

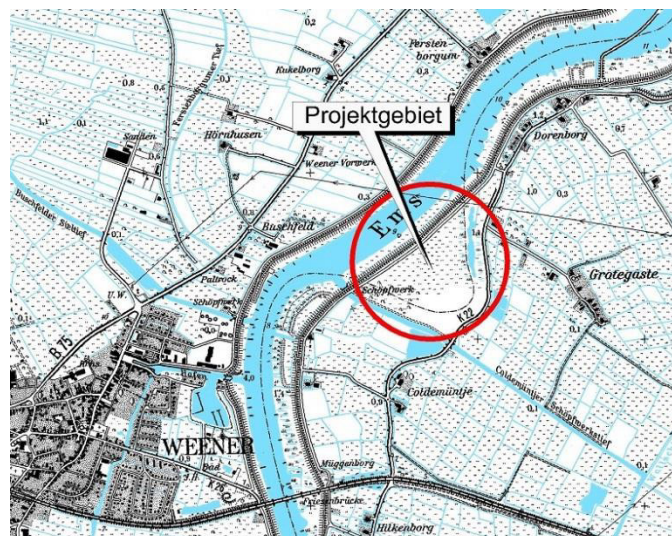
ANLAGE VI

Hydrogeol. Fachbeitrag

Tidepolder Coldemüntje Wasserwirtschaftliche und hydrogeologische Aspekte

Tidepolder Coldemüntje

Wasserwirtschaftliche und hydrogeologische Aspekte



Stand: 26.02.2018

Auftraggeber



Niedersächsischer Landesbetrieb
für Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz

Tidepolder Coldemüntje

Wasserwirtschaftliche und hydrogeologische Aspekte

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG	1
2 ÖRTLICHE VERHÄLTNISSE UND RANDBEDINGUNGEN	2
2.1 Allgemein	2
2.2 Oberflächengewässer und Oberflächenentwässerung	3
2.3 Hydrogeologische Standortbeschreibung	4
2.3.1 Geologie.....	4
2.3.2 Hydrogeologie	4
3 ISTZUSTAND – DATENGRUNDLAGE	10
3.1 Emswasser	10
3.2 Sedimentqualität	11
3.3 Oberflächengewässer.....	12
3.4 Grundwasser (Chemie).....	14
4 AUSWIRKUNGSPROGNOSE DER GEPLANTEN MAßNAHME.....	17
5 BEWEISSICHERUNGSKONZEPT.....	18
6 ZUSAMMENFASSUNG	21
7 SCHRIFTTUM	22
8 ANHANG	24

Ingenieurbüro IDV GbR
 Dr.-Ing. Jann M. de Vries
 Dipl.-Geol. Uwe de Vries

Schatthäuser Weg 8
 26736 Krummhörn-Greetsiel
 T. 04926 912 006
 F. 04926 912 008
 u.devries@idv-net.de

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Im Rahmen des Masterplans Ems 2050 plant das NLWKN in einem Bereich der ehemaligen Emsschleife Grotegaster Altarm in einem rd. 30 ha großen Polder, durch das ermöglichen des Einschwingens der Ems-Tide, die Entwicklung eines strukturreichen Prielsystems. Der Wassereintritt aus der Ems in die Polderfläche soll durch ein regelbares Durchlassbauwerk im Hauptdeich mit nachgeschaltetem Sedimentationsbecken zeitlich begrenzt ermöglicht werden.

Im Rahmen der „Machbarkeitsstudie zur Maßnahme Coldemüntje“ wird ein Vorzugsmodell vorgeschlagen, bei dessen Durchführung rd. 340.000m³ des anstehenden Bodens entnommen werden. Die aktuell binnendeichs liegenden Flächen und Bodenstrukturen werden im Rahmen der Maßnahme im tideverlauf von Emswasser überflutet, so dass sich der mögliche Kontaktbereich des Emswassers mit den vorliegenden angrenzenden Grundwasserleitern und den Oberflächengewässern vergrößert.

Mit der Bearbeitung der wasserwirtschaftlichen und hydrogeologischen Aspekte, die sich durch die geplanten Maßnahmen ergeben, wurde das Ingenieurbüro IDV GbR Dr.-Ing. Jann M. de Vries und Dipl.-Geol. U. de Vries, Greetsiel, beauftragt. In dem vorliegenden Bericht werden anhand der verfügbaren Datenbasis sowie der im Rahmen des Projektes erhobenen Daten, der Istzustand der betroffenen hydrologischen und hydrogeologischen Teilbereiche dokumentiert und mögliche Auswirkungen, die im Zuge der Herstellung und Betriebes des Tidepolders entstehen können, betrachtet. Weiterhin wird ein Beweissicherungskonzept zur Überprüfung der Prognosen und ggf. zur Steuerung der geplanten Maßnahmen vorgeschlagen.

2 Örtliche Verhältnisse und Randbedingungen

2.1 Allgemein

Die Lage der Projektfläche ist in Anhang 1 in einer Übersicht dargestellt. Das Gebiet liegt nördlich des Coldemüntjer Schöpfwerkstiefes, östlich der Ems und westlich der Kreisstraße 22. Das Projektgebiet umfasst bei einer länglichen Ausdehnung parallel zum Emsdeich von rd. 900 m und einer Breite von rd. 500 m eine Fläche von 350.000 m². Die Poldergröße kann mit rd. 30 ha angegeben werden.

Ein Luftbild mit der Lage der Projektfläche sowie den eingerichteten Grundwasser- und Oberflächenwassermessstellen zeigt den aktuellen Zustand der Fläche mit der Lage von 4 Kleingewässern und ist in Anhang 2 enthalten. Die Lage des geplanten Tidepolders mit einer Sohltiefe von -2,50 m NN ist im Anhang 3 dargestellt.

Zur Erlangung von Kenntnissen über den Bodenaufbau im Bereich des geplanten Tidepolders erfolgte die Durchführung von 46 Kleinbohrungen in Tiefen zwischen 2,5 m und 5 m u GOK (vgl. BAUGRUND AMMERLAND 2015). Aktuell können dem Gelände Höhen zwischen 0,50 m NN und 2,50 m NN zugewiesen werden.

Weitere Erkundungsbohrungen sowie bodenchemische Untersuchungen sind in RUBACH UND PARTNER 2016A UND B dargestellt. Aus dem Jahre 2006 liegt eine Untersuchung zum Bodenaufbau und Wasserhaushalt im Bereich des Projektgebietes vor (vgl. IDV 2006).

2.2 Oberflächengewässer und Oberflächenentwässerung

Die Oberflächenentwässerung im Projektgebiet erfolgt über zahlreiche Gräben und Schloote, die das Wasser dem Vorfluter zuführen. Der geplante Tidepolder befindet sich im Verbandsgebiet der Muhder Sielacht, die über die Schöpfwerke Kloster Muhde, Coldemüntje und Mark die Entwässerung sicherstellen. Direkt südlich angrenzend liegt das Schöpfwerk Coldemüntje, das die Entwässerung über das südlich der Projektfläche verlaufende Coldemüntjer Schöpfwerkstief bewerkstelligt. Eine Besonderheit des Entwässerungsgebietes liegt in insgesamt 8 Anwässerungsdurchlässen, über die i.d.R. von April bis November Emswasser in die deichnahen Gewässer eingeleitet wird. Die Lage des Anwässerungsdurchlasses im Nahbereich des Projektgebietes ist im Anhang 2 eingetragen.

Das Projektgebiet liegt im Einzugsgebiet des Schöpfwerks Coldemüntje. Das rd. 3015 ha große Einzugsgebiet erstreckt sich auf Geestflächen östlich über die Bahnlinie hinaus und beinhaltet u.a. Siedlungsflächen von Ihrhove und Steenfelde. Das bedeutsame Coldemüntjer Schöpfwerkstief entwässert i.w. den südlichen Einzugsbereich. Bis zur Einmündung in den Wallschloot ergibt sich eine Einzugsfläche von rd. 1600 ha. Das Coldemüntjer Schöpfwerkstief ist nach NLWKN (2005) ebenso wie der Wallschloot und das Marker Sieltief hinsichtlich des Gewässertyps als „Gewässer der Marschen“ (Typ 22.1) charakterisiert. In einer vorläufigen Bewertung gem. WRRL werden diese Gewässer als „künstliche Gewässer“ eingestuft und deren Zielerreichung nach WRRL als unklar angesehen wird.

Die Wasserstände am Schöpfwerk Coldemüntje und zugeordneten Gewässern der Muhder Sielacht werden im Sommer und Winter durch automatischen Schöpfwerksbetrieb (Zeit, Wasserstand) geregelt. Für die Regelwasserstände im Einzugsbereich des Mündungsschöpfwerk Coldemüntje können folgende Werte angegeben werden:

Coldemüntje:	Sommer:	-1,50 mNN bis -1,70 m NN
	Winter:	-2,00 mNN bis -2,50 m NN

Von den Mündungsschöpfwerken liegen monatliche Abflussdaten seit 1996 vor, die in Rupert, 2004 enthalten sind. Zur Veranschaulichung der Entwässerungsverhältnisse im Projektgebiet sind in Abb. 1 die Abflussmengen von 1996 bis 2003 am Schöpfwerk Coldemüntje als monatliche Abflussspende angegeben. Die mittlere monatliche Abflussmenge im dargestellten Zeitraum beträgt 0,10 l/(s*ha). Die maximalen Abflüsse bis 0,34 l/(s*ha) treten im Winterhalbjahr auf, während die minimalen bis 0,007 l/(s*ha) in den Sommermonaten zu beobachten sind. Bei einem Einzugsgebiet von 3015 ha fließen dem Schöpfwerk Coldemüntje i.M. rd. 300 l/s zu. Dies entspricht etwa einer monatlichen Wassermenge von 0,8 Mio. m³, die durch 2 Pumpen mit einer Gesamtleistung von 6 m³/s abgeleitet werden müssen. Die installierte Pumpenleistung entspricht einem maximalen Gebietsabfluss von 2 l/(s*ha). Das

mittlere jährliche Entwässerungsvolumen über das Schöpfwerk Coldemüntje wird von Rupert (2004) mit rd. 8,9 Mio. m³ angegeben, das mit rd. 6,4 Mio. m³ überwiegend im Winterhalbjahr anfällt.

2.3 Hydrogeologische Standortbeschreibung

2.3.1 Geologie

Zur Beschreibung des tieferen Untergrundes im näheren Umfeld des geplanten Tidepolders stehen die Bohrungen R 97 (Mittling Mark) und die rd. 500 m östlich des geplanten Polders liegende R 98 (Grotegaste) zur Verfügung, die in Tiefen bis 191 m u GOK bzw. 161 m u GOK abgeteuft wurden (vgl. Anhang 3). Die Bohrung R 98 ist in Tiefen von 20 m und 72 verfiltert und zur Grundwassermessstelle ausgebaut. Sie repräsentiert den Bereich der Emsniederung im oberen und unteren Grundwasserleiter. Die Bohrprofile sind im Anhang 4 dargestellt.

Die Bohrungen R 97 und R 98 weisen die Basis der Feinsande bei 18,8 m bzw. 12,6 m u GOK aus. Sie werden bis in eine Tiefe von 22,3 m bzw. 31,7 m u GOK von feinsandigen Mittelsanden unterlagert, die durch eine rd. 3 m mächtige Schluff bzw. Tonschicht von weiteren Fein- bis Grobsanden getrennt ist, die bis in einer Tiefe von 46,0 m bzw. 42 m zur Basis der pleistozänen Ablagerungen reichen. In der Bohrung R 97 wird das Top des Pliozäns durch eine Tonschicht gebildet, die in der Bohrung R 98 noch von einer Feinsandschicht überlagert wird. Örtlich können an der Basis des Pleistozäns noch geringmächtige Schluff und Tonlagen eingeschaltet sein. Die pliozänen Sande sind als Fein- bis Grobsande ausgebildet. Die Pliozänbasis liegt rd. 161,5 m bzw. 153,6 m u GOK.

Innerhalb der Projektfläche stehen überwiegend bindige Böden (schluffig, tonig) an. Vereinzelt sind sandige Schichten eingeschaltet. Deutliche organische Anteile sind verbreitet (vgl. z.B. Baugrund Ammerland 2015).

2.3.2 Hydrogeologie

Die Oberflächengewässer im Projektgebiet gehören zur Muhder Sielacht und liegen im Bearbeitungsgebiet „Untere Ems“. Demgegenüber gehört das Grundwasser im Bearbeitungsgebiet „Mittlere Ems“ zum Grundwasserkörper „Mittlere Ems rechts 2“ (ID 37_03) im hydrogeologischen Teilraum „ostfriesische Marsch südlich der Leda“ (vgl. NLWKN, 2005).

Der Tergaster Ton und der Lauenburger Ton sind im Projektgebiet weit verbreitet und führen zur Ausbildung von zwei Grundwasserstockwerken, deren Wasserstände deutliche Unterschiede aufweisen. Die Zusammenstellung von charakteristischen statistischen Kenngrößen der Messstellen in Tab.1, zeigt bei einem Vergleich des mittleren Wasserstände von R 98-20

und R 98-72 mit Wasserständen von -0,90 m NHN bzw. -0,55 m NHN eine Differenz von 0,35 m. Dies zeigt einen höheren Grundwasserdruckspiegel im 2. Grundwasserleiter als im 1. Grundwasserleiter, was auf den Einfluss der Oberflächenentwässerung zurückgeführt werden kann.

Der obere Grundwasserleiter, der durch die Feinsande aufgebaut wird, ist zumeist unterhalb der geringdurchlässigen Torfe gespannt. Oberhalb der geringdurchlässigen Torfe ist überwiegend ein oberster oder ein sog. Stauwasserhorizont ausgebildet.

Die großräumige Grundwasserfließrichtung ist auf Grundlage des HK 50 des LBEG mit einem geringen Gefälle von 0,87 ‰ in südöstlicher Richtung.

Kleinräumig wird die hydraulische Situation durch neu eingerichtete Grundwasserstellen erfasst und beschrieben. Zur Aufnahme der hydraulischen Verhältnisse im Bereich des geplanten Tidepolders, erfolgte in der Zeit vom 20.09.2016 bis 22.09.2016 die Erstellung von 3 Grundwassermessstellen, die mit Filtertiefen von 1 m u GOK bis 4 m u GOK den obersten Grundwasserhorizont bzw. den Stauwasserhorizont oberhalb des 1. Grundwasserleiters abbilden. Der 1. Grundwasserleiter im Projektgebiet wurde durch die Messstelle C 2-10 erschlossen, der im Tiefenbereich von 8 m bis 10 m u GOK verfiltert ist. Die Ausbauezeichnungen und Bohrprofile sind im Anhang 4 enthalten.

Die Messstellen wurden mit Datenloggern bestückt. Die Messung der Wasserstände sowie der Temperatur erfolgte zur Erfassung von kurzfristigen Schwankungen (z.B. Tide) im 15 Minutentakt. Die charakteristischen statistischen Kenngrößen der Messstellen C 1-4, C 3-4 und C 4-4 des obersten Grundwasserleiters, der Messstellen C 2-10, R 98-20 und R 131-15 des 1. Grundwasserleiters sowie der Messstellen R 98-72 des 2. Grundwasserleiters.

Für die Gewinnung von weiterführenden orientierenden Kenntnissen über den Stauwasserleiter im bestehenden Messnetz wurden am 18.01.2017 Pumpversuche an den einzelnen Stauwassermessstellen im instationären Strömungszustand durchgeführt.

Dabei wurde aus den Messstellen kurzfristig Wasser gepumpt und somit der Wasserspiegel im Rohr abgesenkt. Vom abgesenkten Wasserstand bei Ende des Kurzpumpversuches wurde der Wiederanstieg zu einem sich später einstellenden Wasserstand ermittelt und die zugehörige Zeit gemessen. Je Messstelle wurde der Versuch dreimal wiederholt. Ausnahme bildet die Messstelle C 3. Der Zufluss zur Messstelle C 3 ist sehr gering, so dass sich kein Absenkwasserspiegel einstellte, sondern die Messstelle leergepumpt wurde. Der Wiederanstieg vollzog sich entsprechend langsam (>8h). Die Absenk- bzw. Wiederanstiegskurve ist in der Ganglinie der Messstelle C 3-4 in Abb. 1 zu erkennen. Es wurde keine weitere Versuchsreihe durchgeführt. Aus den ermittelten Daten wurde nach HÖLTING (2013) rechnerisch der kf-Wert bestimmt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 2 aufgeführt.

HÖLTING (2013) schränkt ein, dass methodisch bedingt derartige Kurzpumpversuche häufig kleinere Werte als großräumige Pumpversuche ergeben. Möglicherweise ist dies auf den Durchflusswiderstand der Filterrohre zurückzuführen.

Die ermittelten kf-Werte liegen zwischen 3×10^{-5} m/s (C 2-10) und 1×10^{-7} m/s (C 3-4).

Die im Anhang 4 enthaltenen Bohrprofile und Ausbauezeichnungen zeigen im Bereich der Filterstrecken überwiegend einen Schichtaufbau aus gering durchlässigen schluffigen und torfigen Bestandteilen. Eine erste Prüfung der ermittelten Durchlässigkeiten anhand der vorliegenden Schichtenverzeichnisse bestätigt die Plausibilität (vgl. Anhang 4).

Tidepolder Coldemüntje					
		C 1-4	C 2-10	C 3-4	C 4-4
Zeitintervall		04.10.2016 - 05.07.2017	04.10.2016 - 05.07.2017	04.10.2016 - 05.07.2017	04.10.2016 - 05.07.2017
Anzahl Meßwerte	[n]	24685	19492	19490	21017
Grundwasserleiter (GWL)		oberster GWL (Stauw.)	oberer GWL (1.GWL)	oberster GWL (Stauw.)	oberster GWL (Stauw.)
Geländeoberkante (GOK)	[m NN]	2,43	0,51	1,1	0,99
Pegeloberkante (POK)	[m NN]	3,33	1,41	2,1	1,99
Grundwasserstand, Min	[m NN]	0,39	-1,20	-1,09	-0,80
Grundwasserstand, Max	[m NN]	1,14	-0,55	0,48	0,87
Spannweite	[m]	0,74	0,65	1,57	1,67
Arithm. Mittel	[m NN]	0,73	-0,92	-0,34	0,04
Median	[m NN]	0,74	-0,94	-0,35	0,12
Flurabstand, Min	[m]	1,29	1,06	0,62	0,12
Flurabstand, Max	[m]	2,04	1,71	2,19	1,79
Flurabstand, Mittel	[m]	1,70	1,43	1,44	0,95
Flurabstand, Median	[m]	1,69	1,45	1,45	0,87

GLD				
		R 98-20	R 98-72	R 131-15
Zeitintervall		20.06.1980 - 15.07.2017	3.11.1980 - 15.01.2013	14.05.2009 - 25.09.2017
Anzahl Meßwerte	[n]	3494	348	3032
Grundwasserleiter (GWL)		oberer GWL (1.GWL)	unterer GWL (2.GWL)	oberer GWL (1.GWL)
Geländeoberkante (GOK)	[m NN]	0,87	0,30	0,84
Pegeloberkante (POK)	[m NN]	0,72	0,62	1,75
Grundwasserstand, Min	[m NN]	-1,22	-0,91	-1,22
Grundwasserstand, Max	[m NN]	-0,22	-0,08	-0,50
Spannweite	[m]	1,00	0,83	0,72
Arithm. Mittel	[m NN]	-0,90	-0,55	-0,91
Median	[m NN]	-0,92	-0,58	-0,94
Flurabstand, Min	[m]	1,09	0,38	1,34
Flurabstand, Max	[m]	2,09	1,21	2,06
Flurabstand, Mittel	[m]	1,77	0,85	1,75
Flurabstand, Median	[m]	1,79	0,88	1,78

Tab. 1: Zusammenstellung von charakteristischen statistischen Kenngrößen der Messstellen C 1-4, C 3-4 und C 4-4 des obersten Grundwasserleiters, der Messstellen C 2-10 und R 98-20 des 1.Grundwasserleiters sowie der Messstellen R 98-72 des 2.Grundwasserleiters.

C 1-4	C 2-10	C 3-4	C 4-4
kf-Wert	kf-Wert	kf-Wert	kf-Wert
[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
1×10^{-6}	3×10^{-5}	1×10^{-7}	5×10^{-7}

Tab. 2: In Pumpversuchen im instationären Zustand ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte der Grundwasserleiter an den Messstellen C 1 bis C 4

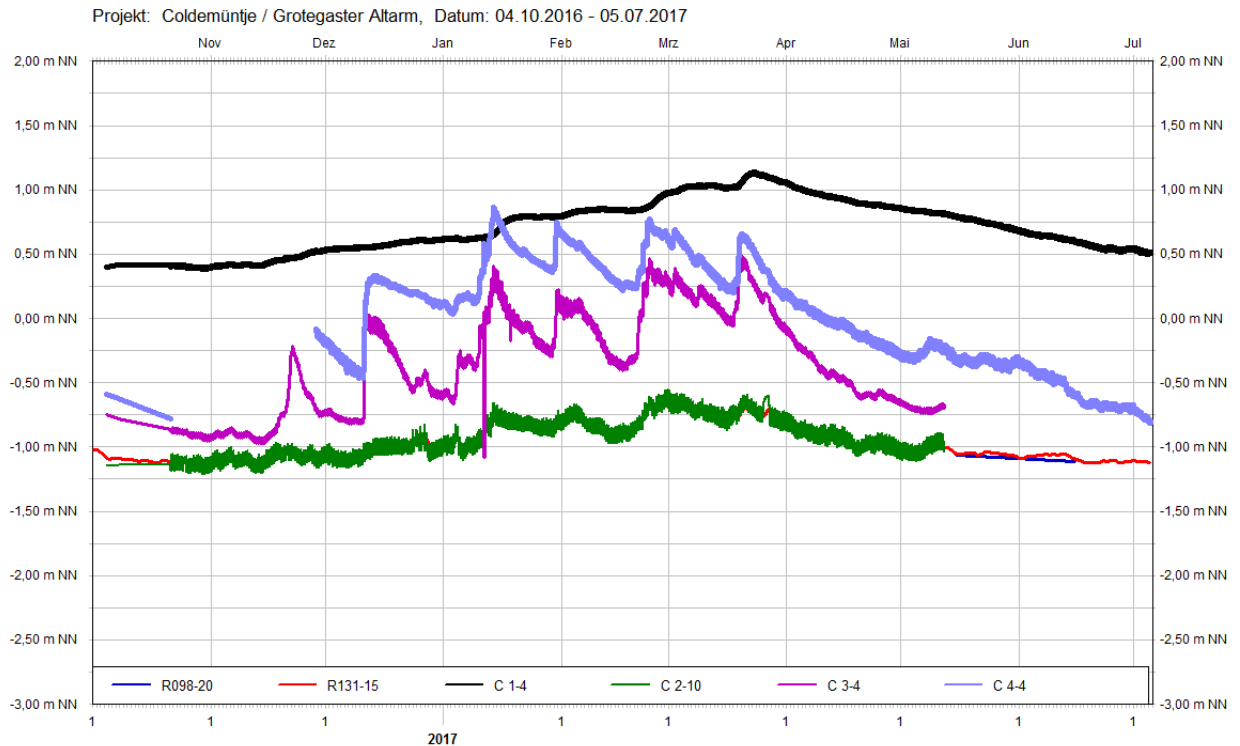


Abb. 1: Ganglinien der Wasserstände im obersten Grundwasserhorizont (C 1-4, C 3-4 und C 4-4) und im darunterliegenden oberen Grundwasserleiter an den Messstellen C 2-10 und R 98-20 sowie R 131-15 des GLD im Zeitraum von Oktober 2016 bis Juli 2017.

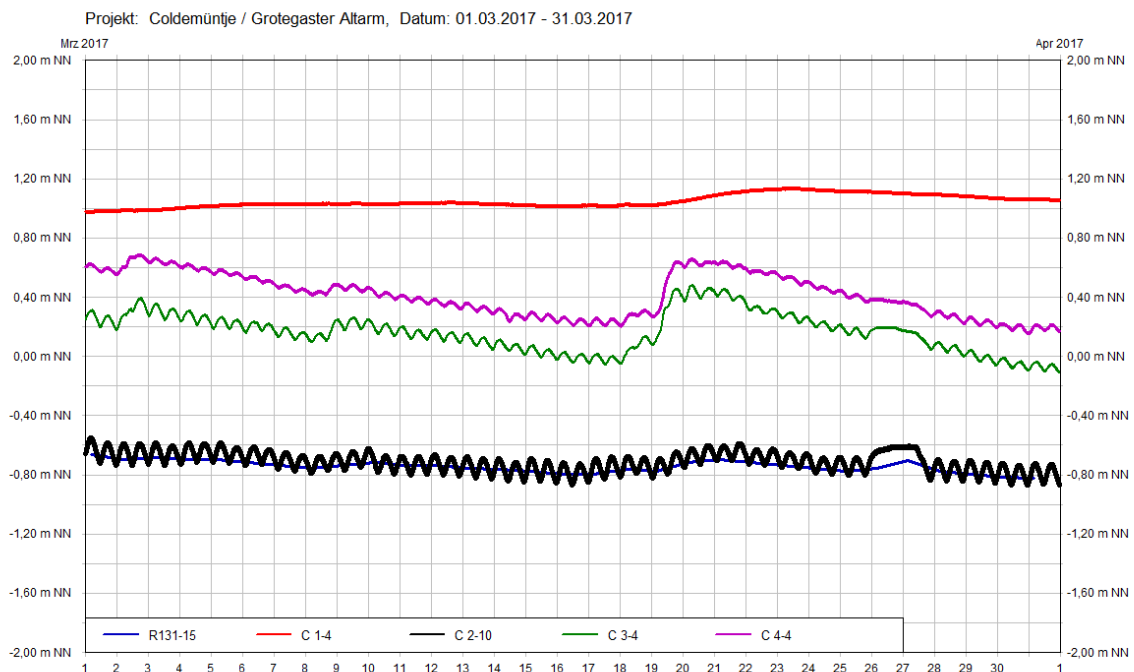


Abb.2: Exemplarische Auswahl der Ganglinien der Wasserstände im obersten Grundwasserhorizont (C 1-4, C 3-4 und C 4-4) und im darunterliegenden oberen Grundwasserleiter an den Messstellen C 2-10 und R 131-15 des GLD im Zeitraum vom 1.03.2017 bis 31.03.2017. Der Emsstau um den 27.03.2017 zeigt sich in den Wasserständen..

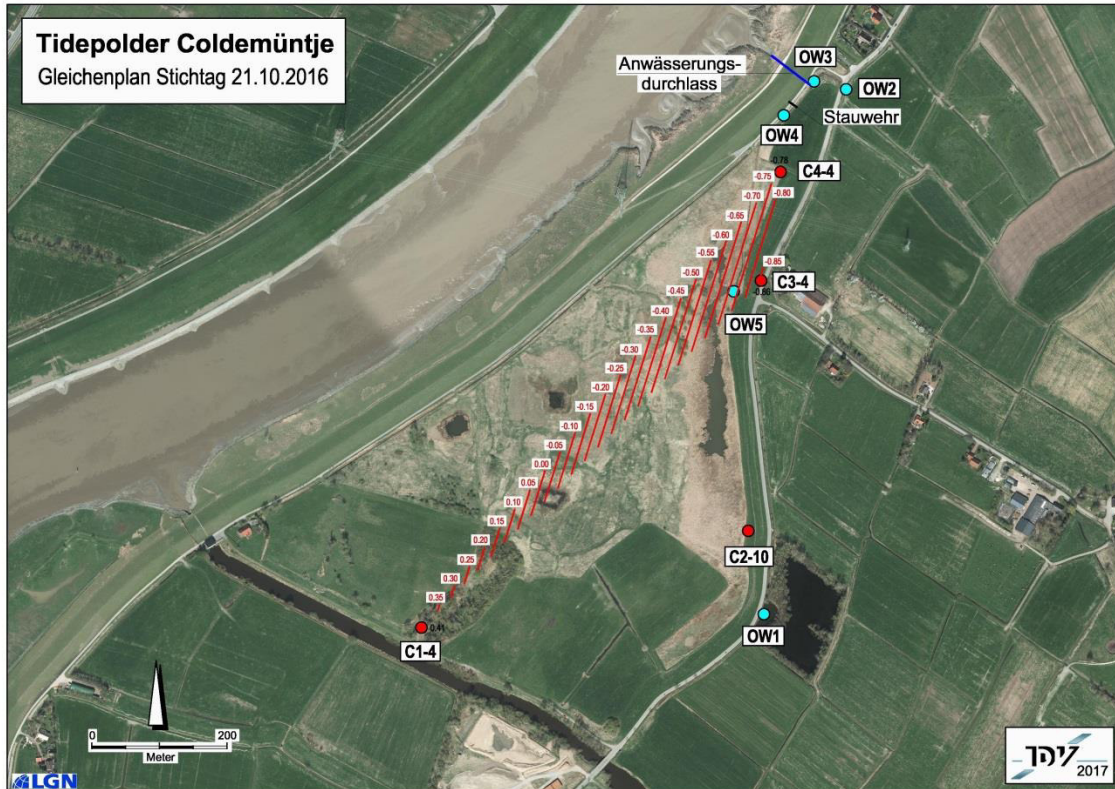


Abb. 3: Gleichenplan der Stichtagsmessung vom 21.10.2016 aus den Daten der Messstellen C 1-4, C 3-4 und C 4-4 des Stauwasserhorizontes (Minimum)

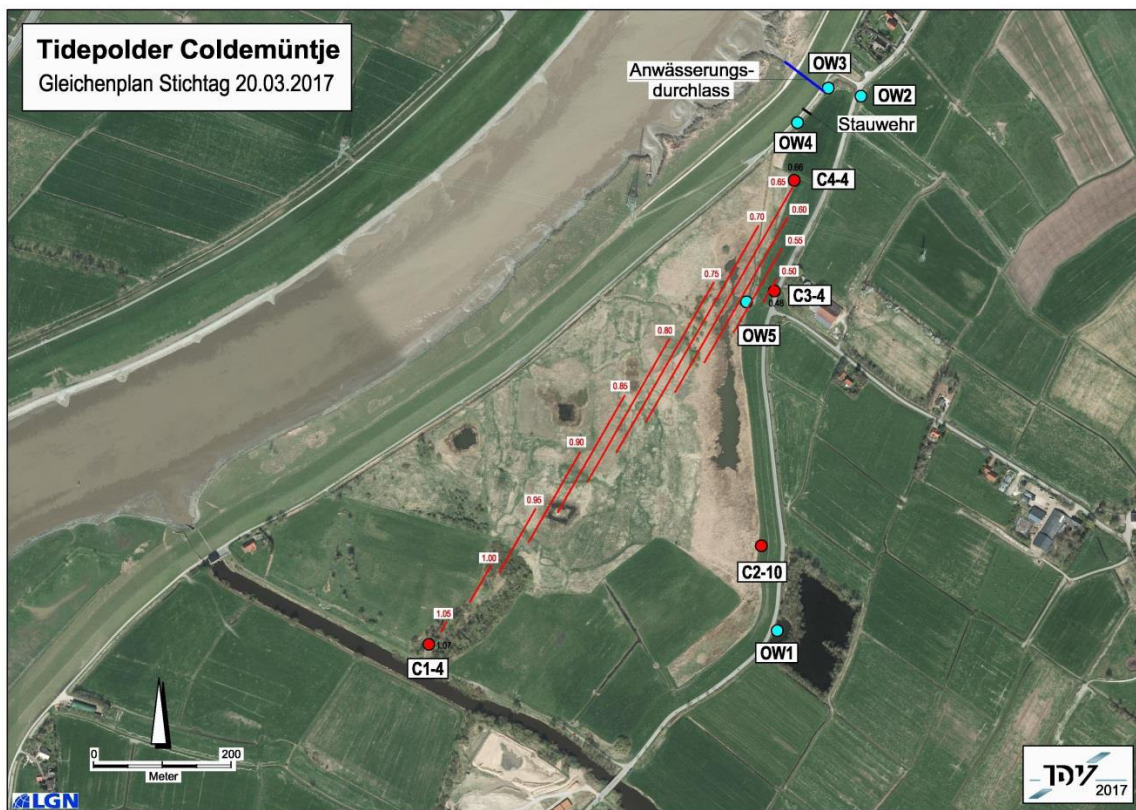


Abb. 4: Gleichenplan der Stichtagsmessung vom 20.03.2017 aus den Daten der Messstellen C 1-4, C 3-4 und C 4-4 des Stauwasserhorizontes (Maximum)

Der Vergleich der Grundwasserstände des Stauwasserhorizontes zeigt die höchsten Wasserstände in der Messstelle C 1-4 und die niedrigsten in C 3-4. C 4-4 weist mittlere Wasserstände auf. Es lassen sich entsprechend mittlere Wasserstände von 0,73 m NN (C 1-4), -0,35 m NN in C 3-4 und 0,12 m NN (C 4-4) angeben (vgl. Abb. 1 und Tab. 1). Repräsentativ für niedrige und hohe Wasserstände, erfolgte die Erstellung von Grundwassergleichenplänen aus den Messungen vom 21.10.2016 (Minimum) und vom 20.03.2017 (Maximum). Die Grundwassergleichen sind in den Abbildungen 3 und 4 dargestellt und zeigen für beide Zustände ein prinzipiell vergleichbares Bild mit einem südöstlich gerichteten Abstrom.

Der Wasserstand des 1. Grundwasserleiters liegt durchgängig unterhalb des Stauwasserstandes. Die Ganglinien der Messstellen C 2-10 und R 131-15 sind in den Abbildungen 1 und 2 enthalten.

Abbildung 2 zeigt exemplarisch im Zeitraum vom 01.03.2017 bis zum 31.03.2017 den in den Ganglinien der Messstellen enthaltenen Tideimpuls. Der Emsstau um den 27.03.2017 ist durch die fehlenden Tideimpulse und den erhöhten Wasserstand zu erkennen.

In der Messstelle C 1-4 ist der Tideimpuls nur sehr gedämpft erkennbar, was ggf. auf die Nähe des Coldemüntjer Schöpfwerkstiefes und die höhere Lage zurückzuführen ist.

3 Istzustand – Datengrundlage

3.1 Emswasser

Infolge der Deichbaumaßnahmen, der Entwässerung über Siele und Schöpfwerke sowie der Erstellung von Schleusenbauwerken für die Schifffahrt sind die Binnengewässer i.d.R. gegen einen Salzwassereinfluss von außen abgedichtet, sodass diese nachhaltig ausgesüßt sind und entsprechende Süßwasserlebensgemeinschaften beherbergen (vgl. GLD 2000).

Als eine Grundlage zur Bewertung der gewässerökologischen Auswirkung dient die Salzbelastung bzw. der Chloridgehalt, der durch die Leitfähigkeit als einfacher Überwachungsparameter im Rahmen der Beweissicherung und Maßnahmensteuerung hinreichend wiedergegeben wird.

Der GLD (2000) gibt hinsichtlich der auftretenden Arten folgende Leitfähigkeitsgrenzen an:

800 – 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	–	erste salztolerante Arten treten auf
2.000-5.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	–	es sind nur noch salztolerante Arten zu finden
> 5.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	–	die Elemente der Brackwasserfauna dominieren

Der GLD (2000) weist daraufhin, dass es insbesondere in warmen und trockenen Sommern zu einem Salzeintrag in die Binnengewässer u.a. durch Einstrom von salzhaltigem Grundwasser, durch Einstrom von Meerwasser durch Schleusenbetrieb und Leckagen sowie durch Auswaschung von Salz aus dem Boden kommt.

GLD Station 75, im Bereich der Eisenbahnbrücke Weener nahe der Übergabestation gelegen, weist in einer Zeitreihe von 1996 bis 2005 Chloridgehalte von 70 bis 330 mg/l aus, dem ein Mittelwert von 146 mg/l zugeordnet werden kann. Dieser Wertevorrat ist je nach Oberwasserverhältnissen in der Ems im einschwingenden Emswasser im Tidepolder möglich bzw. zu erwarten.

Durch eine gezielte Betriebssteuerung des Polderbetriebes mit einem Zulauf von Emswasser in den Tidepolder zwischen einer Stunde vor Mthw bis 3 Stunden nach Mthw ist geplant die Tidephase mit dem geringsten Schwebstoffanteil jedoch dem tendenziell höchsten Salzgehalt einschwingen zu lassen.

In diesem Zusammenhang sind die Anwässerungsdurchlässe zu beachten, die von April bis November Emswasser mit Chloridgehalten bis zu 300 mg/l in die nah der Ems gelegenen Gewässersysteme leiten (vgl. Anhang 2 und 3).

3.2 Sedimentqualität

Im Rahmen der geplanten Erstellung des Tidepolders mit dem verbundenen Einschwingen der Tide wird es zum Absatz von feinstkörnigen Sedimenten aus der Schwebstofffracht der Ems kommen. Der Sedimentqualität kommt mit Blick auf mögliche Auswirkungen eine besondere Bedeutung zu.

Im Rahmen der Beweissicherung des Spülfeldbetriebes des WSA Emden in Ihrhove und Steenfelde sowie dererspülung von Emsedimenten in ehemalige Baggerseen in Moor-merland werden mind. jährlich Sedimentuntersuchungen in der Ems durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, durchgeführt. Diese weisen keine Schadstoffkonzentrationen in den Sedimenten aus, die über die geogen bedingte Situation der Tideems hinausgeht (z.B. BFG 2017). Die Untersuchungen weisen den Sedimenten Feinkornanteile (<63µm) von rd. 80% zu. Für die entstehenden Sedimente im Tidepolder kann damit auf Grundlage der Erfahrungen und Untersuchungen aus anderen Projekten eine sehr geringe Durchlässigkeit mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von rd. 10^{-9} m/s abgeschätzt werden.

Die Ergebnisse der Sediment- bzw. Schwebstoffuntersuchungen an den Dauermessstationen Papenburg, Gandersum und Terborg weisen hinsichtlich der Schwermetallgehalte ein relativ geringes Belastungsniveau innerhalb der Hintergrundbelastung der Sedimente im Küstennahbereich aus, für das keine nachhaltigen Trends über natürlich bedingte Hintergrundschwankungen hinaus abgeleitet werden können.

3.3 Oberflächengewässer

Coldemüntjer Schöpfwerkstief

Das Oberflächengewässer Coldemüntjer Schöpfwerkstief mit dem Schöpfwerk Coldemüntje, grenzt an den Tidepolder und ist durch seine Funktion als Hauptvorfluter betroffen.

Zur Beschreibung des Istzustandes der Oberflächengewässer und zur Ableitung von Schwankungsbreiten stehen langjährige Messreihen im Coldemüntjer Schöpfwerkstief zur Verfügung. Die GÜN - Messstelle 110 des NLWKN befindet sich an der Brücke der K 22.

Beispielhaft sind in Anhang 5.1 die an der GÜN - Messstelle 110 in 2017 erhobenen Daten aufgeführt. Die beigefügten statistischen Kennwerte beruhen auf den vorliegenden Datensätzen seit Januar 2000. Neben den Untersuchungen der Nährstoffgehalte und der sauerstoffzehrenden Stoffe sind u.a. die Schwermetallgehalte in der Wasserphase enthalten.

Die Abb. 5 zeigt den Verlauf der Chloridgehalte und der elektrischen Leitfähigkeit an der GLD Messstelle 110 im Coldemüntjer Schöpfwerkstief von Januar 2015 bis November 2017. Die Werte schwanken im gesamten Beobachtungszeitraum seit 2000 zwischen 20 mg/l (251 μ S/cm) und 160 mg/l (990 μ S/cm). Der Medianwert beträgt 50,0 mg/l (480 μ S/cm). Die Chloridgehalte und Leitfähigkeiten weisen tendenziell höhere Werte in den Sommermonaten (Juli bis September) auf. Der ermittelte mittlere Chloridgehalt beträgt rd. 58,2 mg/l (515 μ S/cm).

Die Gehalte für Ammoniumstickstoff und Nitratstickstoff schwanken im Beobachtungszeitraum Januar 2000 bis November 2017 an der GLD Messstelle 110 zwischen <0,009 mg/l (<0,05 mg/l) und 2,3 mg/l (4,5 mg/l). Der Median beträgt 0,7 mg/l (0,84 mg/l). Der zeitliche Verlauf der Werte ist exemplarisch für den Zeitraum von Januar 2015 bis November 2017 in der Abb. 6 graphisch aufgetragen und weist eine deutliche Zyklizität mit niedrigeren Gehalten in den Sommermonaten (Juli – September) und höheren Gehalten in den Wintermonaten auf.

Die Hydrogencarbonatgehalte an der Station 110 schwanken bei einem Median von 120 mg/l zwischen 49 mg/l und 270 mg/l. Die Pufferkapazität des Gewässers gegenüber den pH-Werte beeinflussenden Faktoren ist gegeben.

Die vorhandene Datenlage hinsichtlich der Gewässerbeschaffenheit stellt eine geeignete Grundlage dar, Auswirkungen des geplanten Tidepolders über Hintergrundschwankungen hinaus zu identifizieren und ggf. steuernde Größen für den Betrieb abzuleiten.

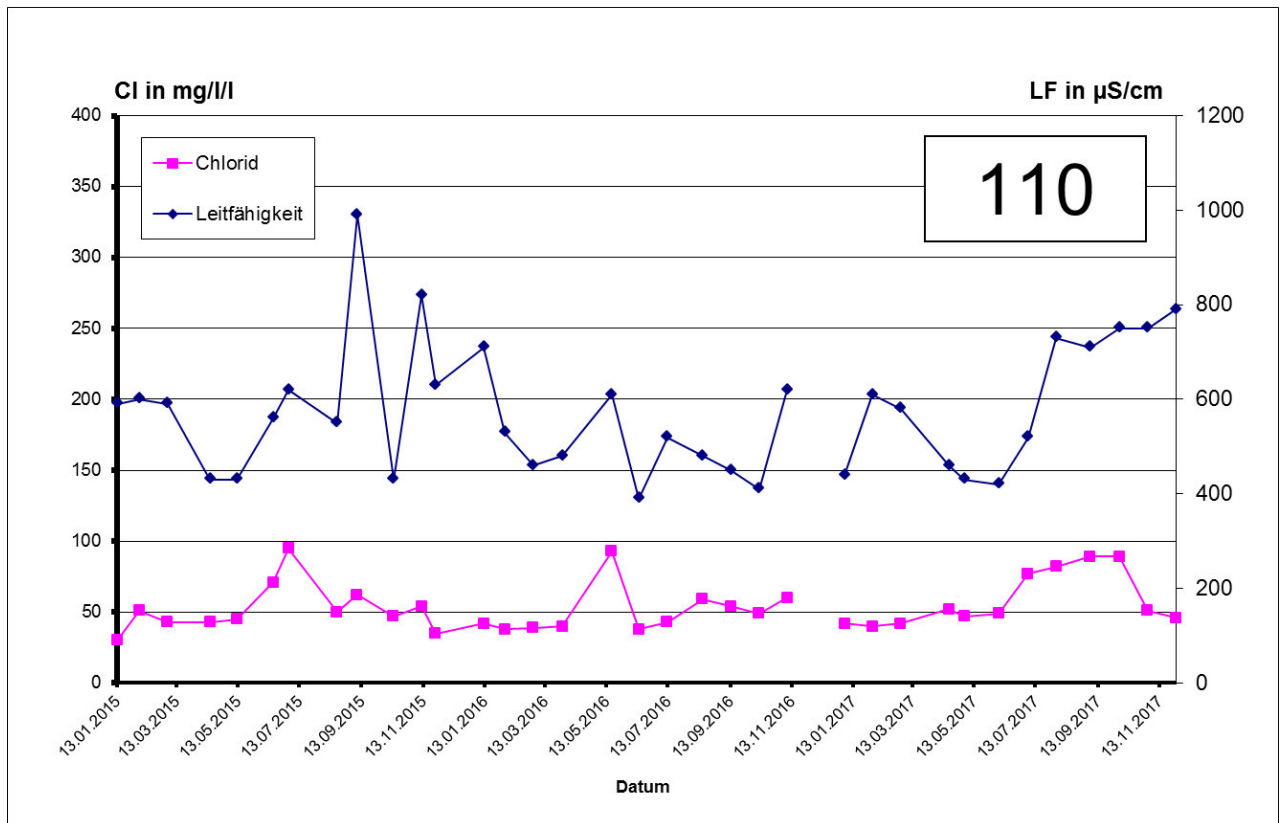


Abb. 5: Chloridgehalte und Leitfähigkeit an der GÜN Station 110 Coldemüntjer Schöpfwerkstief (Quelle: NLWKN, Aurich)

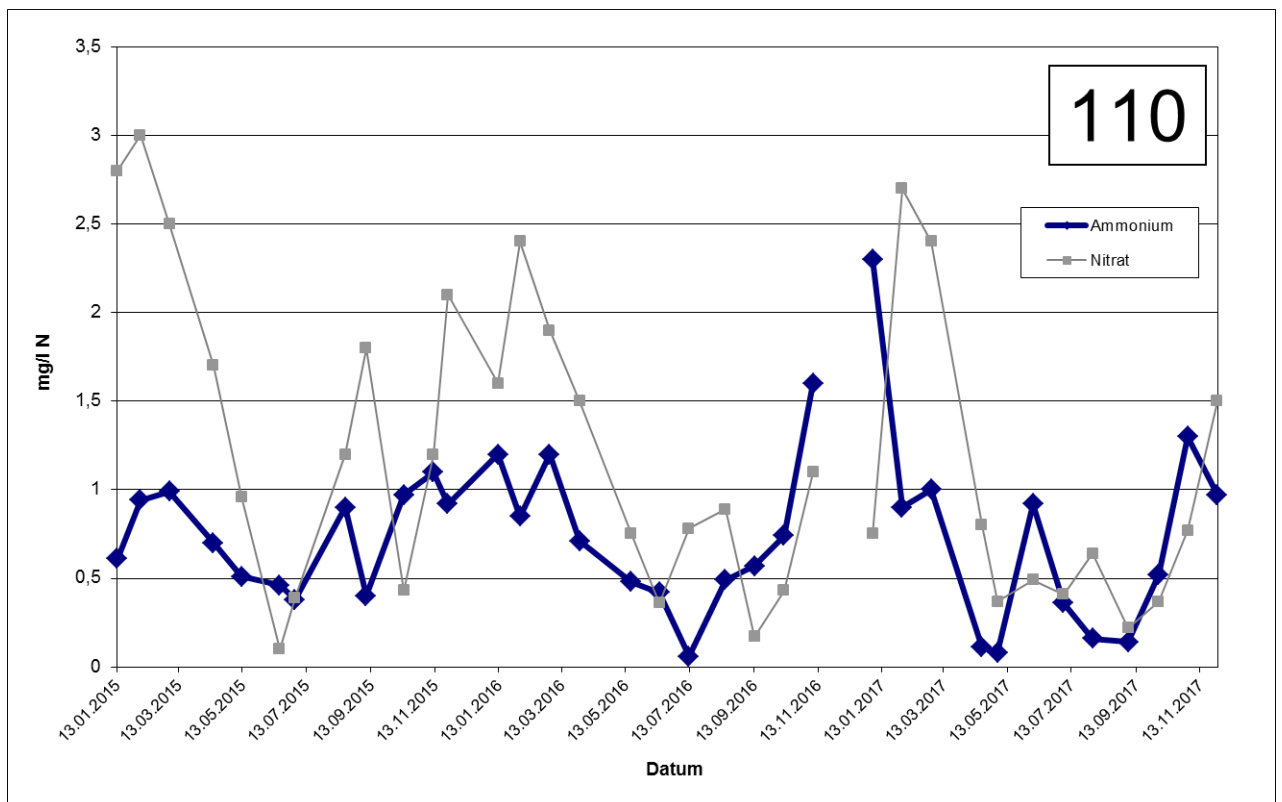


Abb. 6: Verlauf der Ammoniumstickstoff- und Nitratstickstoffgehalte an der GÜN Station 110 Coldemüntjer Schöpfwerkstief (Quelle: NLWKN, Aurich).

Gräben und Kleingewässer (OW 1 bis OW 5)

Im Rahmen der Planungen erfolgte die Messung der vor-Ort Parameter Sauerstoffkonzentration, Temperatur, elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert an den Messstellen OW 1 bis OW 5. Die Lage der Messstellen ist im Anhang 2 dargestellt. Die Messergebnisse sind tabellarisch im Anhang 5.2.1 enthalten. Die Messstelle OW 3 liegt im Bereich des Anwässerungsdurchlasses aus der Ems. Zwischen OW 3 und OW 4 ist ein Stauwehr angeordnet. Die Gräben von OW 3 und OW 2 sind durch einen Durchlass unterhalb der K 22 miteinander verbunden. OW 5 befindet sich im Kleingewässer innerhalb der geplanten Polderfläche.

Die vorliegenden Messungen der elektrischen Leitfähigkeit weisen in allen Oberflächenmessstellen den deutlichen Einfluß des Emswassers auf. Alle Messstellen weisen erhöhte elektrische Leitfähigkeiten auf, die überwiegend zwischen 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ liegen. In den Sommermessungen sind die Werte tendenziell höher als in den Wintermessungen und können den Wert von 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ überschreiten. Die höchste Leitfähigkeit wurde im Juli 2017 an OW 1 mit 3.120 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemessen.

An der Messstelle OW 1 erfolgte am 11.01.2017 die Entnahme einer Wasserprobe (Schöpfprobe) sowie die Analyse durch das CUA Emden. Die Analysenergebnisse sind im Anhang 5.2.2 tabellarisch aufgeführt. Der Befund des CUA Emden ist im Anhang 6 enthalten. Die Analysenergebnisse werden im folgenden Kapitel gemeinsam mit den Analysenergebnissen der Grundwasserproben erläutert.

3.4 Grundwasser (Chemie)

Die Grundwassermessstellen wurden am 11.01.2017 mit Hilfe einer elektrischen Pumpe klargepumpt. Das geförderte Grundwasser wurde durch eine Durchflußmesszelle geleitet, in der die Messung der Parameter pH-Wert, gelöster Sauerstoff, elektrische Leitfähigkeit und Temperatur vorgenommen wurde. Mit Erreichen konstanter Werte für die Vor-Ort Parameter, erfolgte die Förderung des eigentlichen Probenwassers.

Ausnahme bildet die Messstelle C 3. Der Zufluss zur Messstelle C 3 ist sehr gering, so dass sich kein Absenkungswasserspiegel einstellte, sondern die Messstelle leergepumpt wurde. Auf Grund des sehr geringen Wiederanstiegs erfolgte die Probenahme am 18.01.2017.

Die Proben wurden dem CUA Emden zur Analyse auf die tabellarisch im Anhang 5.2.2 dargestellten Parameter übergeben. Der Befund des CUA Emden ist im Anhang 6 enthalten.

Zur Beobachtung eines ggf. stattfindenden quantitativ bedeutsamen Übertritts von salzhaltigerem Wasser aus dem Oberflächenwasser in den Grundwasserkörper kann der Chloridgehalt herangezogen werden. Da das im Wasser gelöste Chloridion aufgrund seiner hydrogeo-

chemischen Eigenschaften nur geringe Neigungen besitzt an den Oberflächen des Korngerüstes des Grundwasserleiters zu adsorbieren oder an chemischen oder biologischen Reaktionen teilzunehmen, treten beim gelösten Chlorid keine nennenswerten Verzögerungen (Retardationen) gegenüber der Fließgeschwindigkeit des Grundwassers auf, d.h. die Chloridionen fließen genauso schnell wie das Grundwasser. Durch einen Anstieg der elektrischen Leitfähigkeit ist der Eintrag des salzhaltigeren Grundwassers in einer Messstelle mit geringem analytischem Aufwand nachzuweisen. Chlorid gilt daher als idealer Markierungsstoff (Tracer).

Die elektrische Leitfähigkeit (25°C) liegt in den Proben der Messstellen C 1-4, C 3-4 und C 4-4 mit Werten von 422 $\mu\text{S}/\text{cm}$ bis 720 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und korrespondierenden Chloridwerten von 15 mg/l bis 59 mg/l auf vergleichbarem, relativ niedrigem Niveau. Die Leitfähigkeit der Oberflächenwasserprobe OW 1 liegt mit 1.700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und einer Chloridkonzentration von 290 mg/l deutlich höher.

Die Messstelle C 2-10 weist bei einer ähnlich hohen Leitfähigkeit von 1.544 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nur eine Chloridkonzentration von 110 mg/l auf. Die elektrische Leitfähigkeit in C 2-10 ist nicht überwiegend auf das Chloridion zurückzuführen, sondern auch auf die relativ hohe Ammoniumkonzentration von 19,35 mg/l.

Die unterschiedliche Ionenzusammensetzung der Proben lässt sich in der Darstellung der Kationen- und Anionenverhältnisse in Form eines PIPER-Diagramms anschaulich darstellen (vgl. Abb. 7). Die Grundwasserproben weisen hinsichtlich der Chloridverhältnisse eine geringe Streuung auf niedrigem Niveau auf. Sie unterscheiden sich in den Ionenverhältnissen deutlich von der Oberflächenwasserprobe OW 1, die höhere Chloridanteile aufweist.

In den Messstellen C 1-4, C 2-10 und OW 1 liegt die Nitratkonzentration unterhalb der Nachweisgrenze. Die Messstellen C 3-4 und C 4-4 weisen mit rd. 43 mg/l und rd. 66 mg/l deutliche Nitratkonzentrationen auf, die ggf. auf die landwirtschaftliche Nutzung im Bereich dieser beiden Messstellen zurückgeführt werden kann.

In allen Analysen liegen die Konzentrationen für Schwermetalle und Arsen auf niedrigem Niveau bzw. unterhalb der jeweiligen Nachweisgrenze (vgl. Anhang 4). Die Konzentrationen von organischen Schadstoffen wie den polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK's) liegen vollständig unterhalb der Nachweisgrenze.

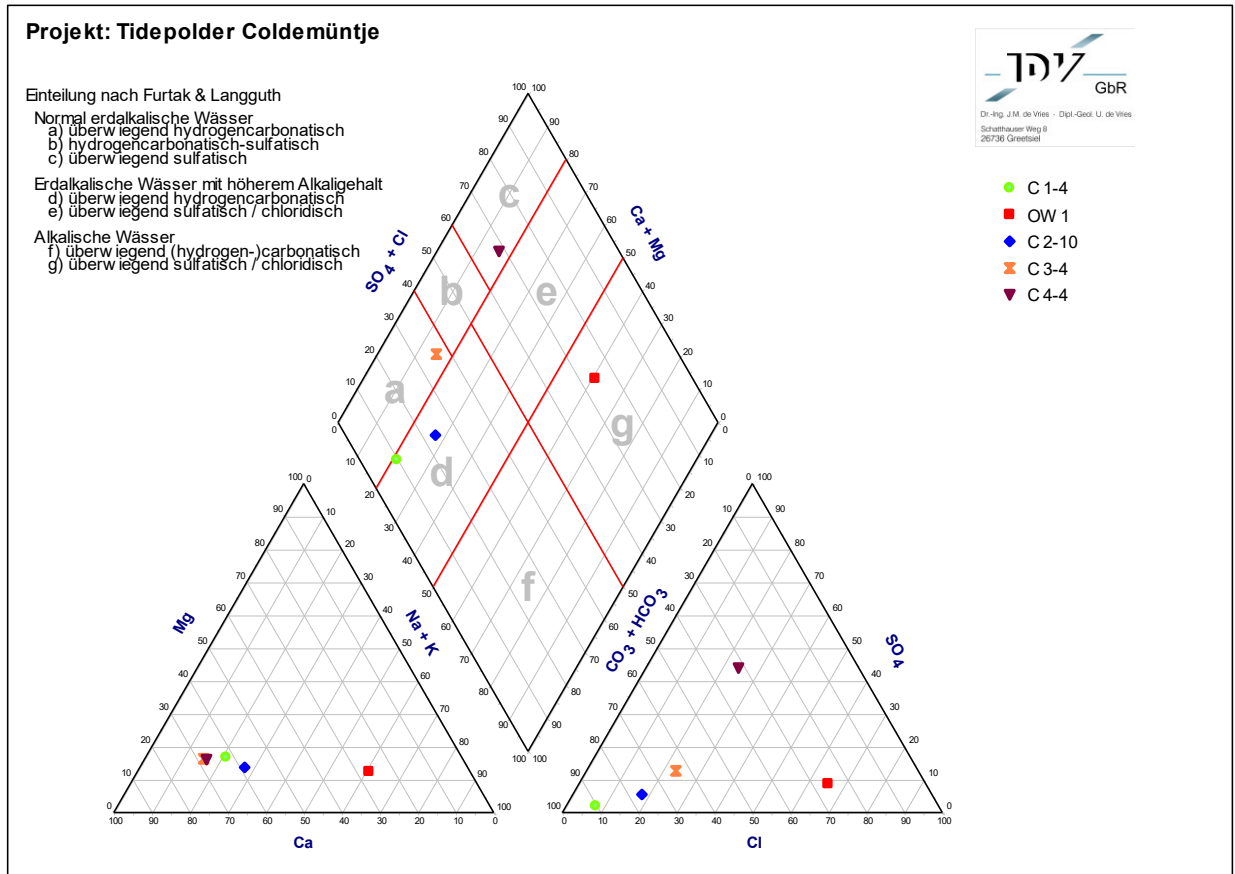


Abb. 7: Darstellung der Kationen- und Anionenverhältnisse in den vorliegenden Grundwasserproben C 1-4, C 2-10, C 3-4 und C 4-4 sowie der Oberflächenwasserprobe OW 1 in Form eines Piper-Diagramms.

4 Auswirkungsprognose der geplanten Maßnahme

Im Zuge der geplanten Erstellung des Tidepolders in Coldemüntje sind Auswirkungen auf die hydraulischen und hydrochemischen Verhältnisse in den angrenzenden Vorflutern und im Grundwasser zu betrachten. Als ein sensibler Bereich hat sich i.w. die Entwicklung der Salz- bzw. Chloridgehalte in den betroffenen Oberflächengewässern und im Grundwasser ergeben.

Der durch den Tidepolder angeschnittene Stauwasserleiter weist nur eine geringe Durchlässigkeit auf, so dass die aufgrund der Anwässerung mit Emswasser im Vorflutsystem erhöhten elektrischen Leitfähigkeiten und Chloridgehalte das erkundete Stauwasser nicht erreichen.

Auf Grundlage der Erfahrungen aus anderen Projekten mit Emsedimenten, sind im strömungsberuhigten Bereich des neuen Tidepolders sehr feine, schluffige und tonige Sedimente zu erwarten. Auf der Grundlage von Untersuchungen in diesen Projekten kann dem zum Absatz kommenden Sediment eine sehr geringe Durchlässigkeit in der Größenordnung von 10^{-9} m/s zugeordnet werden, so dass nach einer initialen Phase nach Ausbildung der basalen und randlichen Sedimentschicht, durch die auftretenden Selbstabdichtungseffekte ein nachhaltiger Eintritt von Emswasser in den angrenzenden und angeschnittenen Stauwasserkörper oberhalb des 1. Grundwasserleiters nicht zu erwarten ist.

Aufgrund der geringen Durchlässigkeit des Stauwasserleiters ist auch in einer initialen Phase, vor Ausbildung der abdichtenden Sedimentschicht, kein signifikanter Eintritt zu erwarten.

Der mit Ausnahme von C 1-4 in allen Messstellen festgestellte Tideimpuls, in den Messstellen C 2-10, C 3-4 und C 4-4 in der Größenordnung von rd. 5-10 cm beträgt, wird sich, als reiner Druckimpuls, entsprechend der Verschiebung des Tidegeschehens weiter ins Binnenland fortpflanzen. So ist zu erwarten, dass sich der Tideimpuls in der Messstelle R 131-15 entsprechend um einige cm erhöht. Insgesamt sind diese kurzzeitigen Veränderungen gegenüber den Schwankungen im Jahresverlauf von bis zu einem Meter zu vernachlässigen.

5 Beweissicherungskonzept

Die Beweissicherung dient zur Steuerung und Kontrolle des Polderbetriebes sowie zur Überprüfung und ggf. Anpassung der Überwachungsmaßnahmen und Auswirkungsprognosen. Die Beweissicherung umfasst die Auswirkungen der Maßnahme auf das angrenzende Grundwasser des Stauwasserhorizontes sowie des 1. Grundwasserleiters und der angrenzenden Vorflutgewässer.

Das eingerichtete Messnetz für die Erhebung der Daten zur Beschreibung des Ist-Zustandes kann als ausreichend für die Aufnahme der Beweissicherung angesehen werden und ist ggf. auf Grundlage der im Projektverlauf auflaufenden Daten und Erfahrungswerte entsprechend anzupassen.

Die wasserwirtschaftlichen und hydrogeologischen Beweissicherungsmaßnahmen zur Erfassung der durch den Polderbetrieb möglichen Auswirkungen in den Oberflächengewässern und im Grundwasserregime werden im folgenden hinsichtlich der zeitlichen Aspekte, des Parameterumfangs sowie der Beprobungsfrequenzen konkretisiert. Die Beweissicherung kann dabei in hydraulische und hydrochemische Teilbereiche untergliedert werden. Es ist vorgesehen, die verfügbaren Daten des Gewässerkundlichen Landesdienstes und ggf. des Landkreises Leer in die Dokumentation und Bewertung der Messergebnisse einzubeziehen.

Beweissicherungsprogramm (Vorschlag)

• Tidepolder - Wasser (Eingangskontrolle):

- Eingangskontrolle der Wasserbeschaffenheit
 - Schwebstoffe
 - Schwermetalle
 - organische Schadstoffe
- Mengenerfassung

Der Parameterumfang ist an identifizierte Problemstoffe unter Berücksichtigung der aufgelaufenen Ergebnisse und der Entwicklung von maßgebenden Richtlinien und Verordnungen anzupassen. Als Nachweisgrenzen sind mindestens die zu erwartenden Hintergrundbelastungen zugrunde zu legen.

• Wasserstände/Hydrodynamik:

- Grundwassermessstellen C 1 – C 4. Ausrüstung mit Datenlogger zur hochauflösenden Erfassung von Wasserstandsänderungen (15 Minutentakt) einschl. GLD: Stichtagsmessungen – monatlich
- Vorfluter: monatliche Ablesung im Rahmen der GW-Ablesung
Einbeziehung der Pegelraten am Mündungsschöpfwerk Coldemüntje

• Hydrochemie:

Der Parameterumfang der hydrochemischen Analysen ist in umfangreiche Statusuntersuchungen, in ergänzende Überwachungsuntersuchungen, die u.a. identifizierte Problemstoffe beinhalten und in Vor-Ort-Untersuchungen, die schnell zu erhebende gewässerkundliche Leitparameter erfasst, untergliedert. Die in kürzeren Abständen durchzuführenden Vor Ort Messungen können Hinweise auf mögliche negative Entwicklungen im Gewässer oder im Grundwasser liefern und so in zeitlicher Hinsicht ein wichtiges Steuerungspotential zur Minimierung von Auswirkungen darstellen.

- **Statusanalyse:** (in Anlehnung an Basismessprogramm DVGW Stufe1 und Stufe2 zzgl. zinnorganische Verbindungen) jeweils im Zustrom, im Abstrom, im Gewässer/See und in betroffenen Vorflutern (i.d.R. jährlich)
- **Überwachung:** Beprobung und Analyse mit reduziertem Umfang bei Auffälligkeiten (z.B. aus Untersuchungen anhand der Vor-Ort-Parameter zur Wasserqualität der Eingangsuntersuchungen im Emswasser (Tidepolder)
- **Vor-Ort-Messungen:**
 - Temperatur
 - Sauerstoffgehalt
 - Trübung/Sichttiefe
 - pH-Wert
 - Leitfähigkeit/Salzgehalt

Grundwasser:

Zustrom	Vor Beginn der Maßnahme Statusanalyse, die jährlich wiederholt wird
Abstrom	vor Beginn der Maßnahme eine Statusanalyse Nach Beendigung der Maßnahme Überwachungsumfang (bis 3 Jahre nach Beendigung der Maßnahme)

Oberflächengewässer :

OW 1	Statusuntersuchung: vor Beginn der Maßnahme Vor Ort : monatlich Statusuntersuchung: nach Beendigung der Maßnahme
OW 2 bis OW 5	Vor Ort : monatlich Problemparameter (z.B. Chlorid) nach Hinweisen aus anderen Untersuchungen

Intensivierung der Gewässerüberwachung bei Auftreten von Auffälligkeiten im Tidepolder z.B. aus den Vor-Ort-Messungen

- **Dokumentation:**

- Jährlicher Bericht mit Zusammenstellung der betrieblichen Kenndaten und der Beweissicherungsuntersuchungen
- Auswertung der Untersuchungsergebnisse mit Anpassung und Optimierung des Beweissicherungsprogramms
- Einbindung von Untersuchungsergebnissen aus überlagernden Maßnahmen und aus Datenerhebungen Dritter (z.B. GLD). Prüfung auf Synergieeffekte z.B. zur Reduktion des Untersuchungsaufwandes.

6 Zusammenfassung

Im Rahmen des Masterplanes 2050 ist die Errichtung eines Tidepolders in Coldemüntje vorgesehen. In dem vorliegenden Erläuterungsbericht wurden damit verbundene wasserwirtschaftliche und hydrogeologische Aspekte mit Blick auf mögliche Auswirkungen auf betroffene Oberflächengewässer und auf das Grundwasser betrachtet.

Es wurde eine Datengrundlage, bestehend aus langjährigen Zeitreihen des NLWKN zusammengestellt, die, ergänzt durch aktuelle Untersuchungen, zur Darstellung des Istzustandes geeignet ist und als Basis zur Ableitung von Auswirkungsprognosen herangezogen wurde.

Der durch den geplanten Tidepolder angeschnittene Stauwasserleiter weist nur eine geringe Durchlässigkeit auf, so dass die aufgrund der Anwässerung mit Emswasser aktuell im Vorflutsystem erhöhten elektrischen Leitfähigkeiten das erkundete Stauwasser nicht erreichen.

Auf Grundlage der Erfahrungen aus anderen Projekten mit Emsedimenten, sind im strömungsberuhigten Bereich des neuen Tidepolders sehr feine, schluffige und tonige Sedimente zu erwarten. Unter Berücksichtigung von Untersuchungen in diesen Projekten kann dem zum Absatz kommenden Sediment eine sehr geringe Durchlässigkeit in der Größenordnung von 10^{-9} m/s zugeordnet werden, so dass nach einer initialen Phase mit Ausbildung der basalen und randlichen Sedimentschicht Selbstabdichtungseffekte zu erwarten sind, die einen nachhaltigen Eintritt von Emswasser in den angrenzenden und angeschnittenen Stauwasserkörper oberhalb des 1. Grundwasserleiters verhindern.

Aufgrund der geringen Durchlässigkeit des Stauwasserleiters ist auch in einer initialen Phase vor Ausbildung der abdichtenden Sedimentschicht kein signifikanter Eintritt von Salzwasser in den Grundwasserkörper zu erwarten.

Vor dem Hintergrund variierender Eingangsdaten und der hohen Sensibilität der Fragen des vorsorgenden Grund- und Oberflächenwasserschutzes wurde ein Beweissicherungsprogramm vorgeschlagen, das die laufende Kontrolle des Polderbetriebes sowie die Überwachung der hydraulischen und hydrochemischen Auswirkungen auf die Gewässer, einschließlich des Grundwassers, beinhaltet.

Greetsiel, den 26.02.2018

(Dipl.-Geol. Uwe de Vries)

(Dr.-Ing. Jann M. de Vries)

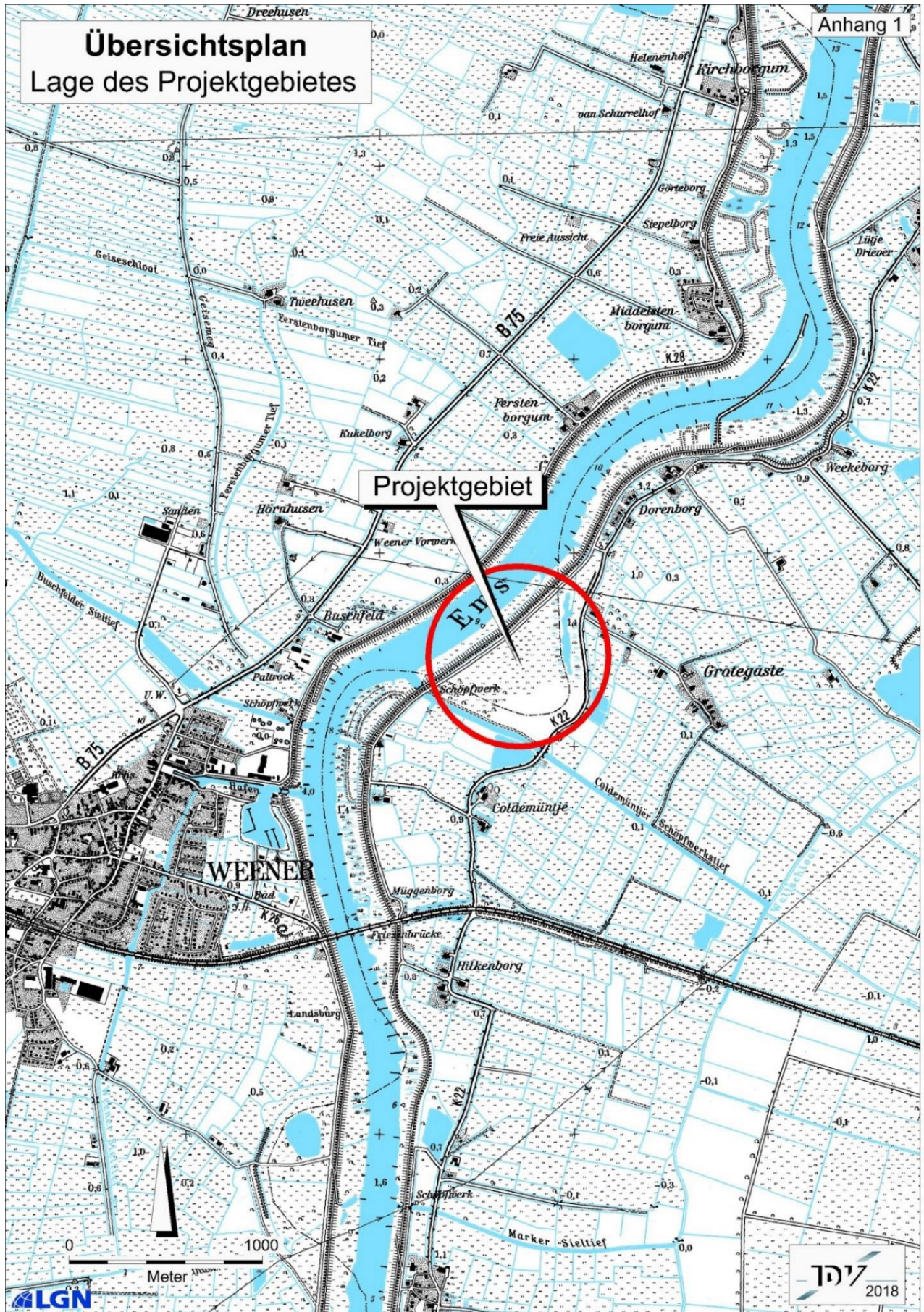
7 Schrifttum

1. BBODSCHG: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz - BBodSchG) vom 17. März 1998. In: *BGBl. I S. 502 lt. Internet Information vom BMU* (1998)
2. BUND/-LÄNDER ARBEITSKREIS "BAGGERGUT KÜSTE": Empfehlungen zur Umsetzung der Baggergut-Richtlinien der OSLO-HELSINKI-Kommission in Bund und Ländern (Stand: 24.3.97). In: *BLABAK (Entwurf)* (1997)
3. BAUGRUND AMMERLAND 2015: Bau eines Tidepolders in Coldemüntje – Durchführung von Erkundungsbohrungen im Zuge der Maßnahme bei Coldemüntje, Baugrund Ammerland GmbH 26.10.2015
4. BfG (2017): Untersuchung von Baggergut aus der Unterems (Ems km 11-15) und der Leda (Leda km 22,9-24,9) für die Verbringung nach Breinermoor 2017, Auftraggeber: WSA Emden, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, 21.06.2017
5. HÖLTING (2013): Hydrogeologie, 8. Auflage (2013), Springer Spektrum Verlag
6. FRÜCHTENICHT, K.: Geogene und anthropogene Kontaminanten im Tränkwasser. In: *Dtsch. tierärztl. Wschr.* 107 (2000), S. 329-331
7. LABO: Vollzugshilfe zu §12 BBodSchV. (2002)
8. NLWK (GLD): Nährstoffeinträge in die Nordsee. In: *Bericht (unveröffentlicht)* (2000)
9. NLWK (GLD): Kleipütten in Ostfriesland - Wertvolle Feuchtbiootope für Tiere und Pflanzen. In: *Bericht (unveröffentlicht)* (2000)
10. NLWK (GLD): Seen in Ostfriesland. In: *Bericht (unveröffentlicht)* (2001)
11. NLWKN: Einzugsgebiet Ems - B-Bericht Untere Ems. In: *Bericht 2005 EG Wasserrahmenrichtlinie* (2005)
12. RUBACH UND PARTNER 2016A :Bericht/Dokumentation zur Orientierenden Erkundung der Altablagerung „Grotegaste“ Nr. 457 022 404 in Grotegaste, Westoverledingen, Rubach und Partner 29.02.2016
13. RUBACH UND PARTNER 2016B: Bericht/Dokumentation zur Orientierenden Untersuchung der Böden im Bereich des geplanten Neubaus des Tidepolders in Coldemüntje, Rubach und Partner 20.04.2016
14. RUPERT, D.: Ermittlung von Abflüssen über Siel- und Pumpmengen in Ostfriesland. In: *NLWKN, Betriebsstelle Aurich* (2004)
15. STAATLICHES AMT FÜR WASSER UND ABFALL AURICH: Grundwassergütebericht für Ostfriesland 1997 -Nährstoffe, Versauerung, Versalzung. In: *Bericht (unveröffentlicht)* (1997)
16. STAATLICHES AMT FÜR WASSER UND ABFALL AURICH/NLWK (GLD): Gütedaten ostfriesischer Oberflächengewässer. In: *Bericht (unveröffentlicht)* (1996)
17. IDV (2006a): Ökologische Aufwertung von Flächen durch Vernässung im Grotegaster Altarm – Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Aspekte, In: *Auftraggeber WSA Emden, Bericht (unveröffentlicht); IDV, Greetsiel/Emden* (26.04.2006)

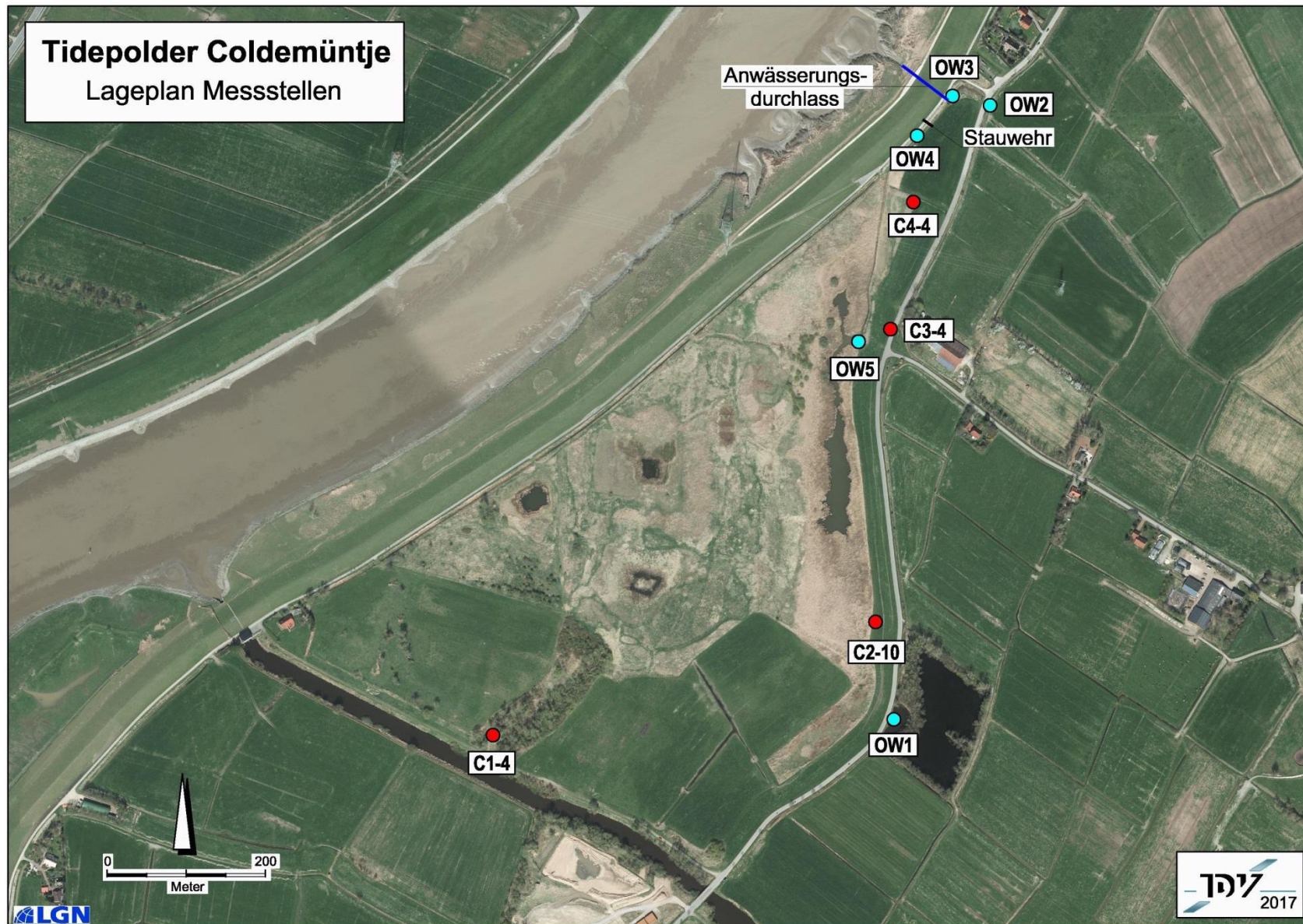
18. IDV (2006b): Überschlickungsvorhaben Ihrhove II: Qualität der Emsedimente unter dem Aspekt der landwirtschaftlichen Folgenutzung der Spülflächen. In: *Auftraggeber WSA Emden, Bericht (unveröffentlicht); IDV, Greetsiel/Emden (2006)*
19. IDV (2017) : Einleitung von Schlick aus Ems und Leda in das Gewässer Veenhusen III, Projektbezeichnung: Gewässer Moormerland, 5. Sachstandsbericht zur wasserwirtschaftlichen Beweissicherung, Ingenieurbüro IDV GbR 07.04.2017 (unveröffentlicht)

8 Anhang

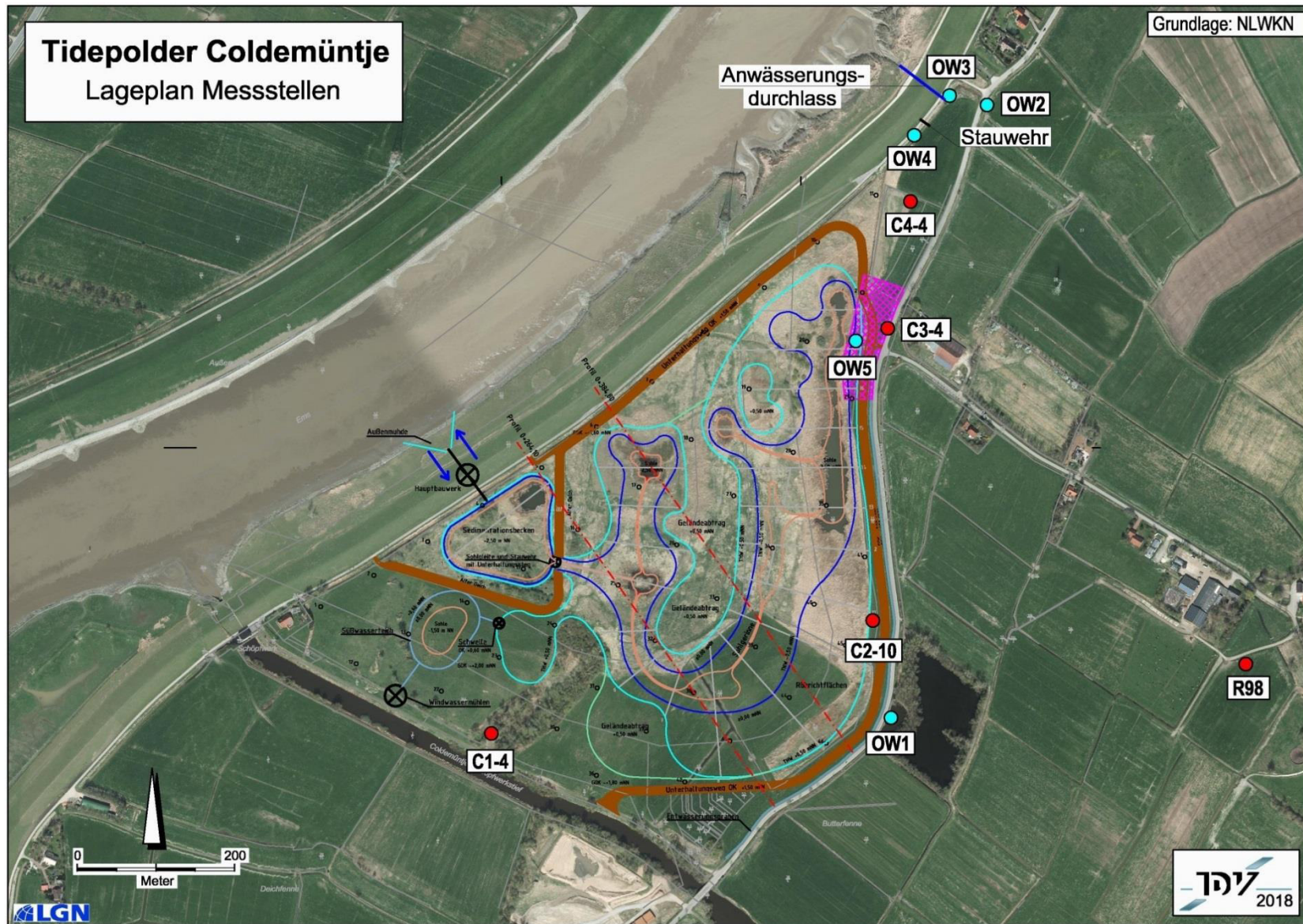
- Anhang 1: Übersichtslageplan des geplanten Tidepolders Colde-
müntje
- Anhang 2: Luftbild des Projektgebietes mit Lageplan der Messstel-
len
- Anhang 3: Luftbild des Projektgebietes mit Lageplan der Messstel-
len sowie den geplanten Maßnahmen
- Anhang 4: Bohrprofile der eingerichteten Grundwassermessstellen
C 1-4, C 2-10, C 3-4 und C 4-4 sowie der Grundwas-
sermessstelle R98
- Anhang 5: Daten zur Wasserbeschaffenheit in den Vorflutern und
Grundwasser
- 5.1 GLD
- 5.2 Eigene Untersuchungen
- Anhang 6: Befund der CUA Emden GmbH
- Anhang 7: Grafische Darstellung der ermittelten Wasserstände
und Temperaturen in den Messstellen C 1-4, C 2-10, C
3-4 und C 4-4



Anhang 2: Luftbild des Projektgebietes mit Lageplan der Messstellen

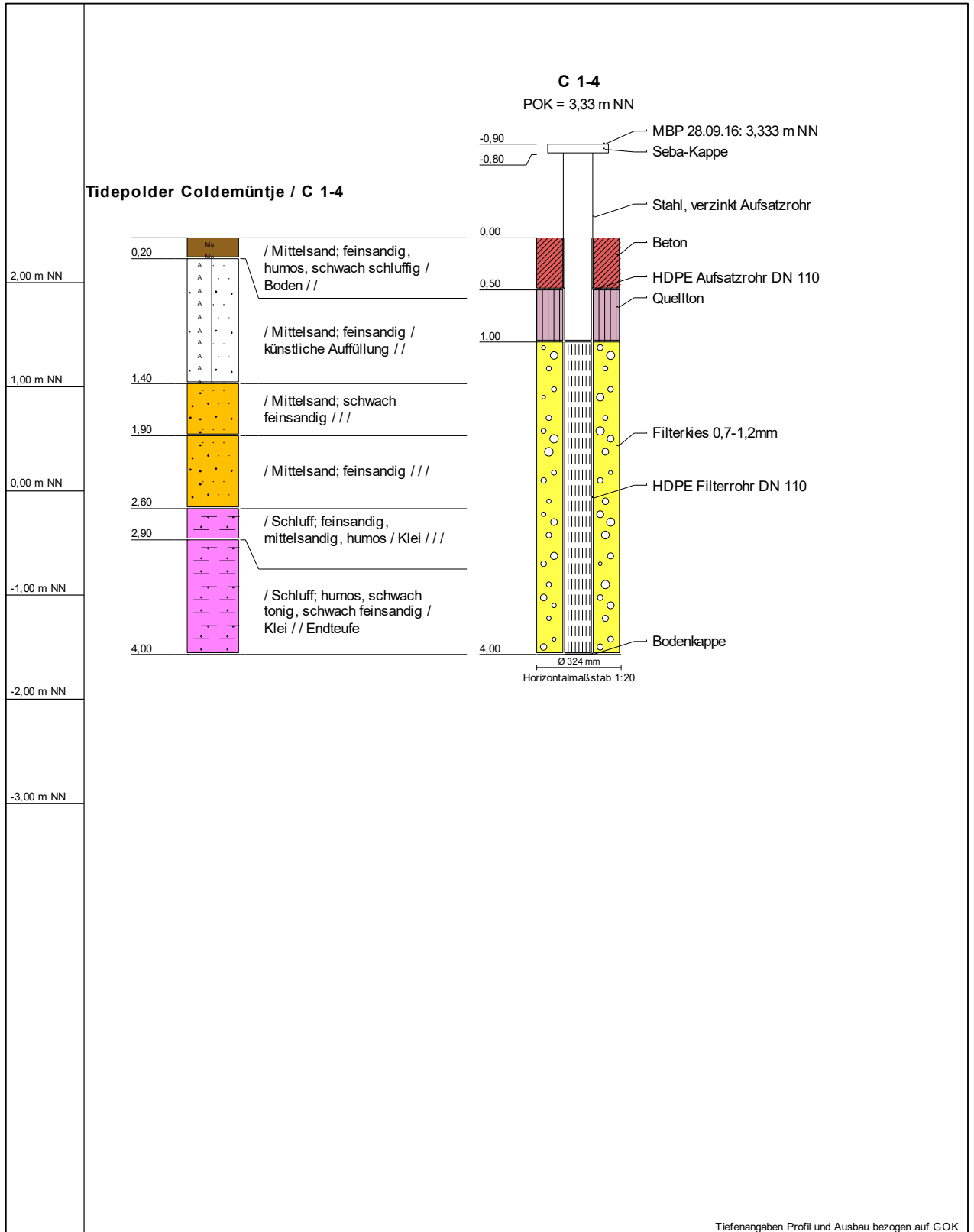


Anhang 3: Luftbild des Projektgebietes mit Lageplan der Messstellen sowie den geplanten Maßnahmen




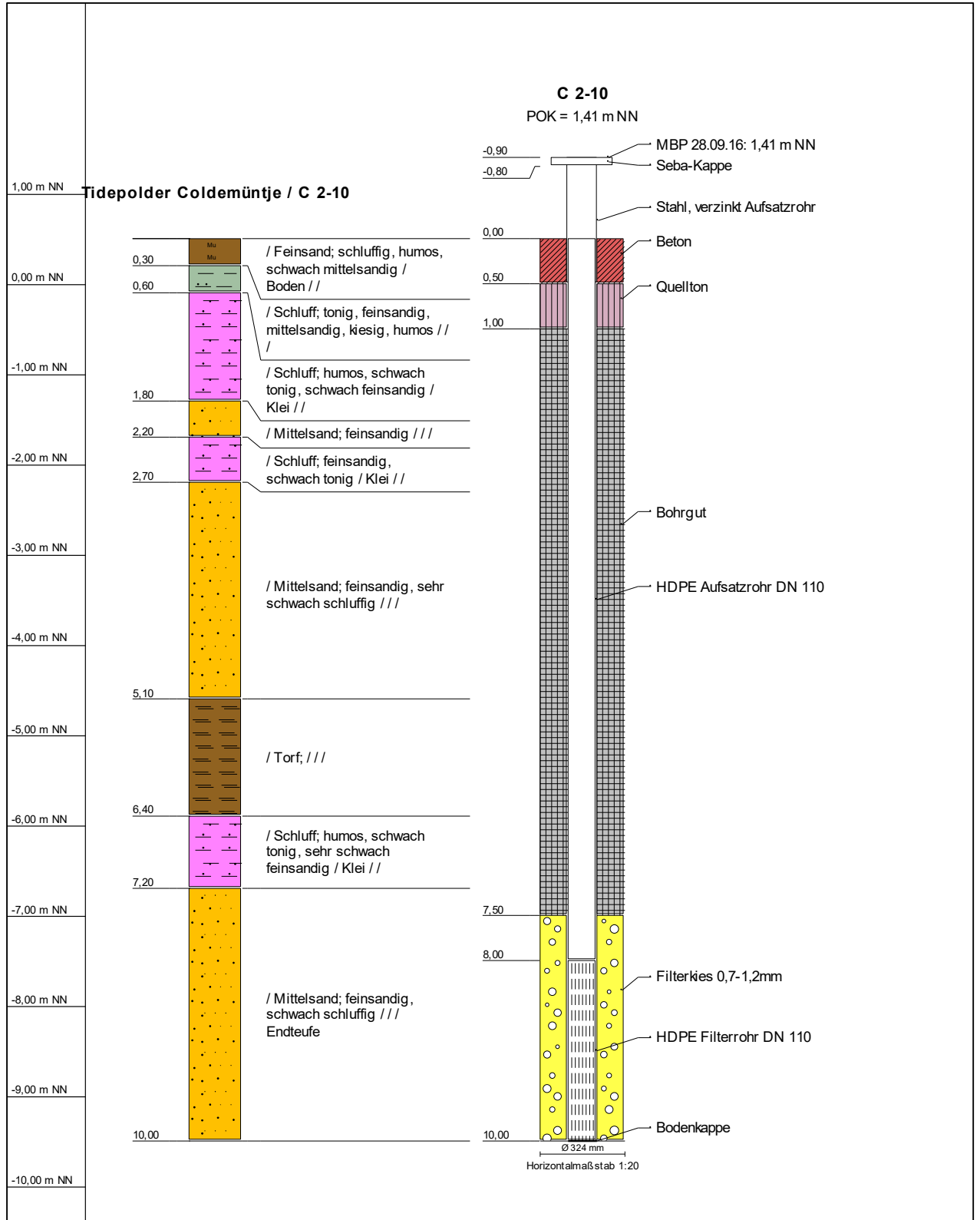
Anhang 4:

Bohrprofile der eingerichteten Grundwassermessstellen C 1-4, C 2-10, C 3-4 und C 4-4 sowie der Grundwassermessstellen R98 und R 131-15



Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

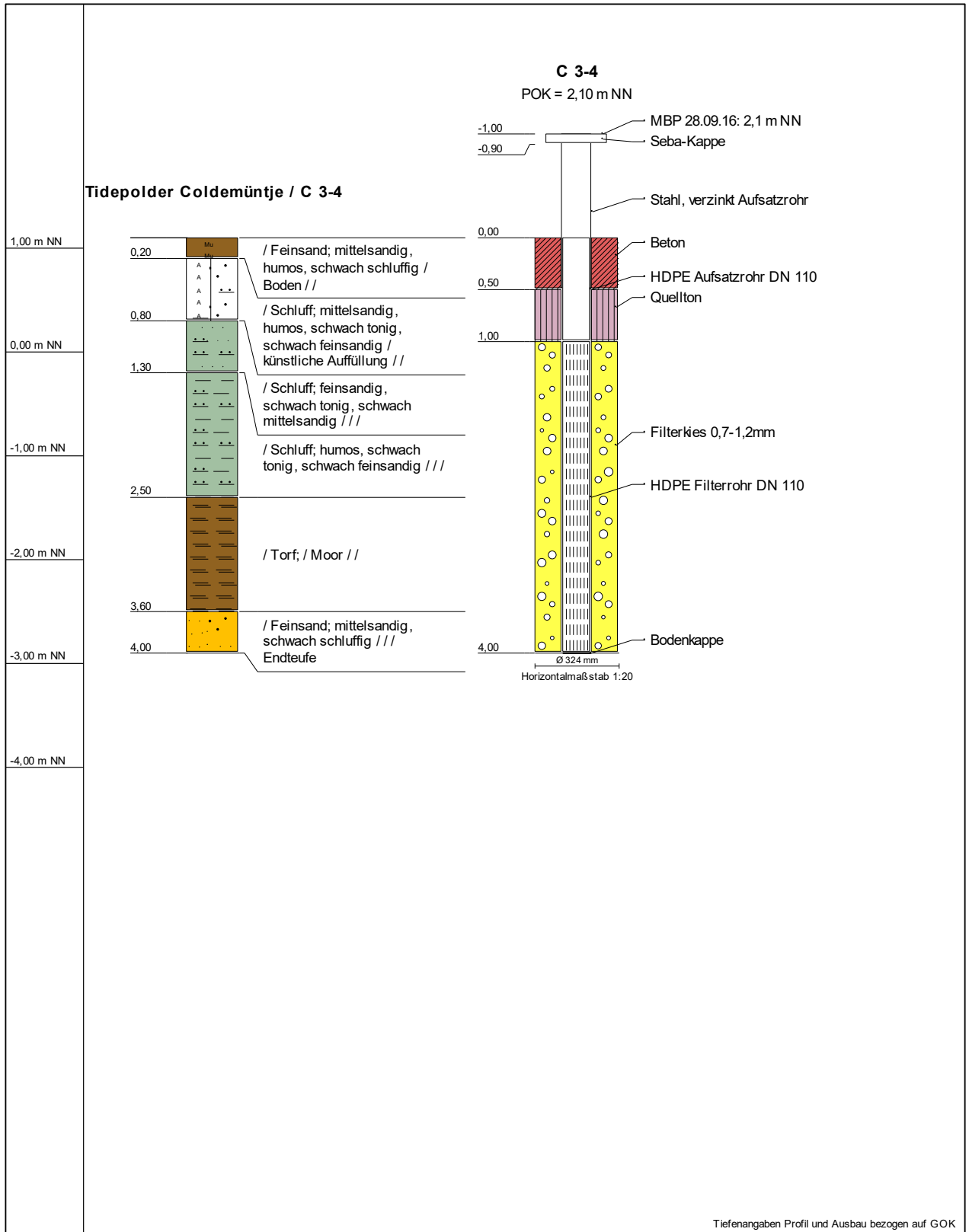
Name d. Bhrng.	Tidepolder Coldemüntje / C 1-4	RW: 2592504,84	 <p>Dr.-Ing. J.M. de Vries · Dipl.-Geol. U. de Vries Schatthäuser Weg 8 26736 Greetsiel</p>
Auftraggeber	NLWKN Aurich	HW: 5894616,11	
Autor	Kniest	Höhe NN: 2,43	
Bearbeiter	U. de Vries	Datum: 21.09.2016	
Bohrfirma	Ivers Brunnenbau	Maßstab : 1:50	




Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

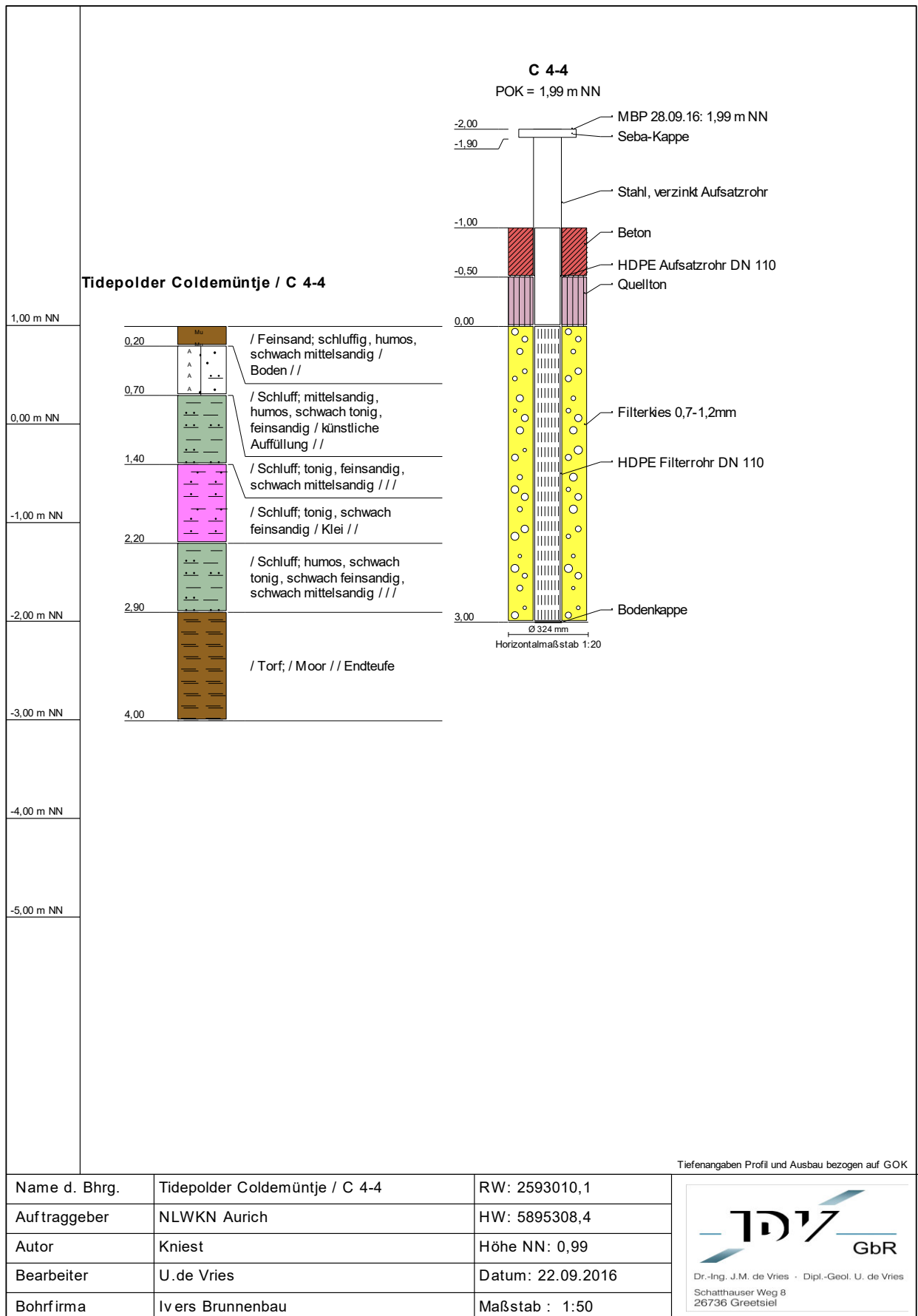
Name d. Bhrg.	Tidepolder Coldemüntje / C 2-10	RW: 2592984,6
Auftraggeber	NLWKN Aurich	HW: 5894775
Autor	Kniest	Höhe NN: 0,51
Bearbeiter	U.de Vries	Datum: 20.09.2016
Bohrfirma	Ivers Brunnenbau	Maßstab : 1:58

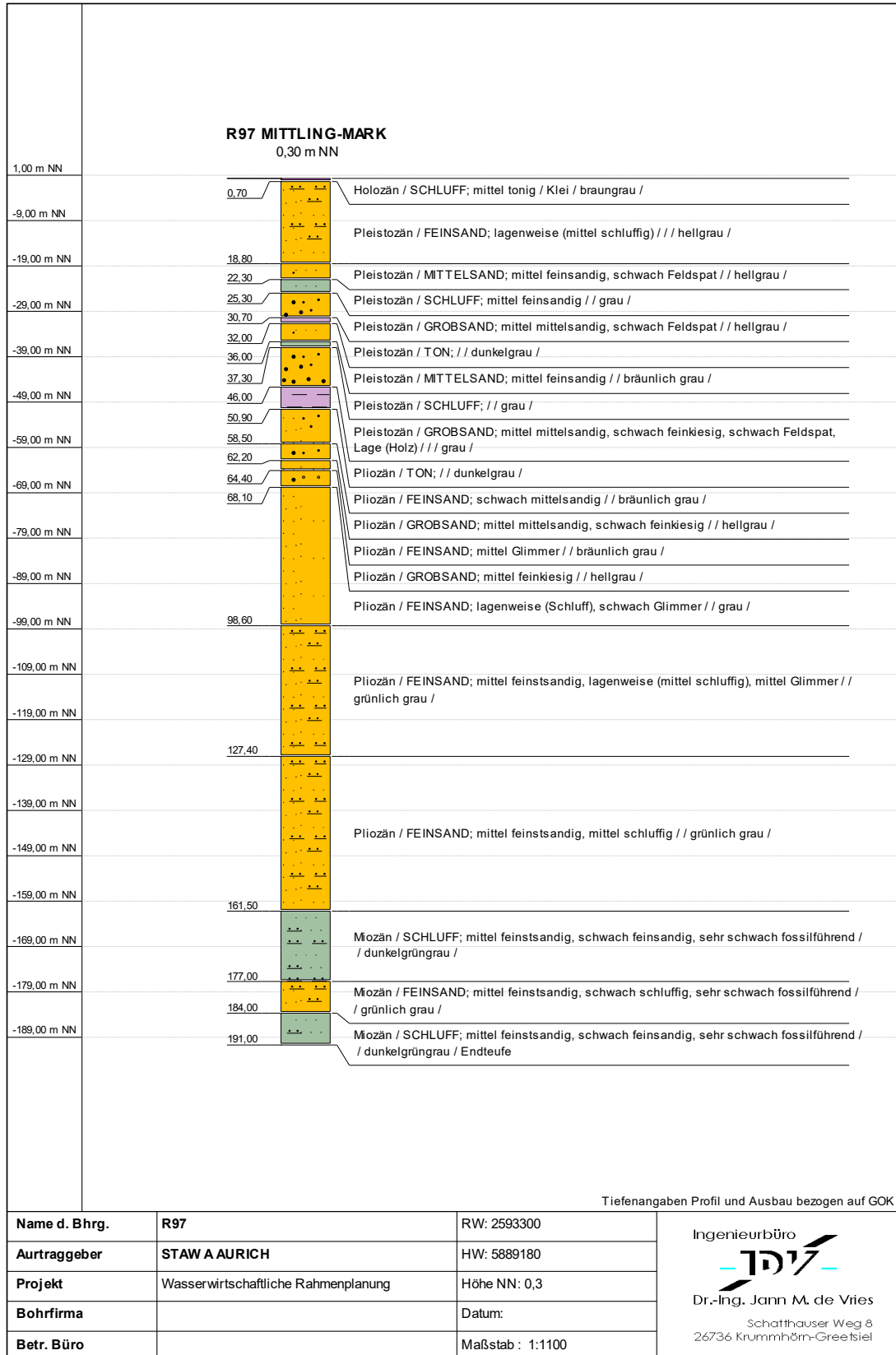
IDV GbR
Dr.-Ing. J.M. de Vries · Dipl.-Geol. U. de Vries
Schatthaus Weg 8
26736 Greetsiel

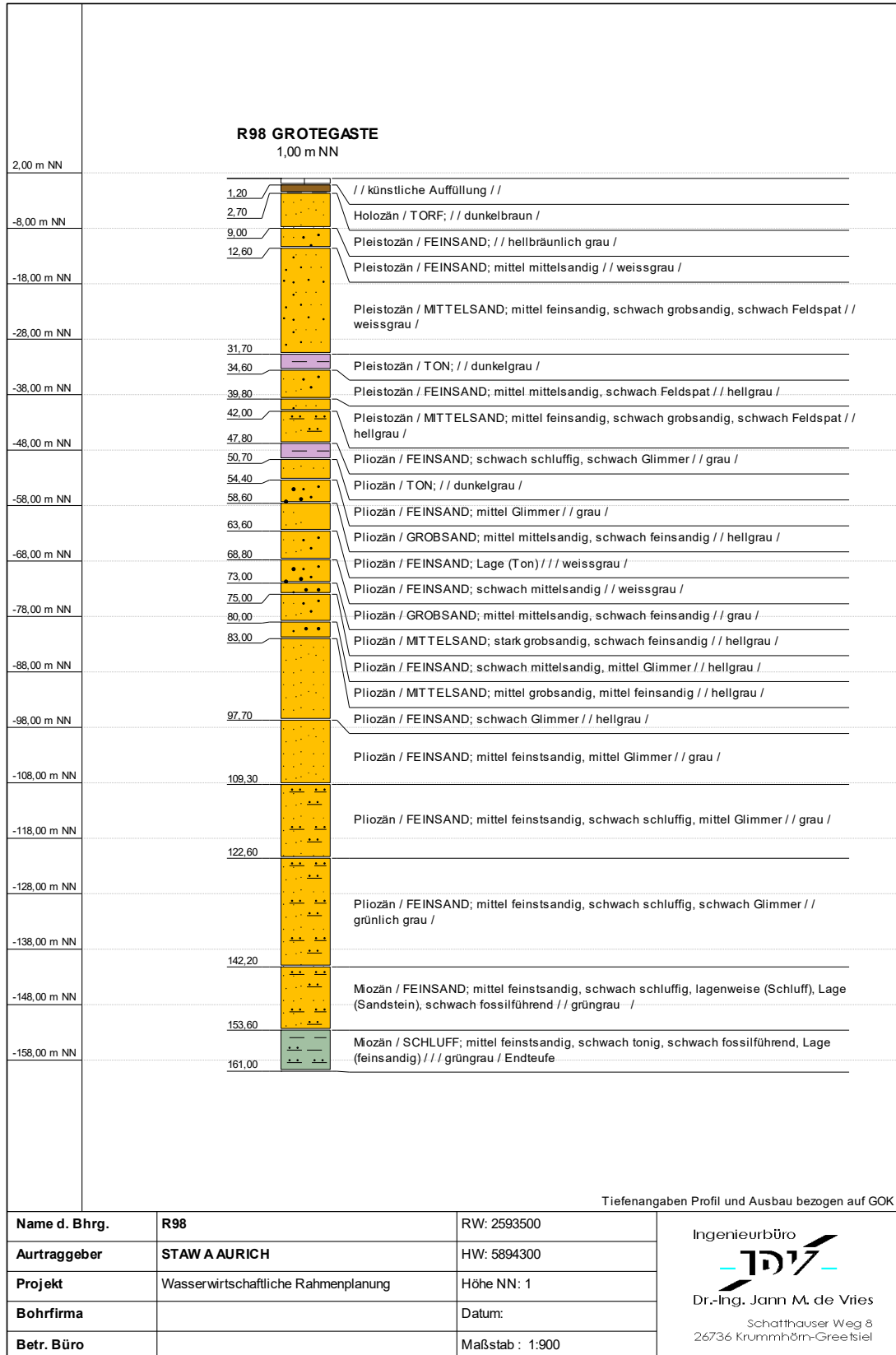


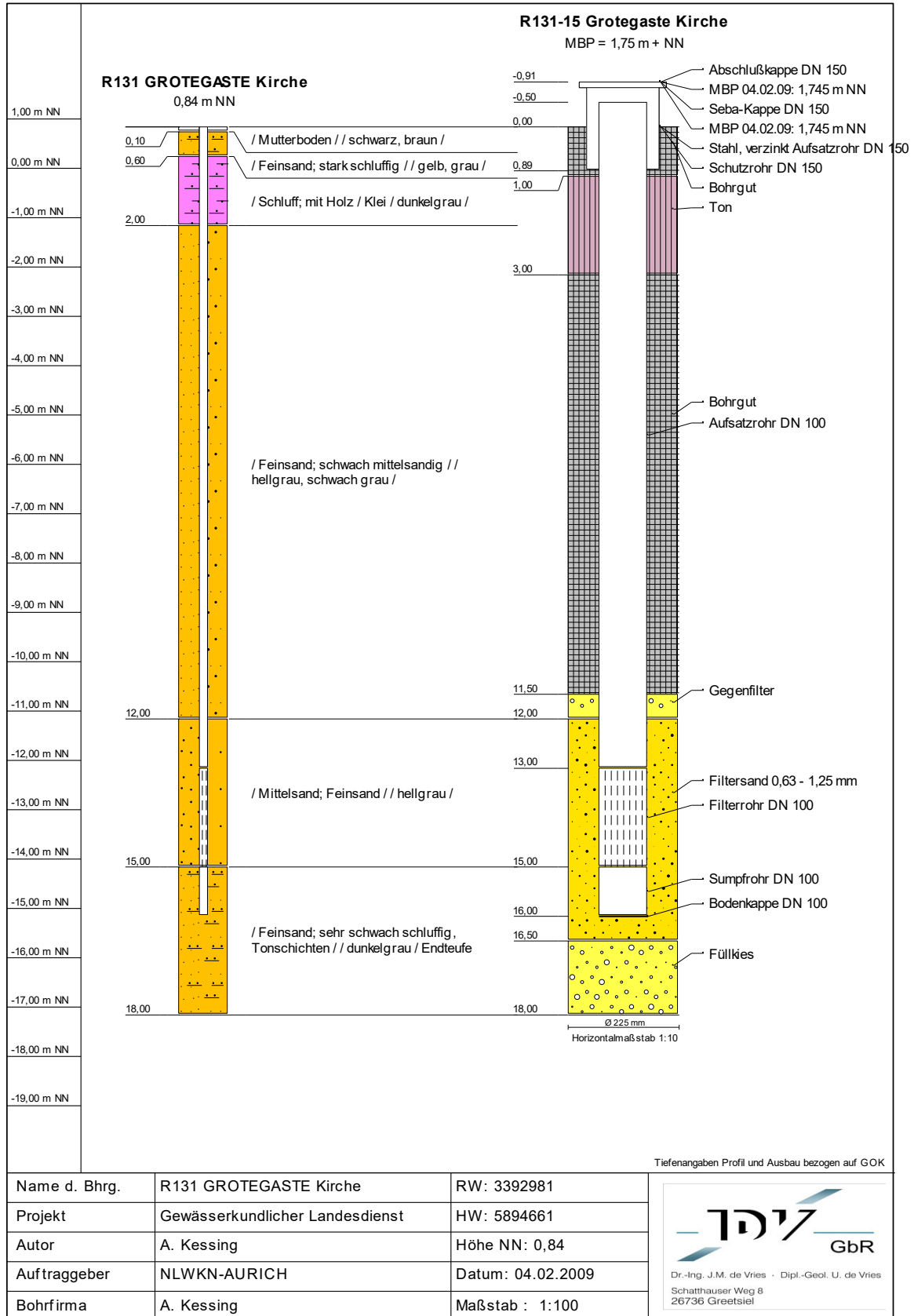
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	Tidepolder Coldemüntje / C 3-4	RW: 2592988	
Auftraggeber	NLWKN Aurich	HW: 5895146	
Autor	Kniest	Höhe NN: 1,1	
Bearbeiter	U. de Vries	Datum: 22.09.2016	
Bohrfirma	Ivers Brunnenbau	Maßstab : 1:50	









Anhang 5: Daten zur Wasserbeschaffenheit in den Vorflutern

5.1 GLD, Aurich

5.2 Eigene Untersuchungen

Anhang 5.2: Untersuchungen an den Oberflächenmessstellen OW 1 bis OW 5

IDV		OW 1					OW 2					OW 3										
Messung		O ₂	T	Lf	pH	Beschreibung	O ₂	T	Lf	pH	Beschreibung	O ₂	T	Lf	pH	Beschreibung						
Lfd.Nr.	Datum	Uhrzeit	mg/l	°C	µS/cm		mg/l	°C	µS/cm			mg/l	°C	µS/cm								
1	04.10.2016	13:30	6,07	15,5	1655	7,1					schwach trübe, grau					14:00	5,50	13,5	1795	7,1	wenig Wasser, schlickig	
2	21.10.2016	11:10	3,90	8,9	1812	6,9					trübe, grau	11:30	3,4	8,6	2100	6,9						stark trübe, dunkelgrau, schlickig
3	28.11.2016	14:00	7,01	3,7	1580	7,1					schwach trübe, hellgrau						14:30	7,20	6,4	1790	7,1	sehr hellgrau, sehr schwach trübe, schlickig
4	11.01.2017	14:10	7,20	3,9	1700	7,1					schwach trübe, hellgrau	14:00	6,9	5,8	1437	7,0						schwach trübe, graubraun, schlickig
5	01.03.2017	10:00	7,70	4,3	860	7,1					schwach trübe, graubraun	09:00	8,3	4,3	1305	7,1						schwach trübe, graubraun
6	12.05.2017	11:45	6,79	16,9	1380	7,2					schwach trübe, graubraun	13:00	9,6	15,1	2290	7,4						schwach trübe, hellgrau, schlickig
7	05.07.2017	12:20	8,90	18,4	3120	7,3					schwach trübe, braungrau	14:30	1,7	17,1	2830	7,6						sehr stark trübe, grau, schlickig
8	07.11.2017	12:05	7,80	8,5	1610	7,2					schwach trübe, hellgrau	12:20	6,8	8,6	1530	7,3						trübe, grau, schlickig
		OW 4					OW 5															
		O ₂	T	Lf	pH	Beschreibung	O ₂	T	Lf	pH	Beschreibung	O ₂	T	Lf	pH	Beschreibung						
		mg/l	°C	µS/cm			mg/l	°C	µS/cm			mg/l	°C	µS/cm								
		Uhrzeit					Uhrzeit					Uhrzeit										
1	04.10.2016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
2	21.10.2016	11:40	3,6	8,4	2120	6,9					schwach trübe, grau											
3	28.11.2016	-	-	-	-	-					kaum Wasser											
4	11.01.2017	-	-	-	-	-					kaum Wasser											
5	01.03.2017	-	-	-	-	-					kaum Wasser	10:30	10,28	4,8	800	7,1	schwach trübe, graubraun					
6	12.05.2017	12:15	6,4	15,4	2510	7,4					schwach trübe, graubräunlich											
7	05.07.2017	14:15	8,70	19,60	1178	7,4					trübe, graubraun	13:00	7,20	17,5	2060	7,4	schwach trübe, graubraun					
8	07.11.2017	13:00	8,2	8,6	1210	7,3					trübe, graubraun	13:15	8,10	8,6	1240	7,4	schwach trübe, graubraun					

Anhang 5.2.1: Ergebnisse der Messungen der Vor-Ort Parameter gelöster Sauerstoff (O₂), Temperatur, elektrische Leitfähigkeit (25 °C), pH-Wert und Sichttiefe.

Messstelle		C1-4	C3-4	C4-4	C2-10	OW1
Datum Probenahme		11.01.2017	18.01.2017	18.01.2017	11.01.2017	11.01.2017
Buch-Nr. Labor		1400	1401	1402	1403	1404
Parameter	DIM					
Färbung, qualitativ (vor Ort)	ohne	farblos	hellgrau	grau	graubräunlich	hellgrau
Trübung, qualitativ (vor Ort)	ohne	schwach trübe	fast klar	trübe	sehr schwach trübe	schwach trübe
Geruch, qualitativ (vor Ort)	ohne	ohne	ohne	ohne	sehr schwach nach H ₂ S	ohne
Wassertemperatur (vor Ort)	°C	9	9,3	8,1	10,4	3,9
pH-Wert (vor Ort)	ohne	7,2	7,1	6,9	7,2	7,1
Leitfähigkeit, elektr. bei 25° (vor Ort)	µS/cm	422	720	574	1544	1700
Sauerstoff, gelöst (vor Ort)	mg/l	2,5	1,9	1,1	0,1	7,2
SAK 436 nm, Färbung	1/m	0,71	0,76	1,3	1	1
SAK 254 nm, UV-Absorption	1/m	23	28	39	41	27
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	4,9	4,5	1,5	13	3,2
Hydrogencarbonat (HCO ₃)	mg/l	300	280	91	770	200
Gesamthärte in mmol/l	mmol/l	2,1	3,4	2,6	5,8	2,4
Ammonium-Stickstoff (NH ₄ -N)	mg/l	3	0,17	0,09	15	0,16
Ammonium (NH ₄)	mg/l	3,87	0,22	0,12	19,35	0,21
Nitrit-Stickstoff (NO ₂ -N)	mg/l	0,003	0,02	0,018	0,004	0,003
Nitrit (NO ₂)	mg/l	0,01	0,06	0,06	0,01	0,01
Nitrat-Stickstoff (NO ₃ -N)	mg/l	< 0,5	9,8	15	< 0,5	< 0,5
Nitrat (NO ₃)	mg/l	< 2,5	43,41	66,45	< 2,5	< 2,5
DOC	mg/l	3,6	9,5	15	14	0,9
Chlorid (Cl)	mg/l	15	59	41	110	290
Sulfat (SO ₄)	mg/l	5,2	43	100	45	52
Phosphor (P), gesamt	mg/l	0,1	0,86	0,67	1,5	0,11
Natrium (Na)	mg/l	9,8	27	21	98	170
Kalium (K)	mg/l	28	3	3,6	7,8	11
Calcium (Ca)	mg/l	67	110	83	190	67
Magnesium (Mg)	mg/l	11	16	12	27	19
Eisen (Fe), gesamt	mg/l	14	2,1	1,6	48	1,4
Mangan (Mn), gesamt	mg/l	8,8	0,45	0,14	6	0,73
Aluminium (Al), gesamt	mg/l	< 0,05	0,45	0,43	< 0,05	0,06
Arsen (As)	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Blei (Pb)	mg/l	< 0,009	< 0,005	< 0,005	< 0,009	< 0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Chrom (Cr), gesamt	mg/l	< 0,005	< 0,006	< 0,005	< 0,005	< 0,006
Cyanid (Cn), gesamt	mg/l	< 0,005	< 0,009	< 0,013	< 0,005	< 0,005
Nickel (Ni)	mg/l	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Quecksilber (Hg), gesamt	mg/l	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0005	< 0,0001
Kupfer (Cu), gesamt	mg/l	0,014	0,014	0,008	0,037	0,015
Fluorid	mg/l	< 0,75	< 0,75	< 0,75	< 0,83	< 0,75
Bor	mg/l	0,08	0,1	0,09	0,25	0,08
AOX	mg/l	0,036	0,046	0,056	0,11	0,06
PAK, gesamt (BBodSchV)	mg/l	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Naphthalin	mg/l	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Acenaphthen	mg/l	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Acenaphthylen	mg/l	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Fluoren	mg/l	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Phenanthren	mg/l	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Anthracen	mg/l	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Fluoranthen	mg/l	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Pyren	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Benzo(a)anthracen	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Chrysen	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Benzo(b)fluoranthren	mg/l	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(k)fluoranthren	mg/l	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(a)pyren	mg/l	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/l	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(g,h,i)perylen	mg/l	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/l	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001

Anhang 5.2.2: Analysenergebnisse von Wasserproben aus den Grundwassermessstellen C 1 bis C 4 sowie der Messstelle OW 1 aus dem Vorflutsystem.

Anhang 6

Befund des CUA Emden



Chemisches Untersuchungsamt Emden (CUA) GmbH
Zum Nordkai 16 26725 Emden

Ingenieurbüro IDV GbR
Dr.-Ing. Jann de Vries
Dipl.-Geol. Uwe de Vries
Schatthäuser Weg 8

26736 KRUMMHÖRN-GREETSIEL

27. Januar 2017

PRÜFBERICHT 18011709

Auftragsnr. Auftraggeber: -
Projektbezeichnung: Coldemüntje
Probenahme: durch Auftraggeber am 11.01.2017
Probentransport: durch Auftraggeber
Probeneingang: 18.01.2017
Prüfzeitraum: 18.01. – 27.01.2017
Probennummer: 1400 – 1404 / 17
Probenmaterial: Wasser
Verpackung: diverse Glas- und PE-Gefäße
Bemerkungen: -

Sonstiges: Der Messfehler dieser Prüfungen befindet sich im üblichen Rahmen. Näheres teilen wir Ihnen auf Anfrage gerne mit. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Prüfgegenstände. Regelungen zur Unterauftrag- und Fremdvergabe auf Seite 2. Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die CUA Emden GmbH. Eventuell ausgewiesene Summen einzelner Parameter werden automatisch berechnet. Die Bildung der Summen erfolgt rein numerisch. Die angegebenen Stellen widerspiegeln keine Signifikanz. Die Bestimmungsgrenzen können matrix- / einwaagebedingt variieren.

Analysenbefunde: Seite 3 – 6
Messverfahren: Seite 2
Qualitätskontrolle:

Dr. Joachim Döring
(Geschäftsführer)



Messverfahren:	Säurekapazität	DIN 38409-7 (H7)
	Hydrogencarbonat	DIN 38405-8 (D8)
	Gesamthärte	DIN 38409-6 (H6)
	Färbung, SAK bei 436 nm	DIN EN ISO 7887 (C1)
	UV-Absorption, SAK bei 254 nm	DIN 38404-3 (C3)
	Ammonium	DIN 38406-5 (E5)
	Nitrit	DIN EN 26777 (D10)
	Nitrat	DIN EN ISO 10304-1 (D20)
	Phosphor, gesamt	DIN EN ISO 6878 (D11)
	Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D20)
	Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D20)
	Fluorid	DIN EN ISO 10304-1 (D20)
	Cyanid, gesamt	DIN 38405-1 (D13)
	Bor	DIN EN ISO 11885 (E22)
	DOC	DIN EN 1484 (H3)
	AOX ¹⁾	DIN EN ISO 9562 (H14)
	Arsen	DIN EN ISO 11885 (E22)
	Blei	DIN EN ISO 11885 (E22)
	Cadmium	DIN EN ISO 11885 (E22)
	Chrom, gesamt	DIN EN ISO 11885 (E22)
	Kupfer	DIN EN ISO 11885 (E22)
	Nickel	DIN EN ISO 11885 (E22)
	Quecksilber ¹⁾	DIN EN ISO 12846 (E12)
	Eisen	DIN EN ISO 11885 (E22)
	Mangan	DIN EN ISO 11885 (E22)
	Natrium	DIN EN ISO 11885 (E22)
	Kalium	DIN EN ISO 11885 (E22)
	Calcium	DIN EN ISO 11885 (E22)
	Magnesium	DIN EN ISO 11885 (E22)
	PAK ¹⁾	DIN 38407-39 (F39)

¹⁾ Laboratorien Dr. Döring GmbH



Labornummer		1400	1401	1402	1403
Analysennummer		12157	12158	12159	12160
Probenbezeichnung		C1-4	C3-4	C4-4	C2-10
	Dimension				
Säurekapazität bis pH 4,3 Hydrogencarbonat	mmol/L	4,9	4,5	1,5	13
	mg/L	300	280	91	770
Gesamthärte	mmol/L	2,1	3,4	2,6	5,8
Färbung, SAK bei 436 nm UV-Absorption, SAK bei 254 nm	m ⁻¹	0,71	0,76	1,3	1,0
	m ⁻¹	23	28	39	41
Ammonium-N	mg/L	3,0	0,17	0,09	15
Nitrit-N	mg/L	0,003	0,020	0,018	0,004
Nitrat-N	mg/L	< 0,5	9,8	15	< 0,5
Phosphor, gesamt	mg/L	0,10	0,86	0,67	1,5
Chlorid	mg/L	15	59	41	110
Sulfat	mg/L	5,2	43	100	45
Fluorid	mg/L	< 0,75	< 0,75	< 0,75	0,83
Cyanid, gesamt	mg/L	< 0,005	0,009	0,013	< 0,005
Bor	mg/L	0,08	0,10	0,09	0,25
DOC	mg/L	3,6	9,5	15	14
AOX	mg/L	0,036	0,046	0,056	0,11



Labornummer		1400	1401	1402	1403
Analysennummer		12157	12158	12159	12160
Probenbezeichnung		C1-4	C3-4	C4-4	C2-10
	Dimension				
Arsen	mg/L	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Blei	mg/L	0,009	< 0,005	< 0,005	0,009
Cadmium	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Chrom, gesamt	mg/L	< 0,005	0,006	< 0,005	< 0,005
Kupfer	mg/L	0,014	0,014	0,008	0,037
Nickel	mg/L	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Quecksilber	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0005
Aluminium	mg/L	< 0,05	0,45	0,43	< 0,05
Eisen, gesamt	mg/L	14	2,1	1,6	48
Mangan, gesamt	mg/L	8,8	0,45	0,14	6,0
Natrium	mg/L	9,8	27	21	98
Kalium	mg/L	28	3,0	3,6	7,8
Calcium	mg/L	67	110	83	190
Magnesium	mg/L	11	16	12	27
Naphthalin	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Acenaphthylen	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Acenaphthen	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Fluoren	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Phenanthren	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Anthracen	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Fluoranthren	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Pyren	µg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(a)anthracen	µg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Chrysen	µg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(b)fluoranthren	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(k)fluoranthren	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(a)pyren	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(g,h,i)perylen	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe PAK (EPA)	µg/L	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.



Labornummer		1404			
Analysennummer		12161			
Probenbezeichnung		OW1			
	Dimension				
Säurekapazität bis pH 4,3 Hydrogencarbonat	mmol/L mg/L	3,2 200			
Gesamthärte	mmol/L	2,4			
Färbung, SAK bei 436 nm	m ⁻¹	1,0			
UV-Absorption, SAK bei 254 nm	m ⁻¹	27			
Ammonium-N	mg/L	0,16			
Nitrit-N	mg/L	0,003			
Nitrat-N	mg/L	< 0,5			
Phosphor, gesamt	mg/L	0,11			
Chlorid	mg/L	290			
Sulfat	mg/L	52			
Fluorid	mg/L	< 0,75			
Cyanid, gesamt	mg/L	< 0,005			
Bor	mg/L	0,08			
DOC	mg/L	0,9			
AOX	mg/L	0,060			



Labornummer		1404			
Analysennummer		12161			
Probenbezeichnung		OW1			
	Dimension				
Arsen	mg/L	< 0,005			
Blei	mg/L	< 0,005			
Cadmium	mg/L	< 0,002			
Chrom, gesamt	mg/L	0,006			
Kupfer	mg/L	0,015			
Nickel	mg/L	< 0,004			
Quecksilber	mg/L	< 0,0001			
Aluminium	mg/L	0,06			
Eisen, gesamt	mg/L	1,4			
Mangan, gesamt	mg/L	0,73			
Natrium	mg/L	170			
Kalium	mg/L	11			
Calcium	mg/L	67			
Magnesium	mg/L	19			
Naphthalin	µg/L	< 0,1			
Acenaphthylen	µg/L	< 0,1			
Acenaphthen	µg/L	< 0,1			
Fluoren	µg/L	< 0,1			
Phenanthren	µg/L	< 0,1			
Anthracen	µg/L	< 0,1			
Fluoranthren	µg/L	< 0,01			
Pyren	µg/L	< 0,05			
Benzo(a)anthracen	µg/L	< 0,05			
Chrysen	µg/L	< 0,05			
Benzo(b)fluoranthren	µg/L	< 0,01			
Benzo(k)fluoranthren	µg/L	< 0,01			
Benzo(a)pyren	µg/L	< 0,01			
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/L	< 0,01			
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/L	< 0,01			
Benzo(g,h,i)perylene	µg/L	< 0,01			
Summe PAK (EPA)	µg/L	n.n.			

Anhang 7

Grafische Darstellung der ermittelten Wasserstände und
Temperaturen in den Messstellen C 1-4, C 2-10, C 3-4
und C 4-4

