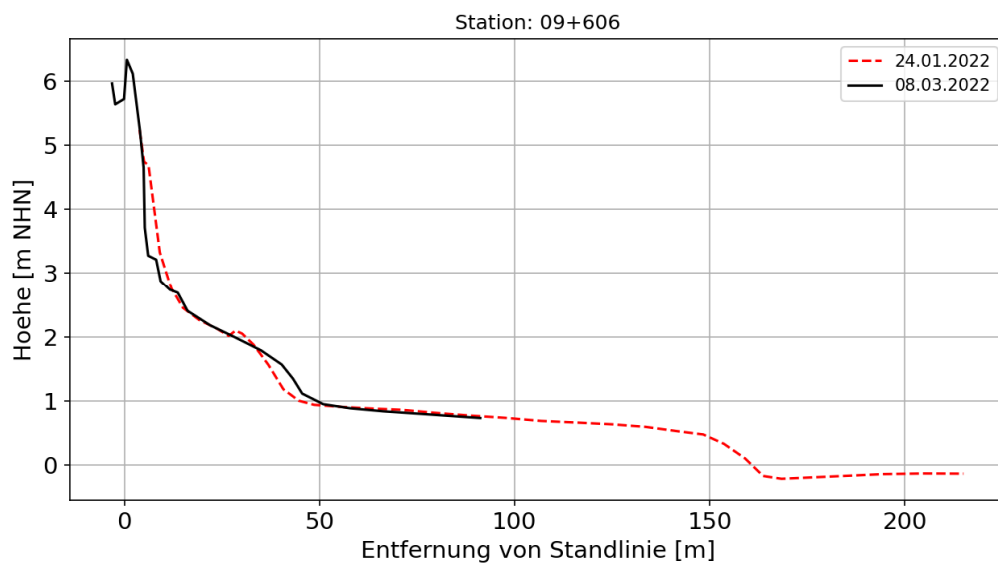


Abbildung 69: Vergleich der Vermessungsdaten vom 24.01.2022 und 08.03.2022 für die Station 09+606

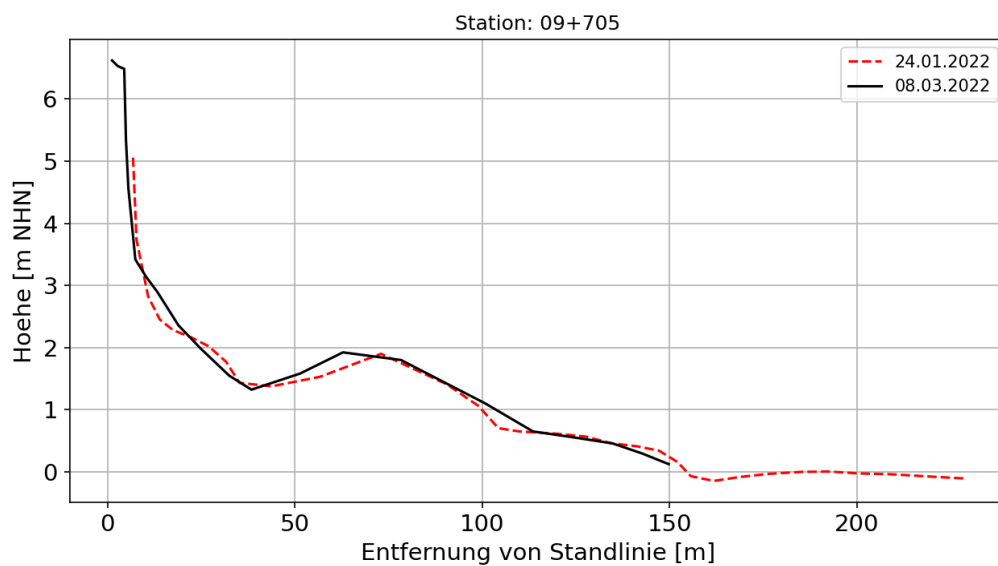


Abbildung 70: Vergleich der Vermessungsdaten vom 24.01.2022 und 08.03.2022 für die Station 09+705

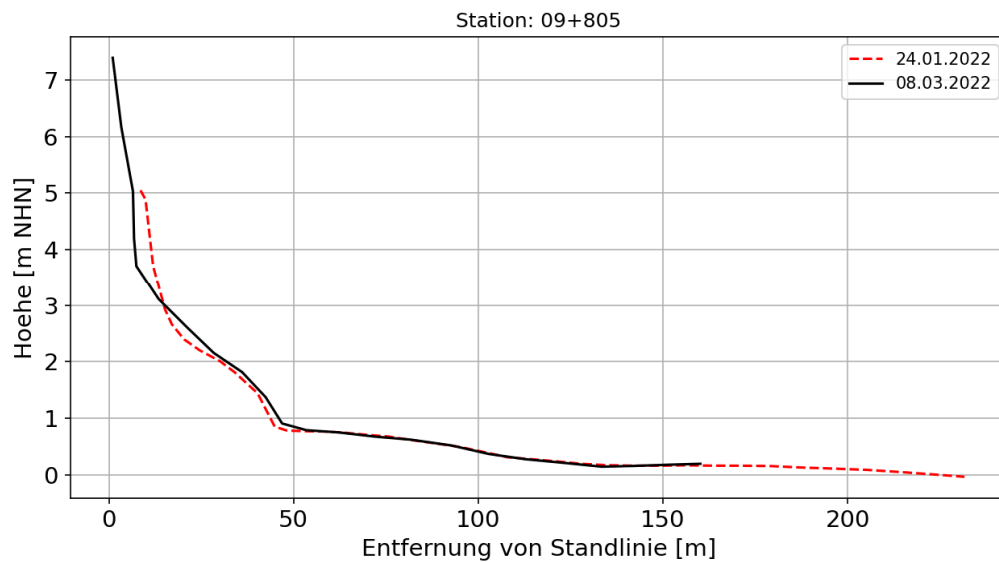


Abbildung 71: Vergleich der Vermessungsdaten vom 24.01.2022 und 08.03.2022 für die Station 09+805

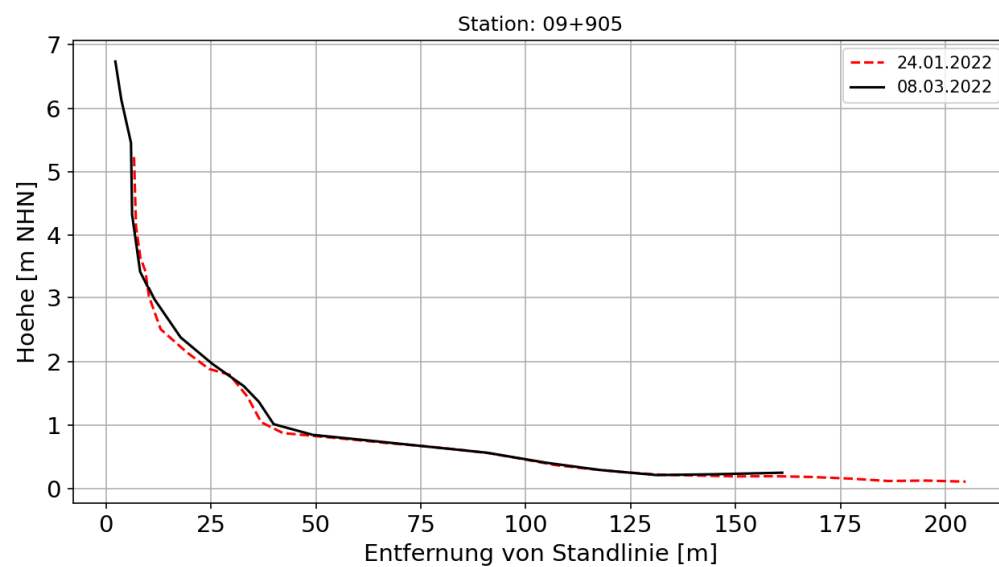


Abbildung 72: Vergleich der Vermessungsdaten vom 24.01.2022 und 08.03.2022 für die Station 09+905

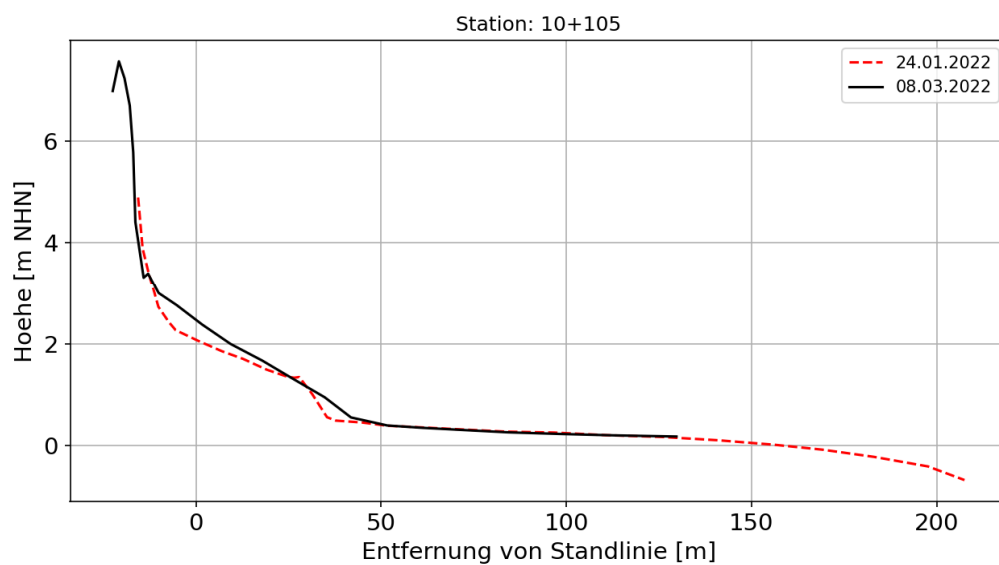


Abbildung 73: Vergleich der Vermessungsdaten vom 24.01.2022 und 08.03.2022 für die Station 10+105

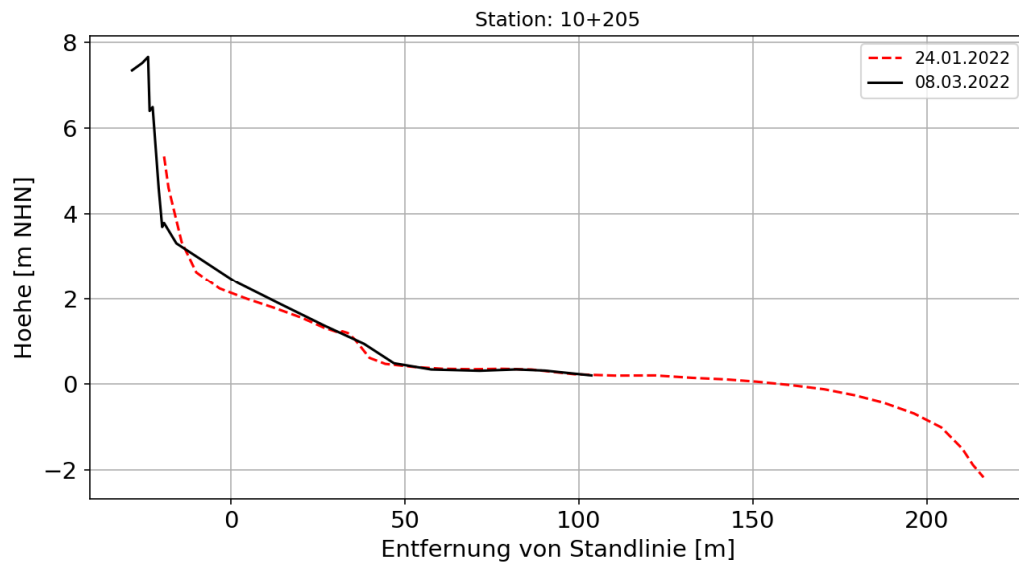


Abbildung 74: Vergleich der Vermessungsdaten vom 24.01.2022 und 08.03.2022 für die Station 10+205

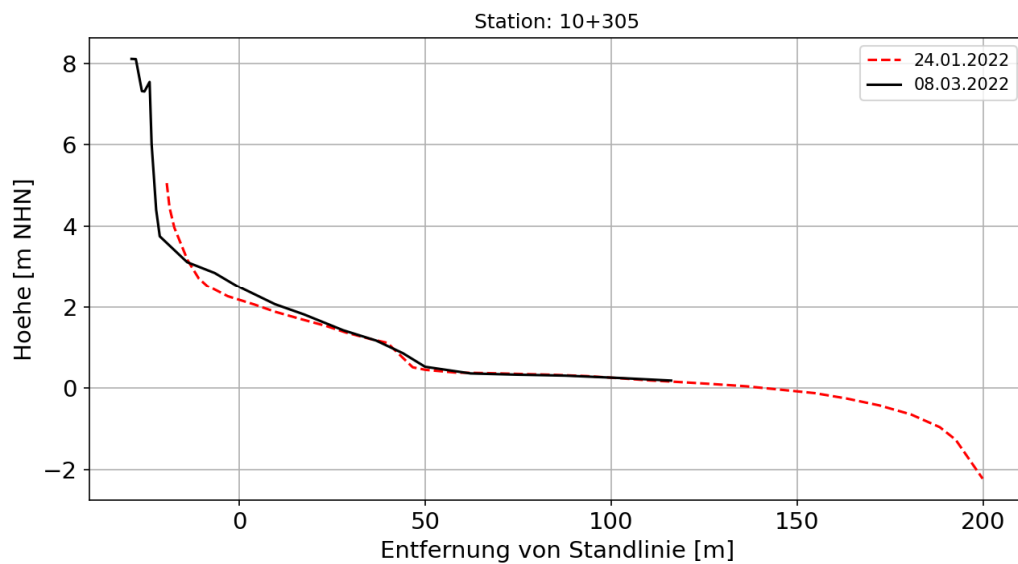


Abbildung 75: Vergleich der Vermessungsdaten vom 24.01.2022 und 08.03.2022 für die Station 10+305

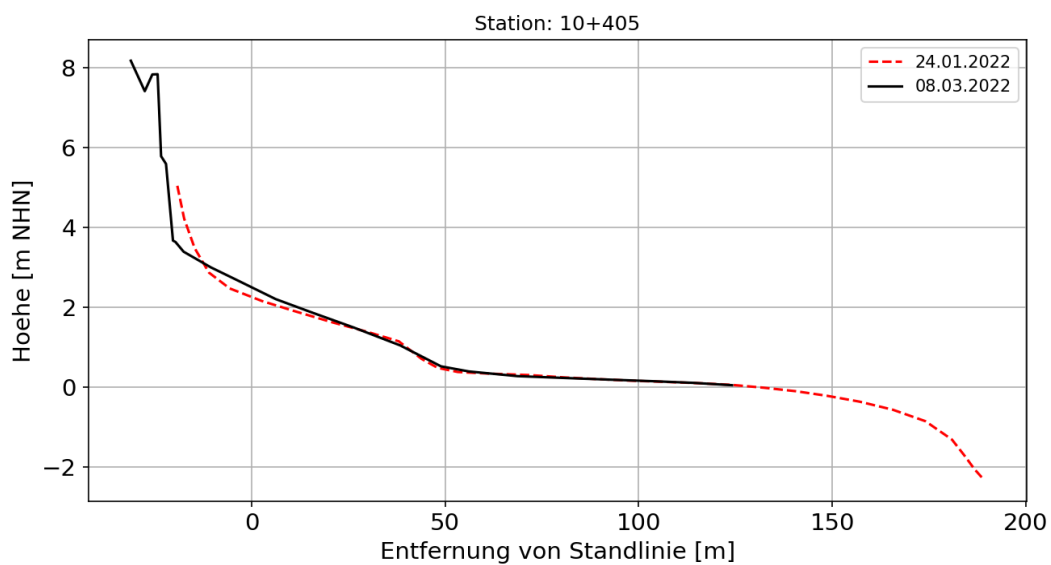


Abbildung 76: Vergleich der Vermessungsdaten vom 24.01.2022 und 08.03.2022 für die Station 10+405

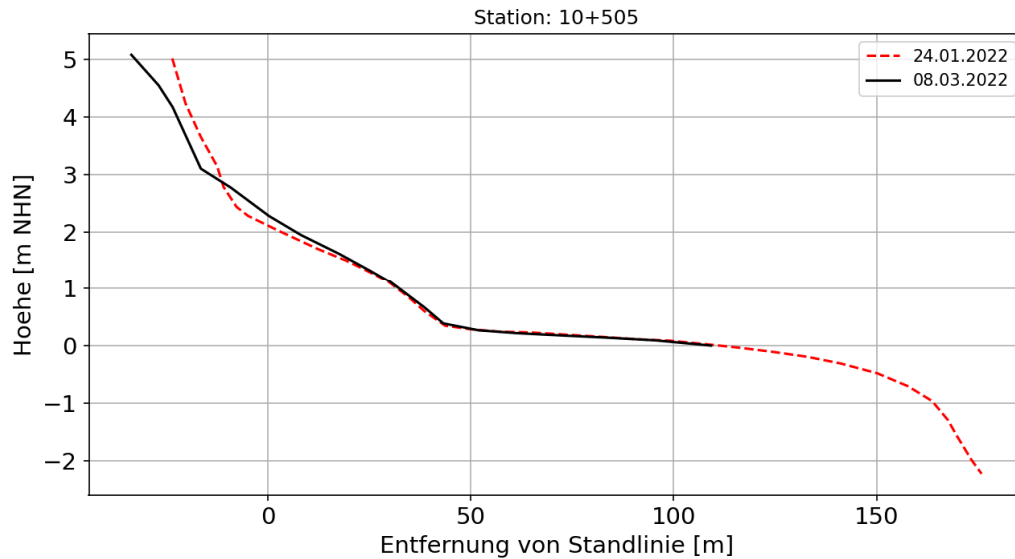


Abbildung 77: Vergleich der Vermessungsdaten vom 24.01.2022 und 08.03.2022 für die Station 10+505

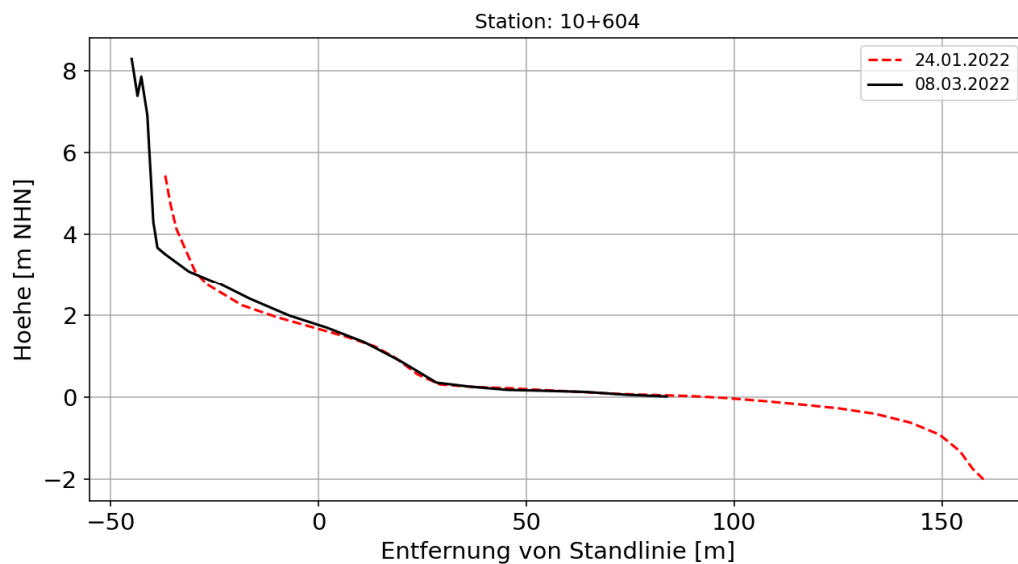


Abbildung 78: Vergleich der Vermessungsdaten vom 24.01.2022 und 08.03.2022 für die Station 10+604

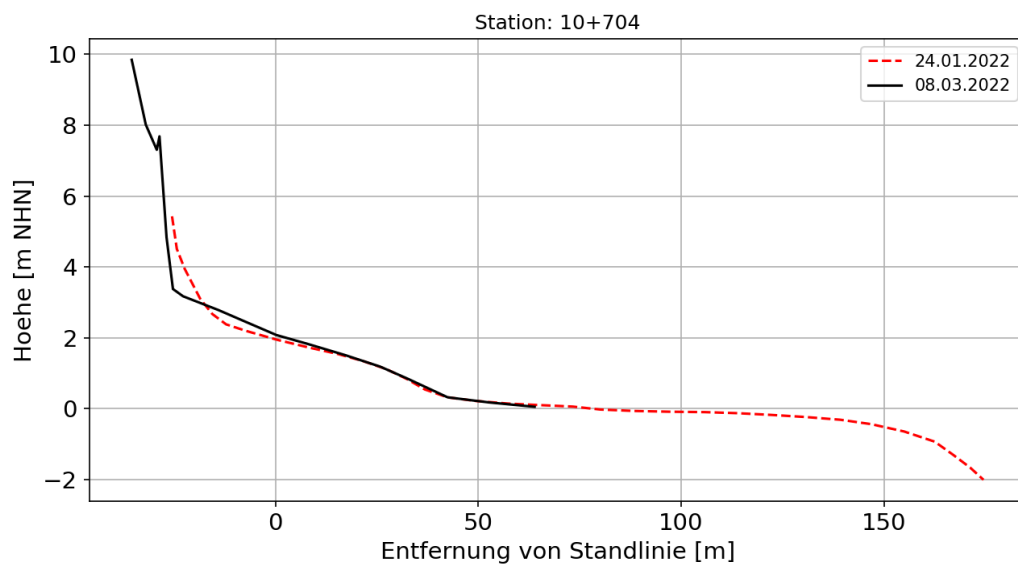


Abbildung 79: Vergleich der Vermessungsdaten vom 24.01.2022 und 08.03.2022 für die Station 10+704

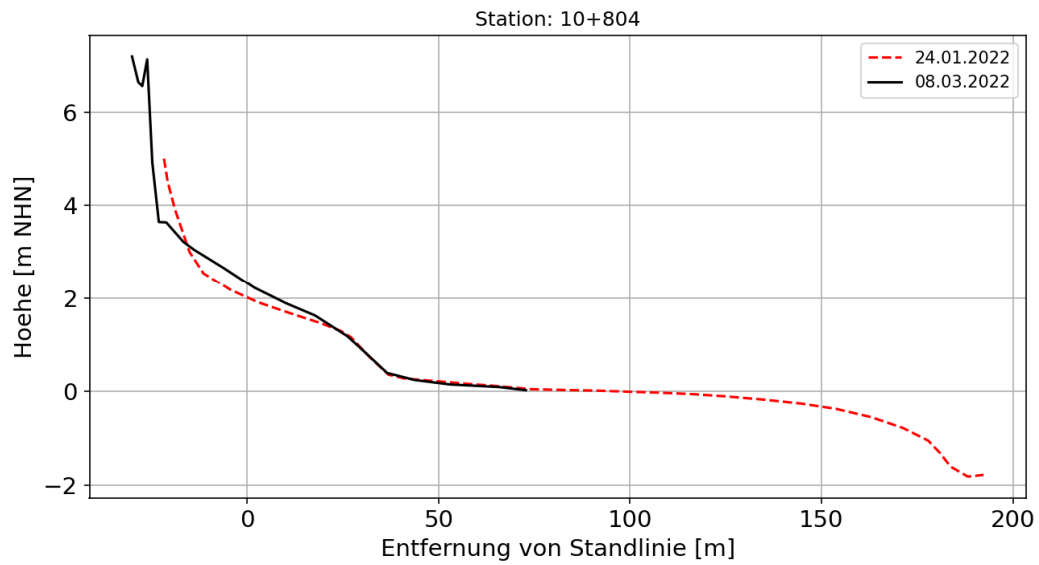


Abbildung 80: Vergleich der Vermessungsdaten vom 24.01.2022 und 08.03.2022 für die Station 10+804