



DMT GmbH & Co. KG

Geo Engineering & Exploration - Hydrogeologie & Wassermanagement Am Technologiepark 1, 45307 Essen

Mit Unterbeauftragung von:

H & M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG

An der Fabrik 3, 26835 Hesel

Lippe Wassertechnik GmbH Brunnenstraße 37, 45128 Essen

Kavernenspeicher Etzel

Auswirkungsanalyse für insgesamt 99 Kavernen

Auftraggeber: STORAG ETZEL GmbH

Beim Postweg 2 26446 Friedeburg

Bestellnummer: 57542 vom 06.07.2016

Sachverständige DMT: Herr Kories

Frau Kaul

Herr Benning

Sachverständiger H&M: Herr Graefe

Sachverständiger LW: Herr Rieger

Tel.-Durchwahl: 0201/172-1862

DMT-Bearbeitungs-Nr.: GEE5-2016-00558

Essen, 22.11.2018

DMT GmbH & Co. KG

(Kories)

Benning)

Dieser Bericht besteht aus 313 Seiten, 3 Anhängen und 18 Anlagen.





Kurzfassung

STORAG ETZEL hat die DMT GmbH & Co. KG (DMT) mit der Erarbeitung einer Auswirkungsanalyse für den Kavernenspeicher Etzel beauftragt. Die Betrachtung reicht bis zum Verwahrungszeitpunkt 2117 und umfasst 99 Kavernen. Es wurden die zu erwartenden Auswirkungen der Senkungen und der übrigen Bodenbewegungen wie Schiefstellung, Längenänderung (Zerrung/Pressung) und Krümmung auf die verschiedenen Schutzgüter untersucht.

Bezüglich **Bebauung und Infrastruktur** kann festgehalten werden, dass nur wenige Schäden an Gebäuden und keine Schäden an Straßen und Wegen zu erwarten sind. Die Schäden an den Ver- und Entsorgungsleitungen werden gering sein und können bei rechtzeitiger Durchführung von Gegenmaßnahmen gemindert oder sogar vermieden werden.

Die Untersuchung des Einflusses der Senkungen auf die **Oberflächengewässer** führte zur Findung einer Vorzugsvariante zur Trockenhaltung des Senkungstrogs. Die Gegenmaßnahmen wurden so dimensioniert, dass Hochwässer bis HQ₁₀₀ beherrschbar bleiben. Bei den Stillgewässern findet nur eine geringe Verkippung statt, die keine Maßnahmen erfordert. Auch am Ems-Jade-Kanal sind wegen der geringen Senkungen (maximal 0,08 m) keine Maßnahmen erforderlich. Die **Vorzugsvariante zur Trockenhaltung des Senkungstrogs** umfasst die Umleitung der Bitze/Schiffsbalje und des Geestrandgrabens durch den Kalbsschloot zum Schöpfwerk Kalbsschloot, das, wie der Kalbsschloot selbst, zu ertüchtigen ist. Am Friedeburger Tief sind abschnittsweise Verwallungen bis maximal ca. 0,8 m vorzusehen.

Generell ist nur mit geringen Auswirkungen auf die **Grundwasserverhältnisse** und Flurabstände zu rechnen. Nur in wenigen Bereichen gehen die Flurabstandsveränderungen über 0,25 m hinaus. Diese können falls erforderlich durch weitere Maßnahmen vermieden werden. In Bebauungsbereichen werden Flurabstandsverringerungen > 0,25 m vermieden. Die Grundwasserförderung Kleinhorsten wird von den Senkungen nicht beeinflusst.

Die Untersuchung der zu erwartenden Auswirkungen auf die **Ökologie** zeigte, dass erhebliche nachteilige Auswirkungen unter der Voraussetzung einer zeitnahen Umsetzung geeigneter Gegenmaßnahmen i. A. nicht zu besorgen sind. Eingriffe in Naturhaushalt und Landschaftsbild werden dabei im Vergleich zu früheren Planungen, die u. a. den Neubau eines Hochkanals für die Bitze/Schiffsbalje zur Querung des Senkungstrogs vorsahen, gering gehalten.

Kavernenspeicher Etzel Auswirkungsanalyse für insgesamt 99 Kavernen DMT-Bearbeitungs-Nr.: GEE5-2016-00558

22.11.2018 Seite 3 von 313



Die Ergebnisse der Auswirkungsanalyse belegen insbesondere die Machbarkeit der Zielvorgabe "Trockenhaltung des Senkungsgebiets", die durch bewährte Maßnahmen der Wasserhaltung erreicht wird. Die erforderlichen Maßnahmen zur Beherrschung der Senkungsfolgen sind skalierbar und können während der Betriebszeit der Kavernen in Abhängigkeit vom tatsächlichen Senkungsverlauf flexibel angepasst und umgesetzt werden. Es wurde der Nachweis erbracht, dass die gesetzten Ziele für alle betrachteten Schutzgüter erreicht werden können. Empfohlen werden gezielte Monitorings zu Bebauung, Oberflächengewässer, Grundwasser und Ökologie.

Seite 4 von 313



lnh	altsverze	eichnis	Seite
1	Einleitu	ung und Veranlassung	17
2	Bebau	ung und Infrastruktur	20
	2.1	Vorgehensweise	20
	2.1.1	Allgemeine Unterlagen	
	2.1.2	Beurteilungskriterien	21
	2.1.3	Festlegung des maximalen Einwirkungsbereiches	23
	2.1.4	Einteilung von Bebauung und Infrastruktur in Objektkatego	orien 24
	2.2	Auswirkungen auf Bebauung und Infrastruktur	27
	2.2.1	Überblick	27
	2.2.2	Straßen, Wege, Lagerhallen und Massivbauwerke	28
	2.2.3	Brücken und Schöpfwerke	28
	2.2.4	Gebäude	30
	2.2.5	Historische Bauwerke	33
	2.2.6	Öffentliche Ver- und Entsorgung, Kabel, Rohrleitungen	37
	2.2.7	Brunnen Wasserwerk Horsten	41
3		ose der in Folge der Senkungen zu erwartenden Auswirkung Oberflächengewässer, Grundwasserverhältnisse und Ökolo	
	3.1	Vorgehensweise	43
	3.1.1	Oberflächengewässer	43
	3.1.2	Grundwasserverhältnisse	44
	3.1.3	Ausgewählte Schutzgüter, Nutzungen und Planungen	45
	3.2	Ausgangszustand, Grundlagen	51
	3.2.1	Oberflächengewässer	51
	3.2.2	Grundwasserverhältnisse	58
	3.2.3	Ausgewählte Schutzgüter, Nutzungen und Planungen	81
	3.3	Vorzugsvariante zur Trockenhaltung des Senkungstrogs	167
	3.4	Prognoserechnungen und ökologische Bewertung für die Senkungszeitschnitte mit Maßnahmen	170
	3.4.1	Berechnung der Wasserspiegellagen für die Senkungszustände	173
	3.4.2	Zeitschnitt 2038	183
	3.4.3	Zeitschnitt 2060	201
	3.4.4	Zeitschnitt 2080	214
	345	Zeitschnitt 2100	228



	3.4.6	Zeitschnitt 2120	. 240
	3.4.7	Untersuchung des Senkungseinflusses auf den Ems-Jade-Kanal	. 251
	3.4.8	Untersuchung der Stillgewässer	. 251
4		se der in Folge der Senkungen zu erwartenden Auswirkungen Süß-/Salzwassergrenze	. 253
	4.1	Vorgehensweise	. 253
	4.2	Erstellung Stofftransportmodell	. 253
	4.3	Plausibilitätsüberprüfung	. 261
	4.4	Prognoserechnungen	. 266
5		dung, Minderung und Kompensation von hen Umweltauswirkungen	. 275
	5.1	Vermeidungs-/Minderungsmaßnahmen	. 275
	5.1.1	Schutzgut Tiere und Pflanzen	. 275
	5.1.2	Schutzgut Boden	. 276
	5.1.3	Schutzgut Landschaft	. 277
	5.2	Eingriffsregelung/Kompensationserfordernisse	. 278
	5.2.1	Darstellung kompensationsbedürftiger Eingriffe	. 278
	5.2.2	Überschlägige Ermittlung des Kompensationsbedarfs	. 280
	5.2.3	Mögliche Kompensationsmaßnahmen	. 293
6	Monitori	ngprogramme	. 297
	6.1	Bebauung und Infrastruktur	. 297
	6.1.1	Gebäude	. 298
	6.1.2	Öffentliche Ver- und Entsorgung	. 298
	6.2	Oberflächengewässer	. 299
	6.3	Grundwasser	. 300
	6.4	Landwirtschaftlich-bodenkundliches Beweissicherungskonzept	301
	6.5	Naturschutz und Landschaftspflege	. 304
	6.5.1	Kompensationsflächenpool "Moormaaten"	. 304
	6.5.2	Kompensationsflächenpool "Bitzenland"	. 304
	6.5.3	Kompensationsflächen "Nordfeld" (Grünlandareal nördlich der B 436)	. 305
	6.5.4	Sonstige Kompensationsflächen der STORAG ETZEL GmbH.	. 306
7	Zusamn	nenfassung	. 306



Abbildungsverzeichnis	Seite
Abb. 1: Überblick - Senkungen	17
Abb. 2: Sattel- und Muldenlage	21
Abb. 3: Umringe der Objektkategorie 0 bis zum Jahr 2317	24
Abb. 4: Beispiel: Land- und forstwirtschaftliches Betriebsgebäude	25
Abb. 5: Schöpfwerk am Übergang Kalbsschloot in das Friedeburger	Γief29
Abb. 6: betroffene Bebauung der Objektkategorie I (blau umrandet)	32
Abb. 7: betroffene Bebauung der Objektkategorie II (blau umrandet)	32
Abb. 8: Kirche Etzel mit separatem Kirchturm	34
Abb. 9: Kirche Horsten mit separatem Kirchturm	35
Abb. 10: Mühle Horsten	36
Abb. 11: Wasserschloss Gödens	37
Abb. 12: Bereich mit Pressungen > 3 mm/m	38
Abb. 13: Schmutzwasserleitung der Gemeinde Friedeburg	39
Abb. 14: Trinkwasserleitung OOWV	40
Abb. 15: EWE Gasleitungen	41
Abb. 16: Verschiebung der Kopfpunkte der Brunnen im Jahre 2317	42
Abb. 17: Gegenüberstellung der Untersuchungsgebiete von Auswirkur	ngs-
analyse und biologischen Bestandsaufnahmen 2011/2016 (/6	33/)48
Abb. 18: Schematische Darstellung der Vermessung eines Querprofils	mit
5 Punkten und Wasserspiegel	52
Abb. 19: Schematische Darstellung einer Wasserstands-/Abflussbezie	hung55
Abb. 20: Lage des Modellgebiets und Schnitt durch den hydrogeologis	chen
Körper	59
Abb. 21: Bereich des DGM 2016	64
Abb. 22: Aktualisierung der Wasserspiegellagen	
Abb. 23: Brunnenstandorte von STORAG ETZEL und GEW	
Abb. 24: Zusammenstellung der mittleren Jahresförderraten der einzel	
Brunnen von STORAG ETZEL und GEW (für den Zeitraum 2	
bzw. 2007 bis 2016)	
Abb. 25: Lage der Grundwassermessstellen	
Abb. 26: Kalibrierung - Variation der Grundwasserneubildung zum Mod	
stand 2015	
Abb. 27: Kalibrierung - Neubildung im Modellstand 2016 mit Vergleich	
mGROWA	
Abb. 28: Kalibrierung - Durchlässigkeitsbeiwerte in Layer 1 + 2	
Abb. 29: Kalibrierung - Durchlässigkeitsbeiwerte in Layer 3	73



Abb.	30:	Kalibrierung - Durchlässigkeitsbeiwerte in Layer 5	74
Abb.	31:	Im Zuge der Kalibrierung verworfene Grundwassermessstellen	
		(15 Stk.)	76
Abb.	32:	Häufigkeitsverteilung der Abweichungen zwischen gemessenen	
		und vom Modell berechneten Grundwasserständen	77
Abb.	33:	Darstellung der Kalibrierung - Grundwassergleichen	79
Abb.	34:	Darstellung der Kalibrierung – Flurabstände	80
Abb.	35:	Grundwasserflurabstände im Ausgangszustand 2016	82
Abb.	36:	Vorkommen schutzwürdiger/seltener Böden im Untersuchungsgebiet	84
Abb.	37:	Vorkommen sulfatsaurer Böden im Untersuchungsgebiet	88
Abb.	38:	Übersicht über die abgegrenzten Landschaftseinheiten	90
Abb.	39:	Ergebnisse der Brutvogelerfassung 2016 – Nördliches	
		Teilgebiet (/21/)	109
Abb.	40:	Ergebnisse der Brutvogelerfassung 2016 - Südliches Teilgebiet (/21/)	110
Abb.	41:	Bewertung von Teilen des Untersuchungsgebietes hinsichtlich ihrer	
		Bedeutung für Brutvögel (/21/)	112
Abb.	42:	Ergebnisse der Rastvogelerfassung - Nördliches Teilgebiet (/21/)	116
Abb.	43:	Ergebnisse der Rastvogelerfassung - Südliches Teilgebiet (/21/)	117
Abb.	44:	Bewertung Rastvogelvorkommen 2016 - Nördlicher Teilbereich (/21/)	120
Abb.	45:	Fledermauserfassung 2016 - Untersuchungsbereiche und	
		Methoden (/12/)	121
Abb.	46:	Untersuchungsgewässer Amphibienerfassungen 2011 /2016 (/63/)	129
Abb.	47:	Probestrecken Heuschreckenerfassung 2016 (/63/)	135
Abb.	48:	Auszug RROP Landkreis Wittmund (2006)	147
Abb.	49:	Auszug RROP Landkreis Friesland (2004)	150
Abb.	50:	Querprofildarstellung in Jabron (Beispiel der Pegelstelle Hohemey	
		am Friedeburger Tief, Ausgangszustand)	174
Abb.	51:	Bewuchs im Gewässerbett der Bitze	175
Abb.	52:	Flurabstandsdifferenzen zum Zeitschnitt 2038 - Ausschnitt	185
Abb.	53:	Flurabstände zum Zeitschnitt 2038 – Ausschnitt	186
Abb.	54:	Theoretische vernässungsbedingte Brutplatzverluste bei	
		Zeitschnitt2038 (mit Gegenmaßnahmen)	197
Abb.	55:	Flurabstandsdifferenzen zum Zeitschnitt 2060 - Ausschnitt	202
Abb.	56:	Flurabstände zum Zeitschnitt 2060 - Ausschnitt	203
Abb.	57:	Theoretische vernässungsbedingte Brutplatzverluste bei	
		Zeitschnitt 2060 (mit Gegenmaßnahmen)	210
Abb.	58:	Flurabstandsdifferenzen zum Zeitschnitt 2080 - Ausschnitt	215



Abb.	. 59: Flurabstände zum Zeitschnitt 2080 - Ausschnitt	217
Abb	. 60: Theoretische vernässungsbedingte Brutplatzverluste bei	
	Zeitschnitt 2080 (mit Gegenmaßnahmen)	224
Abb	. 61: Flurabstandsdifferenzen zum Zeitschnitt 2100 - Ausschnitt	229
Abb	. 62: Flurabstände zum Zeitschnitt 2100 - Ausschnitt	230
Abb	. 63: Potenzielle senkungsbedingte Brutplatzverluste bei	
	Zeitschnitt 2100 (mit Gegenmaßnahmen)	236
Abb	. 64: Flurabstandsdifferenzen zum Zeitschnitt 2120 - Ausschnitt	241
Abb	. 65: Flurabstände zum Zeitschnitt 2120 - Ausschnitt	243
Abb	. 66: Potenzielle senkungsbedingte Brutplatzverluste bei	
	Zeitschnitt 2120 (mit Gegenmaßnahmen)	249
Abb	. 67: Maximale Senkungen am Ems-Jade-Kanal in 2120	251
Abb	. 68: Longitudinale Dispersivität in Abhängigkeit von der Ausbreitungs-	
	länge aus unter-schiedlichen Feldversuchen (nach Gelhar /50/)	255
Abb	. 69: Ableitung der Verteilung der Salzkonzentration	258
Abb	. 70: Übersicht über beprobte Grundwassermessstellen	258
Abb	. 71: konstruierte Verteilung der Salzkonzentration im oberen Bereich	
	des Grundwasserleiters	259
Abb	. 72: konstruierte Verteilung der Salzkonzentration im unteren Bereich	
	des Grundwasserleiters	260
Abb	. 73: PECLET-Zahl	262
Abb	. 74: COURANT-Zahl	262
Abb	. 75: berechneter Ausgangszustand der Salzkonzentration im oberen	
	Bereich des Grundwasserleiters	264
Abb	. 76: berechneter Ausgangszustand der Salzkonzentration im unteren	
	Bereich des Grundwasserleiters	264
Abb	. 77: berechneter Ausgangszustand der Salzkonzentration - 3D-Ansicht.	265
Abb	. 78: Zeitschnitt 2050 - Verteilung der Salzkonzentration im oberen	
	Bereich des Grundwasserleiters	267
Abb	. 79: Zeitschnitt 2050 - Verteilung der Salzkonzentration im unteren	
	Bereich des Grundwasserleiters	268
Abb	. 80: Zeitschnitt 2090 - Verteilung der Salzkonzentration im oberen	
	Bereich des Grundwasserleiters	269
Abb	. 81: Zeitschnitt 2090 - Verteilung der Salzkonzentration im unteren	
	Bereich des Grundwasserleiters	270
Abb	. 82: Zeitschnitt 2166 - Verteilung der Salzkonzentration im oberen	
	Bereich des Grundwasserleiters	271

Seite 9 von 313



Abb.	83:	Zeitschnitt 2166 - Verteilung der Salzkonzentration im unteren	
		Bereich des Grundwasserleiters	. 272
Abb.	84:	Verlauf der Süß-/Salzwassergrenze im oberen Bereich des	
		Grundwasserleiters in den kommenden 150 Jahren	. 273
Abb.	85:	Verlauf der Süß-/Salzwassergrenze im unteren Bereich des	
		Grundwasserleiters in den kommenden 150 Jahren	.274

Tab. 1: Schadensgrenzen für Muldenlage (/47//57/)	Tabe	ellenverzeichnis	Seite
Tab. 3: relevante Datensätze in den jeweiligen Objektkategorien	Tab.	1: Schadensgrenzen für Muldenlage (/47/ /57/)	22
Tab. 4: Gegenüberstellung von max. Bodenbewegungen im Jahr 2317 und Schadensgrenzen	Tab.	2: Schadensgrenzen nach Objektkategorie	22
und Schadensgrenzen	Tab.	3: relevante Datensätze in den jeweiligen Objektkategorien	26
Tab. 5: max. Bodenbewegungen an den Schöpfwerken	Tab.	4: Gegenüberstellung von max. Bodenbewegungen im Jahr 2317	
Tab. 6: Wirkfaktoren der Bodensenkung und damit einhergehender Gegenmaßnahmen		und Schadensgrenzen	27
Gegenmaßnahmen	Tab.	5: max. Bodenbewegungen an den Schöpfwerken	29
Tab. 7: Vermessungswerte der Wasserspiegellagen im Vergleich mit Pegelmessungen	Tab.	6: Wirkfaktoren der Bodensenkung und damit einhergehender	
Pegelmessungen		Gegenmaßnahmen	50
Tab. 8: Messergebnisse am Pegel Friedeburg bei mittleren Abflussverhältnissen	Tab.	7: Vermessungswerte der Wasserspiegellagen im Vergleich mit	
Abflussverhältnissen		Pegelmessungen	53
Tab. 9: Messergebnisse am Schöpfwerk Kalbsschloot	Tab.	8: Messergebnisse am Pegel Friedeburg bei mittleren	
Tab. 10: Schichteinheiten des Grundwassermodells im Vergleich mit der "Hydrostratigraphischen Gliederung Niedersachsens" (/13/)		Abflussverhältnissen	56
"Hydrostratigraphischen Gliederung Niedersachsens" (/13/)	Tab.	9: Messergebnisse am Schöpfwerk Kalbsschloot	57
Tab. 11: Auswertung bauzeitlicher Grundwasserentnahmen	Tab.	10: Schichteinheiten des Grundwassermodells im Vergleich mit der	
Tab. 12: Kennwerte der Kalibrierung		"Hydrostratigraphischen Gliederung Niedersachsens" (/13/)	60
Tab. 13: Kurzbeschreibung Einstufung sulfatsaure Böden im Untersuchungsgebiet		•	
Untersuchungsgebiet	Tab.	12: Kennwerte der Kalibrierung	77
Tab. 14: Ergebnisse der im Brutvogelerfassung 2016 (gem. /21/)	Tab.	13: Kurzbeschreibung Einstufung sulfatsaure Böden im	
 Tab. 15: Rast-/Gastvogelvorkommen Bestandserfassungen 2016 (gem. /21/)113 Tab. 16: Bewertung der Untersuchungsfläche hinsichtlich Gastvogelvorkommen (gem. /21/)		Untersuchungsgebiet	86
Tab. 16: Bewertung der Untersuchungsfläche hinsichtlich Gastvogelvor- kommen (gem. /21/)	Tab.	14: Ergebnisse der im Brutvogelerfassung 2016 (gem. /21/)	111
kommen (gem. /21/)	Tab.	15: Rast-/Gastvogelvorkommen Bestandserfassungen 2016 (gem. /21	l/)113
Tab. 17: Ergebnisse Fledermauserfassung 2016 - nachgewiesenes	Tab.	16: Bewertung der Untersuchungsfläche hinsichtlich Gastvogelvor-	
		kommen (gem. /21/)	119
Artenspektrum (gem. /12/)122	Tab.	17: Ergebnisse Fledermauserfassung 2016 - nachgewiesenes	
		Artenspektrum (gem. /12/)	122

Seite 10 von 313



rab. 1	8: Gesamtarteniiste Amphibienkartierung 2016 (nach /63/)	. 129
Tab. 1	9: Heuschreckenerfassung 2016 (nach /63/)	. 136
Tab. 2	0: Im Untersuchungsgebiet potenziell vorkommende Fischfauna	. 141
Tab. 2	1: Im Landkreis Wittmund sowie im Untersuchungsgebiet vor-	
	kommende Libellenarten	. 144
Tab. 2	2: Zusammenstellung der ausgewählten Zeitschnitte mit den jeweiligen	
	max. Senkungen seit 1973 bzw. seit 2016	. 170
Tab. 2	3: Gewählte Fließwiderstände nach Manning-Strickler	. 175
Tab. 2	4: Teileinzugsgebietsflächen oberhalb der Pegelstandorte,	
	Ausgangszustand	. 176
Tab. 2	5: Mittelwasserabflüsse in den wesentlichen Fließgewässern,	
	Ausgangszustand	. 177
Tab. 2	6: Hydraulisch berechnete Mittelwasserstände im Ausgangszu-	
	stand (2016)	. 179
Tab. 2	7: Mittelwasserabflüsse im Friedeburger Tief und in den Nebenge-	
	wässern, Zeitschnitte 2038 bis 2120	. 181
Tab. 2	8: Standorte und Beträge der maximalen Senkung je Gewässer	. 182
Tab. 2	9: Mittelwasserspiegellagen an den Pegelstandorten für die Zeitschnitte	183
Tab. 3	0: Theoretische Brutplatzverluste bei Zeitschnitt 2080	
	(mit Gegenmaßnahmen)	. 223
Tab. 3	1: Theoretische Brutplatzverluste bei Zeitschnitt 2100 (mit	
	Gegenmaßnahmen)	. 235
Tab. 3	2: Theoretische Brutplatzverluste bei Zeitschnitt 2120 (mit	
	Gegenmaßnahmen)	. 248
Tab. 3	3: Zusammenfassende tabellarische Aufstellung der maßnahmen-	
	und schutzgutbezogenen Kompensationserfordernisse	. 291

Seite 11 von 313



Anhangsverzeichnis

- Anhang 1: mittlere Grundwasserstandsmesswerte und Kennwerte der Kalibrierung
- Anhang 2: Bodenkennwerte (BK50)
- Anhang 3: Grundwasseranalysen 2014 2017

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Gewässer, Bestandsaufnahme und Vermessung
- Anlage 2: Darstellung der Kalibrierung Grundwassergleichen
- Anlage 3: Darstellung der Kalibrierung Flurabstände
- Anlage 4: Bodentypen (BK 50) im Untersuchungsgebiet
- Anlage 5: Biotoptypenkartierung SWECO 2016
- Anlage 6: Landwirtschaftliche Nutzflächen 2016
- Anlage 7: Vorzugsvariante: Maßnahmenplanung und Monitoring
- Anlage 8: Flurabstandsdifferenzen zum Zeitschnitt 2038
- Anlage 9: Landwirtschaftliche Nutzflächen 2038
- Anlage 10: Flurabstandsdifferenzen zum Zeitschnitt 2060
- Anlage 11: Landwirtschaftliche Nutzflächen 2060
- Anlage 12: Flurabstandsdifferenzen zum Zeitschnitt 2080
- Anlage 13: Landwirtschaftliche Nutzflächen 2080
- Anlage 14: Flurabstandsdifferenzen zum Zeitschnitt 2100
- Anlage 15: Landwirtschaftliche Nutzflächen 2100
- Anlage 16: Flurabstandsdifferenzen zum Zeitschnitt 2120
- Anlage 17: Landwirtschaftliche Nutzflächen 2120
- Anlage 18: Monitoring Grundwasser

Seite 12 von 313



Verwendete Unterlagen

Für die Erstellung des vorliegenden Berichtes wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen genutzt:

- /1/ Ad-Hoc-AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung (KA 5). 5. Aufl., 438 S.; Hannover.
- /2/ ALKIS-Daten, Stand 01/2017.
- /3/ ALKIS Objektartenkatalog, ALKIS-OK NRW auf Basis AFIS-ALKIS-ATKIS Fachschema 6.0.1 (Stand 31.05.2009).
- /4/ Aufschlussarchiv der Fachstelle für Baugrund- und Bebauungsfragen in Bergbaugebieten der DMT GmbH & Co. KG.
- /5/ Behm, K & T. Krüger (2013): Verfahren zur Bewertung von Vogelbrutgebieten in Niedersachsen. Inform. d. Naturschutz Niedersachs. 33: 55-69.
- /6/ Bioconsult (2007): Pilotprojekt Marschgewässer Niedersachsen Befischung und Bewertung ausgewählter Marschgewässer in Niedersachsen. Gutachten im Auftrag des Unterhaltungsverbandes Kehdingen. Bremen.
- /7/ Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Auflage, S. 865. Wien.
- /8/ Breuer, W. (1994): "Naturschutzfachliche Hinweise zur Anwendung der Eingriffsregelung in der Bauleitplanung"; In: Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen, Heft 1/94, 60 S. Hannover.
- /9/ Breuer, W. (2006): Aktualisierung "Naturschutzfachliche Hinweise zur Anwendung der Eingriffsregelung in der Bauleitplanung"; In: Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen, Beiträge zur Eingriffsregelung V, Heft 1/06, 72 S. Hannover.
- Meyer, L., Klingenberg, K., Kolster, H., Kruse, S., Schmidt, A. (1998): Beiträge zur Fischfauna von Ostfriesland Untersuchungen in den Gewässern des Bezirksfischereiverbandes für Ostfriesland e.V. (BVO) vom Juli 1997. Zoologisches Institut der TU Braunschweig. Arbeitsgruppe Fischökologie.
- /11/ Bug, J., Engel, N., Gehrt, E. u. Krüger, K. (2017): Vorläufige Kurzdokumentation "Schutzwürdige Böden in der BK50". Stand 20.12.2017. LBEG Hannover.
- /12/ Büro SINNING (2017: Faunistische Erfassung 2016 Kavernenanlagen Etzel (LK Friesland, LK Wittmund) Bestand und Bewertung. Unveröffentl. Gutachten im Auftrag der STORAG ETZEL GmbH. Edewecht-Wildenloh.

Seite 13 von 313



- /13/ CONSULAQUA Hildesheim Geo-Infometric (2016): Bearbeitung der hydrogelogischen und wasserwirtschaftlichen Aspekte einer Auswirkungsprognose für 99 Kavernen, Dokumentation der Aktualisierung des numerischen Grundwassermodells (Zeitraum November 2015 Juni 2016), Hildesheim.
- /14/ DIN 4220 (2008): Bodenkundliche Standortbeurteilung Kennzeichnung, Klassifizierung und Ableitung von Bodenkennwerten. Berlin (Beuth).
- Drachenfels, O. v. (2012): Einstufungen der Biotoptypen in Niedersachsen
 Regenerationsfähigkeit, Wertstufen, Grundwasserabhängigkeit, Nährstoffempfindlichkeit, Gefährdung. Inform. d. Naturschutz Niedersachs.
 Nr. 1 (1/12): 1-60.
- Drachenfels, O. v. (2016): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlich geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie, Stand Juli 2016. -Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. Heft A/4, 326 Seiten
- /17/ Drv/Nabu Deutscher Rat für Vogelschutz/Naturschutzbund Deutschland (Hrsg.) (2016): Rote Liste der Brutvögel Deutschlands. In: Berichte zum Vogelschutz. Heft Nr. 52. 176 S..
- /18/ Eickemeier, Ralf; Schäfers, Annika: Prognose der Senkungen und weiterer Bodenbewegungs- und Bodenverformungsgrößen für die Kavernenanlage Etzel mit 99 Kavernen, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover, 31.10.2016.
- /19/ Geologisches Büro C. Seidel (2017): Fließgeschwindigkeitsmessungen an den Pegelstandorten in den Hauptvorflutern.
- /20/ Geologisches Büro C. Seidel (2017): Fördermengen der Brunnen der STORAG ETZEL GmbH.
- /21/ Gerjets, D. (2017): Brut- und Gastvogelerfassungen STORAG ETZEL GmbH. Unveröffentl. Gutachten im Auftrag der STORAG ETZEL GmbH. Friedeburg.
- /22/ GEW Wilhelmshaven GmbH (2017): Fördermegen Wasserwerk Kleinhorsten.
- /23/ Grontmij GmbH (2013). Rahmenbetriebsplan Etzel, Umweltverträglichkeitsstudie (UVS). Teil I: Beschreibung und Bewertung von Natur und Landschaft; unveröffentlichter Auszug.
- /24/ Grün, Emanuel: Planung von Hochleistungsstreben unter Berücksichtigung der Umweltverträglichkeit in Bezug auf Bauwerksprophylaxe und

Seite 14 von 313



- Bergschadenserwartung,
- Freiberger Forschungshefte, A 847 Bergbau und Geotechnik, (1998).
- /25/ Grün, Emanuel; Pöller, Heinz; Pohl, Frank: Klassifizierung von Bauwerken an der Tagesoberfläche hinsichtlich Empfindlichkeit und Möglichkeiten zu ihrem Schutz gegenüber bergbaulichen Einwirkungen, Das Markscheidewesen 3/03, Jahrgang 110 (2003), Verlag Glückauf GmbH,
- /26/ Gunreben, M., & Boess, J. (2015): Schutzwürdige Böden in Niedersachsen Arbeitshilfe zur Berücksichtigung des Schutzgutes Boden in Planungs- und Genehmigungsverfahren. GeoBerichte 8: 3., überarb. Aufl., 47 S., 16 Abb., 8 Tab., 6 Anh.; Hannover.
- /27/ Günther, R. (1996): Die Amphibien und Reptilien Deutschlands. Jena, Gustav Fischer Verlag.
- /28/ Haarhoff, T. (1990): "Bestimmung der Eingangsgrößen für die Entnahmesteuerung in der Grundwasserbewirtschaftung", Mitteilungen Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau der Universität Hannover, Heft 71, S. 1 132, Hannover.
- /29/ Hilmer, Klaus: Schäden im Gründungsbereich Verlag Ernst & Sohn (1991).
- /30/ Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH (2017): Jabron 7.0 Benutzerdokumentation.
- /31/ Ingenieurgesellschaft Nordwest mbH (2017): Terrestrische Vermessungen der Fließgewässer.
- /32/ IVG Caverns GmbH (Hrsg.) (2012): Leitbild "Kulturlandschaft Etzel" Abschlussdokumentation zur Leitbildentwicklung.
- /33/ Köhler, B. & A. Preis (2000): Erfassung und Bewertung des Landschaftsbildes Grundlagen und Methoden zur Bearbeitung des Schutzguts »Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft« in der Planung. In. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen. Heft 1/00. S. 3-60.
- /34/ Kratzsch, Helmut: Bergschadenkunde
 Deutscher Markscheider-Verein e.V., Bochum (5. Auflage 2008).
- /35/ Krüger, T. & M. Nipkow (2015): Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Brutvögel, 8. Fassung, Stand 2015. Inform. d. Naturschutz Niedersachs. Heft 5/2015.
- /36/ Krüger, T.; Ludwig, J.; Südbeck, P.; Blew, J. & Oltmanns, B. (2013): Quantitative Kriterien zur Bewertung von Gastvogellebensräumen in Niedersachsen. 3. Fassung, Stand 2013 Inform. d. Naturschutz Niedersachs. 2/2013: 70-87.

Seite 15 von 313



- /37/ Kühnel, K.-D., A. Geiger, H. Laufer, R. Podloucky & M. Schlüpmann (2009)
 Rote Liste und Gesamtartenliste der Lurche (Amphibia) Deutschlands. In:
 Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 1:
 Wirbeltiere. Hrg. BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ. 259-288.
- /38/ Landkreis Wittmund, Untere Wasserbehörde (UWB) (2016): Unterlagen und Angaben zur Geometrie der Stillgewässer.
- /39/ Landkreis Wittmund, Untere Wasserbehörde (UWB) (2018): Hochwasserabflussspenden bei hundertjährlichem Hochwasser.
- /40/ Landschaftsrahmenplan Landkreis Friesland (1996)
- /41/ Landschaftsrahmenplan Landkreis Wittmund (2007)
- ML Nds. Min. f. Ernährung, Landwirtsch. u. Forsten (Hrsg.) (2002): Leitlinie Naturschutz und Landschaftspflege in Verfahren nach dem Flurbereinigungsgesetz. Herausgegeben v. In: Info Dienst Naturschutz Nds. 2/2002, Schr. Reihe des Nlö. Hannover.
- /43/ Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) (2018): Abflussspenden bei Mittelwasser aus Regionalisierung, Einzugsgebiet des Friedeburger Tiefs bis zum Dangaster Siel.
- /44/ Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) (2017): Geodaten zu Gewässerkilometrierung und Querbauwerken, ESRI-Shapes.
- /45/ Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) (2017): Messungen an den Registrierpegeln Friedeburg und Hohemey.
- /46/ NMELF Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.) (2002): Leitlinie Naturschutz und Landschaftspflege in Verfahren nach dem Flurbereinigungsgesetz. - Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 22 (2): 57-136; Hildesheim.
- /47/ Otto W. Wetzel (Hrsg): Wendehorst Bautechnische Zahlentafeln, Beuth Verlag (2009).
- /48/ Planungsgruppe Freiraum (2007): Kompensationskonzept Kavernenanlage Etzel. Unveröffentl. Gutachten im Auftrag der IVG Kavernen GmbH. Oldenburg.
- /49/ Podloucky, R. & C. Fischer (2013): Rote Listen und Gesamtartenlisten der Amphibien und Reptilien in Niedersachsen und Bremen, 4. Fassung, Stand Januar 2013. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 4/2013: 121-168.

Seite 16 von 313



- /50/ Rausch, R., Schäfer, W., Wagner, Ch. (2002): Einführung in die Transportmodellierung im Grundwasser. - 183 S., 58 Abb., 9 Tab.; Berlin, Stuttgart (Gebrüder Borntraeger).
- /51/ Regionales Raumordnungsprogramm Landkreis Friesland (2004)
- /52/ Regionales Raumordnungsprogramm Landkreis Wittmund (2006)
- /53/ Renger, M., Wessolek, G. & Riek, W. (1996): Auswirkungen der Grundwasserentnahme auf Land- und Forstwirtschaft. Nds. Akad. Geowiss. Veröff. ,11: 75-84, 8 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- /54/ Richtlinie für Windenergieanlagen, Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung, ENTWURF Januar 2012 Schriften des Deutschen Instituts für Bautechnik, Reihe B, Heft 8
- /55/ Schäfer, W., Gehrt, E., Müller, U., Blankenburg, J. & Gröger, J. (2010): Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten. Geofakten 24: 9 S., 4 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- /56/ Scheffer, F.; Schachtschabel, P. (2010): Lehrbuch der Bodenkunde. 16. Aufl. Heidelberg.
- /57/ Schürken, Johannes; Finke, Detlev: Bewertung von Bergschäden Theodor Oppermann Verlag, Isernhagen (3. Auflage 2008)
- /58/ Sielacht Bockhorn-Friedeburg (2017): Informationen zum Betrieb des Schöpfwerks Kalbsschloot.
- /59/ Sielacht Bockhorn-Friedeburg (2017): Informationen zur Sielbewirtschaftung und zum Gewässerausbau.
- /60/ Stasch, D. (1996): "Umweltverträglichkeit der Bodennutzung im Langenauer Ried", Hohenheimer Bodenkundliche Hefte, Heft 30, ISSN 0942-0754, Stuttgart.
- /61/ STORAG ETZEL GmbH (2016): Digitales Geländemodell aus Laserscan-Befliegung
- /62/ Südbeck et al (2005): Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Radolfzell. S. 792.
- /63/ Sweco GmbH (2017): Kavernenspeicher Etzel Aktualisierungen der biologischen Kartierungen. Unveröffentl. Gutachten im Auftrag der STORAG ETZEL GmbH, Friedeburg.



1 Einleitung und Veranlassung

Die STORAG ETZEL GmbH (STORAG ETZEL) betreibt im Kavernenfeld Etzel zurzeit 75 Öl- und Gaskavernen, die ab den frühen 1970er Jahren im Salzstock Etzel im Solverfahren erstellt wurden. Darüber hinaus besteht eine Ausbaureserve von 24 Kavernen auf insgesamt 99 genehmigte Kavernenstandorte. Für diese Anzahl von existierenden und potentiell baufähigen Kavernen wurde ein Betriebsmodell bis zum Jahr 2117 entwickelt, das die Basis für eine Senkungsprognose bildet. Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) hat im November 2016 eine Senkungsprognose unter Berücksichtigung aller 99 Kavernen mit einer Betriebszeit von jeweils 100 Jahren und einer anschließenden Verwahrungsdauer von weiteren 200 Jahren, d.h. bis zum Jahr 2317, vorgelegt. Aus dieser Senkungsprognose ergibt sich aufgrund der Kavernenkonvergenz eine Senkungsmulde über dem Kavernenfeld, die im Jahr 2117 einen maximalen Senkungswert von ca. 2,5 m bezogen auf den Beginn der Senkungen etwa in 1973 im Zentrum der Mulde aufweist. Im Verwahrungszeitraum von 2117 bis 2317 kommen nur noch sehr geringe, praktisch vernachlässigbare Senkungen hinzu.

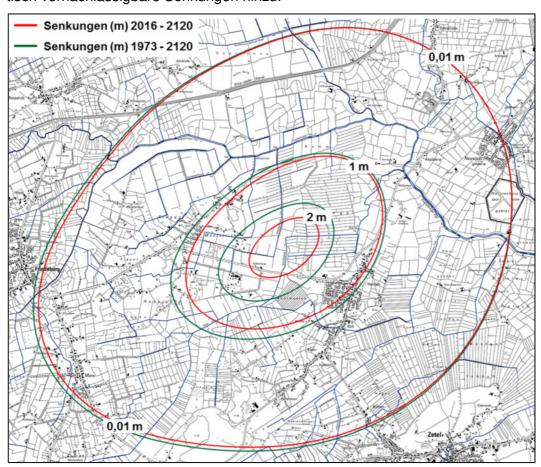


Abb. 1: Überblick - Senkungen



In Abb. 1 ist die Kubatur des von der BGR berechneten Senkungstrogs dargestellt, grün charakterisierende Isolinien der Gesamtsenkung seit 1973 und rot charakterisierende Isolinien der Senkungen ab 2016. Als Endzeitpunkt ist in Abb. 1 das Jahr 2120 genannt. Dieser Eintrag resultiert daher, dass die BGR für diesen Zeitschnitt eine Senkungsverteilung berechnet hat. Diese Senkungsverteilung kann mit der für 2117 und auch mit der für 2317 gleichgesetzt werden, da - wie oben bereits erwähnt - nach der vorgesehenen Verwahrung in 2117 nur noch vernachlässigbare Senkungen zu erwarten sind. Das Senkungszentrum liegt unmittelbar nördlich der Bundesstraße 436, wo die Schiffsbalje und der Kalbsschloot in kurzer Entfernung parallel verlaufen. Die bisherigen maximalen Senkungen betragen ca. 0,5 m im Zentrum der Mulde.

STORAG ETZEL hat die DMT GmbH & Co. KG (DMT) mit der Erarbeitung einer Auswirkungsanalyse bis zum Verwahrungszeitpunkt beauftragt. DMT wird von den beiden Büros Lippe Wassertechnik GmbH (LW) und H&M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG (H&M) fachlich unterstützt. LW bearbeitet die hydrologischen Aufgaben und H&M ist der Fachgutachter für die Ökologie.

In diesem Bericht werden die zu erwartenden Auswirkungen der Senkungen und der übrigen Bodenbewegungen wie Schiefstellung, Längenänderung (Zerrung/Pressung) und Krümmung auf die verschiedenen Schutzgüter beschrieben. Bei diesen Einflüssen ist eine grundsätzliche Zweiteilung zu beachten. Auf die natürlichen Schutzgüter wie

- Oberflächengewässer,
- Grundwässer und damit auch die Süß-/Salzwassergrenze und
- Ökologie (Natur und Landschaft)

wirken sich ausschließlich die Senkungen aus. Abgeleitete Größen wie die o. g. Schiefstellung, Längenänderung und Krümmung haben keinen Einfluss auf sie. Auswirkungen der zu erwartenden Senkungen auf die hydrogeologischen Verhältnisse sind zudem nur oberflächennah zu erwarten, da sich das Gebirge oberhalb des Salzstocks plastisch verformt. Auf die anderen Schutzgüter Bebauung und Infrastruktur wirken sich die übrigen Bodenbewegungen Schiefstellung, Längenänderung und Krümmung aus.

Für die Bearbeitung der natürlichen Schutzgüter sollte ein numerisches Grundwasserströmungsmodell als zentrales Werkzeug verwendet werden, das die Hydrogeologie mit der Hydrologie (Oberflächengewässer) und der Ökologie verbindet. Mit

Seite 19 von 313



diesem Grundwasserströmungsmodell sollen die in Folge der Senkungen und geeigneter Maßnahmen zu erwartenden Auswirkungen auf die Grundwassersituation und insbesondere auf die Flurabstände berechnet werden. Über die Flurabstände wirken sich die Senkungen u. a. auf die Ökologie, die landwirtschaftliche Nutzung sowie auf bestehende Planungen (z. B. Regional-/Landschaftsplanung) aus.

Das zentrale Anliegen der hydrologischen Untersuchungen und Berechnungen wie auch der Grundwassermodellierung ist die Findung geeigneter und an die Landschaft angepasster Maßnahmen, so dass eine weitgehend ungehinderte Nutzung des Senkungsbereichs wie bisher möglich bleibt. Bei diesen Maßnahmen sind die Einflüsse auf Natur und Landschaft zu berücksichtigen.

Außerdem sollten die in Zukunft zu erwartenden Auswirkungen auf die Süß-/Salzwassergrenze untersucht werden. Hierzu wurde das numerische Grundwasserströmungsmodell zu einem instationären Stofftransportmodell erweitert, das die Ausbreitung der im Grundwasser gelösten Salze berechnet.

Daneben sollte der erforderliche naturschutzrechtliche Kompensationsbedarf ermittelt werden. Außerdem sollte für alle genannten Bereiche wie Bebauung und Infrastruktur, Oberflächengewässer, Grundwasser und Ökologie jeweils ein angepasstes Monitoringsystem, dass über die kommenden Jahre die Auswirkungen auf die Schutzgüter beobachtet und im Sinne einer Beweissicherung festhält, erarbeitet werden.

Bei der Auswirkungsanalyse handelt es sich um szenarienhafte Untersuchungen, die auf Basis der Senkungsprognose der BGR (2016) und deren Rahmenbedingungen erstellt wurde. Ob der Ausbau- und Betriebszustand – 99 Standorte und 100 Jahre Betriebszeit – mit seinen Senkungsfolgen tatsächlich erreicht wird, ist vor dem Hintergrund energiepolitscher und wirtschaftlicher Veränderungen heute nicht absehbar. Aufgrund der berücksichtigten Modellparameter können die Senkungen und damit auch die Untersuchungsergebnisse als konservativ, das heißt "auf der sicheren Seite liegend", angesehen werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn nicht die Zeitentwicklung, sondern die Gesamtsenkung als Maßstab für das Handeln und Einleiten von Gegenmaßnahmen angesetzt wird.



2 Bebauung und Infrastruktur

2.1 Vorgehensweise

2.1.1 Allgemeine Unterlagen

Durch Kriechvorgänge im Salz verringert sich - in Abhängigkeit der Gebirgs- und Kavernenparameter - das Kavernenvolumen kontinuierlich (Konvergenz). Das darüber liegende, vorwiegend plastische Gebirge folgt diesen Konvergenzbewegungen nach geomechanischen Gesetzmäßigkeiten. Dieses führt dann wiederum zu Bodenbewegungen an der Tagesoberfläche. Dabei entspricht das Volumen des Senkungstroges an der Tagesoberfläche in etwa dem kumulierten Konvergenzvolumen der Kavernen. Die Bodenbewegungen finden jedoch nicht nur senkrecht oberhalb der Kavernenfläche sondern auch mit seitlicher Ausdehnung statt. An der Tagesoberfläche bildet sich dadurch eine ausgedehnte, flache Senkungsmulde.

Im Einwirkungsbereich der Kavernen treten unterschiedliche Bodenbewegungen wie Senkungen, Verschiebungen, Zerrungen und Pressungen sowie Schieflagen und Krümmungen auf.

Eine gleichmäßige Senkung ist für Bauwerke im Allgemeinen nicht schädlich, erst bei Senkungsdifferenzen können Schäden entstehen. Das gleiche gilt für (horizontale) Verschiebungen, erst die aus Verschiebungsdifferenzen entstehenden Zerrungen und Pressungen können schädigend wirken.

Ungleichmäßige Senkungen führen in der Regel zur Bildung von Rissen oder zu Schiefstellungen. Die Ursachen solcher Schäden können neben der Untergrundsituation auch in der Architektur (z. B. asymmetrische Belastung, unterschiedliche Gründungstiefen) als auch in dem gewählten Gründungssystem, der Nachbarbebauung oder in der gewählten Baumethode begründet sein.

Da die Senkungsprognose auf einem Maximalszenario basiert, wurden für die Auswirkungen größtmögliche Bodenbewegungen berücksichtigt.

Seite 21 von 313

2.1.2 Beurteilungskriterien

Bei der Beurteilung der Empfindlichkeit von Bauwerken sind die nachfolgenden Haupteinflussfaktoren maßgeblich (/25/):

- Länge des Objektes
- Gestalt des Baukörpers
- Gründung des Objektes
- Beschaffenheit des Baugrundes
- Gebäudekonstruktion
- Vorhandene bzw. geplante Bauwerkssicherung
- Allgemeiner technischer Zustand

In der Literatur finden sich unterschiedliche Schadensgrenzen für die jeweiligen Bodenbewegungen, ab denen Schäden auftreten können. In der Interaktion zwischen Baugrund und Bauwerk werden häufig die sogenannten Winkelverdrehungen und die daraus resultierenden Krümmungsradien zur Beurteilung benutzt.

Bei der Winkelverdrehung handelt es sich um die Senkungsdifferenz zweier benachbarter Punkte im Verhältnis zum Abstand dieser beiden Punkte. Bei einer Winkelverdrehung von 1/1.000 haben sich also 2 Punkte im Abstand von 1 m (1.000 mm) um 1 mm unterschiedlich gesenkt bzw. gesetzt. Hierbei ist auch noch zwischen der Muldenlage und der Sattellage zu unterscheiden (Abb. 2). Bei der als schädigender einzustufenden Sattellage sind die in der Tab. 2 genannten Werte der Winkelverdrehungen zu halbieren, d. h. die Radien vervierfachen sich (/29//47/).

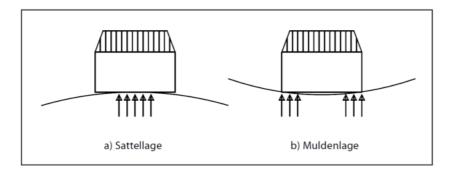


Abb. 2: Sattel- und Muldenlage

Seite 22 von 313



Die nachfolgende Tab. 1 gibt einen Überblick über die Schadensgrenzen bei Muldenlage.

Tab. 1: Schadensgrenzen für Muldenlage (/47//57/)

Schadensgrenzen	Winkel- verdrehung in mm/m	Krümmungs- radius in m
keine Schäden	1/1.000	5.000
für setzungsempfindliche Maschinen	1/750	2.800
für Rahmen mit Ausfachung	1/600	1.800
zur Vermeidung jeglicher Risse	1/500	1.250
für erste Risse in tragenden Wänden	1/300	450
allg. Schadensgrenze - erhebliche Risse in tragenden Wänden	1/100	110

Grün (/24/) setzt nicht die Winkelverdrehung des Bauwerkes an, sondern gibt Schadensgrenzen der einzelnen Bodenbewegungselemente in Abhängigkeit von Objektkategorien an. Die Objektkategorien ergeben sich aus in ihrer Empfindlichkeit gegenüber den auftretenden Bodenbewegungen. Tab. 2 gibt einen Überblick über die verschiedenen Kategorien, beispielhafte Objekte und deren Schadensgrenzen nach Schieflage, Krümmungsradius und Längenänderung.

Tab. 2: Schadensgrenzen nach Objektkategorie

Objekt- kategorie	Beispiele	Schief- lage in mm/m	Krüm- mungs- radius in km	Längen- änderung in mm/m
0	Historische Bauwerke, Chemieanlagen, Kraftwerke	1,0	50	0,5
I	Industrieanlagen, Denkmäler	2,5	20	1,5
II	städtische Bebauung, Bahn- gleise, Rohrleitungen	5,0	12	3,0
Ш	Flachbauten, Straßen, Kabel	10,0	6	6,0
IV	Lagerhallen, Massivbau- werke	15,0	4	9,0

Seite 23 von 313



Zur Beurteilung der auftretenden Bodenbewegungen auf die Bebauung und bauliche Anlagen wird auf die in Tab. 2 genannten Schadensgrenzen, ab denen Schäden entstehen können, zurückgegriffen, die zum Teil erheblich unter denen in (/29//47/) genannten liegen. Die verwendeten Schadensgrenzen stammen aus dem Steinkohlenbergbau, in dem die Bodenbewegungen erheblich schneller nach dem Abbau der Lagerstätte an der Tagesoberfläche auftreten. So geht man von einem Zeitraum von maximal 7 Jahren aus, in dem die abbaubedingten Bodenbewegungen ablaufen. Bodenbewegungen über Salzlagerstätten treten aufgrund des viskoplastischen "Kriechens" des Salzes über einen erheblich längeren Zeitraum auf und laufen auch gleichmäßiger ab. Die verwendeten Schadensgrenzen stellen also ein "auf der sicheren Seite liegendes" Beurteilungskriterium dar.

2.1.3 Festlegung des maximalen Einwirkungsbereiches

Der Betrachtungsraum wurde auf der Grundlage der maximalen Ausdehnung der prognostizierten Bodenbewegungen der Objektkategorie 0 festgelegt. Das heißt, es wurde die größte räumliche Ausdehnung der Grenzwerte für die empfindlichste Kategorie 0 bis zum Jahr 2317 (Ende des Prognosezeitraums) verglichen.

In Abb. 3 sind die Umringe für die Bereiche dargestellt, in denen die einzelnen Hauptwerte der Bodenbewegungen die Schadensgrenzen der Objektkategorie 0 überschreiten. Hierbei ist die Schieflage (VStRz) durch die rote Linie gekennzeichnet, die Pressung (EPS 2) durch die grüne Linie und die Zerrung (EPS 1) durch den Bereich zwischen den beiden blauen Linien.

Seite 24 von 313



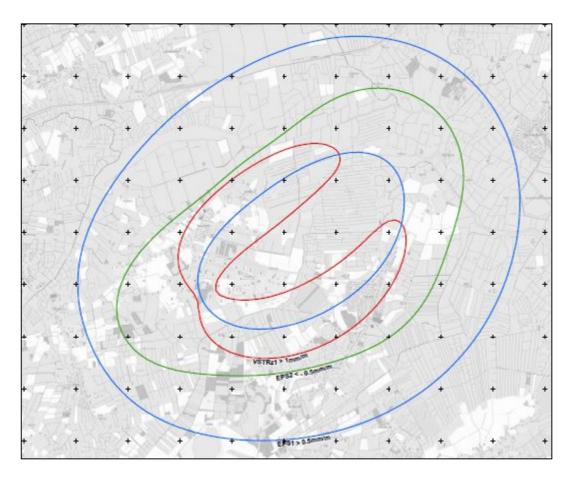


Abb. 3: Umringe der Objektkategorie 0 bis zum Jahr 2317

Der Betrachtungsraum ergibt sich daher aus dem Gebiet in dem die Hauptwerte der maximalen Zerrung 0,5 mm/m übersteigen.

2.1.4 Einteilung von Bebauung und Infrastruktur in Objektkategorien

2.1.4.1 Bebauung

Zur Erfassung der betroffenen Objekte wurden der DMT die aktuellen Daten aus dem ALKIS (Amtliches Liegenschaftskataster Informationssystem) von der STORAG ETZEL zur Verfügung gestellt (Stand 01/2017) (/2/). In diesem Informationssystem sind die verschiedenen Objektarten mit ihrer Lage enthalten. Zur Auswahl der relevanten Daten wurde auf den Objektartenkatalog (/3/) zurückgegriffen.

Diese Daten mussten für die Aufgabenstellung auf die wesentlichen Objektarten reduziert werden. So wurden nicht relevante Datensätze entfernt (beispielsweise Objektart 1410: *Spielfeld, Reiten* oder Objektart 4410: *Grünfläche, Denkmalsplatz*)

Seite 25 von 313



und im System enthaltene Doppelungen (beispielsweise: Objektart 3041: *Kirche* und Objektart 1140: *religiöse Einrichtung*) eliminiert. Einzelne, im ALKIS nicht enthaltene Objekte wurden manuell hinzugefügt (Kirchturm Etzel, Turm Schloss Gödens).

Bei der Durchsicht der Daten wurde festgestellt, dass es sich bei den Gebäuden der Objektart 2000 (*Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe*) aus ALKIS überwiegend um Garagen handelt. Diese wurden der Objektkategorie III zugeordnet.

Auch die in ALKIS unter der Objektart 2720 (*Land- und forstwirtschaftliche Betriebsgebäude*) geführten Objekte wurden der Objektkategorie III zugeordnet. Es handelt sich hierbei überwiegend um Flachbauten und/oder Lagerhallen und Scheunen.



Abb. 4: Beispiel: Land- und forstwirtschaftliches Betriebsgebäude

Die Wohnbebauung (Einfamilienhäuser) wurden grundsätzlich der Kategorie II zugeordnet. Gebäude mit einer Grundfläche von mehr als 400 m² wurden - aufgrund ihrer höheren Empfindlichkeit gegen bergbauliche Einwirkungen - vorsorglich eine Klasse hochgestuft und der Objektkategorie I zugeordnet.

Seite 26 von 313



Insgesamt verblieben 4.590 Datensätze, die als relevant eingestuft und den verschiedenen Objektkategorien zugeordnet wurden. Die Aufteilung der Objekte auf die Objektkategorien kann der nachfolgenden Tab. 3 entnommen werden.

Tab. 3: Relevante Datensätze in den jeweiligen Objektkategorien

Objekt- kategorie	Anzahl Objekte	Anmerkungen
0	90	Kirche Etzel, Kirche Horsten, Mühle Horsten Wasserschloss Gödens 76 Versorgungsanlagen (Kavernenspeicher)
ı	92	17 Produktionsgebäude (aufgrund ihrer Größe) 35 Gebäude (aufgrund ihrer Größe), darunter die Schule in Horsten
II	1.407	1.326 Gebäude davon 1.211 Wohngebäude 13 Brücken, 62 Durchlässe 2 Schöpfwerke
III	3.001	272 land- und forstwirtschaftliche Betriebsge- bäude 897 Bundes-, Kreis-, Gemeindestraßen etc 1.959 Garagen
Summe	4.590	

2.1.4.2 Öffentliche Ver- und Entsorgung

Im Bereich der öffentlichen Ver- und Entsorgung fallen nach /25/ Kabel in die Objektkategorie III und Leitungen in die Objektkategorie II.

Die Lage der folgenden Kabel und Leitungen wurde im Rahmen dieser Auswirkungsanalyse von STORAG ETZEL zur Verfügung gestellt, kategorisiert und bewertet:

- EWE Gasleitungen (Objektkategorie II)
- EWE Stromleitungen (Objektkategorie III)

Seite 27 von 313



- EWE Telekommunikations-Leitungen (Objektkategorie III)
- Gemeinde Friedeburg Schmutzwasserleitungen (Objektkategorie II)
- Gemeinde Friedeburg Regenwasserleitungen (Objektkategorie II)
- OOWV Trinkwasserleitungen (Objektkategorie II)

2.2 Auswirkungen auf Bebauung und Infrastruktur

2.2.1 Überblick

Zur Beurteilung der Auswirkungen der Bodenbewegungen auf Bebauung und Infrastruktur wurden die prognostizierten maximalen Bodenbewegungen der BGR im Jahr 2317 den Schadensgrenzen aus Tab. 2 gegenübergestellt. Hierbei wurde - wiederum auf der sicheren Seite liegend - angenommen, dass die Bodenbewegungen vollständig auf die Gebäude und baulichen Anlagen übertragen werden. Damit ergibt sich die in Tab. 4 zusammengefasste Bewertung.

Tab. 4: Gegenüberstellung von max. Bodenbewegungen im Jahr 2317 und Schadensgrenzen

Bodenbewegungselement	Jahr 2317	Bewertung der Auswirkungen
Max. Senkung [m]	2,57	Relevant für hydrologische Fragestel- lungen sowie Freispiegelleitungen
Max. Schieflage [mm/m]	1,4	< 2,5 - relevant für Kategorie 0
Max. Zerrungen [mm/m]	2,3	< 3 - relevant für Kategorie 0 und I
Max. Pressungen [mm/m]	5,1	< 10 - relevant für Kategorie 0 bis II
Max. Krümmungsradius [km]	> 500	>> 50, d.h. nicht schadensrelevant

Auf der Grundlage der Prognose der BGR lässt sich die folgende zeitliche Entwicklung der Bodenbewegungen ableiten:

 Die Schieflagen überschreiten die Schadensgrenzen der Objektkategorie 0 erstmals im Jahr 2075. Die Schadensgrenzen der anderen Objektkategorien werden nicht erreicht.



- Die Zerrungen überschreiten erstmals im Jahr 2018 die Schadensgrenzen der Objektkategorie 0. Im Jahr 2065 werden die Schadensgrenzen der Objektkategorie I überschritten.
- Die Pressungen haben im Jahr 2009 erstmals die Schadensgrenzen der Objektkategorie 0 erreicht. Im Jahr 2024 werden die Schadensgrenzen der Objektkategorie I überschritten und im Jahr 2056 die Schadensgrenzen der Objektkategorie II.
- Die Schadensgrenzen der Objektkategorie III werden bis zum Jahre 2317 nicht erreicht.

Im Folgenden werden die Auswirkungen der prognostizierten Bodenbewegungen auf die verschiedenen Objektkategorien bewertet.

2.2.2 Straßen, Wege, Lagerhallen und Massivbauwerke

Da die Grenzwerte der schädigenden Bodenbewegungen für die Objektkategorie III nicht erreicht werden, sind bergbaubedingte Schäden an Straßen und Wegen sowie Lagerhallen, Massivbauwerken und Flachbauten nicht zu erwarten.

2.2.3 Brücken und Schöpfwerke

Im Betrachtungsgebiet liegen zwei Schöpfwerke und 13 Brücken, die der Objektkategorie II zugeordnet sind.

Ein Schöpfwerk steht am Übergang vom Kalbsschloot in das Friedeburger Tief; das andere Schöpfwerk steht am Übergang vom Gooseschloot in das Friedeburger Tief. Da die Grenzwerte der Objektkategorie II an den beiden Schöpfwerken nicht erreicht werden, sind hier bergbaubedingte Schäden nicht zu erwarten.





Abb. 5: Schöpfwerk am Übergang Kalbsschloot in das Friedeburger Tief

Die maximalen, an den Schöpfwerken auftretenden Bodenbewegungen sind:

Tab. 5: Max. Bodenbewegungen an den Schöpfwerken

Bodenbewegung	Kalbsschloot	Gooseschloot
Senkung [m]	0,75	0,47
Schieflage [mm/m]	0,9	0,7
Zerrungen [mm/m]	1,8	2,1
Pressungen [mm/m]	0,7	0,4

Bei den Brücken handelt sich um kleine Brücken, die die örtlichen Vorfluter (Gooseschloot, Schiffsbalje, Friedeburger Tief, Kleinhorster Tief) überqueren.

Bei zwei Brücken werden die Grenzwerte der Objektkategorie II überschritten. Hierbei handelt es sich um die Brücken Horster Straße (B 436) über die Schiffsbalje und Reidelinger Weg über Schiffsbalje. Beide Brücken haben eine kompakte Bauweise und geringe Abmessungen, daher werden Schäden nicht erwartet. Vorsorglicher Weise sollten beide Bauwerke in das Monitoring-Programm aufgenommen werden.



2.2.4 Gebäude

Insgesamt wurden 3.513 Gebäude unterschiedlichster Nutzung betrachtet. Es handelt sich um Gebäude, die in ALKIS die folgenden Bezeichnungen führen:

- 1000, Wohngebäude
- 1110, Wohngebäude mit Gemeinbedarf
- 1120, Wohngebäude mit Handel und Dienstleistungen, Wohnheim
- 1210, Land- und forstwirtschaftliches Wohngebäude
- 2000, Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe
- 2010, Gebäude für Handel und Dienstleistungen
- 2100, Produktionsgebäude
- 2500, Gebäude zur Versorgung
- 2501, Gebäude- und Freifläche Versorgungsanlage
- 2600, Gebäude zur Entsorgung
- 2601, Gebäude und Freifläche Entsorgungsanlage
- 2720, Land- und forstwirtschaftliches Betriebsgebäude
- 3000, Gebäude für öffentliche Zwecke
- 3036, Veranstaltungsgebäude
- 3200, Gebäude für Erholungszwecke
- 4001, Gebäude und Freifläche Sport, Freizeit und Erholung

Da es sich bei der Objektart 2000 (Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe) überwiegend um Garagen handelt, wurden diese in die Objektkategorie III eingestuft. Gleiches gilt aufgrund ihrer geringeren Empfindlichkeit gegenüber bergbaubedingten Bodenbewegungen für die Objektarten 2720 (Land- und forstwirtschaftliches Betriebsgebäude) und 4001 (Gebäude und Freifläche Sport, Freizeit und Erholung).

Von den verbleibenden 1.382 Gebäuden fallen 48 Gebäude aufgrund ihrer Grundfläche von > 400m² in die Objektkategorie I. Damit sind 1.338 Gebäude in die Objektkategorie II einzuordnen.

Durch verschneiden der Objektkategorien mit den bergbaulichen Einwirkungen lassen sich die betroffenen Gebäude ermitteln. Insgesamt sind 27 Gebäude der Ob-

Seite 31 von 313



jektkategorie I (davon 12 Gebäude innerhalb der Betriebsflächen der Kavernenanlage) und 20 Gebäude der Objektkategorie II (davon 12 Gebäude innerhalb der Betriebsflächen der Kavernenanlage) möglicherweise von schädigenden bergbaubedingten Bodenbewegungen betroffen. (Abb. 6 und Abb. 7)

In der Objektkategorie I sind 15 Gebäude außerhalb der Betriebsflächen an den nachfolgend aufgezählten Straßen - frühestens ab dem Jahr 2032 - möglicherweise von Schäden betroffen. Die Jahreszahlen in den Klammern geben das Jahr der Erreichung der möglicherweise schädigenden Grenzwerte an.

- Conradsweg (ab 2032)
- Etzeler Dorfstraße (ab 2090)
- Fasanenweg (ab 2080)
- Friedeburger Straße (ab 2085)
- Hauptstraße (ab 2075)
- Hohler Weg (ab 2075)
- Horster Schulweg (ab 2085)
- Horster Straße (ab 2090)
- Schepkerweg (ab 2075)

In der Objektkategorie II sind 8 Gebäude außerhalb der Betriebsflächen am Conradsweg und Moorstricher Weg (in beiden Fällen ab 2075) möglicherweise von Schäden betroffen:





Abb. 6: Betroffene Bebauung der Objektkategorie I (blau umrandet)



Abb. 7: Betroffene Bebauung der Objektkategorie II (blau umrandet)

Seite 33 von 313



2.2.5 Historische Bauwerke

Im Bearbeitungsgebiet wurden vorsorglich vier Gebäude, aufgrund ihrer Bedeutung für die Region, in die Kategorie "Historische Bauwerke" (Objektkategorie 0) eingestuft. Es handelt sich hierbei um:

- die Kirche in Etzel
- die Kirche in Horsten
- die Mühle in Horsten und
- das Wasserschloss Gödens

2.2.5.1 Kirche Etzel

Im Bereich der Kirche in Etzel werden Schieflagen von mehr als 1 mm/m im Jahre 2083 erreicht; der maximale Wert von 1,3 mm/m wird zum Ende der Betriebszeit erreicht. Der Grenzwert von 0,5 mm/m für die auftretenden Zerrungen wird im Jahr 2026 überschritten, bis zum Ende der Betriebszeit steigt er auf 1,4 mm/m. Die prognostizierten Pressungen erreichen im Jahre 2058 den Grenzwert von 0,5 mm/m und steigen bis zum Ende der Betriebszeit auf knapp 0,8 mm/m.

Die Kirche in Etzel besitzt einen einfachen Grundriss mit niedriger Bauhöhe, daher ist sie bautechnisch eher in die Objektkategorie I einzuordnen, deren Grenzwerte am Standort nicht erreicht werden. Schäden werden daher nicht erwartet. Aus Vorsorgegründen sollte sie in ein Monitoring-Programm aufgenommen werden (vgl. Kapitel 6.1).

Seite 34 von 313





Abb. 8: Kirche Etzel mit separatem Kirchturm

Der zugehörige, separate Kirchturm besitzt eine kleine Grundfläche und ist damit unempfindlich gegenüber den auftretenden Längenänderungen (Zerrungen, Pressungen). Auch die geringe Schieflage von maximal 1,2 mm/m lässt keine Schäden erwarten.

2.2.5.2 Kirche Horsten

Im Bereich der Kirche in Horsten werden Schieflagen von mehr als 1 mm/m im Jahre 2100 erreicht; der maximale Wert von 1,1 mm/m wird zum Ende der Betriebszeit erreicht. Der Grenzwert von 0,5 mm/m für die auftretenden Zerrungen wird im Jahr 2044 überschritten, bis zum Ende der Betriebszeit steigt er auf 1,0 mm/m. Die prognostizierten Pressungen erreichen im Jahre 2029 den Grenzwert von 0,5 mm/m und steigen bis zum Ende der Betriebszeit auf knapp 1,4 mm/m.

Die Kirche in Horsten besitzt einen einfachen Grundriss mit niedriger Bauhöhe, daher ist sie bautechnisch eher in die Objektkategorie I einzuordnen, deren Grenzwerte am Standort nicht erreicht werden. Schäden werden daher nicht erwartet. Aus Vorsorgegründen sollte sie in ein Monitoring-Programm aufgenommen werden (vgl. Kapitel 6.1).

Seite 35 von 313





Abb. 9: Kirche Horsten mit separatem Kirchturm

Der zugehörige separate Kirchturm besitzt eine kleine Grundfläche und ist damit unempfindlich gegenüber den auftretenden Längenänderungen (Zerrungen, Pressungen). Auch die geringe Schieflage von maximal 1,1 mm/m lässt keine Schäden erwarten.

Seite 36 von 313



2.2.5.3 Mühle Horsten

Im Bereich der Mühle in Horsten werden Schieflagen von mehr als 1 mm/m im Jahre 2100 erreicht; der maximale Wert von 1,1 mm/m wird zum Ende der Betriebszeit erreicht. Der Grenzwert von 0,5 mm/m für die auftretenden Zerrungen wird im Jahr 2044 überschritten, bis zum Ende der Betriebszeit steigt er auf 1,0 mm/m. Die prognostizierten Pressungen erreichen im Jahre 2029 den Grenzwert von 0,5 mm/m und steigen bis zum Ende der Betriebszeit auf knapp 1,4 mm/m.



Abb. 10: Mühle Horsten

Die Mühle in Horsten besitzt einen einfachen Grundriss geringer Abmessungen, daher ist sie bautechnisch eher in die Objektkategorie I oder II einzuordnen, deren Grenzwerte am Standort nicht erreicht werden. Schäden werden daher nicht erwartet. Aus Vorsorgegründen sollte sie in ein Monitoring-Programm aufgenommen werden (vgl. Kapitel 6.1).

Seite 37 von 313



2.2.5.4 Wasserschloss Gödens

Am Wasserschloss Gödens in Sande werden die Grenzwerte für Objektkategorie 0 nur bei den prognostizierten Zerrungen ab dem Jahr 2089 überschritten. Die prognostizierten Werte liegen für die Schieflage mit < 0,2 mm/m und für die Pressungen mit < 0,2 mm/m erheblich unter den Grenzwerten für die Objektkategorie 0.



Abb. 11: Wasserschloss Gödens

Der maximale Wert für die auftretenden Zerrungen wird mit 0,7 mm/m zum Ende der Betriebszeit erreicht und liegt nur knapp oberhalb des Grenzwertes für die Objektkategorie 0. Da ab dem Jahr 2089 Schäden nicht ausgeschlossen werden können, ist das Wasserschloss langfristig mit in das Monitoring-Programm mit aufzunehmen (vgl. Kapitel 6.1).

2.2.6 Öffentliche Ver- und Entsorgung, Kabel, Rohrleitungen

In diesem Kapitel werden ausschließlich die öffentlichen Ver- und Entsorgungsleitungen behandelt. Kabel fallen nach /18/ /25/ in die Objektkategorie III, die Grenzwerte für diese Objektkategorie werden zu keinem Zeitpunkt erreicht. Daher sind Schäden an den Strom- und Telekommunikationsleitungen nicht zu erwarten.

Seite 38 von 313



Die EWE Gasleitungen, die Trinkwasserleitungen des OOWV sowie die Schmutzund Regenwasserleitungen der Gemeinde Friedeburg fallen in die Objektkategorie II. Die Grenzwerte für diese Objektkategorie werden bei den Zerrungen und Schieflagen nicht erreicht. Schädigend könne sich hier die Pressungen im Kernbereich des Senkungstroges auswirken (Abb. 12)

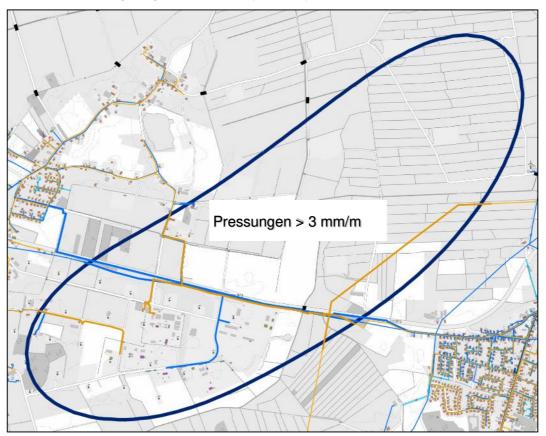


Abb. 12: Bereich mit Pressungen > 3 mm/m

Weiterhin ist ggf. bei Freispiegel-Leitungen (Abwasser und Regenwasser) die Gefälleänderungen durch die auftretenden Senkungen zu betrachten. Durch die Senkungen kann es zu einer Verringerung der Fließgeschwindigkeit oder sogar zu einer Umkehr der Fließrichtung kommen.

2.2.6.1 Schmutzwasserleitung

Die Schmutzwasserleitung (Abwasser und Regenwasser) der Gemeinde Friedeburg verläuft in west-östlicher Richtung durch den Senkungstrog (Abb. 13).

Seite 39 von 313



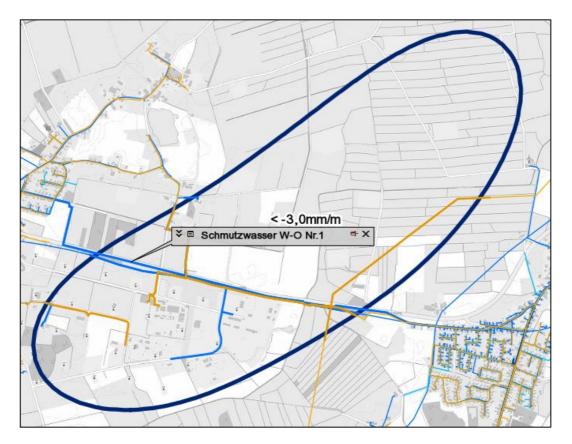


Abb. 13: Schmutzwasserleitung der Gemeinde Friedeburg

Die Schmutzwasserleitung wird in dem in der Abb. 13 erkenntlichen Bereich Pressungen bis maximal 5,1 mm/m im in der Mitte erhalten. Dabei wird das schadenstechnisch relevante Maß von > 3 mm/m erstmals im Jahr 2055 erreicht. Schäden können durch den rechtzeitigen Einbau von Sicherungselementen (z. B. Dehner, Polster etc.) gemindert oder sogar ganz vermieden werden. Nach Angaben der Gemeinde Friedeburg handelt es sich um eine Druckleitung, so dass Gefälleänderungen keine Rolle spielen.

In den Ortslagen Etzel und Horsten sind Schieflagen unterhalb von 1,3 mm/m prognostiziert. Diese Bodenbewegungen können an den Hausanschlüssen und den daran anschließenden Sammelleitungen zu Änderungen des Gefälles bis zu 1,3 ‰ führen. Schäden sind an diesen Leitungen nicht zu erwarten.

2.2.6.2 OOWV Trinkwasserleitung

Der Verlauf der Trinkwasserleitungen des OOWV (Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband) kann Abb. 14 entnommen werden.

Seite 40 von 313



Exemplarisch für die Bewertung wurde die in der obigen Abbildung mit "Trinkwasser W-O Nr. 2" bezeichnete Leitung untersucht, da sie die längste ist und durch den gesamten Bereich mit Pressungen > 3 mm/m verläuft. Die Trinkwasserleitung wird in dem in der Abb. 14 erkenntlichen Bereich Pressungen bis maximal 5,1 mm/m in der Mitte erhalten. Dabei wird das schadenstechnisch relevante Maß von > 3 mm/m erstmals im Jahr 2055 erreicht. Schäden können durch den rechtzeitigen Einbau von Sicherungselementen (z. B. Dehner, Polster etc.) gemindert oder sogar ganz vermieden werden.

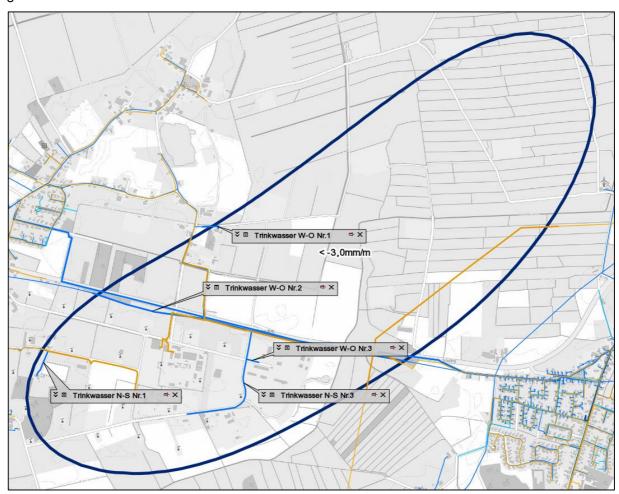


Abb. 14: Trinkwasserleitung OOWV

2.2.6.3 EWE Gasleitungen

Der Verlauf der Gasleitungen der EWE kann Abb. 15 entnommen werden. Exemplarisch für die Bewertung wurde die in der oben genannten Abbildung mit "GAS WONr. 2" bezeichnete Leitung untersucht, da sie die längste ist und fast durch den gesamten Bereich mit Pressungen > 3 mm/m verläuft. Die Gasleitung wird in dem

Seite 41 von 313



in der Abb. 15 erkenntlichen Bereich Pressungen bis maximal 5,1 mm/m in der Mitte erhalten. Dabei wird das schadenstechnisch relevante Maß von > 3 mm/m erstmals im Jahr 2055 erreicht. Schäden können durch den rechtzeitigen Einbau von Sicherungselementen (z.B. Dehner, Polster etc.) gemindert oder sogar ganz vermieden werden.

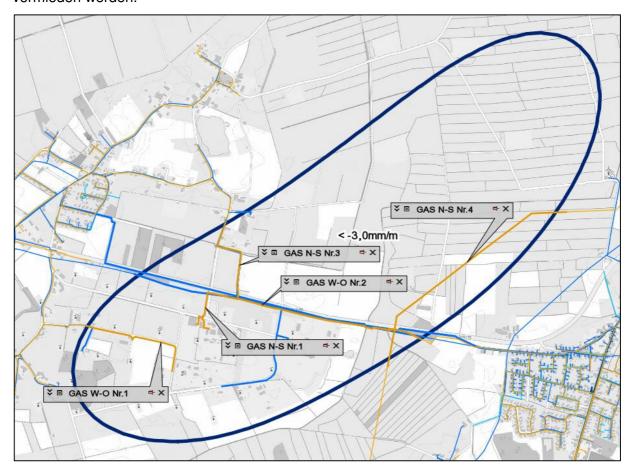


Abb. 15: EWE Gasleitungen

2.2.7 Brunnen Wasserwerk Horsten

Durch die bergbaubedingten Bodenbewegungen ergeben sich Verschiebungen an der Tagesoberfläche in Richtung des Senkungsschwerpunktes. In Abb. 16 sind die Verschiebungen der Tagesoberfläche an den Kopfpunkten der Brunnen des Wasserwerkes Horsten angegeben.

Seite 42 von 313



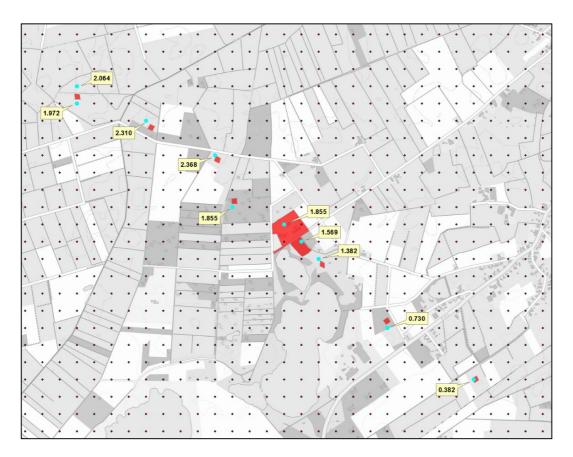


Abb. 16: Verschiebung der Kopfpunkte der Brunnen im Jahre 2317

Die Verschiebungsbeträge an der Tagesoberfläche liegen zwischen 0,38 m und 2,37 m bei einer Tiefenlage der Kavernen von rund 1.800 m (Kavernentiefstes). Das entspricht einer Schiefstellung zwischen 0,21 mm/m und 1,3 mm/m. Übertragen auf die Brunnen, die eine Tiefe von rund 80 m besitzen, erfahren die Brunnen also eine Schiefstellung zwischen 0,2 ‰ und 1,3 ‰.

Bei einer Brunnentiefe von etwa 80 m bedeutet das eine Schiefstellung der Brunnen (Kopfpunkt bezogen auf den Fußpunkt) zwischen 1,7 cm und 10,4 cm. Diese geringen Verschiebungsbeträge lassen keine Schäden an den Brunnen erwarten.



3 Prognose der in Folge der Senkungen zu erwartenden Auswirkungen auf die Oberflächengewässer, Grundwasserverhältnisse und Ökologie

3.1 Vorgehensweise

Für die Bearbeitung der natürlichen Schutzgüter sollte ein numerisches Grundwassermodell verwendet werden, in das die Daten und Untersuchungsergebnisse zu den Oberflächengewässern als wesentliche Grundlage eingearbeitet werden und dessen Ergebnisse wie z. B. die zu erwartenden Flurabstände oder Flurabstandsveränderungen die wesentliche Grundlage für die Bewertung der Auswirkungen auf die Ökologie darstellen. Insofern ist das Grundwassermodell das zentrale Werkzeug, das die verschiedenen Fachgebiete und natürlichen Schutzgüter miteinander verbindet. Ein wesentlicher Aspekt dieser Bearbeitung war die Findung einer Vorzugsvariante zur Trockenhaltung des Senkungstrogs, so dass eine möglichst unveränderte Nutzung der Flächen weiterhin gegeben ist. Außerdem ist das Grundwassermodell die Grundlage für die Modellierung der Auswirkungen der Senkungen auf die Süß-/Salzwassergrenze. Im Folgenden werden die methodischen Vorgehensweisen in den drei Fachbereichen beschrieben.

3.1.1 Oberflächengewässer

Als wesentliche Eingangsgrößen ins Grundwassermodell mussten belastbare Angaben zu den Wasserspiegeln und den Strömungsmengen in den Oberflächengewässern ermittelt werden. Zu Beginn der Untersuchung lagen aus einem Grundwassermodell (siehe Kapitel 3.1.2) Wasserspiegellagen flächendeckend vor, die auf den Messdaten an den Lattenpegeln, Höhenangaben aus einer Befliegung und der vereinfachenden Annahme eines Freibords der Gräben von ca. 0,8 m basieren. Um diese Grundlagen zu verbessern, wurden in 2017 Geländeuntersuchungen in Form von Querprofil-, Wasserspiegel- und Abflussmessungen an wesentlichen Oberflächengewässern durchgeführt und ausgewertet. Mit diesen Grundlagen konnten für die Oberflächengewässer für den Modellstand 2016 mittlere Wasserspiegellagen abgeleitet werden.

Für die Senkungsszenarien mussten unter Berücksichtigung der Maßnahmen einer Vorzugsvariante zur Trockenhaltung des Senkungstrogs ebenfalls mittlere Wasserspiegellagen ermittelt werden. Da die Vorzugsvariante Profilaufweitungen, Fließ-

22.11.2018 Seite 44 von 313



richtungsumkehrungen und zusätzliche Gewässer im Sinne von Durchstichen vorsieht, mussten für die Hauptgewässer und geplanten Durchstiche aufwändige hydraulische Berechnungen (Programmsystem JABRON) durchgeführt werden. Diese aufwändigen hydraulischen Berechnungen wurden auch für einige Hauptgewässerabschnitte, die als zentrale Elemente der Wasserfassung innerhalb des Senkungstrogs geplant sind, für Hochwasserereignisse mit einer höheren Jährlichkeit durchgeführt. Bei diesen Berechnungen wurden zusätzlich die Sohlschubspannungen untersucht, um die Gefahr von Sohlerosionen einschätzen zu können.

3.1.2 Grundwasserverhältnisse

Als Grundlage für die Grundwassermodellierung stand ein großräumiges dreidimensionales Grundwasserströmungsmodell zur Verfügung, das die Niederlassung Hildesheim des Ingenieurbüros CONSULAQUA Hamburg Beratungsgesellschaft mbH (CAH) in 2012 für die Kavernenanlage Etzel erstellt und in 2015 - 2016 auf die zu dem ausgewerteten Zeitraum (Juni 2014 bis Mai 2015) anzutreffenden niedrigen Grundwasserverhältnisse aktualisiert hat (/13/). Das Modell wurde Ende 2016 von STORAG ETZEL an die DMT übergeben. Zunächst wurde das Grundwassermodell im Hinblick auf die Wasserspiegellagen an den größeren Oberflächengewässern im engeren Senkungsbereich, die Geländehöhen, plausible Flurabstände und die Grundwasserverhältnisse auf mittlere Verhältnisse überarbeitet und kalibriert. Mit diesem Grundwassermodell, das eine langjährig mittlere Grundwassersituation zum Senkungszustand 2016 repräsentiert, wurden die im Zuge des Senkungsgeschehens zu erwartenden Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse berechnet. Dabei wurde methodisch so vorgegangen, dass der Zeitraum mit zukünftigen Senkungen (von 2016 bis 2117) in 5 Zeitabschnitte zu je etwa 20 Jahre aufgeteilt wurde. Jeweils zum Ende der 20-Jahres-Abschnitte wurden durch eine stationäre Modellrechnung die zu erwartenden Grundwasserverhältnisse ermittelt.

Zunächst wurde nur der Einfluss der Senkungen ohne weitere Gegenmaßnahmen untersucht. Hierzu wurden zunächst die bei den Zeitschnitten zu erwartenden mittleren Wasserspiegellagen der Oberflächengewässer ermittelt. Diese wurden zusammen mit den jeweiligen Senkungen in das Grundwassermodell übernommen Zusammengefasst kann festgehalten werden, dass der Kalbsschloot und die Schiffsbalje in diesen Szenarien ohne Maßnahmen im zentralen Senkungsgebiet im Laufe der Jahrzehnte zunehmend ausufern und eine größere zusammenhängende Wasserfläche im Sinne einer Seenbildung erzeugen würden. Am Rande des



Sees würde sich ein breiterer Gürtel mit austretendem Grundwasser und entsprechender Geländevernässung bilden. Diese Verhältnisse sind nicht hinnehmbar, da sie eine Fortführung der bisherigen Flächennutzung unmöglich machen würden. Insofern bilden diese Grundwassermodellrechnungen Szenarien ab, die nie eintreten werden. Sie bilden aber die Grundlage zur Findung geeigneter Gegenmaßnahmen zur Trockenhaltung des Senkungstrogs und sind aus diesem Grunde methodisch unumgänglich.

Nach Findung und Festlegung der Vorzugsvariante zur Trockenhaltung des Senkungstrogs wurden die 5 Szenarien jeweils zum Ende der 20-Jahres-Abschnitte unter Berücksichtigung der Senkungen und Maßnahmen berechnet. Hierzu wurden wiederum die bei den Zeitschnitten zu erwartenden mittleren Wasserspiegellagen der Oberflächengewässer ermittelt, wobei die Maßnahmen berücksichtigt wurden. Die Ergebnisse, insbesondere die Flurabstände und die Flurabstandsveränderungen, bilden die wesentliche Grundlage für die Bewertung der Auswirkungen auf die Ökologie aber auch auf Bebauung im Hinblick auf Keller- oder Geländevernässung.

Außerdem wurden die in Zukunft zu erwartenden Auswirkungen auf die Süß-/Salzwassergrenze untersucht. Hierzu wurde das numerische Grundwasserströmungsmodell zu einem instationären Stofftransportmodell erweitert, das die Ausbreitung der im Grundwasser gelösten Salze berechnet. Die Erstellung des Stofftransportmodells sowie die Ergebnisse zur Stofftransportmodellierung können Kapitel 4 entnommen werden.

3.1.3 Ausgewählte Schutzgüter, Nutzungen und Planungen

3.1.3.1 Verfügbares Datenmaterial

Für die Beschreibung und Bewertung des Ausgangszustands sowie die spätere Prognose der Senkungsauswirkungen auf ausgewählte Schutzgüter, Nutzungen und Planungen stand anhand von behördlichen Planungsinstrumenten sowie seitens des Auftraggebers veranlasster Bestandsaufnahmen umfangreiches Daten-/Kartenmaterial zur Verfügung. Im Rahmen der Bestandsdarstellung wurden u. a. folgende Daten-/Kartengrundlagen schwerpunktmäßig gesichtet und ausgewertet:

Abiotische/Biotische Schutzgüter

- SWECO GMBH (2017) (/63/): Kavernspeicher Etzel - Aktualisierungen der biologischen Kartierungen (Fledermäuse, Amphibien, Heuschrecken)

Seite 46 von 313



- SWECO GMBH (2017) (/63/): Kavernenspeicher Etzel Aktualisierungen der biologischen Kartierungen (Biotoptypen/Vegetation)
- GERJETS (2017) (/21/): Brut- und Gastvogelerfassungen STORAG ETZEL GmbH
- Landschaftsrahmenplan Landkreis Wittmund 2007
- Landschaftsrahmenplan Landkreis Friesland 1996
- NIBIS-Kartenserver (LBEG 2017)
- Umweltkarten der niedersächsischen Umweltverwaltung (NMU 2017)

Nutzungen

- Biotoptypenkarte SWECO GMBH (2017) (/63/)
- Regionales Raumordnungsprogramm Landkreis Wittmund 2006
- Regionales Raumordnungsprogramm Landkreis Friesland 2004
- Leitbild Kulturlandschaft Etzel

Planungen

- Landesraumordnungsprogramm Niedersachsen 2012
- Regionales Raumordnungsprogramm Landkreis Wittmund 2006
- Regionales Raumordnungsprogramm Landkreis Friesland 2004
- Leitbild Kulturlandschaft Etzel

3.1.3.2 Untersuchungsrahmen

3.1.3.2.1 Untersuchungsgebiet

Grundsätzlich ist das Untersuchungsgebiet in seiner räumlichen Abgrenzung durch die Grenzflächen der BGR-Senkungsprognose vorgegeben. Konkret untersucht wurde der Bereich, in dem signifikante Auswirkungen auf Ökologie und Nutzungen durch Bodenbewegungen in Form von Senkungen nicht grundlegend auszuschließen sind. In Abstimmung mit den beteiligten Fachbehörden wurde hierfür die 10 cm-Senkungslinie (Gesamtsenkungen seit 1973) für den Zeitschnitt 2317 als Außengrenze gewählt (Abb. 17). Die im geografischen Informationssystem (GIS) ermittelte Größe des Untersuchungsraumes betrug dementsprechend rd. 40,50 km².

Vom oben beschriebenen Untersuchungsbereich abweichend, wurde im Rahmen der biologischen Bestandsaufnahmen in 2016 ein anderer Untersuchungsausschnitt gewählt, da dieser auf den Ergebnissen früherer Kartierungen aus

Seite 47 von 313



2011/2012 aufbaute. Seinerzeit bestimmte sich die Größe des Untersuchungsgebietes noch anhand der Reichweite möglicher Auswirkungen im Zuge der geplanten Erweiterung des Kavernenspeichers um 45 Kavernen. Das damalige, mit den Fachbehörden abgestimmte Untersuchungsgebiet, gliedert sich in drei Zonen (Abb. 17):

Die Zone 1 umfasst ein ca. 21 km² großes Areal zwischen den Ortschaften Etzel, Marx, Horsten und Gödens. Es wird im Westen begrenzt durch die Ortschaften Friedeburg/Strudden/Marx, im Osten durch die Ortschaften Gödens/Altgödens und in nördlicher Richtung durch das Friedeburger Tief. Diese Zone beinhaltet in ihrem Zentrum auch das obertägige Bestandsfeld, in dem sich die Infrastruktur der vorhandenen bzw. genehmigten Kavernen befindet.

Die Zone 2 schließt die Ortschaft Friedeburg im Westen mit ein und reicht in südlicher Richtung bis Marx-Barge. Östlich die Ortschaften Horsten und Neustadtgödens einbeziehend, verläuft die Grenze im Norden knapp nördlich des Ems-Jade-Kanals.

Die Zone 2A schließt sich nördlich an die Zone 2 an und umschließt auch die Ortschaften Reepsholt, Abickhafe, Dose und Dykhausen.

Detailkartierungen für verschiedenste Artengruppen erfolgten lediglich im Bereich der Zone 1. In der Zone 2 erfolgten ergänzend i. d. R. vereinzelte Geländebegehungen zu faunistisch günstigen Zeitpunkten sowie die Auswertung vorhandener Daten und die Übertragung der Erkenntnisse aus der Zone 1. Auf diese Art und Weise kann auch der für die hier vorliegende Auswirkungsanalyse zu betrachtende Bereich weitgehend abgedeckt werden. Insbesondere für ein Gebiet südöstlich im Raum Horsten ergeben sich jedoch Daten- bzw. Erfassungslücken, wo ggf. eine gebietsübergreifende Interpretation von Bestandsdaten erforderlich wird (Abb. 17). Sofern im Rahmen der Auswirkungsanalyse relevant, wird diese in den Kapiteln 3.4.2 bis 3.4.6 entsprechend durchgeführt.

Seite 48 von 313



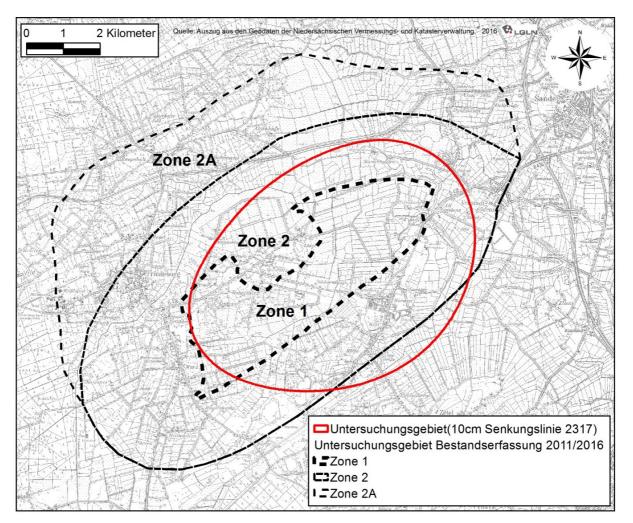


Abb. 17: Gegenüberstellung der Untersuchungsgebiete von Auswirkungsanalyse und biologischen Bestandsaufnahmen 2011/2016 (/63/)

3.1.3.2.2 Untersuchungsgegenstand

Auftragsgemäß waren die Bestandssituationen sowie die senkungsbedingten Auswirkungen zu erfassen und zu bewerten für

- biotische Schutzgüter (u. a. Brut-/Gastvögel, Fledermäuse, Amphibien, Heuschrecken),
- abiotische Schutzgüter (Böden, Landschaft),
- Landwirtschaftliche Nutzung,
- Planungen (Regionale Raumordnungsprogramme, Landschaftsrahmenpläne, Leitbild Kulturlandschaft Etzel).

Auf Anregung der Unteren Naturschutzbehörde des Landkreises Wittmund waren entsprechende Aussagen zudem für Fische und Libellen zu tätigen.

Seite 49 von 313



3.1.3.2.3 Methodik "Bestandserfassung/-bewertung"

Im Rahmen der Bestandserfassung und -bewertung werden die schutzgut-, nutzungs- und planungsspezifischen Kernaussagen der verfügbaren Fachgutachten und sonstigen Datengrundlagen zusammenfassend wiedergegeben und ggf. zitiert. In den Kapiteln 3.2.3.1 bis 3.2.3.16 erfolgt einleitend jeweils eine kurze Beschreibung zum methodischen Vorgehen. Hinsichtlich detaillierter Informationen zur Methodik der Bestandserfassung und -bewertung ist auf die entsprechenden Ausführungen in den einzelnen Fachgutachten zu verweisen.

3.1.3.2.4 Methodik "Auswirkungsanalyse"

Auf der Basis der von DMT (2018) im Grundwassermodell jeweils abgebildeten senkungsbedingten Flurabstandsveränderungen sowie des in Kapitel 3.1.3.1 beschriebenen Datenmaterials erfolgt die Darstellung der Auswirkungen auf ausgewählte Schutzgüter, Nutzungen und Planungen i. A. verbal-argumentativ für verschiedene Zeitschnitte. In den Kapiteln 3.4.2 bis 3.4.6 werden dabei solche Auswirkungen herausgestellt, die bei Umsetzung von Gegenmaßnahmen (z. B. wasserbauliche Maßnahmen) zu einem bestimmten Zeitpunkt (Zeitschnitt) ggf. noch zu erwarten sind.

Die Bewertung der Auswirkungen erfolgt dabei auch für die in ferner Zukunft liegenden Zeitschnitte auf der Grundlage des in 2017 verfügbaren Datenmaterials. Dabei wird jeweils dargelegt, welche signifikanten Veränderungen gegenüber dem Ausgangszustand im Einzelnen auftreten können.

Anschließend werden in Kapitel 5 Handlungen und Maßnahmen aufgeführt, mit denen sich umwelt- bzw. naturschutzrechtlich relevante Auswirkungen der geplanten Gegenmaßnahmen ggf. vermeiden oder minimieren lassen.

Die nach Umsetzung von Vermeidungs-/Minimierungsstrategien verbleibenden erheblichen Beeinträchtigungen werden auf der Grundlage anerkannter Bewertungsverfahren abschließend einer überschlägigen Eingriffsbilanzierung unterzogen, der im Einzelfall erforderliche Kompensationsbedarf ermittelt und Möglichkeiten zur Eingriffskompensation benannt.

Seite 50 von 313



3.1.3.3 Wirkfaktoren

Im Zusammenhang mit den aus der Kavernenkonvergenz resultierenden Bodensenkungen sowie den diesbezüglich ggf. einzuleitenden Gegenmaßnahmen sind u. a. nachfolgend in Tab. 6 aufgeführte Wirkfaktoren relevant und dementsprechend Gegenstand der späteren Auswirkungsprognosen.

Tab. 6: Wirkfaktoren der Bodensenkung und damit einhergehender Gegenmaßnahmen

Ursache	Wirkfaktor	potenzielle Beeinträchtigung
baubedingt Baustelleneinrichtung, Baubetrieb	Temporäre Flächenbelegung; Bodenverdichtung; Abgrabungen/Aufschüttungen,, stoffliche Emissionen (Stäube, Abgase), nichtstoffliche Emissionen (Schall, Erschütterungen), visuelle Störung	Landschaftsbild; Biotop-/Vegetations-/Le-bensraum-/Individuenver-luste; Vergrämungs- und Verschreckungseffekte
anlagebedingt Errichtung baulicher Anlagen (z. B. Deiche, Pumpwerke)	Dauerhafte Flächenbelegung Einschränkung bestehender Sichtbezie- hungen, visuelle Störung/Sichtbarkeit der Anlage Flächenzerschneidung	Landschaftsbild; Flächenentzug/Funktionsverluste Barrierewirkung/Lebensraumverlust; Verlust von Austauschbeziehungen
betriebsbedingt Betrieb/Unterhaltung baulicher Anlagen Bodensenkung	Schallemissionen Pflege-/Wartungsmanagement Flächenvernässung (Veränderung der Grundwasserflurabstände und des Bodenwasserhaushaltes)	Vergrämungs- und Verschreckungseffekte; Landschaftsbild Flächenentzug/Funktionsverluste



3.2 Ausgangszustand, Grundlagen

3.2.1 Oberflächengewässer

Die Wasserspiegellagen für den Ausgangszustand (2016) und für die Senkungszeitschnitte ohne und mit Maßnahmen sollten für mittlere Verhältnisse untersucht werden. Für diese hydrologisch-hydraulische Betrachtung der Fließgewässer standen anfänglich nur Wasserspiegelmesswerte an den Lattenpegeln und die Wasserspiegeldaten aus dem von STORAG ETZEL zur Verfügung gestelltem Grundwassermodell (Modellstand 2015 /13/) zur Verfügung. In dem Modellstand 2015 sind die Wasserspiegellagen der größeren Oberflächengewässer wie dem Friedeburger Tief unter Verwendung von Befliegungsdaten und Messwerten an den Lattenpegeln ermittelt worden. Die übrigen Wasserspiegellagen sind zunächst mit Geländehöhe minus 0,8 m angesetzt und anschließend numerisch geglättet worden (vgl. Kap. 3.2.2.1). Um die Datengrundlage zu verbessern, wurden Anfang 2017 umfangreiche Gewässervermessungen und im Laufe des Jahres 2017 Abflussmessungen durchgeführt. Da zunächst keine Abflusswerte zur Verfügung standen, wurden die mittleren Wasserspiegellagen für den Ausgangszustand durch eine lineare und flächenhafte Interpolation von Befliegungs-, Pegel- und Vermessungsdaten der Wasserstände in Haupt- und Nebengewässern/-grabensystemen flächendeckend ermittelt.

Für die Senkungszustände ohne und mit Maßnahmen wurde wie in Kap. 3.1.2 beschrieben der Zeitraum mit zukünftigen Senkungen (von 2016 bis 2117) in 5 Zeitabschnitte zu je 20 Jahren (Zeitschnitte 2038, 2060, 2080 und 2100 und 2120) aufgeteilt und die Geometrien der Fließgewässer entsprechend den Senkungen höhenmäßig angepasst bzw. verändert. Jeweils zum Ende der 20-Jahres-Abschnitte wurden für die Senkungen ohne Maßnahmen durch eine stationäre Modellrechnung die zu erwartenden mittleren Wasserspiegellagen ermittelt. Die Ergebnisse gingen als Vorflutniveaus in das Grundwassermodell ein.

Abflussspendenwerte waren vom NLWKN für den mittleren Abfluss zu Beginn des Jahres 2018 erhältlich (/43/), sodass für den Zustand mit Maßnahmen nun auch die mittleren Abflüsse berechnet und die hydraulischen Fließgewässermodelle der Hauptgewässer mit diesen Daten belegt werden konnten. Dieser Schritt war zur Verbesserung der Berechnung der Mittelwasserspiegel wichtig, da im Zuge der Maßnahmen eine deutliche Änderung des Fließregimes in einigen Gewässern,



z. B. durch Profilaufweitungen und Fließrichtungsumkehrungen geplant ist. Daneben sind auch zwei neu anzulegende Gewässer (Durchstiche) vorgesehen. Die resultierenden Wasserspiegellagen für MW wurden wiederum an das Grundwassermodell übergeben.

Nach Festlegung der Vorzugsvariante zur Trockenhaltung des Senkungstrogs (Kapitel 3.3) wurden die 5 Szenarien in den o. g. 20-Jahres-Zeitschnitten unter Berücksichtigung der Senkungen und Maßnahmen berechnet.

Insgesamt ermöglicht diese Herangehensweise eine schlüssige Beschreibung des Ausgangszustandes, der Szenarien zu den Zeitschnitten (mit Maßnahmen) und eine vorläufige Dimensionierung der aus wasserbaulicher Sicht notwendigen Maßnahmen, soweit dies die vorliegende Datengrundlage erlaubt.

Die genaue Methodik und die erzielten Ergebnisse werden in den nachfolgenden Kapiteln eingehender beschrieben.

3.2.1.1 Vermessung und Ermittlung der Wasserspiegellagen

Für das Untersuchungsgebiet lagen keine oder nur historische Angaben der Sielacht (/59/) zur Geometrie der Fließgewässer vor. Im Rahmen eines Vermessungsprogramms (/31/) wurden daher im Januar und Februar 2017 30 Fließgewässerprofile vermessen. Dies diente der Konstruktion der Fließgewässerlängenschnitte und der linearen Ableitung von Wasserspiegeln, die in etwa einem mittleren Zustand entsprechen. Pro Querprofil wurden jeweils 5 Punkte und der Wasserspiegel (WSP) selbst vermessen (Abb. 18). Bevorzugt wurden Pegelstandorte eingemessen (Anlage 1), um zur Verfügung stehende Datenreihen der Wasserspiegelmessungen nutzen und ggf. in Abflusswerte umrechnen zu können.

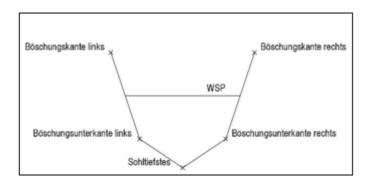


Abb. 18: Schematische Darstellung der Vermessung eines Querprofils mit 5 Punkten und Wasserspiegel

Seite 53 von 313



In den Hauptläufen Friedeburger Tief, Bitze/Schiffsbalje und Emder Tief ergab sich eine gute Übereinstimmung zwischen den aus der Vermessung und Befliegung resultierenden Vorflutniveaus und den aus Pegeldaten gewonnenen Mittelwerten (Tab. 7). Abweichungen von bis zu 0,15 m wurden festgestellt. Der Kalbsschloot ist infolge der Bewirtschaftung durch das Schöpfwerk (/58//59/) ein Sonderfall.

Tab. 7: Vermessungswerte der Wasserspiegellagen im Vergleich mit Pegelmessungen

Fließgewässer und Messstelle	WSP vermessen (Januar 2017)	Mittelwert (04/2014-09/2016)	Kommentar
	[mNN]	[mNN]	
Friedeburger Tief			
Friedeburger Brücke, Handmessungen	-0,30	-0,43	
OP04	-0,71	-0,71	
Brücke Hohemey, Handmessungen	-0,74	-0,74	
GFP ZM	-0,74	-0,79	
			gute bis sehr gute
Emder Tief			Übereinstimmung
OP10	-0,66	-0,84	
Bitze-Schiffsbalje			
OP3.1	1,33	1,48	
OP07	-0,34	-0,39	
OP08	-0,70	-0,72	
<u>Kalbsschloot</u>			
GFP05	-1,09	-1,04	Pagandara Varhältnissa
OP05	-1,40	-0,97	Besondere Verhältnisse durch Schöpfwerksregelung
GFP02	-1,40	-1,16	daton conopiwonsicgelang

Zusätzlich wurden an ausgewählten Standorten weitere 60 Wasserspiegelmessungen durchgeführt, um belastbare Werte zur linearen und flächigen Interpolation der Wasserspiegellagen zu erhalten. Dies bezog sich v.a. auf die Fließgewässerstrecken zwischen den vermessenen Querprofilen und das Grabensystem, für das ansonsten keine weiteren Angaben z. B. zur Geometrie zur Verfügung standen.

Aus den vermessenen Wasserspiegellagen, Befliegungsdaten und den Mittelwerten der Pegelaufzeichnungen wurden für alle Knoten der Fließgewässer und Gräben im Grundwassermodell mittlere Wasserspiegellagen mit folgenden Schritten errechnet:

Übernahme, Ergänzung und Modifikation der Teileinzugsgebietsgrenzen n.
 NLWKN (vgl. Anlage 1) und der Kilometrierung (/44/),



- lineare Interpolation in 100 m-Schritten zwischen gemessenen WSP-Punkten an den Hauptgewässern, "mittlerer Zustand" an Kalbsschloot und Gooseschloot. Übernahme der gemittelten Messwerte der Stillgewässerpegel an den Forellenteichen und dem Abgrabungsgewässer "Horster Grashaus",
- lineare Interpolation für die verbindenden Gräben,
- Annahme vergleichbarer Gelände- und Sohlneigungen an Nebengräben ohne WSP-Messpunkt,
- Extrapolation an kurzen Gewässeroberlaufabschnitten,
- flächenhafte Interpolation bei besonders engmaschigen Grabensystemen,
- GIS-gestützte, flächenhafte Umrechnung auf die Punkte des Grundwassermodells,
- Übernahme der WSP-Niveaus von /13/ für Bereiche, für die keine Messwerte vorlagen oder keine besseren Erkenntnisse ableitbar waren, was v.a. die Randbereiche des Untersuchungsraums betraf.

3.2.1.2 Messungen der Fließgeschwindigkeit

Im Laufe der Bearbeitung zeigte sich, dass die bisher durch Befliegung und Pegelmessungen erhobenen Wasserspiegellagen in Fließgewässern und Gräben für die weitere Bearbeitung nicht ausreichen. An den Pegeln wurden bisher keine bzw. vom NLWKN als unsicher eingestufte Fließgeschwindigkeitsmessungen und darauf aufbauende Wasserstands-/Abflussbeziehungen (W/Q-Beziehungen) vorgenommen. Außerdem sind bis auf den Schreibpegel Friedeburg und den Lattenpegel OP 3.1 praktisch alle regelmäßig betriebenen Pegel vom Rückstau durch die Bewirtschaftung der Sielacht an der Einmündung des Friedeburger Tiefs bzw. genauer des Ellenserdammer bzw. Dangaster Tiefs in den Jadebusen oder der Regulierung des Wasserstandes im Kalbsschloot durch das gleichnamige Schöpfwerk beeinflusst. Dieser Rückstau durch die Sielbewirtschaftung kann eine maximale Höhe bis zu 0,3 mNN erreichen. Damit sind gemessene Wasserstände an diesen Pegeln keineswegs mit Durchflussmengen ohne weiteres korrelierbar.

Da sich zudem die Betrachtung von Hochwasserereignissen abzeichnete wurde von STORAG ETZEL das Geologiebüro mit Fließgeschwindigkeitsmessungen an den vier Hauptgewässern (Friedeburger Tief, Emder Tief, Bitze/Schiffsbalje und

Seite 55 von 313



Kalbsschloot) nach DIN EN ISO 748 für Hoch-, Mittel und Niedrigwassersituationen beauftragt. Diese ermöglichen die Aufstellung von Wasserstands/-Abfluss (W/Q)-Beziehungen, die für rückstaufreie Verhältnisse die Berechnung von Abflüssen aus gemessenen Wasserständen und Fließgeschwindigkeiten ermöglichen (Abb. 19: Schematische Darstellung einer Wasserstands-/Abflussbeziehung). Sie bilden die Grundlage für gewässerhydraulische Modellierungen und spätere hydrologische Modellierungsschritte im Zuge der ingenieurmäßigen Planung.

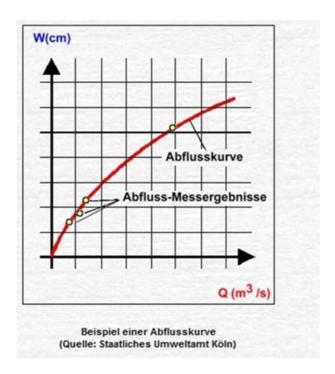


Abb. 19: Schematische Darstellung einer Wasserstands-/Abflussbeziehung

Die Messungen begannen mit einer Erprobungsphase im Mai 2017 und wurden, um die dann aufgetretenen Hochwasserereignisse mit zu erfassen, bis in den Herbst 2017 fortgesetzt.

Für die Pegelstandorte Friedeburg am Friedeburger Tief, OP3.1 an der Bitze und OP10 bei km 1,76 am Emder Tief, die nicht oder nur geringfügig vom Rückstau infolge der Sielbewirtschaftung beeinflusst sind, ergaben sich trotz geringer Fließgeschwindigkeiten brauchbare Resultate der Fließgeschwindigkeitsmessungen, die die Erstellung von W/Q-Beziehungen zuließen. Als Bespiel wird das Ergebnis der Messungen bei mittlerem Abfluss am Pegel Friedeburg in Tab. 8 dargestellt.

Seite 56 von 313



Tab. 8: Messergebnisse am Pegel Friedeburg bei mittleren Abflussverhältnissen

Datum/Zeit	02.07.2017	17:20 - 18:05			
Wst PFT A	[muMP]	3,78			
Breite	[m]	7,30			
Messdauer	[s]	20			

Parameter	Einheit	Messtiefe	LT1	LT2	LT3	LT4	LT5	LT6	LT7
	[m]		0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5
Wassertiefe	[muMP-S]		4,68	4,62	4,61	4,65	4,59	4,59	4,70
Wassertiefe	[m]		0,52	0,58	0,59	0,55	0,61	0,61	0,50
v Mittel [m/s]	[mm/s]	0,50		87	64	70	97	91	
Std.abw [m/s]	[mm/s]			12	10	11	15	9	
v Mittel [m/s]	[mm/s]	0,25	14	87	68	70	97	72	51
Std.abw [m/s]	[mm/s]		3	6	5	11	10	8	7

Die Pegelstandstandorte Brücke Hohemey am Friedeburger Tief, Pegel OP04 Mönkebrücke am Friedeburger Tief und Pegel OP08 an der Schiffsbalje waren rückstaubeeinflusst. Aus diesem Grund konnte für diese Pegelstandorte keine W/Q-Beziehung aufgestellt werden. Stattdessen wurden die zuvor ermittelten Abflüsse an den vom Rückstau unbeeinflussten Pegelstellen Friedeburg, OP3.1 und OP10 aus dem Flächenverhältnis der Teileinzugsgebiete oberhalb des jeweiligen Pegels extrapoliert.

Am Kalbsschloot sind die beiden Pegel GFP02 und OP05 vom Betrieb des Schöpfwerks Kalbsschloot beeinflusst. Die Pegelstände sind dort nicht mit einem mittleren Abfluss korrelierbar. Um den Einfluss des Schöpfwerks auf die Wasserspiegellagen bestmöglich zu beschreiben, sind die Fließgeschwindigkeitsmessungen direkt am Schöpfwerk Kalbsschloot bei zeitversetztem Betrieb der beiden Pumpen (P1, Q = 220 l/s und P2, Q = 440 l/s) durchgeführt worden. Die Ergebnisse für den Betrieb der Pumpe P2 sind in Tab. 9 beispielhaft für eine Pumpleistung von 440 l/s dargestellt.



Tab. 9: Messergebnisse am Schöpfwerk Kalbsschloot

Datum/Zeit	23.8.17	14:40 - 15:40		
Wst	[muMP]	-0,72 -> -0,82		
Pumpe	[m]	groß		
Breite	[m]	3,70		
Messdauer	[s]	20		
Abstand vom Schöpfwerk	[m]	50		

Parameter	Einheit	Messtiefe	LT1	LT2	LT3	LT4	LT5	LT6	LT7	LT8
Abstand	[m]		0,25	0,75	1,25	1,75	2,25	2,75	3,25	3,75
Wassertiefe	[m]		0,62	0,84	1,30	1,30	1,35	1,32	0,92	0,61
v Mittelwert	[mm/s]	1,25			134	138	169	169		
v Std.abw.	[mm/s]				6	13	6	7		
v Mittelwert	[mm/s]	1,00			146	151	158	136		
v Std.abw.	[mm/s]				7	8	8	6		
v Mittelwert	[mm/s]	0,75		114	124	142	149	127	101	
v Std.abw.	[mm/s]			15	14	8	6	10	11	
v Mittelwert	[mm/s]	0,50	49	114	121	124	121	122	108	1
v Std.abw.	[mm/s]		14	5	8	11	6	9	7	3
v Mittelwert	[mm/s]	0,25	90	80	100	82	111	101	34	48
v Std.abw.	[mm/s]		10	13	7	12	10	11	9	12

Damit konnten die weiteren Untersuchungen an den 4 Hauptgewässern für die Zeitschnitte auf berechnete Abflusswerte zurückgreifen. Für die weitere Auswertung wird auf Kapitel 3.4.1 verwiesen.

3.2.1.3 Bestandsaufnahme der Stillgewässer

Im Untersuchungsgebiet/Senkungsbereich sind die bedeutendsten Stillgewässer (Anlage 1):

- die zwei Forellenteiche, rekultiviert, mit je einem Lattenpegel,
- der Teich am Moorstricher Weg, rekultiviert,
- der Nordteil des Abgrabungssees "Horster Grenzweg" des Kalksandsteinwerks, rekultiviert (nicht rekultiviert im südlichen Abgrabungsbereich),
- der Abgrabungssee "Horster Grashaus", in Abbau und Erweiterung in südlicher Richtung, ein Lattenpegel.

Die Umringe der Stillgewässer wurden von STORAG ETZEL und der UWB des Landkreises Wittmund übernommen. Die Kubaturen der Stillgewässer wurden zusätzlich von der UWB des Landkreises Wittmund übernommen oder nach deren

Seite 58 von 313



Angaben abgeschätzt (/38/). Die mittleren Wasserspiegellagen an den Lattenpegeln der zwei Forellenteiche und im Abgrabungssee "Horster Grashaus" wurden aus den Pegeldaten des NLWKN errechnet und an das Grundwassermodell übergeben (/45/).

3.2.2 Grundwasserverhältnisse

Bei dem von STORAG ETZEL zur Verfügung gestellten Grundwassermodell (Modellstand 2015) handelt es sich um ein dreidimensionales Grundwasserströmungsmodell, das den obersten Grundwasserleiter nach der Methode der Finite-Elemente mit Dreiecks-Diskretisierung abbildet. Als Simulator wurde das Programmsystem Feflow verwendet.

Das Modellgebeit erstreckt sich von Wiesede im Westen bis zum Jadebusen im Osten und vom Zeteler Tief im Süden bis zum Upjeverschen Tief im Norden. Insgesamt hat es eine Flächengröße von ca. 220 km². Die Lage und Erstreckung des Modellgebiets ist in Abb. 20 dargestellt. Der abgebildete oberste Grundwasserleiter umfasst die Schichten des Quartärs und des jüngeren Tertiärs bis zu einer Schicht miozäner schluffig-toniger Feinsande, die als durchgehender Grundwasserstauer und damit als Grundwassersohle angesehen werden kann. Der Grundwasserleiter hat im Modellgebiet wegen der ausgeprägten Morphologie der Grundwassersohle eine deutlich wechselnde Mächtigkeit, die von ca. 40 m bis ca. 200 m reicht und im Mittel mit ca. 110 m angegeben werden kann. Der Grundwasserleiter ist bereichsweise durch eingeschaltete gering durchlässige Schluffund Tonschichten hydraulisch in mehrere Grundwasserstockwerke aufgegliedert ist. In /13/ ist die hydrogeologische Gliederung ausführlich beschrieben. In Tab. 10 ist sie in geraffter Form im Vergleich zur hydrostratigraphischen Gliederung Niedersachsens gemäß der Nomenklatur des LBEG zusammengestellt. Dabei steht das Kürzel L für GrundwasserLeiter und H für GrundwasserHemmer. Layer bezeichnen die körperhaften Elementschichten und Slices die flächenhaften Knotenlagen zwischen den Elementschichten. Das Modell ist vertikal in 9 Elementschichten mit 10 Knotenschichten aufgeteilt. In Abb. 20 ist ein Schnitt durch die östliche Modellhälfte dargestellt. In der Schnittfläche können in exemplarischer Form die Verläufe der Knotenlagen erkannt werden. Dabei sind angeschnittene Grundwasserhemmer blau und Grundwasserleiter grün eingefärbt. An dem Schnitt kann gut erkannt werden, dass die hydraulischen Trennungen durch Grundwasserhemmer nur kleinräumige Erstreckungen aufweisen.

Seite 59 von 313



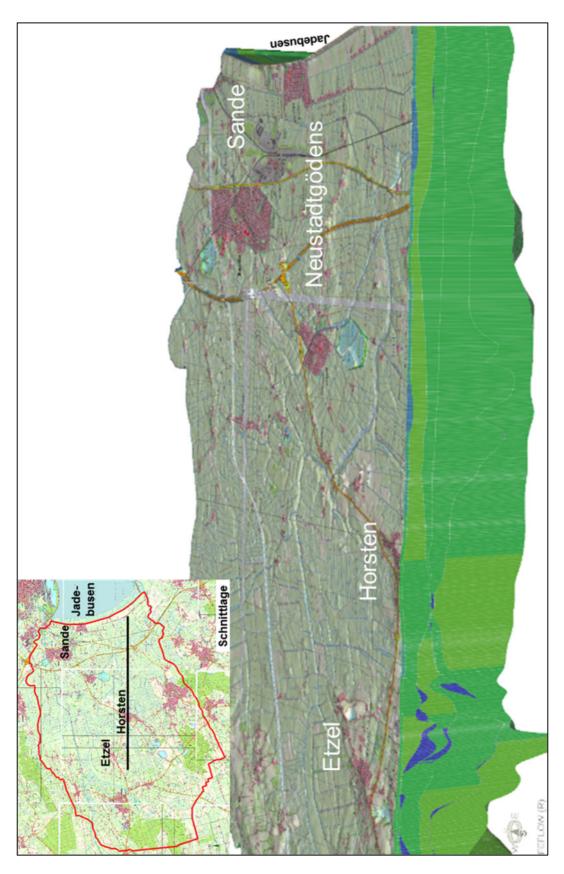


Abb. 20: Lage des Modellgebiets und Schnitt durch den hydrogeologischen Körper

Seite 60 von 313



Das Modellgebiet ist horizontal in kleine dreieckige Elementflächen aufgeteilt. An den Ecken der Elemente liegen die sogenannten Knoten. Der mittlere Knotenabstand, der ein Maß für die Feinheit der Diskretisierung und damit auch für die numerische Genauigkeit des Modells darstellt, beträgt ca. 25 m. In Anbetracht der Modellgebietsgröße ist dies eine gute Auflösungsgenauigkeit, die ein recht präzises Abbilden der hydrogeologisch wirksamen Elemente gewährleistet. Insgesamt verfügt das Modell in horizontaler Betrachtung über ca. 372.000 Knoten und damit das dreidimensionale Modell über ca. 3,7 Mio. Knoten, von denen allerdings einige wegen des Auslaufens von Elementschichten wegfallen.

Tab. 10: Schichteinheiten des Grundwassermodells im Vergleich mit der "Hydrostratigraphischen Gliederung Niedersachsens" (/13/)

	Nomenklatur des LBEG "Hydrostrat. Gliederung Niedersachsens"	Hydrogeologisches Modell Bezeichung der	Numerisch Layers	nes Modell truktur
	(GeoFakten 8 bzw 21)	Schichteinheiten	Layer	Slices
		GOK	•	S1
	H1 / L1	Hy-H1 Hy-L1	Layer 1	S2
	HI/LI	пу-пт пу-шт	Layer 2	S3
	L1 / L3	Hy-L1	Layer 3	S4
rtär	H4 (oberflächennah)	Hy-H2	Layer 4	S5
Quartär	L4 / 4.1	Hy-L2	Layer 5	S6
	H4 (Nähe Quartärbasis)	Ну-Н3	Layer 6	S7
	L4 / 4.2	Hy-L3	Layer 7	S8
Tertiär	HL4.3	Hy-H4	Layer 8	S9
Ter	L4 / 4.3	Hy-L4	Layer 9	S10

Kavernenspeicher Etzel Auswirkungsanalyse für insgesamt 99 Kavernen DMT-Bearbeitungs-Nr.: GEE5-2016-00558 22.11.2018 Seite 61 von 313



Bei der Übernahme des Modells (Modellstand 2015) fiel auf, dass das Grundwassermodell nicht, wie bei derartig langen Untersuchungen über Jahrzehnte erforderlich, mittlere Grundwasserverhältnisse abbildet, sondern wie in Kapitel 3.1.2 bereits erwähnt niedrige Grundwasserverhältnisse repräsentiert. Außerdem wurden nicht langjährig mittlere Förderraten für die beiden Brunnengalerien im Modellgebiet (GEW und STORAG ETZEL), sondern aus Gründen einheitlicher Modelldatenbezüge die von Juni 2014 bis Mai 2015 verwendet.

Daneben fiel auf, dass in größeren Bereichen des Modellgebiets das übernommene Grundwassermodell unplausibel geringe Flurabstände bis hin zu großflächigeren Geländevernässungen berechnete. Diese unplausiblen Flurabstände finden sich überwiegend in breiten Streifen längs der größeren Oberflächengewässer wie z. B. dem Friedeburger Tief, der Bitze und dem Zeteler Tief.

Darüber hinaus wurde überprüft, in wie fern sich baubedingte Grundwasserentnahmen im Umfeld des Betriebsgeländes der STORAG ETZEL auf die Grundwasserstände auswirken. Dazu wurden die mittleren Grundwasserstände an ausgewählten Grundwassermessstellen (GWM in unmittelbarer Umgebung zu den jeweiligen Baumaßnahmen) unter Ausschluss der Grundwasserstandsmesswerte im Zeitraum der Grundwasserentnahmen ermittelt und mit den mittleren Grundwasserständen ab dem Jahr 2000 verglichen. Betrachtet wurden die bauzeitlichen Grundwasserentnahmen mit größeren Entnahmemengen. Es hat sich gezeigt, dass die mittleren Grundwasserstände mit und ohne bauzeitliche Grundwasserentnahmen nur lokal um wenige Zentimeter (im Mittel ~4 cm, max. 14 cm; siehe Tab. 11) differieren.

Eine Nicht-Berücksichtigung von Grundwasserstandsmesswerten aus Bauphasen mit Grundwasserförderungen führt also nicht zu nennenswert anderen mittleren Grundwasserständen. Aus diesem Grund wurden bei der Mittelwertbildung alle vorliegenden Grundwasserstandsmesswerte verwendet. Da mit dem Modell bis zu 150 Jahre in die Zukunft gerechnet werden soll, ist eine Abbildung bauzeitlicher Grundwasserentnahmen wegen deren vergleichsweise kurzer Dauer nicht sinnvoll.

Seite 62 von 313



Tab. 11: Auswertung bauzeitlicher Grundwasserentnahmen

(Bau)Maßnahme	GW- Entnahmemenge	Messstellen- bezeichnung	langjährig mittlerer GWStand ohne Baumaßnahme (mNN)	langjährig mittlerer GWStand "über alles" (mNN)	Differenz
Verteiler 6 zu Key K110 und		BF 11	0,66	0,63	0,03
Verteiler 6 zu Kav. K119 und Verteiler 5	in 2013 ~85 T m ³	BF 12	0,52	0,51	0,01
Verteller 5		BK113_L	0,64	0,6	0,04
Verteiler 6 zu Kav. K105 und	in 2014 ~51 T m³	GWM16	0,46	0,45	0,01
K106	111 2014 31 1 111	BK106	0,43	0,41	0,02
HFL Südfeldabzweig bis Schienenstrang	in 2015 367 T m³	BK112	0,49	0,41	0,08
Medienversorungsleitung Verteiler 08 zu Verteiler 16	in 2016 ~60 T m³	GWMT03	-0,19	-0,33	0,14
BEP, Nacharbeiten	in 2012 ~50 T m ³	BF16	0,63	0.56	0,07
EGL	in 2014 ~38 T m ³	Ы 10	0,03	0,30	0,07
UST Ringleitung	in 2014 ~70 T m ³	GWMT07	0,45	0,39	0,06
E.ON (Verdichterstation)	in 2012 149 T m ³	GWM17_L	0,48	0,47	0,01

Im 2016 übernommenen Modell (Modellstand 2015) wurden notwendige Aktualisierungen und die oben erwähnten Anpassungen durchgeführt, um mit dem Modell valide Prognoseberechnungen über die kommenden 100 bzw. 150 Jahre durchführen zu können. Im Einzelnen wurden bei der Modellüberarbeitung folgende Arbeitsschritte für bestimmte Modelleingangsdaten vorgenommen:

- Aktualisierung der Geländehöhen
- Übernahme mittlerer Wasserspiegellagen für den wesentlichen Senkungsbereich
- Aktualisierung der Geometrien der im Modell abgebildeten Stillgewässer (geringfügige Vergrößerung des Abgrabungsgewässers Horster Grashaus in Folge von fortgesetzter Sandgewinnung)
- Aktualisierung der Förderraten an Brunnen, Verwendung von Mittelwerten bezogen auf den Zeitraum 2000 - 2016



- Auswertung der Grundwasserstandsmessdaten von 2000 2016 auf Mittelwerte
- Korrektur der unplausiblen Flurabstände

Abschließend wurde das Grundwassermodell auf langjährig mittlere Grundwasserverhältnisse kalibriert. Unter einer Modellkalibrierung versteht man eine gezielte Anpassung von bestimmten Modelldaten, so dass die Grundwasserstandsmesswerte vom Modell möglichst genau nachgerechnet werden kann. Erst nach erfolgter Kalibrierung können mit einem Grundwassermodell belastbare Prognoserechnungen hinsichtlich zukünftig zu erwartenden Grundwasserverhältnissen durchgeführt werden.

3.2.2.1 Überarbeitung Grundwasserströmungsmodell

Im Folgenden wird die Überarbeitung der Modelldaten beschrieben, um zu einem Grundwassermodell zu gelangen, das mittlere Grundwasserstände und plausible Flurabstände bei einem Senkungsstand 2016 repräsentiert (Modellstand 2016).

Aktualisierung der Geländehöhen

Dem Modellgebiet wurden knotenweise durch eine Interpolation Geländehöhen eines bei STORAG ETZEL vorliegenden Digitalen Geländemodells (DGM) vom Frühjahr 2016 zugewiesen (/61/). Das DGM von 2016 berücksichtigt Laserscandaten einer Befliegung und liegt in einem Raster mit einer Rasterweite von 5 m vor. Das DGM deckt den Großteil des Modellgebietes ab (Abb. 21). Lediglich im Nordosten und im Westen und Süden konnten randliche Bereiche nicht aktualisiert werden. Für diese Bereiche sind im Grundwassermodell weiterhin die Geländehöhen des DGM aus Februar/März 2014, das dem Modellstand 2015 zu Grunde liegt, enthalten. Da es sich um Bereiche ohne Senkungen handelt, passen die Geländehöhen gut zum Modellstand 2016.

Seite 64 von 313

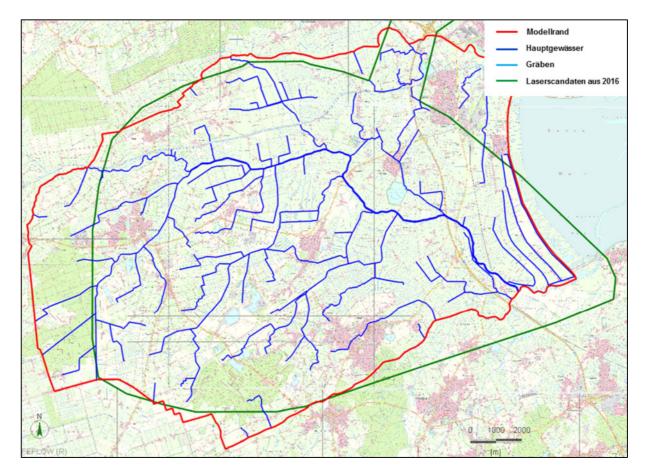


Abb. 21: Bereich des DGM 2016

Die Geländehöhen im Modellgebiet bewegen sich zwischen ca. -1 mNN (im Bereich "Schwarzes Brack") und ca. +12 mNN (im Bereich "Schweinebrücker Fuhrenkämpe"). Im näheren Untersuchungsraum (Bereich zwischen Etzel, Horsten und Neustadtgödens) liegen die Geländehöhen überwiegend zwischen 0 mNN und +4 mNN.

Aktualisierung der Wasserspiegellagen

Oberflächengewässer werden üblicherweise als Randbedingung 3. Art unter Angabe eines Vorflutniveaus und eines Leakagekoeffizienten im Modell abgebildet. Der Leakagekoeffizient ist ein Maß für den Grundwasserkontakt eines Gewässers oder eines dränierenden Elements. In der Feflow-Nomenklatur wird er auch als Transferrate bezeichnet.

Seite 65 von 313



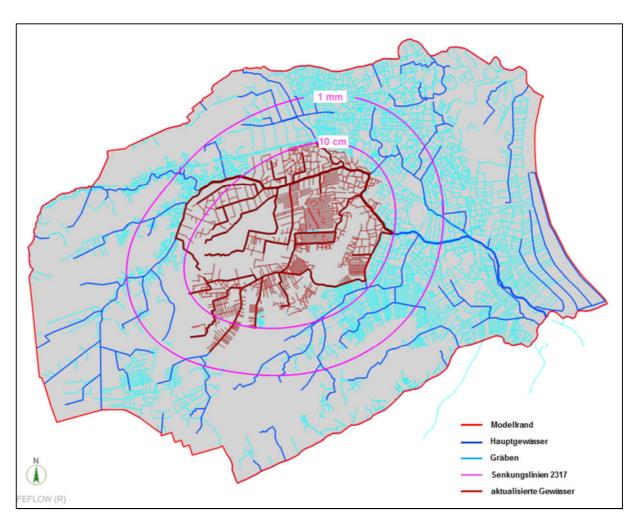


Abb. 22: Aktualisierung der Wasserspiegellagen

Bei Oberflächengewässern werden die jeweiligen mittleren Wasserspiegellagen als Vorflutniveaus verwendet. In dem Modellstand 2015 sind die Wasserspiegellagen der größeren Oberflächengewässer wie dem Friedeburger Tief unter Verwendung von Befliegungsdaten und Messwerten an den Lattenpegeln ermittelt worden. Die übrigen Wasserspiegellagen sind zunächst mit Geländehöhe minus 0,8 m angesetzt und anschließend numerisch geglättet worden. In Abb. 22 sind die Gewässer dargestellt, für die aktuelle mittlere Wasserspiegellagen erarbeitet (vgl. Kapitel 3.2.1) und in das Modell übernommen wurden (rot markierte Gewässer). Der Bereich der Aktualisierung orientiert sich im Wesentlichen an dem Bereich, in dem Gesamtsenkungen > 0,1 m zu erwarten sind.

Ermittlung langjährig mittlerer Förderraten

Von STORAG ETZEL und der GEW Wilhelmshaven (GEW) wurden die Jahresförderraten der einzelnen Brunnen ab 2000 bzw. von GEW ab 2007 zur Verfügung

Seite 66 von 313



gestellt (/22/ /20/). Aus diesen Daten wurden mittlere Jahresförderraten für die genannten Zeiträume errechnet und ins Grundwassermodell übernommen. Für den Zeitraum vor 2007 liegen der GEW nur Jahresförderraten der gesamten Brunnengalerie Kleinhorsten vor, so dass für diesen Zeitraum keine Aufgliederung auf einzelne Brunnen möglich war. In Abb. 23 sind die Lage und in Abb. 24 die mittleren Jahresförderraten der Brunnen dargestellt.

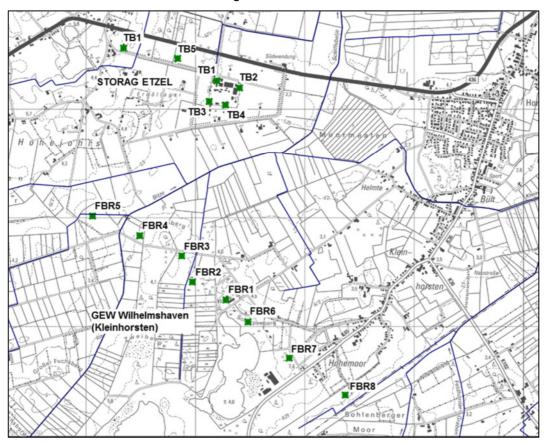


Abb. 23: Brunnenstandorte von STORAG ETZEL und GEW

IVG/STORAG ETZEL									
	TB1	TB2	TB3	TB4	TB5	TB6	Summe		
MW ab 2000 (m ³ /a)	17.719	31.718	24.601	26.343	23.080	14.802	~138.000		
GEW Wilhelmshaver									1 -
	FBR 1	FBR 2	FBR 3	FBR 4	FBR 5	FBR 6	FBR 7	FBR 8	Summe
MW ab 2007 (m ³ /a)	181.235	316.903	260.502	293.358	296.489	257.009	243.542	302.007	~ 2.150.000

Abb. 24: Zusammenstellung der mittleren Jahresförderraten der einzelnen Brunnen von STORAG ETZEL und GEW (für den Zeitraum 2000 bzw. 2007 bis 2016)

Seite 67 von 313



Auswertung der Grundwasserstandsmessdaten von 2000 - 2016

Für die Modellaktualisierung/Nachkalibrierung standen im Modellgebiet an 315 Grundwassermessstellen (GWM) Grundwasserstandsmesswerte zur Verfügung. Eine orientierende Übersicht über die Lage der GWM bietet Abb. 25.

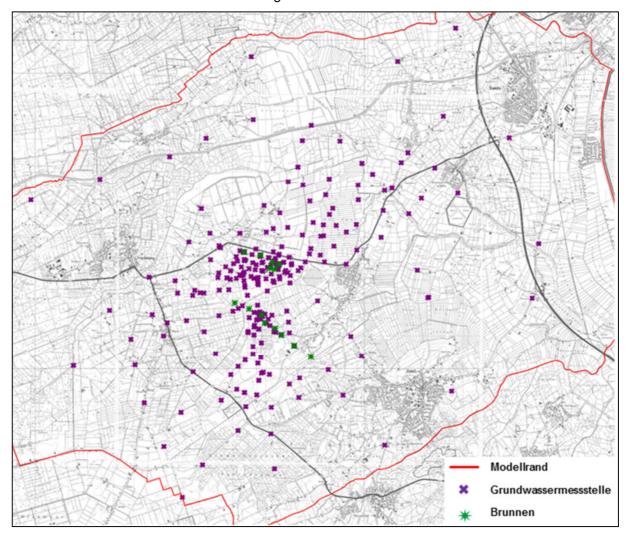


Abb. 25: Lage der Grundwassermessstellen

Aus den vorliegenden Messwerten (überwiegend monatliche Messungen im Zeitraum von ≥ 2000 bis 2016) wurden langjährige Mittelwerte gebildet. Diese sind in tabellarischer Form in Anhang 1 zusammengestellt. Die Mittelwerte bilden im Vergleich mit den vom Modell berechneten Grundwasserständen die Grundlage zur Beurteilung der Kalibriergenauigkeit des Modells. Das Modell wurde im Zuge der Kalibrierung so angepasst, dass die Messwerte vom Modell möglichst gut nachgerechnet werden können (vgl. Kapitel 3.2.2.2).

22.11.2018 Seite 68 von 313



Korrektur der unplausiblen Flurabstände

Die unplausiblen Flurabstände im Sinne von im Gelände nicht anzutreffenden Flächenvernässungen fokussieren sich im Modellstand 2015 auf die größeren Fließgewässer wie Friedeburger Tief, Bitze, Neue Heete oder Zeteler Tief. Daneben errechnet sie das Modell auch im nordöstlichen Modellgebiet im Bereich Sande. Die gewässernahen Vernässungen im Modell sind darauf zurückzuführen, dass die Dränwirkung der Gewässer für das Grundwasser unterschätzt wird und das Grundwasser nur mit deutlich überhöhtem Druck zum Gewässer ausströmt. Im Modell sind dafür so hohe Grundwasserstände erforderlich, dass die vom Modell berechneten Grundwasserstände sogar über dem Gelände liegen, was mit Geländevernässung gleichbedeutend ist.

Zur Vermeidung gewässernaher unplausibler Vernässungen im Modell wurden die Leakagekoeffizienten der betroffenen Gewässer differenziert vergrößert (Leakagekoeffizienten bei Gewässern mit gutem Grundwasserkontakt liegen in der Größenordnung von 4*10-5 1/s und bei Gewässern mit geringem Kontakt bei unter 2*10-6 1/s). Im Modellstand 2015 weisen die Gewässer generell relativ kleine Leakagekoeffizienten auf (max. 6*10-6 1/s). Die kleinen Gräben waren pauschal mit einem noch weit geringeren hydraulischen Kontakt zum Grundwasserleiter abgebildet (Leakagekoeffizienten um 2*10-8 1/s). In Folge der Vergrößerung der Leakagekoeffizienten sanken die Grundwasserstände gewässernah und in gedämpfter Form auch gewässerfern. Dadurch erreichten die Flurabstände im Modell gewässernah ein realistisches Maß. In gewässerferneren Bereichen wurden jedoch im Vergleich zu den Grundwasserstandsmesswerten zu geringe Grundwasserstände vom Modell errechnet, so dass über eine Anpassung der Durchlässigkeitsbeiwerte das Modell höhere Grundwasserstände berechnete. Diese weiteren Schritte werden in Kapitel 3.2.2.2 zusammen mit der Modellkalibrierung beschrieben.

Bei gewässerfernen unplausiblen Vernässungen wie z. B. im Bereich Sande wurden die Durchlässigkeitsbeiwerte deutlich vergrößert. Dies hat eine Verringerung der hydraulischen Gradienten und damit ein Absinken der Grundwasserstände im Modell zur Folge, so dass Vernässungen vermieden werden.

22.11.2018

Seite 69 von 313



3.2.2.2 Kalibrierung

Nach der Überarbeitung der Modelldaten und Korrektur der nicht akzeptablen Flurabstände musste das Grundwassermodell nachkalibriert werden. Dabei wird durch die Variation bestimmter Modelldaten ein Modell so angepasst, dass die gemessenen Grundwasserstände ausreichend gut mit dem numerischen Modell nachgerechnet werden können. Bei dem vorliegenden Modell wurden hauptsächlich die Grundwasserneubildung, zusätzlich aber auch die Durchlässigkeitsbeiwerte sowie die Leakagekoeffizienten innerhalb plausibler Grenzen variiert. Erst mit einem kalibrierten Grundwassermodell können belastbare Prognoseberechnungen im Sinne von Simulationen durchgeführt werden. Im Folgenden werden die Variation der Modelldaten sowie das Ergebnis der Kalibrierung beschrieben.

Anpassung der Grundwasserneubildung

Dem Modellstand 2015 liegt das Wasserhaushaltsmodell mGROWA zu Grunde /13/. Wie bereits erläutert, bildet der Modellstand 2015 niedrige Grundwasserverhältnissen ab. Dementsprechend wurde auch die Grundwasserneubildung angepasst, d. h. sie wurde nach Angaben von /13/ nahezu im gesamten Modellgebiet gemindert.

Im Zuge der Nachkalibrierung wurde die Neubildung schrittweise wieder erhöht. In Abb. 26 ist flächendifferenziert dargestellt, um wieviel Prozent die Neubildung im Rahmen der Nachkalibrierung im Vergleich zum Modellstand 2015 erhöht wurde. Überwiegend (im zentralen Modellgebiet) wurde die von /13/ kalibrierte Neubildung um ca. 50 % erhöht. Bei der Erhöhung wurden darauf geachtet, dass die Werte für die Neubildung von mGROWA nicht überschritten wurden.

Seite 70 von 313



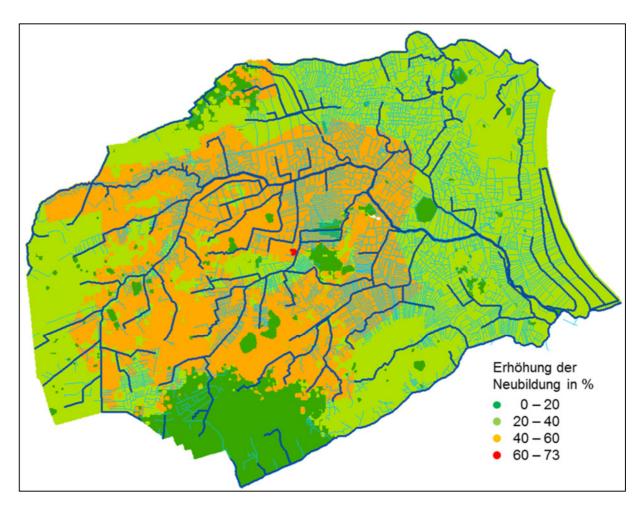


Abb. 26: Kalibrierung - Variation der Grundwasserneubildung zum Modellstand 2015

In Abb. 27 ist die im Zuge der Kalibrierung festgelegte Grundwasserneubildung des Modellstands 2016 in Form von Farbflächen dargestellt. Durch die Anpassung der Neubildung wurden im überwiegenden Modellgebiet (ca. 2/3 der Modellgebietsfläche) die Neubildungsraten von mGROWA wieder erreicht (schwarz umrandete Gebiete). Es sind 2 Gebiete ausgewiesen, in denen die Neubildung größer ist als mGROWA (orangefarben umrandetet Gebiete). Hier wurde die Neubildung des Modellstands 2015 beibehalten. Ca. 1/3 des Modellgebiets weist immer noch geringere Neubildungsraten als mGROWA auf. Diese Bereiche sind überwiegend die Marschgebiete. Nach den Erfahrungen dieser Modellkalibrierung berechnet das Verfahren mGROWA für die Geestgebiete offensichtlich plausible Grundwasserneubildungen.

Generell kann festgehalten werden, dass die Marschgebiete durch geringe Grundwasserneubildungsraten <100mm/a (blaue Flächen in Abb. 27) charakterisiert ist, während sich in den Geestgebieten größere Grundwasserneubildungsraten von

Seite 71 von 313



überwiegend 100 mm/a bis 300 mm/a (blaue Flächen in Abb. 27) finden. In verschiedenen kleinräumigen Bereichen hat mGROWA sogar negative Neubildungsraten im Sinne einer Grundwasserzehrung errechnet. Beispiele hierfür sind Flächen mit geringen Flurabständen und einer Vegetation, die vergleichsweise viel Grundwasser zieht und verdunstet.

Die im Zuge der Kalibrierung festgelegte Grundwasserneubildung variiert zwischen -74 mm/a und ca. 600 mm/a.

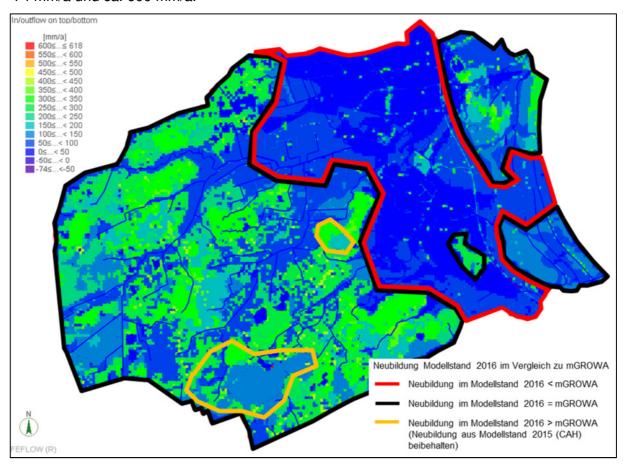


Abb. 27: Kalibrierung - Neubildung im Modellstand 2016 mit Vergleich zu mGROWA

Anpassung von Durchlässigkeitsbeiwerten (in den oberen Grundwasserleitern)

In Abb. 28, Abb. 29 und Abb. 30 sind die kalibrierten, horizontalen Durchlässigkeitsbeiwerte der Layer 1+2, 3 und 5 in Form von Farbflächen dargestellt. Layer 1 und Layer 2 sind so konzipiert, dass sie in allen Bereichen die gleiche Schicht repräsentieren und somit auch die gleichen Durchlässigkeitsbeiwerte aufweisen. Bei den genannten Layern handelt es sich um die oberen Partien des Grundwasserleiters.

Seite 72 von 313



Im Zuge der Kalibrierung wurden die Durchlässigkeitsbeiwerte des Modellstands 2015 in einem plausiblen Rahmen angepasst, sodass die mittleren Grundwasserstände vom Modell gut nachgerechnet werden konnten. Um von den niedrigen Grundwasserverhältnissen des Modellstands 2015 auf mittlere Grundwasserverhältnisse zu kommen, wurden die Durchlässigkeitsbeiwerte lokal verkleinert. Die Hauptänderungsbereiche sind in den 3 Abbildungen mit rot strichlierten Linien markiert. Mit Ausnahme der Bereiche Zeteler Tief und Sande wurden die Durchlässigkeitsbeiwerte um den Faktor 2 bis Faktor 8 verkleinert. In den beiden genannten Ausnahmebereichen mussten die Durchlässigkeitsbeiwerte zur Vermeidung unplausibler Vernässungen vergrößert werden.

Zwischen den Schichten des Grundwasserleiters sind bereichsweise undurchlässige Linsen/Bereiche mit Durchlässigkeitsbeiwerten um 5 * 10⁻⁸ m/s eingeschaltet. Diese wurden im Zuge der Kalibrierung nicht verändert.

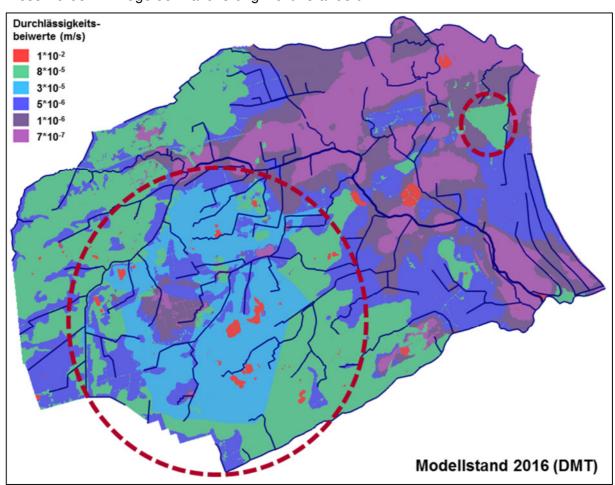


Abb. 28: Kalibrierung - Durchlässigkeitsbeiwerte in Layer 1 + 2

Seite 73 von 313



Die roten Flächen in den Abbildungen mit der Verteilung der Durchlässigkeitsbeiwerte entsprechen einem Durchlässigkeitsbeiwert von 1 · 10⁻² m/s und repräsentieren flächenhaft abgebildete Stillgewässer. Der genannte Durchlässigkeitsbeiwert ist als ungewöhnlich groß anzusehen, wie er in der Hydrogeologie selten anzutreffen. Die Zuweisung sehr großer Durchlässigkeitsbeiwerte ist bei der Verwendung des Simulators Feflow die übliche Methode, Stillgewässer abzubilden.

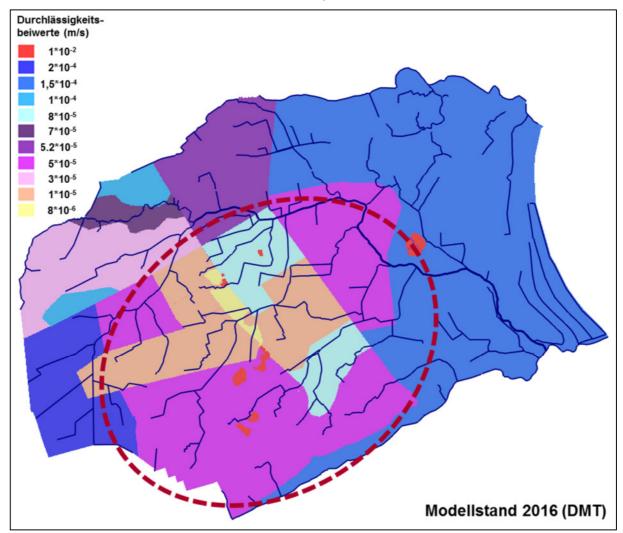


Abb. 29: Kalibrierung - Durchlässigkeitsbeiwerte in Layer 3

Die in den drei Abbildungen dargestellte Verteilung der Durchlässigkeitsbeiwerte bedeutet, dass überwiegend Sande und schluffige Sande anzutreffen sind (Durchlässigkeitsbeiwerte in einer Größenordnung von 10⁻⁵ und 10⁻⁴ m/s), die hauptsächlich in den Marschgebieten von geringer durchlässigen tagesnahen Schichten überdeckt werden. Hierbei handelt es sich um schluffige Feinsande bis Schluffe.



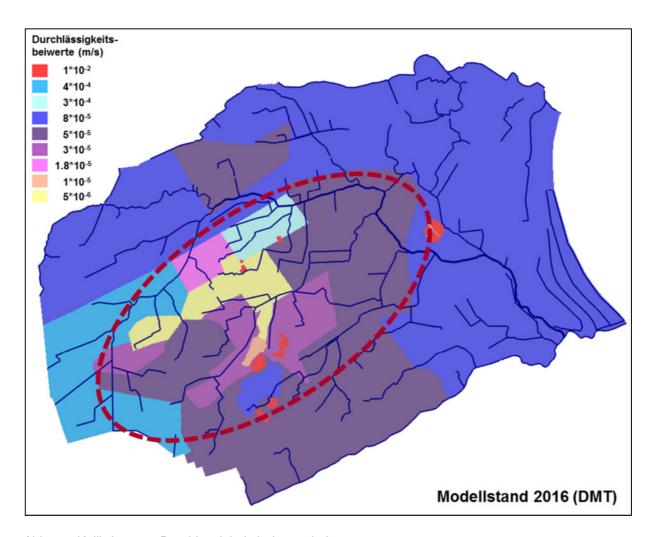


Abb. 30: Kalibrierung - Durchlässigkeitsbeiwerte in Layer 5

Bei 3-dimensionalen Grundwassermodellen werden auch Angaben über die Richtungsabhängigkeit der Wasserdurchlässigkeit benötigt. Im Allgemeinen sind die vertikalen Durchlässigkeitsbeiwerte deutlich geringer als die horizontalen. Die Anisotropiefaktoren (Verhältnis zwischen horizontaler und vertikaler Durchlässigkeit) der einzelnen Layer wurden gemäß /13/ beibehalten:

•	Layer 1 + 2	Anisotropiefaktor: 5
•	Layer 3 + 5	Anisotropiefaktor: 10
•	Layer 4	Anisotropiefaktor: 1
•	Layer 6	Anisotropiefaktor: 1
•	Layer 7	Anisotropiefaktor: 50
•	Layer 8	Anisotropiefaktor: 1

Anisotropiefaktor: 20

Layer 9

22.11.2018 Seite 75 von 313



Anpassung von Leakagekoeffizienten der Gewässer

Die Leakagekoeffizienten sind neben den Durchlässigkeitsbeiwerten wesentliche Modelleingangsparameter, die im Zuge der Modellkalibrierung variiert werden. Sie wurden zur Vermeidung gewässernaher unplausibler Geländevernässungen deutlich vergrößert (siehe Kapitel 3.2.2.1). Durch die Verkleinerung der Durchlässigkeitsbeiwerte wurden auch gewässerfern höhere Grundwasserstände erreicht, so dass die gemessenen Grundwasserstände im gesamten Modellgebiet gut nachgerechnet werden konnten. Gewässernah mussten zum Erhalt der plausiblen Flurabstände die Leakagekoeffizienten nur geringfügig nachjustiert werden.

Ergebnis der Kalibrierung

Die Güte einer Kalibrierung wird anhand der Abweichungen zwischen den an den Grundwassermessstellen gemessenen und den vom Modell berechneten Grundwasserständen festgelegt. Es lagen an 315 Grundwassermessstellen Messwerte vor (vgl. Kapitel 3.2.2.1 "Auswertung der Grundwasserstandsmessdaten"). Im Zuge der Kalibrierung wurden 15 Grundwasserstandsmesswerte auf Grund von Unplausibilitäten verworfen. Unplausible Werte können z. B. durch Schäden an einer Grundwassermessstelle, Fehler in den Messstellendaten/Grundwasserstandsmessungen oder nicht bekannte oder zeitlich begrenzte Wasserhaltungsmaßnahmen entstehen. Vor diesem Hintergrund ist es nicht zwingend erforderlich, eine exakte Anpassung aller Messwerte anzustreben, was ggf. durch sehr lokale Veränderungen z. B. an Durchlässigkeitsbeiwerten in der direkten Messstellenumgebung erreicht werden könnte. Eine exakte Anpassung würde keine Verbesserung der Belastbarkeit eines kalibrierten Grundwassermodells und seiner Prognosegenauigkeit bedeuten. In Abb. 31 sind die vorhandenen GWM dargestellt und die 15 verworfenen Messstellen mit einem grünen Kreis und der Messstellenbezeichnung markiert. Auch in der Tabelle in Anhang 1 ist die Verwerfung einer Messstelle festgehalten.

Seite 76 von 313



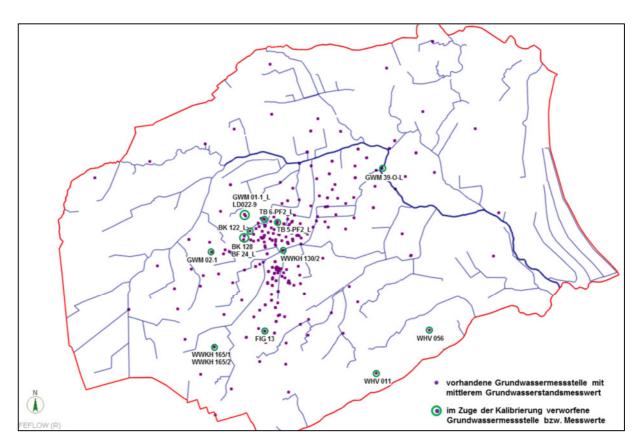


Abb. 31: Im Zuge der Kalibrierung verworfene Grundwassermessstellen (15 Stk.)

In der Tabelle in Anhang 1 sind neben den mittleren Grundwasserstandsmesswerten auch die entsprechenden vom Modell berechneten Grundwasserstände und die Abweichungen eingetragen. In Tab. 7 sind Kennwerte der Kalibrierung aufgezeigt. Dargestellt sind statistische Kennzahlen der Abweichungen an den Messstellen (minimale/maximale Abweichungen sowie Mittelwerte der Beträge der Abweichungen zwischen den berechneten und den gemessenen Grundwasserständen), unterteilt auf die verschiedenen Layer (Grundwasserleiter) sowie für das Gesamtmodell. Positive Werte bedeuten, dass die berechneten Grundwasserstände über dem Messwert liegen. Bei negativen Werten liegt der berechnete Grundwasserstand unter dem Messwert. Die maximalen und minimalen Abweichungen betragen 0,54 m bzw. -0,77 m. Auch dies sind gute, vergleichsweise kleine Abweichungen. Die mittlere absolute Abweichung für die 300 Grundwassermessstellen beträgt 0,20 m. Modellkalibrierungen mit einer mittleren absoluten Abweichung < 0,25 m gelten als qualitativ hochwertige, gut kalibrierte Modelle. Insofern kann festgehalten werden, dass das Grundwassermodell präzise kalibriert werden konnte.



Tab. 12: Kennwerte der Kalibrierung

Layer (Schichteinheit)	Anzahl	mittlere absolute Abw. [m]	min. Abw. [m]	max. Abw . [m]
Layer 1+2 (Hy-H1 / Hy-L1)	25	0,13	-0,51	0,14
Layer 3 (Hy-L1)	145	0,16	-0,73	0,54
Layer 5 (Hy-L2)	67	0,20	-0,68	0,53
Layer 7 (Hy-L3)	44	0,31	-0,77	0,33
Layer 9 (Hy-L4)	19	0,24	-0,60	0,42
Gesamtmodell	300	0,20	-0,77	0,54

Zur weiteren Beurteilung der Güte der Kalibrierung wurde eine Häufigkeitsverteilung der Abweichungen zwischen gemessenen und vom Modell berechneten Grundwasserständen in Form eines Balkendiagramms aufgestellt (siehe Abb. 32). Dabei wurden die Abweichungen an den Messstellen in Klassen $(0,0 - 0,25 \text{ m}, 0,25 - 0,5 \text{ m}, 0,5 - 1,0 \text{ m}, 1,0 - 2,0 \text{ m} \text{ und} > 2,0 \text{ m}; jeweils positiv und negativ) unterteilt. Die meisten Werte sollten dabei in den beiden Klassen <math>0,0 - \pm 0,25 \text{ m}$ liegen. Knapp 70 % der Werte liegen in dieser Spanne. Im Schwankungsbereich $0,0 - \pm 0,5 \text{ m}$ liegen sogar knapp über 90 %.

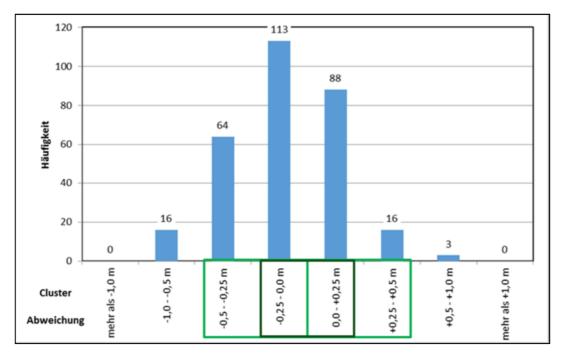


Abb. 32: Häufigkeitsverteilung der Abweichungen zwischen gemessenen und vom Modell berechneten Grundwasserständen

Seite 78 von 313

H&M NASERTECHNIK GMBH

In Abb. 33 und Anlage 2 sind die vom kalibrierten Grundwassermodell berechneten Grundwassergleichen (blaue Isolinien, 0,5 m Isolinien-Abstand) in den obersten, d. h. tagesnahen Partien des Grundwasserleiters und in Abb. 33 zusätzlich mit Strömungspfeilen (Fließrichtung i. Allg. senkrecht zu den Grundwassergleichen) dargestellt. Hierbei handelt es sich um die mittlere quasi-stationäre Grundwassersituation zum Senkungszustand 2016.

Aus dem Grundwassergleichenplan wird eine generelle Grundwasserströmungsrichtung im zentralen Modellgebiet, das dem Senkungsgebiet entspricht, nach Norden/Nordosten Richtung Friedeburger Tief deutlich. Das Friedeburger Tief ist im Modellgebiet der Hauptvorfluter. Ihm strömen die Grundwässer auch aus nördlicher und östlicher Richtung, also auch vom Jadebusen bzw. einem Grundwasserhochpunkt im Bereich Sande zu. Die Grundwasserstände variieren zwischen ca. - 0,5 mNN (Umfeld Friedeburger Tief und einige Nebenläufe) und ca. 9 mNN im Südwesten (Umfeld Schweinebrücker Fuhrenkämpe). Die Grundwasserentnahmen der GEW und der STORAG ETZEL machen sich nicht in Form von deutlichen Grundwasserabsenkungstrichtern in dem tagesnahen Grundwassergleichenplan bemerkbar. Dies ist darauf zurückzuführen, dass diese Entnahmen vergleichsweise tief installiert sind und sich die Grundwasserabsenkung nur in diesen tiefen Partien des abgebildeten Grundwasserkörpers in Form von Druckminderungen auswirkt.

In Abb. 34 und Anlage 3 sind die Flurabstände (Abstand der Geländeoberkante zum Grundwasser) dargestellt. Hohe Flurabstände sind vor allem im Bereich der Geestrücken ausgewiesen. Hier liegen die Flurabstände bei bis > 10 m. Die geringen Flurabstände treten wie erwartet in den Marschbereichen auf. Hier liegen die Flurabstände überwiegend bei < 1,2 m. Flurabstände < 0 m bedeuten Grundwasserstände über Geländeoberkante (Vernässungen, Stillgewässer, Bacheinschnitte).

Seite 79 von 313



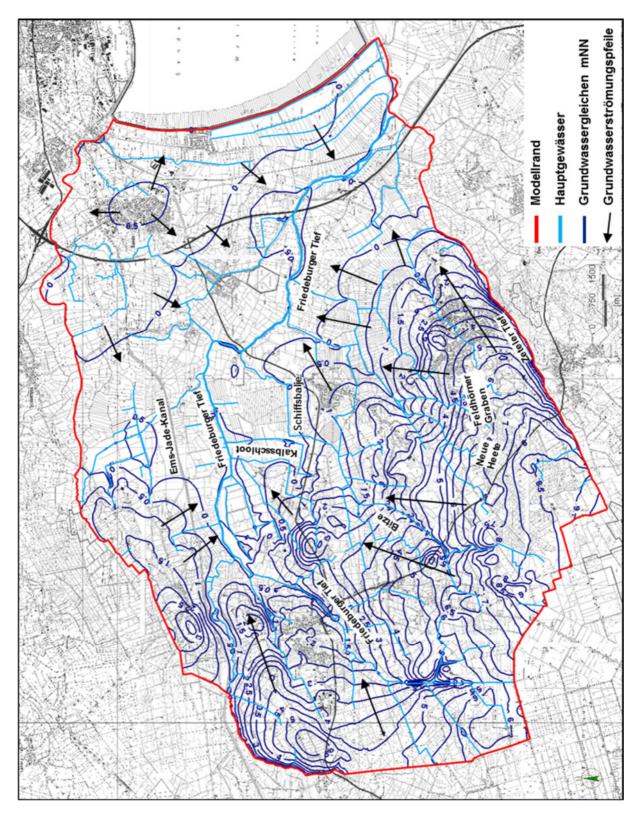


Abb. 33: Darstellung der Kalibrierung - Grundwassergleichen



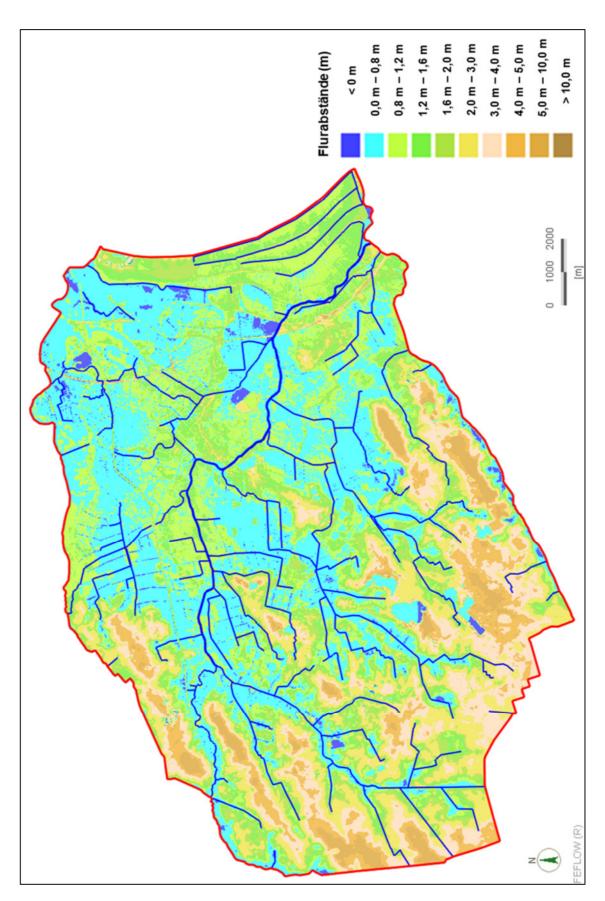


Abb. 34: Darstellung der Kalibrierung – Flurabstände

Seite 81 von 313



3.2.3 Ausgewählte Schutzgüter, Nutzungen und Planungen

Nachfolgend wird die aktuelle Bestandssituation bzgl. der zu untersuchenden Schutzgüter, Nutzungen und Planungen auf der Grundlage des verfügbaren Datenmaterials näher beschrieben. Im Vorgriff auf die in Folgekapiteln durchzuführende Analyse von senkungsbedingten Auswirkungen auf o. g. Untersuchungsgegenstände ist anzumerken, dass im Untersuchungsgebiet bereits nach Datenlage 2016 örtlich sehr geringe Grundwasserflurabstände zu verzeichnen sind. Insofern besteht diesbezüglich eine gewisse Vorbelastung, die im Rahmen der Auswirkungsanalyse entsprechend zu berücksichtigen ist (Abb. 35). Sofern zum Verständnis bzw. zur Bewertung und Relativierung der prognostizierten senkungsbedingten Auswirkungen erforderlich, wird in den jeweiligen Kapiteln der Bezug zur Ausgangssituation 2016 hergestellt.

Bereits im Jahre 2011 wurden im Zuge von Erweiterungsabsichten für das Kavernenfeld Bestandsaufnahmen zu unterschiedlichen Artengruppen durchgeführt. Die Erkenntnisse der seinerzeit durchgeführten Kartierungen wurden in 2016 einer Prüfung und Aktualisierung unterzogen. Für sonstige Artengruppen (hier: Fische, Libellen) wurde das im Untersuchungsgebiet potenziell vorkommende Arteninventar auf der Grundlage des ansonsten verfügbaren Datenmaterials (Landschaftsrahmenplan, Umweltdatenserver Niedersachsen) hergeleitet.

Die Ermittlung relevanter Planungen im Untersuchungsgebiet erfolgte durch Sichtung und Auswertung der diesbezüglich gängigen Planungsinstrumente aus Raumordnung und Landschaftsplanung (hier: LROP/RROP, LRP) sowie des für einen Großteil des Untersuchungsgebietes durch Mitwirken verschiedenster Vertreter aus der Region eigens aufgestellten "Leitbild Kulturlandschaft Etzel".

Seite 82 von 313



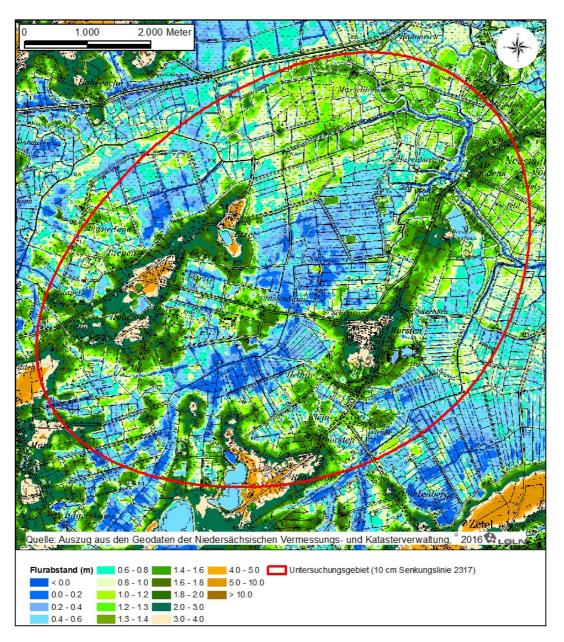


Abb. 35: Grundwasserflurabstände im Ausgangszustand 2016

3.2.3.1 Boden (einschl. landwirtschaftlicher Nutzung)

Fachliche Grundlage für die Bestandsbeschreibung und -bewertung ist die digitale Bodenkarte 1:50.000 (BK 50) der niedersächsischen Umweltverwaltung. Über diese sowie durch Sichtung und Auswertung der bodenkundlichen Themenkarten im Niedersächsischen Bodeninformationssystem (NIBIS) konnte die bodenkundliche Situation im Untersuchungsgebiet hinreichend beschrieben werden. Der Ansprache schützenswerter und sulfatsaurer Böden kam in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung zu.

Seite 83 von 313



Allgemeine bodenkundliche Standortbeschreibung

Das Untersuchungsgebiet umfasst die naturräumlichen Regionen Ostfriesisch-Oldenburgische Geest im Südwesten und Watten und Marschen im Nordosten. Im Bereich der Geest kommen sowohl terrestrische als auch semiterrestrische Böden (Grundwasserböden) sowie Moore vor. Es sind in der BK 50 hauptsächlich die Bodentypen Podsol, Plaggenesch, Erdniedermoor und Gley-Podsol anzutreffen (Anlage 4). Mit geringeren Flächenanteilen sind aber auch Gley, Tiefumbruchboden aus Niedermoor, Podsol-Gley und Pseudogley vorhanden. Im Bereich der Marsch ist angrenzend zur Geest meist der Bodentyp Niedermoor mit Kleimarschauflage anzutreffen. Nach Norden und Osten schließen sich vor allem Kleimarsch und Kalkmarsch an. Es kommen demnach semiterrestrische Böden und Moore vor. Eine Auswahl an Bodenkennwerten ist in der Tabelle in Anhang 2 enthalten.

Vorkommen schutzwürdiger/seltener Böden

Bei der Bewertung der Böden aus Sicht der Bodenschutz-Vorsorge hat deren Grad an Schutzwürdigkeit und Schutzbedürftigkeit, bewertet auf Grundlage der Funktionen nach Bodenschutzrecht, eine große Bedeutung. Nach § 1 BBodSchG sollen bei Einwirkungen auf den Boden Beeinträchtigungen seiner natürlichen Funktionen sowie seiner Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte so weit wie möglich vermieden werden. Als besonders schutzwürdig sind in Niedersachsen gemäß /26/ insbesondere die folgenden Böden ausgewiesen:

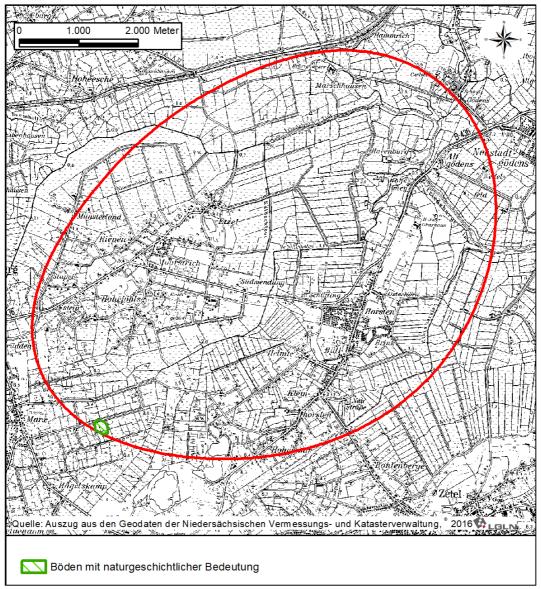
- Böden mit besonderen Standorteigenschaften: Extremstandorte mit extrem trockenen (Bodenkundliche Feuchtestufe 1) oder extrem nassen Böden (Bodenkundliche Feuchtestufen 9-10)
- Böden mit hoher natürlicher Bodenfruchtbarkeit (Ackerbauliches Ertragspotenzial Stufen 5-7)
- Böden mit hoher kulturgeschichtlicher Bedeutung (z. B. Plaggenesche)
- Böden mit hoher naturgeschichtlicher Bedeutung (z. B. Boden-Dauerbeobachtungsflächen)
- seltene Böden

Die Auswertungen erfolgten schon auf Grundlage der BK 50, wobei eine Überarbeitung des Geoberichtes 8 (/26/) noch nicht erfolgt ist.

Böden mit besonderen Standorteigenschaften (extrem trockene oder extrem nasse Böden), Böden mit hoher natürlicher Bodenfruchtbarkeit, Böden mit hoher kulturgeschichtlicher Bedeutung sowie seltene Böden kommen im Untersuchungsgebiet



nicht vor. Für das Untersuchungsgebiet ist gemäß /11/ nur im äußersten Südwesten eine Fläche als Boden mit hoher naturgeschichtlicher Bedeutung ausgewiesen (Abb. 36). Konkret handelt es sich dabei um einen Brauneisengley.



Quelle: NIBIS (Bodenkundliche Auswertungskarte - Schutzwürde Böden, LBEG 2017)

Abb. 36: Vorkommen schutzwürdiger/seltener Böden im Untersuchungsgebiet

Vorkommen sulfatsaurer Böden

Teile des Untersuchungsgebietes sind als Verdachtsflächen für das Vorkommen sulfatsaurer Böden einzustufen. Sulfatsaure Böden entstehen bei Entwässerung und Belüftung pyrithaltiger Sedimente durch die Oxidation von Pyrit (FeS₂) und die

Kavernenspeicher Etzel Auswirkungsanalyse für insgesamt 99 Kavernen DMT-Bearbeitungs-Nr.: GEE5-2016-00558

22.11.2018 Seite 85 von 313



Bildung von Schwefelsäure (H₂SO₄). Man unterscheidet zwischen aktuell sulfatsauren und potentiell sulfatsauren Böden. Übersteigt das Säurebildungspotenzial von pyrithaltigen Sedimenten die Säureneutralisationskapazität dieser Sedimente, spricht man von potenziell sulfatsauren Böden. Bei Belüftung setzt die Pyritoxidation ein und es entsteht ein aktuell sulfatsaurer Boden.

Nach /55/ besteht das Gefährdungspotential der potentiell sulfatsauren Böden vorrangig in einer möglichen (extremen) Versauerung des Bodens bei Luftkontakt auf pH < 4,0, aus der Pflanzenschäden und eine erhöhte Schwermetallverfügbarkeit bzw. -löslichkeit resultieren können. Damit ist u. U. auch mit erhöhten Schwermetallkonzentrationen im Sickerwasser zu rechnen. Es kommt zudem zu deutlich erhöhten Sulfatkonzentrationen im Bodenwasser bzw. Sickerwasser und infolgedessen zu einer Erhöhung der betonangreifenden Eigenschaften und der Stahlkorrosion.

H&M	>
W SWIME	7
ASSERTEC	3
HNIK Gmbh	4

Farbe Kürzel Inhalt Kurzbeschreibung Einstufung Maßnahme für Kartierung kalkfreies, aktuell und Material mit hohen Schwefelgehalten (lagunäre oder stark humose, GR 1A potenziell sulfatsaures sehr hoch tonreiche Sedimente) Material unten sehr kalkhaltiges Material über natürliches oder anthropogenes, kalkhaltiges Material über Material mit flächige Erkundung mit hoch, oben GR 1B potenziell sulfatsaurem hohen Schwefelgehalten (lagunäre oder stark humose, tonreiche engem Raster und gering bis Material Sedimente); z.T. über Hoch- oder Niedermoortorfen tiefenorientiert mittel aktuell und potenziell Material mit hohen Schwefelgehalten (lagunäre oder stark humose, sulfatsaures Material aus tonreiche Sedimente im Wechsel mit Torfen, häufig lagunäre hoch bis sehr GR_{1C} mineralischen Anteilen und Sedimente und mächtigere Torfe im Untergrund, Material mit hoch Torfen anthropogener Durchmischung wie z.B. Spittkulturen) Niedermoortorfe im Torfe z.T. mit mineralischen Einspülungen; geringer Flächenanteil; Erkundung bei begründeten örtlich mittel GR 2A Küstenholozän, z.T. mit auch Areale mit schwefelärmeren, fluviatilen Ablagerungen im bis hoch Hinweisen im Bodenprofil wie sulfatsaurem Material Tiderückstau über Torfen schwarzes Eisensulfid. Jarosit und/oder schluffig-tonige Ablagerungen der Uferwälle und deren Hinterländer kalkfreies toniges Material; (epilitorale Sedimente) und alte eingedeichte Gebiete (Groden vor dem Eisenausfällungen Örtlich mittel örtlich mit sulfatsaurem GR 2B (Feststellung durch 17. Jh.) und schwefelärmere lagunäre Ablagerungen im Bereich des bis hoch Material Tiderückstaus bodenkundliches schluffig-toniges, kalkhaltiges oder nur schwach entkalktes Material, Fachpersonal) oder bei kalkhaltiges toniges häufig unter Grundwasser- oder Tideeinfluss (Schlickwatt); im Bereich mittel (nur aehemmtem GR 2C Material, z.T. mit erhöhten Pflanzenwachstum von Bodenentnahmen für Ziegeleien und Deichbau gestörte Lagerung örtlich) Schwefelgehalten und Eintrag humusreichen Materials junges schwefelarmes, verbreitet kalkreicheres Material; Ablagerungen schwefelarmes, verbreitet der jung eingedeichten Gebiete (Groden ab dem 17. Jh.), schluffig-Erkundung nur in GR 3B gering kalkhaltiges Material feinsandige kalkhaltige Wattablagerungen, schwefelarme fluviatile Ausnahmefällen sinnvoll Ablagerungen im Bereich des Tiderückstaus

13: Kurzbeschreibung Einstufung sulfatsaure Böden im Untersuchungsgebiet

22.11.2018 Seite 87 von 313



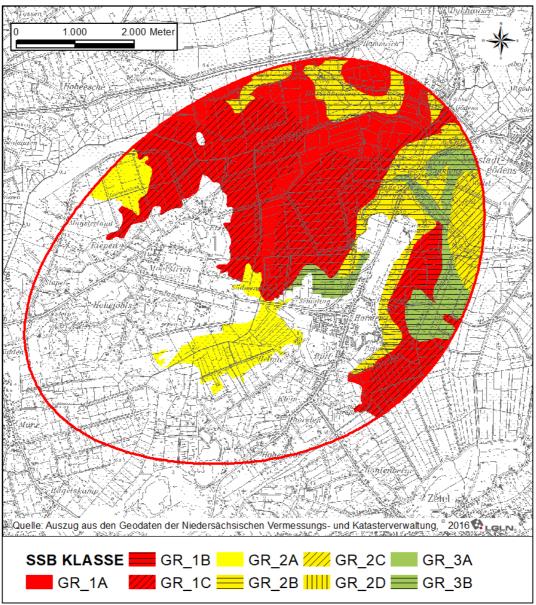
Die Einstufung der sulfatsauren Böden erfolgt nach 9 Klassen, von denen 7 im Untersuchungsgebiet anzutreffen sind (Tab. 13, Abb. 37).

Im Untersuchungsgebiet sind rd. 53 % der Fläche als Verdachtsfläche für das Vorkommen sulfatsaurer Böden bis 2 m Tiefe ausgewiesen (Abb. 37). Davon wiederum sind aktuell sulfatsaure Böden und potenziell sulfatsaure Böden der Stufen GR 1A und GR 1C, mit einer hohen bis sehr hohen Wahrscheinlichkeit des Auftretens von potenziell sulfatsaurem Material, mit einem Anteil von rd. 58 % vertreten. 26 % entfallen auf die Stufen GR 2A und GR 2B, denen eine örtlich mittlere bis hohe Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von potenziell sulfatsauren Sedimenten zugesprochen wird.

Die Stufe GR 1B, mit einem in tieferen Schichten sehr hohen und oben nur einer geringen bis mittleren Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von potenziell sulfatsaurem Material, ist mit 2 % vertreten. 4 % entfallen auf eine mittlere Wahrscheinlichkeit (Stufe GR 2C) und 9 % auf eine geringe Wahrscheinlichkeit (Stufe GR 3B).

Seite 88 von 313





Quelle: NIBIS (Bodenkundliche Auswertungskarte - Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten, LBEG 2018)

Abb. 37: Vorkommen sulfatsaurer Böden im Untersuchungsgebiet

Landwirtschaftliche Nutzung

Bereits im "Leitbild Kulturlandschaft Etzel" wurde für das damalige, insgesamt rd. 7.120 ha große Untersuchungsgebiet, ein Anteil landwirtschaftlicher Nutzfläche zur Größe von rd. 5.460 ha (≜ 77%) ermittelt, welcher sich in Grünland, Ackerland und Dauerkulturen aufteilte.



Durch den hohen Anteil an Marsch und Moor hat das Grünland den höchsten Anteil. Ackerland hat auf der Geest einen vergleichsweise höheren Anteil. Der Umfang an Dauerkulturen ist erwartungsgemäß sehr gering.

Seinerzeit wurden im dort untersuchten Bereich insgesamt 70 landwirtschaftliche Betriebe ermittelt, von denen 61 Betriebe (87 %) im Haupterwerb wirtschaften. Die Produktionsschwerpunkte der landwirtschaftlichen Betriebe liegen dabei in der Milchviehhaltung, mit einem Bestand von überwiegend 50 bis 100 Milchkühen. Tendenziell ist zukünftig jedoch eine stetig zunehmende Herden- und Betriebsgröße zu erwarten. Dementsprechend wird sich die Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe bei gleichbleibendem Bedarf an landwirtschaftlicher Fläche im Rahmen dieser Entwicklung weiter reduzieren.

Die von /63/ im Jahr 2016 vorgenommene Aktualisierung der seinerzeit erstellten Biotoptypenkarte (vgl. Anlage 4) für Teilbereiche des Untersuchungsgebietes bestätigt den o. g. Anteil an landwirtschaftlicher Nutzfläche. So lässt sich durch Auswertung im GIS für die rd. 1.996 ha von /63/ untersuchter Fläche ein Anteil von 353 ha für Ackernutzung und rd. 1.226 ha für Grünlandnutzung bestimmen. Ohne Berücksichtigung von Dauerkulturen beträgt der Anteil landwirtschaftlicher Nutzflächen im untersuchten Gebiet damit gut 79 %.

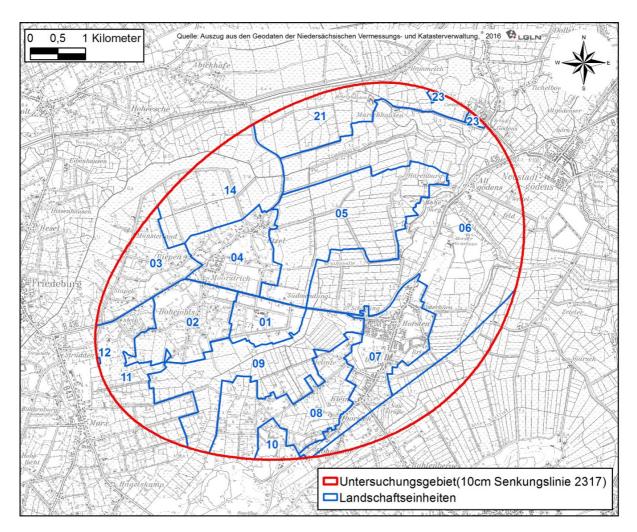
3.2.3.2 Landschaft

Auf der Grundlage vorausgegangener Untersuchungen von /23/ der Informationen aus den Landschaftsrahmenplänen sowie der Auswertung von Luftbildern und Geländemodellen unterteilt /12/ das Untersuchungsgebiet in insgesamt 15 Landschaftseinheiten (LE). Auf diese Weise wurden (weitgehend zusammenhängende) Ortslagen, Grünlandareale, Niederungsbereiche, Sonderstandorte, Wallheckengebiete und Wälder abgegrenzt.

Zu Vergleichszwecken wurde bei den in Abb. 38 kartografisch dargestellten Landschaftseinheiten des Untersuchungsgebietes die seinerzeit von /12/ gewählte Nummerierung beibehalten.

Seite 90 von 313





Bezeichnung der Landschaftseinheiten (nach /12/)

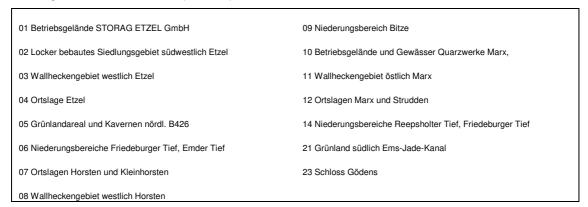


Abb. 38: Übersicht über die abgegrenzten Landschaftseinheiten

Seite 91 von 313

H&M WASERTECHNIK GMBH

Bestandsbeschreibung

Im Fachgutachten von /63/ werden die in Abb. 38 dargestellten Landschaftseinheiten (LE) im Einzelnen wie folgt charakterisiert:

LE 01: Betriebsgelände STORAG ETZEL GmbH

Die LE 01 befindet sich unmittelbar südlich der B 436 zwischen den Ortslagen Horsten im Osten und Marx im Westen. Die LE ist wesentlich durch den Gebäudeund Anlagenkomplex des Betriebsgeländes geprägt. Gehölze finden sich nur vereinzelt in den östlichen Bereichen der LE, zumeist zwischen den dort befindlichen Einzelkavernen. Stillgewässer kommen in diesem Bereich nicht vor. Im Süden entwässern einige wenige Gräben die südlich anschließenden Grünlandflächen.

LE 02: Locker bebautes Siedlungsgebiet südwestlich Etzel

Die LE 02 schließt unmittelbar an das östlich gelegene Betriebsgelände der STORAG ETZEL an. Gegenüber diesem ist die LE 02 als deutlich strukturreicher zu charakterisieren. Der Wechsel von Waldstrukturen, einzelnen Gehölzsäumen, landwirtschaftlichen Nutzflächen und Siedlungsbereichen ist kennzeichnend. Die Siedlungsbereiche selbst sind locker bebaut, in der Regel weisen sie größere Gärten auf. In einigen befinden sich vermutlich Gartenteiche. Als Fließgewässer ist neben dem sonstigen Grabennetz der Geestrandgraben zu nennen, der das Gebiet in Ostrichtung entwässert.

LE 03: Wallheckengebiet westlich Etzel

Die LE 03 schließt unmittelbar nördlich an die B 436 an. Ein Großteil dieser LE ist dem sog. Wallheckenkerngebiet Stapelstein zuzuordnen. In der LE kommen zudem Einzelgebäude sowie einzelne Hofstellen vor. Entwässerungsgräben fehlen fast vollständig. Als Ausnahme ist bspw. der Stapelsteiner Schloot zu nennen, welcher in Nordwestrichtung in das Friedeburger Tief entwässert. Stillgewässer sind in dieser Landschaftseinheit nicht bekannt. Die Landwirtschaftsflächen der LE umfassen sowohl Grünländer als auch ackerbaulich genutzte Flächen.

LE 04: Ortslage Etzel

Die LE 04 liegt nördlich der Bundesstraße 436 und umfasst die Ortslagen Moorstrich und Etzel. Der Ortskern von Moorstrich weist mehr oder weniger dicht besiedelte Bereiche mit relativ kleinen Hausgärten auf. Zwischen den beiden Ortslagen unterliegen einzelne Flächen einer landwirtschaftlichen Nutzung (Grünland und

Seite 92 von 313



Ackerbau). Im Westen lassen sich Übergänge zum Wallheckengebiet der LE 03 feststellen. Gräben kommen in der LE nur vereinzelt vor (Ausnahmen bilden die in das Friedeburger Tief entwässernden Geestrandgräben Nord und Süd sowie der Kalbsschloot). Zu den Stillgewässern zählen ein in einem Pastorengarten gelegener kleiner Teich sowie das ehemalige Sandabbaugewässer im Osten Etzels. Weitere vereinzelte Stillgewässer (Klein- und Kleinstgewässer) von untergeordneter Bedeutung sind in den Hausgärten der Ortslagen zu vermuten.

LE 05: Grünlandareal und Kavernen nördl. B436

Die LE 05 liegt nördlich der Bundesstraße 436. Es handelt sich um ein ausgedehntes Grünlandareal, das über ein sehr engmaschiges Grabennetz verfügt. Einige der Gräben führen ganzjährig Wasser.

Weiterhin kennzeichnend sind die der STORAG ETZEL zugehörigen Einzelkavernen, die sich über die gesamte LE verteilen und z. T. größere Bereiche überprägen. Im Nahbereich einiger Anlagen wurden größere Stillgewässer hergerichtet, die sich hinsichtlich Größe und Struktur ähneln. Die LE wird durch den Kalbsschloot und den Horster Schloot durchlaufen. Beide entwässern in das nördlich gelegene Friedeburger Tief. Gehölze sind in dieser LE sehr selten anzutreffen.

LE 06: Niederungsbereiche Friedeburger Tief, Emder Tief, Schiffsbalje

Die LE 06 repräsentiert die größte Landschaftseinheit des Untersuchungsgebietes. Sie umfasst die Niederungsbereiche der Fließgewässer Friedeburger Tief, Emder Tief und Schiffsbalje.

Die LE ist durch das ausgedehnte Grünlandareal, die eher kleine Ortslage Altgödens sowie weitere verteilt liegende Einzelgebäude insgesamt als eher dünn besiedelt zu charakterisieren. Der östliche Teil der LE wird durch die Bundesstraße B 436 durchlaufen. Der Anteil von Gehölzen ist in dieser LE sehr gering. Ausnahme bilden hier die Gehölzsäume an Fließgewässern, Baumreihen entlang der Bundesstraße sowie Gehölzbestände an Hofstellen und im Siedlungsbereich von Altgödens. Neben den genannten Fließgewässern sorgt ein stellenweise engmaschiges Grabennetz für die Entwässerung der LE.

LE 07: Ortslagen Horsten und Kleinhorsten

Die LE 07 ist durch die Siedlungsbereiche von Horsten und Kleinhorsten geprägt. Sie grenzt südlich an die Bundesstraße B 436. Im Ortskern von Horsten befindet sich eine verhältnismäßig dichte Siedlungsstruktur mit relativ kleinen Hausgärten

Seite 93 von 313



und evtl. vorkommenden Gartenteichen. Südlich von Horsten schließen eine Mischwaldfläche (Landschaftsschutzgebiet Feldgehölz "Bült") sowie ein ehemaliges Abbaugewässer ("Teich Thranäcker") an. Östlich von Horsten befinden sich insgesamt drei größere Stillgewässer.

Als Fließgewässer sind das Kleinhorster Tief sowie diverse Entwässerungsgräben im Süden zu nennen. Im Übergangsbereich zum westlich angrenzenden Wallheckengebiet befinden sich einige Gehölzreihen. Die in den Außenbereichen der LE stattfindende landwirtschaftliche Nutzung erfolgt überwiegend auf Äckern.

LE 08: Wallheckengebiet westlich Horsten

Die LE 08 ist v. a. in ihrem westlichen Bereich von einer Vielzahl an Wald- und Gehölzbeständen geprägt. Durch ein stellenweise bewegtes Geländerelief und die verschiedenen historischen wie gegenwärtigen Nutzungen kommen auf verhältnismäßig kleiner Fläche sowohl trockene sandige Bereiche als auch bspw. aus Geländemulden hervorgegangene Feuchtbiotope wie Weiden-Sumpfgebüsche vor. Dieser Bereich nimmt durch seinen hohen Strukturreichtum eine Sonderstellung ein und ist im Untersuchungsgebiet einmalig.

In den östlichen Bereichen der LE befinden sich die für die LE namensgebenden Wallhecken. Entwässerungsgräben befinden sich sowohl in der westlichen als auch in der östlichen LE. Die weiteren Fließgewässer Achterbargstucht und Helmter Graben entwässern in Nordrichtung in die Bitze. Die Landwirtschaftsflächen werden ackerbaulich sowie als Grünland genutzt. Einzelgebäude und Hofstellen verteilen sich in geringer Dichte über die gesamte LE.

LE 09: Niederungsbereich Bitze

LE 09 zählt zu den mittelgroßen Landschaftseinheiten des Untersuchungsgebietes. Sie zieht sich als schmaler Gürtel die Bitze begleitend vom südlichen Untersuchungsgebiet bis nach Osten in Richtung Horsten. Im Gegensatz zu den Niederungsbereichen LE 06 und LE 14 ist der Gehölzanteil etwas höher, wenngleich (zumindest weitgehend) offene, landwirtschaftlich genutzte Flächen das Landschaftsbild dominieren.

Die Bitze entwässert in Nordostrichtung, bis sie schließlich mit der aus Osten zuwässernden Alten Bitze zur Schiffsbalje wird. Auf ihrem Weg dorthin nimmt sie das Wasser der weiteren Fließgewässer Hagelskamper Graben, Hilgenmoorer Tuchte, Achterbargstucht und Helmter Graben auf.

Seite 94 von 313



Nahe des Betriebsgeländes der STORAG ETZEL (LE 01) befinden sich zwei Stillgewässer, ein weiteres liegt im Nahbereich der Bitze. Siedlungsflächen sind in dieser LE nahezu gar nicht vertreten.

LE 10: Betriebsgelände und Gewässer Quarzwerke Marx, Bauunternehmen Bauhorst

LE 10 setzt sich überwiegend aus stark anthropogen überprägten Bereichen zusammen. Zu nennen ist zum einen das Betriebsgelände der Quarzwerke Marx im westlichen Teil, zu dem ein großes Abbaugewässer gehört. Zum anderen befindet sich im östlichen Teil der LE das Kalksandsteinwerk des Unternehmens Bauhorst. Auch hier gehört ein großes Stillgewässer zum Betriebsgelände. V.a. nördlich und westlich angrenzend an das Gewässer befinden sich Gehölzstrukturen, die den Übergangsbereich zur LE 08n (s.o.) darstellen. Die weiteren Gehölze sind insbesondere im Westen entlang der Bundesstraße anzutreffen.

Bei den landwirtschaftlich genutzten Flächen zwischen den großen Abbaugewässern sowie in den Randbereichen der LE handelt es sich überwiegend um Äcker.

LE 11: Wallheckengebiet östlich Marx

Die LE 11 befindet sich im Kreuzungsbereich der Bundesstraßen B 436 und B 437 östlich der Ortslage Marx. Sie stellt ein für die Region typisches Wallheckengebiet dar. In den östlich gelegenen Teilen nimmt die Dichte an Wallhecken ab. Sie werden dort durch Entwässerungsgräben ersetzt (Struddener Graben, Hagelskamper Graben, sonstiges Grabennetz).

Bei den insgesamt acht bekannten Stillgewässern der LE handelt es sich z.B. um Wiesentümpel sowie Privat- und Fischteiche. Im Osten der LE befinden sich Erd-Hochmoorböden, auf denen mehrere entwässerte Restmoorparzellen in enger Nachbarschaft vorkommen. Hier haben sich v. a. Pfeifengras-Birken und Kiefern-Moorwälder etabliert (/16//23/). Die Restmoorparzellen wurden auch durch die landesweite Biotopkartierung erfasst (NLWKN 2000 - 2004). Einige Einzelgebäude verteilen sich v. a. im Süden über die LE.

LE 12: Ortslage Marx

Die LE 12 repräsentiert die Ortslage Marx. Marx wird von der B 437 durchlaufen und weist einen verhältnismäßig dicht besiedelten Ortskern auf, der sich aus überwiegend kleinen Grundstücken zusammensetzt. Auf den Grundstücken ist das Vor-

Seite 95 von 313



kommen von Klein- bzw. Kleinstgewässern in Form von Gartenteichen untergeordneter Bedeutung zu erwarten. Im Westen wird die Ortslage durch den Bunkenburger Graben durchlaufen. In den Randbereichen befinden sich einige Wallhecken, die dem Marxer Wallheckenkerngebiet zuzuordnen sind.

LE 14: Niederungsbereiche Reepsholter Tief, Friedeburger Tief

Die LE 14 umfasst die Niederungsbereiche der Fließgewässer Friedeburger Tief und Reepsholter Tief. Die Niederungsbereiche stellen durch den verhältnismäßig kleinen Anteil an Gehölzen einen Kontrast zu den jeweils angrenzenden Wallheckengebieten dar. Die Flächen werden überwiegend als Grünland genutzt. Das Friedeburger Tief nimmt das Wasser zahlreicher Zuleiter auf (u. a. Hopseler Graben, Marienfelder Graben, Karl-Georgs-Horst-Schloot, Bunkenburger Graben, Stapelsteiner Schloot, Heseler Bäke, Hoheescher Vorfluter, Duvelshörner Schloot) und verläuft von West nach Ost durch das gesamte Untersuchungsgebiet. Damit kommt ihm hinsichtlich der Entwässerung des Gebietes eine zentrale Rolle zu.

Insgesamt ist das Friedeburger Tief innerhalb des Untersuchungsgebietes stark begradigt. Die nordöstlich von Friedeburg gelegenen Altarme zeugen vom alten Verlauf des Gewässers. Auch das Reepsholter Tief entwässert in das Friedeburger Tief, weist jedoch im Gegensatz zu diesem eine relativ naturnahe Gewässerführung mit ausgeprägter Mäandrierung auf.

Die Naturnähe entlang des Reepsholter Tiefs zeigt sich deutlich in den dem Fließgewässer nahen Bereichen. So sind zahlreiche kleine Feuchtbiotope mit hoher naturschutzfachlicher Bedeutung hier kleinteilig verortet.

LE 21: Grünland südlich Ems-Jade-Kanal

Im östlichen Untersuchungsgebiet befindet sich südlich des Ems-Jade-Kanals ein weiteres Grünlandareal, das sich zwischen der Ortslage Dykhausen und dem Schloss Gödens erstreckt. Der Anteil an Gehölzen ist im Vergleich zur LE 20 etwas höher. Es handelt sich zudem um ein nicht derart engmaschiges Grabennetz. Darüber hinaus verteilen sich diverse Einzelgebäude über die LE. Die LE liegt zum überwiegenden Teil auf der Seite des Landkreises Friesland. Relevante Fließgewässer sind das Emder Tief, das Gödenser sowie das Neustädter Tief und der Hammschloot. Alle entwässern in das Friedeburger Tief.

Seite 96 von 313



LE 23: Schloss Gödens

In LE 23 liegt Schloss Gödens, ein Wasserschloss aus dem 16. Jahrhundert. Das unter Denkmalschutz stehende Schloss ist von einem Ringgraben umgeben. Der Landschaftseinheit wurden neben dem Schloss selbst auch die nahe gelegenen Wald- und Gehölzbestände zugeordnet, die sich überwiegend aus Laubbäumen zusammensetzen. Westlich des Schlosses befindet sich der Bunker Gödens.

Bestandsbewertung

Von einer Einzelbewertung der o. g. Landschaftseinheiten nach der Methode von /33/ wird an dieser Stelle abgesehen. Sofern erforderlich, erfolgt diese im Zusammenhang mit der Auswirkungsanalyse von landschaftsbildbeeinträchtigenden Einzelmaßnahmen.

Im Rahmen einer zusammenfassenden Bewertung der o. g. Landschaftseinheiten ist das Untersuchungsgebiet insgesamt zu solchen Bereichen zu zählen, in denen die naturraumtypische Eigenart zwar vermindert oder überformt, im Wesentlichen aber noch erkennbar ist.

Das Gebiet weist

- eine deutliche Überprägung durch die menschliche Nutzung auf, natürlich wirkende Biotoptypen sind nur in geringem Umfang vorhanden, die natürliche Eigenentwicklung der Landschaft ist nur noch vereinzelt erlebbar,
- nur noch zum Teil Elemente der naturraumtypischen Kulturlandschaft auf, die intensive Landnutzung hat zu einer fortgeschrittenen Nivellierung der Nutzungsformen geführt,
- eine nur noch in geringem Umfang vorhandene naturraumtypische Vielfalt an Flächennutzungen und Landschaftselementen auf,
- Beeinträchtigungen sonstiger Art (Lärm, Geruch) auf.

Unter Berücksichtigung des Bewertungsrahmens nach /33/ ist dem Landschaftsbild im großräumigen Umfeld des Kavernenfeldes der STORAG ETZEL daher i. A. eine mittlere Bedeutung zuzuordnen.

Davon abweichend sind die von industriellen Anlagen geprägten Bereiche der Betriebsflächen des Kavernenfeldes nur von geringer Bedeutung. Den Wallheckengebieten westlich von Horsten sowie östlich von Marx wiederum kommt aus landschaftsästhetischer Sicht eine besondere Bedeutung zu.

Seite 97 von 313



3.2.3.3 Pflanzen/Biotope

Bestandsbeschreibung

Die Biotoptypen und Landschaftselemente wurden von /63/ für einen Teilbereich des Untersuchungsgebietes anhand des Kartierschlüssels für Biotoptypen in Niedersachsen (/16/) in der Vegetationsperiode von Mai bis September 2011 durch eine 2-malige Begehung erfasst. Im Mai bis August des Jahres 2016 wurde die vorliegende Kartierung aktualisiert (Anlage 4).

Eine Einzelbeschreibung der erfassten Vielzahl im Untersuchungsgebiet ermittelter Biotoptypen ist im Rahmen dieser Auswirkungsanalyse nicht zielführend. Diese ist daher zusammen mit einer Auflistung der typischen Pflanzenarten sowie Angaben zum gesetzlichen Schutzstatus, dem Fachgutachten /63/ zu entnehmen.

Im Rahmen der Auswirkungsanalyse bietet es sich hingegen an, das Biotoptypeninventar im Untersuchungsgebiet für bestimmte Landschaftsräume zusammenfassend zu beschreiben. Eine Gliederung von Landschaftsräumen erfolgte von /63/dabei anhand charakteristischer topographischer Merkmale, den vorherrschenden Standort- und Nutzungsverhältnissen und den sich unter diesem Einfluss ausgebildeten Vegetationsformen.

Für so gegliederte Landschaftsräume ist das Biotoptypeninventar gemäß /63/ wie folgt zu beschreiben:

Marschgebiet Etzel/Gödens

Intensive Grünlandwirtschaft prägt große Bereiche der Etzeler Marsch und der Marschbereiche im Umfeld von Gödens und Dykhausen. In den Marschbereichen bilden Intensivgrünland auf Moorstandorten und sonstiges feuchtes Intensivgrünland den vorherrschenden Biotoptyp. Örtlich findet sich auf gut meliorierten Marschbereichen bereits Ackerbau. Dennoch bestehen Unterschiede in der Bewirtschaftungsintensität und der Strukturierung der Marschlandschaft. Gegenwärtig sind bereits weite Teile der Marsch durch eine sehr intensive Grünland-Silagewirtschaft auf großen Parzellen gekennzeichnet. Diese Bereiche zeigen ansteigende Anteile regelmäßig umgebrochener "Grasäcker". In einigen Marschbereichen sind jedoch noch kleinräumige Grünlandparzellen mit historischen Flurstückabgrenzungen und marschtypischen Streifenfluren erhalten.

Zu den besonders repräsentativen Strukturen zählt das nur noch zerstreut erhaltene "Beetrelief" der Marschen. Flach gewölbte Grünlandstreifen werden hierbei

Seite 98 von 313



von zahlreichen flachen Grüppen durchzogen. In diesen strukturreichen Gebieten finden sich noch zahlreiche Marschgräben mit teilweise artenreicher Grabenvegetation. Auch die Artenvielfalt des Intensivgrünlandes ist oft noch überdurchschnittlich hoch.

Strukturreiche Marschgebiete existieren gegenwärtig noch nördlich des Ems-Jade-Kanals am "Schortenser Hammerich, im Umfeld von Dykhausen, östlich von Horsten und östlich des Mündungsbereiches des Reepsholter Tiefs. Auch im Kavernengebiet und im Erweiterungsgebiet sind im Raum "Delings" strukturreiche Marschgebiete mit einer hohen Artenvielfalt der Marschgräben erhalten. Kavernenanlagen und Zufahrtswege führen hier jedoch zu einer starken Überformung der Marschlandschaft. Das Friedeburger Tief, Emder Tief, Güstfenner Schloot, Gödenser Tief, Kleinhorster Tief und die teilweise sehr naturnahe Schiffsbalje bilden größere Fließgewässer in der Marsch. Am Friedeburger Tief sind nahe der Ortslage Friedeburg drei kleine Altwasser erhalten.

Einige Stillgewässer anthropogener Entstehung, z. B. am Ems-Jade-Kanal oder im Bereich der Kavernenplätze gelegen, sind mittlerweile naturnah entwickelt und zählen zu den nach § 30 BNatSchG gesetzlich geschützten Biotopen. Weitere geschützte Biotope bestehen in Form von einzelnen Landröhrichten, Sumpfgebüschen und weniger kleiner Nassgrünlandparzellen.

Gehölze sind in Marschbereichen von Natur aus selten. Alte Hofgehölze der Warften im Umfeld von Dykhausen und Gödens sowie vereinzelt erhaltene Weißdornhecken zählen jedoch zu den landschaftstypischen Gehölzen. In Bereichen der Moormarsch und der Organomarschen sind auch niedrige Grauweiden-Strauchhecken als marschtypisch anzusehen. Zu den weiteren wertvollen Gehölzen zählen der historische Parkwald, ein alter Eichenwald und Alleen im Umfeld von Schloss Gödens. Jüngere Gehölze, oft im Rahmen von Flurbereinigungen gepflanzt, vermitteln einen monotonen, wenig naturnahen Eindruck und weisen teilweise nicht heimische Arten auf.

Eine Aktualisierung der vorliegenden Biotoptypenerfassung im Jahr 2016 zeigt einen deutlich steigenden Anteil von regelmäßig umgebrochenen "Grasäckern". Artenreichere Grünlandausprägungen existieren oft nur noch als schmale Streifen im Umfeld der Grüppen. Das Grünland dient mittlerweile fast ausschließlich der Silagegewinnung. Mahdweiden oder Dauerweiden wurden nur noch zerstreut festgestellt. Nur im Umfeld der Hofstelle Harenburg werden auch gegenwärtig noch einige große Grünlandflächen als Mahdweide oder Dauerweide bewirtschaftet.



Die überwiegende Zahl der im Jahr 2011 noch als Baustellen erfassten Kavernenplätze ist mittlerweile fertig gestellt. Im Osten der Gemarkung "Delings" befindet
sich weiterhin eine große Baustelle, auf der zum Erfassungszeitpunkt aber keine
Bauaktivitäten beobachtet wurden. Der aufgeschüttete Baustellenbereich ist von
lückenhafter Ruderalvegetation bewachsen. Auch die Zufahrtsstraßen und -wege
zu den technischen Anlagen sind inzwischen fertig gestellt und in der Biotoptypenkarte dargestellt. Im Jahr 2011 im Bau befindliche Leitungstrassen sind heute vollständig rekultiviert und weisen artenarme Grünlandausprägungen oder ältere Grasansaaten auf. Über verdichteten und nassen Böden entwickelten sich in den Trassenbereichen partiell artenarme Grünlandgesellschaften mit hohen Vegetationsanteilen der Flatter-Binse. Westlich der Gemarkung "Delings" befand sich 2016 eine
neue Rohrleitung im Bau.

Etzel

Der auf einem Geestausläufer gelegene Landschaftsraum Etzel ist aufgrund seiner geomorphologischen Voraussetzungen sehr vielgestaltig entwickelt. Im Westen und im Umfeld der alten Ortslage Etzel sowie in der Umgebung des südwestlich gelegenen Wohnsiedlungsgebietes prägt eine typische Wallheckenlandschaft den Raum. Intensivgrünlandparzellen wechseln hier mit Ackerflächen. Größere Bereiche werden auch von Baumschulgeländen eingenommen, auf denen sich einzelne bedingt naturferne Stillgewässer befinden. Im Zentrum des Landschaftsraumes bestehen zwei naturferne Abgrabungsgewässer, die intensiv als Fisch- und Angelteiche genutzt werden. Ein weiteres Abbaugewässer südlich der alten Ortslage Etzel ("Sandkuhle Etzel") weist naturnahe Teilzonen auf und ist daher bedingt naturnah entwickelt. Kleine Sandtrockenrasen wurden westlich und südlich Gewässers festgestellt.

An der Südwestgrenze reichen Flächen des ehemaligen Hochmoorgebietes "Hilgenmoor" in den Teilraum. Moortypische Vegetation ist hier in Form von Moorbirkendegenerationswäldern auf Einzelparzellen erhalten. Ein nährstoffarmes Stillgewässer und Restvorkommen von Gagelgebüschen zählen zu den bemerkenswerten Biotopen des Hilgenmoores. Ein weiterer ehemaliger Hochmoorbereich "Moorstrich" liegt nördlich der B 436. Moorbirkenwälder mit Restvorkommen einer Pfeifengrasflur und Übergänge zu Birkenbruchwäldern sowie ein Erlenwald teilentwässerter Standorte bilden wichtige Einzelbiotope.

Seite 100 von 313



Das im Südosten des Raumes gelegene "Erdöllager Etzel" weist aufgrund seiner zahlreichen baulichen Anlagen zur Erdöl- und Gasspeicherung industriellen Charakter auf. Im Umfeld der bisher noch sehr unzureichend eingegrünten Anlagen bestehen zahlreiche Kavernenplätze inmitten der durch Grünlandwirtschaft und Ackerbau geprägten Flächen.

Der alte Ortskern Etzel weist einen hohen Anteil alter Bauten im Umfeld der historischen, auf einer Anhöhe gelegenen Kirche auf: Das unmittelbar angrenzende Friedhofsgelände ist teilweise von alten Baumreihen umgeben. Auch im näheren Umfeld existieren zahlreiche alte Hofstellen mit Großbaumbeständen. Der südwestlich der alten Ortslage gelegene Siedlungsbereich Etzel ist durch Einfamilienhäuser und hohe Anteile neuzeitlicher Ziergärten geprägt.

Ein Vergleich der aktuellen Bestandsaufnahme mit der des Jahres 2011 zeigt auch für diesen Teilraum einen angestiegenen Anteil von Grasäckern und einen allgemeinen Rückgang der floristischen Diversität der Grünlandvegetation. Einzelne Dauer-Intensivgrünlandparzellen sind umgebrochen und werden gegenwärtig ackerbaulich genutzt. Ehemalige Äcker sind teilweise mit Futtergrasansaaten versehen. Am alten Abbaugewässer südlich der alten Ortslage Etzel ("Sandkuhle Etzel") breiteten sich naturnahe Weiden-Ufergebüsche weiter aus. Die im Jahr 2011 festgestellten kleinen Sandtrockenrasen sind sukzessionsbedingt nur noch in fragmentarischer Ausprägungsform erhalten. Im Hilgenmoor werden einzelne Moorwaldparzellen gegenwärtig von Schafen beweidet. Ehemalige Feuchtbrachen des Hilgenmoors werden wieder als Intensivgrünland genutzt. Zwischenzeitlich umgebrochene Grünlandflächen, die sich als nicht ackerfähig erwiesen, lagen im Jahr 2016 brach. Sie zeigten eine sehr artenarme, stark gestörte Vegetation mit hohen Deckungsgraden stickstoffliebender Arten. Im unmittelbaren Umfeld der industriellen Anlagen des Erdöllagers Etzel entwickelten sich ein Rohrkolben-Landröhricht und noch störzeigerreiche Binsenriede als naturnahe und teilweise nach § 30 BNatSchG schutzwürdige Biotope.

Niederung der Bitze

Die vom Südwesten aus dem "Hungerbrooksmoor" bis zum Westrand der Ortschaft Horsten reichende Bitze-Niederung beinhaltet sehr unterschiedliche Landschaftstypen. Der grabenförmige Oberlauf des Gewässers liegt inmitten des Niedermoorgrünlandgebietes "Hungerbrooksmoor" und fließt in nordöstlicher Richtung durch ein für die Geest charakteristisches Wallheckengebiet bis zur K 437. Die typischen

Seite 101 von 313



Strukturen einer Fließgewässerniederung sind hier nicht mehr vorhanden. Östlich der Kreisstraße umgeben große strukturlose Maisäcker das stark ausgebaute Fließgewässer.

Erst auf Höhe der "Großen Fuchsbergs", einer von Wallhecken umgebenen Sandkuppe mit kleinem Birken-Eichengehölz, tritt die Bitze in einen naturraumtypischen,
teilweise flach vermoorten breiten Niederungsbereich ein. Eine oft gut erhaltene
Wallheckenlandschaft umgibt den Raum. Von zahlreichen Entwässerungsgräben
durchzogene Intensivgrünlandparzellen prägen im Wechsel mit eingestreuten
Sand- und Mooräckern den Biotoptypenbestand dieser gehölzarmen Niederung.
Örtlich sind noch Grüppen auf den Grünlandparzellen erhalten. Am Westrand des
Niederungsbereiches wächst ein größerer Laubforst aus Schwarz-Erlen und Pappelhybriden. Randlich des Forstes liegen zwei bedingt naturferne, offenbar aber
nicht mehr genutzte Fischteiche. Die Wallhecken der umliegenden Sandstandorte
reichen partiell fast bis an den auf diesem Abschnitt nur mäßig ausgebauten Bachlauf der Bitze. Das Fließgewässer ist von schmalen Röhrichten mit Vorkommen
charakteristischer Uferhochstauden gesäumt.

Der Bereich zwischen der Bitze und den Anlagen des Erdöllagers war in den vergangenen Jahren deutlichen Veränderungen unterworfen. Hier befand sich bis vor wenigen Jahren ein landwirtschaftlicher Betrieb. Die umliegenden Flächen unterlagen einer intensiven landwirtschaftlichen Ackernutzung. Nach der Aufgabe dieses Betriebes wurde ein Teil der Flächen zum Betriebsgelände des Erdöllagers und mit technischen Anlagen bebaut. Die südlich gelegenen Flächen lagen zu der Zeit teilweise bereits brach, Teilbereiche wurden auch weiter landwirtschaftlich genutzt. Zum Zeitpunkt der Erfassung (2011) wurde die Pipeline Bunde-Etzel durch diesen Bereich verlegt. Auf einer Breite von ca. 40 m wurden alle bisherigen Biotope abgetragen (Erfassung als "Baustelle").

Im Nahbereich der Bitze befinden sich zwei noch recht junge Wasserrückhalteteiche. An den flachen Uferbereichen bilden sich bereits erste Röhrichte. Die Grünland-/Ackerbrachen im Umfeld des südlichen Rückhalteteiches entwickeln sich zu Ruderalfluren.

Die Flächen südlich der Bitze unterliegen einer Grünland-Weidenutzung auf Niedermoorböden. Die recht kleinflächigen Parzellen werden durch zahlreiche kleine Entwässerungsgräben gegliedert.

Seite 102 von 313



Auf Höhe der im Osten des Landschaftsraumes gelegenen "Moormaaten" geht das Fließgewässer Bitze in die "Schiffsbalje" und in einen Zulauf zum "Kleinhorster Tief" über. Die "Moormaaten" bilden ein charakteristisches Niedermoorgrünlandgebiet mit schmalen Streifenfluren, zahlreichen Gräben und einzelnen Nassgrünlandparzellen. (Der Bereich der Moormaaten ist eine Kompensationsfläche der IVG zur Entwicklung von Nass- und Extensivgrünland).

Im Jahr 2016 waren die östlich des Erdöllagers gelegenen landwirtschaftlichen Nutzflächen beidseitig der "Schiffsbalje" von noch recht artenarmem Extensivgrünland feuchter Standorte bewachsen. Die erst spät im Jahr gemähten honiggrasreichen Flächen zeigen partiell aber bereits erste Entwicklungstendenzen zur Ausbildung einer Nass- und Feuchtgrünlandvegetation. Auf einer im Jahr 2011 nicht bewirtschafteten Grünlandparzelle entwickelte sich zunächst ein Rohrglanzgras-Landröhricht, das durch Wiederaufnahme der Mahdnutzung in sonstiges, sauergrasarmes Feuchtgrünland umgewandelt wurde.

Die zwei als Regenrückhaltebecken angelegten Kleingewässer in Randbereichen des "Erdöllagers Etzel" entwickelten sich sehr naturnah. Verlandungsvegetation aus Röhrichtarten, Seggen und Binsen kennzeichnen größere Gewässerbereiche. 2016 wurden in diesen Gewässern und in deren Umfeld bereits gefährdete Arten der Roten Liste der Gefäßpflanzen Niedersachsens festgestellt.

Die Grünlandflächen südlich der Bitze werden mittlerweile zur Silagegewinnung und als Mahdweide genutzt. Sie zeigen auch heute noch eine überdurchschnittlich hohe Diversität ihrer Intensivgrünlandvegetation. Auf den zwischen Erdöllager und Bitze gelegenen Flächen nördlich des Gewässers bestimmen Ackerflächen und Feldgras-Ansaaten den Biotoptypenbestand. Nur zerstreut sind hier mäßig artenreiche Intensivgrünlandparzellen, Extensivgrünland und Grünlandbrachen erhalten. Als Ergänzung einer standorttypischen Weiden-Strauchhecke wurde eine Heckenneupflanzung festgestellt, die auch zur Eingrünung des industriell geprägten Bereichs des Erdöllagers Etzel dient.

In den nur noch extensiv bis mäßig intensiv bewirtschafteten und als Kompensationsbereich dienenden Grünlandparzellen der "Moormaaten" prägen immer noch mäßig artenreiche Honiggraswiesen den Biotoptypenbestand. Randlich gelegene Nassgrünlandparzellen nährstoffarmer Standorte und kleine mesophile Feuchtgrünlandbereiche zeigen einen guten Pflege- und Erhaltungszustand. Seite 103 von 313



Wallheckengebiet und Ortschaft Marx

Der Landschaftsraum umfasst ein großes, jedoch partiell unterbrochenes Wallheckengebiet in der Umgebung der Ortslage Marx. Die wallheckenreiche Landschaft erstreckt sich vom "Hunter Moor" im Süden bis auf den in die Etzeler Marsch reichenden Geestausläufer "Münsterland" im Norden.

Der Anteil gut erhaltener Wallheckenstrukturen ist v. a. im Süden sowie westlich und östlich der Ortslage Marx hoch. Hier ist teilweise ein ungewöhnlich dichtes Heckennetz mit sehr altem Eichenbestand erhalten. Intensive Grünlandwirtschaft wechselt mit zahlreichen Ackerstandorten, die teilweise erst in jüngerer Zeit umgebrochen wurden. Mesophiles Grünland und fragmentarisches Nassgrünland kommen nur sehr selten auf Einzelparzellen vor.

Im Bereich "Münsterland" nimmt Maisanbau mittlerweile einen hohen Flächenanteil ein. Der Erhaltungszustand der Wallhecken im Bereich "Stapelstein" und "Münsterland" ist weniger gut. Zahlreiche Hecken wurden hier entastet. Örtlich bestehen größere Lücken in den Hecken. Östlich von Marx und im Bereich des neuen Gewerbegebietes liegt ein schmaler Gürtel gehölzarmer traditioneller Sandackerflächen.

Im Westen geht die Wallheckenlandschaft mit langen Heckenausläufern entlang der Wege und Straßen in das Niedermoorgebiet "Weißes Moor" und das "Marienfeld" über. Neben den oft gut erhaltenen alten Baum- und Baum-Strauch-Wallhecken zählen einige kleine Eichen-Feld- und Hofgehölze sowie wenige naturnahe Kleingewässer im Grünland zu den wertvollen Biotopen bzw. Landschaftselementen des Raumes.

Die von Einzelgehöften umgebene Ortschaft Marx weist entlang der Hauptstraßen Mischbebauung auf. Als Besonderheit ist die historische Kirche aufzuführen. Während die Hofstellen im Außenbereich oft alte Baumbestände aufweisen, ist das lang gezogene Ortszentrum recht gehölzarm. Nur im Bereich einer Gedenkstätte und nahe der Kirche stocken einige sehr alte Rot- und Blutbuchen.

Im Umfeld der Bauerschaft "Stapelstein" wurden seit 2011 einzelne Dauer-Intensivgrünlandparzellen umgebrochen. Sie sind gegenwärtig als Acker bewirtschaftet. Andere, ehemals als Maisäcker genutzte Flächen, waren im Jahr 2016 mit Feldgrasansaaten versehen. Auch innerhalb der Wallheckengebiete stieg die Anzahl der als Grasäcker bewirtschafteten Grünlandparzellen an. Die Stillgewässer und

Seite 104 von 313



Wallhecken des Teilraumes sind erhalten. Einige der Wallhecken wurde weiter aufgelichtet, häufig wurden über die landwirtschaftlichen Nutzflächen reichende Starkäste entfernt.

Horster Berge/Barger Heide/Ortschaft Horsten

Der Landschaftsraum erstreckt sich vom Quarzsandwerk Marx im Südwesten bis zum "Horster Grashaus" im Nordosten. Im Umfeld der Ortslage Horsten besteht ein recht weitmaschiges Wallheckennetz, das z. T. jedoch gut erhaltene Baum- und Heckenstrukturen aufweist. Auf den sandigen Böden bei Horsten wechseln Intensivgrünlandparzellen mit Sandäckern, die überwiegend mit Mais bestanden sind. Selten finden sich auf den sandigen Böden auch Sonderkulturen, z. B. Spargel. Nördlich von Horsten geht die flache Sandzunge in die Marsch bei Gödens über. An der von einer sehr alten Eschen-Pappel-Allee gesäumten Zufahrt zum "Horster Grashaus" befinden sich zwei Kleingewässer, von denen eines naturnah entwickelt ist. Nördlich der Zufahrt liegt ein junges Sandabbaugewässer.

Horsten, ehemals als typisches Reihendorf angelegt, weist in den Außenbereichen große Wohnbaugebiete auf, die den ursprünglichen Siedlungscharakter überformen. Im Zentrum sind die alte Bausubstanz und eine historische Kirche erhalten. Auf Hofstellen und entlang der Hauptstraße finden sich noch zahlreiche Großbaumbestände aus Linde, Stiel-Eiche und Buche. Am Westrand der Ortslage liegt das Feldgehölz "Bült", das randlich einige nach § 30 BNatSchG geschützte nährstoffarme Flachgewässer im Bereich einer alten Sandkuhle aufweist.

Südlich der Ortslage befindet sich ein mäßig strukturreicher, landwirtschaftlich intensiv genutzter Bereich, der von einigen Feld- und Wallhecken und kleinen Flächengehölzen gegliedert ist. Intensivgrünland wechselt mit Sandackerflächen. Ehemalige Sandabbaugewässer bei Horsten werden mittlerweile als Fisch- und Angelteiche genutzt. Das Sumpfgebüsch "Helmte" bildet das einzige nach § 30 BNatSchG geschützte Biotop dieser Teilfläche.

Die westlich anschließenden "Horster Berge" bilden einen äußerst vielgestaltigen Biotopkomplex. Überwiegend bewaldete Binnendünen kommen hier auf engstem Raum zusammen mit Restmoorparzellen und kleinen Sandheiden vor. Jedoch bilden diese naturnahen und überwiegend nach § 30 BNatSchG geschützten Bereiche keinen zusammenhängenden Biotoptypenverbund, sondern kommen meist in Form isoliert gelegener Parzellen vor, die durch landwirtschaftliche Nutzflächen (Sand- und Mooräcker, Intensivgrünland) getrennt sind. Das stark dünige Gelände

Kavernenspeicher Etzel Auswirkungsanalyse für insgesamt 99 Kavernen DMT-Bearbeitungs-Nr.: GEE5-2016-00558 22.11.2018

Seite 105 von 313



des Trabergs ist von naturnahen Eichen-Birkenwäldern trockener Standorte bewachsen und weist in einer alten Abgrabung trockene Sandheiden im Verbund mit Feuchtheidevegetation auf. Das "Achterbargsmoor" bildet die größte noch erhaltene Restmoorparzelle im Bereich der Horster Berge. Moorbirkendegenerationswald nimmt den überwiegenden Teil der Restmoorparzellen ein. Der Degenerationswald kommt oft noch im Verbund mit Gagelgebüsch und selten auch mit Moorlilien- und Glockenheide-Anmoor vor. In einigen Waldbereichen bestehen Kleingewässer unterschiedlicher Ausprägungsform, die teilweise naturnah ausgeprägt sind. Ein großer Teil dieser Restmoorparzellen leidet jedoch unter Wassermangel. Am Nordrand der Horster Berge ist eine binsenreiche Nassgrünlandparzelle erhalten. Im Westen befindet sich das Feuchtbiotop am "Achterbargter Weg", das neben Sandheiden unterschiedlicher Ausprägung, kleine Schilfröhrichte, Weiden-Sumpfgebüsche und bruchwaldähnlichen, weidenreichen Sukkzessionswald aufweist. Der ehemalige Sprengplatz "Zwei Berge" ist von jungen Pionierwäldern im Verbund mit Besenginstergebüschen, Ruderalfluren trockener Standorte und recht artenarmen Magerrasenstadien bewachsen. Zu den besonders wertvollen Biotopen zählen mehrere nährstoffarme Flachgewässer, die im Verbund zu kleinen Schilfröhrichten, Silikat-Feuchtheiden und Glockenheide-Anmoor stehen. Die geschützten Moor- und Heidebiotope und die teilweise nährstoffarmen Gewässer der Horster Berge weisen eine große Anzahl Roter-Liste-Arten auf.

In der Bargter Heide liegen zwei große Sand- und Kiesabbaugewässer. Nur das von Pioniergehölzen umgebene am Kalksandsteinwerk gelegene Gewässer besitzt kleine naturnahe Teilzonen. Im Umfeld dieses Gewässers bestehen nach § 30 BNatSchG geschützte Sandheideflächen und Sandtrockenrasen. Ihre Entstehung ist teilweise auf die ehemalige militärische Nutzung des Bereiches zurückzuführen. Einige Heideflächen sind bereits stark verstraucht. In Trockenrasenvorkommen sind oft Nährstoffeinträge durch umliegende Maisäcker und Ruderalisierungstendenzen zu erkennen. Im Südwesten geht die reich strukturierte Umgebung des Abbaugewässers in große, fast strukturlose Sandackerbereiche über.

Bei der Aktualisierung der Biotoptypen-Bestandsaufnahme im Jahr 2016 zeigten sich negative Entwicklungstrends in einigen der nach § 30 BNatSchG geschützten Biotope. Die ehemals binsenreiche Nassgrünlandparzelle nährstoffarmer Standorte an der "Achterbargstucht" (Nr. 43) wird gegenwärtig als Ackerfläche genutzt. Zahlreiche Biotoptypen der Restmoore trockneten im Zeitraum von 2011 bis 2016 weiter aus. In zentralen stärker vernässten Bereichen des Achterbargsmoores sind

Seite 106 von 313



Moorlilien- und Glockenheide-Anmoor noch vorhanden. Auch Teilbereiche der Sandmagerrasen am "Horster Weg" sind umgepflügt worden und werden nun als Maisacker genutzt. In weiteren Sandheide- und Trockenrasenvorkommen des Teilraumes sind die Anteile dieser Biotoptypen aufgrund fortschreitender Sukzession rückläufig. Der ehemalige Sprengplatz "Zwei Berge" weist einen recht guten Erhaltungszustand der hier nach § 30 BNatSchG geschützten Biotope auf. Das Umfeld des Abbaugewässers am "Scharpenberg" ist mittlerweile hoch eingezäunt und nicht mehr frei zugänglich. Auf dem teilweise eingeebneten Umfeld des Abbaugewässers wurden großflächige Ansaaten festgestellt.

Friedeburger Tief

Der Landschaftsraum umfasst den oft schmalen Niederungsbereich des Friedeburger Tiefs im Geestbereich. Im Süden reichen die Sumpf- und Anmoorstandorte des "Kattenmoores" von Westen bis an das Fließgewässer. Große Sumpfreitgrasfluren, Schilf-Landröhrichte und Ausprägungen nährstoffarmer Sumpfvegetation bilden im Verbund mit Grauweiden-Sumpfgebüschen einen sehr naturnahen und nach § 30 BNatSchG geschützten Biotopkomplex. Randlich bestehen Nassgrünlandausprägungen. Auch am Ostufer existieren einige kleinflächige Ausprägungen nährstoffreicher Sumpfvegetation in nassen, aus der Nutzung genommenen Grünlandsenken.

Auf Höhe der "Schwarzen Berge" umgibt Intensivgrünland das Gewässer. Von Westen reichen Wallhecken bis in den Niederungsbereich. Im Bereich "Strooterhörn" ist ein sehr charakteristischer Niedermoorgrünlandbereich mit recht artenreichem Mahd-Intensivgrünland, mesophilem Feuchtgrünland und einer kleinen Nassgrünlandparzelle erhalten. Zerstreut finden sich hier Nassbrachen im Bereich ehemaliger Grünlandparzellen.

Nördlich der B 436 prägt kleinflächig parzelliertes Weide-Intensivgrünland mit hohen Vegetationsanteilen der Flatter-Binse die Bachniederung. Das bis zu 6 m breite Fließgewässer ist mäßig stark ausgebaut und zeigt nur streckenweise noch einen kurvigen Gewässerlauf. An den Ufern wachsen schmale Röhrichte mit Arten der Uferstaudenfluren, halbruderale Gras- und Staudenfluren sowie brennnesselreiche Nitrophytengesellschaften. Zerstreut wachsen Ufergehölze in Form alter Erlen und Baumweiden sowie kleiner Weiden-Ufergebüsche.

Auch im Niederungsbereich des Friedeburger Tiefs konnte 2016 partiell eine deutliche Nutzungsintensivierung im Bereich des Grünlandes festgestellt werden. So



weisen Teilbereiche des Auengrünlandes auf Höhe des "Kattenmoores" gegenwärtig Grasansaaten auf. Auch auf Höhe der "Schwarzen Berge" ist eine fortschreitende Nutzungsintensivierung des Auengrünlandes zu beobachten. Die schutzwürdigen Sumpf- und Nassgrünlandbiotope im "Kattenmoor" zeigen aufgrund von Biotoppflegemaßnahmen überwiegend einen guten Erhaltungszustand.

Bestandsbewertung

Die Bewertung der Biotoptypen und Landschaftselemente erfolgt in Niedersachsen i. d. R. auf der Grundlage der "Einstufungen der Biotoptypen in Niedersachsen" (/15/) in folgenden Kategorien:

- Wertstufe V: von besonderer Bedeutung
- Wertstufe IV: von besonderer bis allgemeiner Bedeutung
- Wertstufe III: von allgemeiner Bedeutung
- Wertstufe II: von allgemeiner bis geringer Bedeutung
- Wertstufe I: von geringer Bedeutung

Im einschlägigen Fachgutachten (/63/) wird diese Form der Bewertung für jeden der im Untersuchungsgebiet festgestellten Biotoptypen aufgeführt. Darüber hinaus erfolgt dort auch eine Abgrenzung wichtiger zusammenhängender Landschaftskomplexe mit Gebieten, die für den Naturraum typische Nutzungs- und Vegetationsformen aufweisen, also eine hohe Repräsentanz besitzen und durch einen verhältnismäßig hohen Anteil an naturnahen Einzelbiotoptypen gekennzeichnet sind. Hierzu gehören:

- Marschgebiete mit historischer kleinflächiger Parzellierung und marschtypischen Strukturen, wie z. B. das "Beetrelief" des Intensivgrünlandes
- Fließgewässerniederungsbereiche mit charakteristischer Grünlandnutzung und/oder einer hohen strukturellen Vielfalt
- Ehemalige Hoch- und Zwischenmoorbereiche mit Restmoorparzellen und/oder charakteristischer landwirtschaftlicher Nutzungsform
- Wallheckengebiete mit dichtem und/oder besonders gut erhaltenen Wallheckennetzen

Seite 108 von 313



Sofern im Rahmen der Auswirkungsanalyse relevant, erfolgt eine ausführliche Darstellung der Bestandssituation und deren Bewertung ggf. in den nachfolgenden Kapiteln. Ansonsten ist an dieser Stelle auf das o. g. Fachgutachten (/63/) zu verweisen.

3.2.3.4 Brutvögel

Die avifaunistischen Untersuchungen 2016 wurden seitens des Dipl.-Biologen GERJETS durchgeführt. Sie beinhalten eine quantitative Erfassung (Revierkartierung) der bzgl. senkungsbedingter Auswirkungen relevanten Arten (Wiesenvögel, Greifvögel, sonstige Offenland-Zeigerarten, Arten der Roten Listen) nach den methodischen Vorgaben von /62/.

Die Brutvogelkartierung umfasst die in den Abb. 39 und Abb. 40 dargestellten Bereiche des Untersuchungsgebietes. Zudem wurde das Arteninventar für außerhalb, aber im Nahbereich gelegene Flächen, anhand von 3 repräsentativen Geländeerhebungen an faunistisch günstigen Zeitpunkten ermittelt. Als weitere Datenquelle dienten vorhandene Daten aus den Landschaftsrahmenplänen der Landkreise Wittmund und Friesland.

Bestandsbeschreibung

Im Rahmen seiner Bestandserfassungen konnte /21/ innerhalb des von ihm untersuchten Gebietes folgendes Arteninventar ermitteln (Tab. 14).



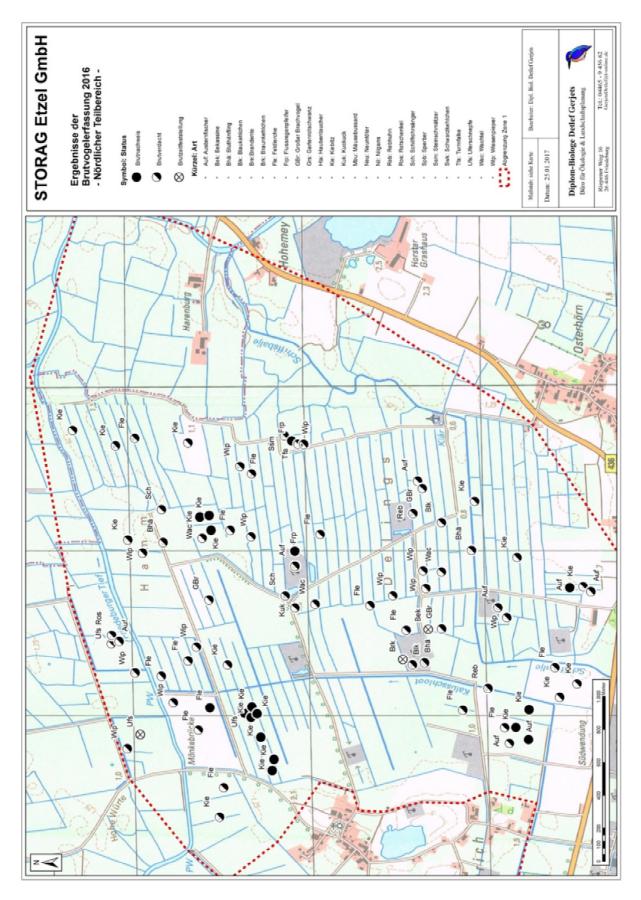


Abb. 39: Ergebnisse der Brutvogelerfassung 2016 - Nördliches Teilgebiet (/21/)

Seite 110 von 313



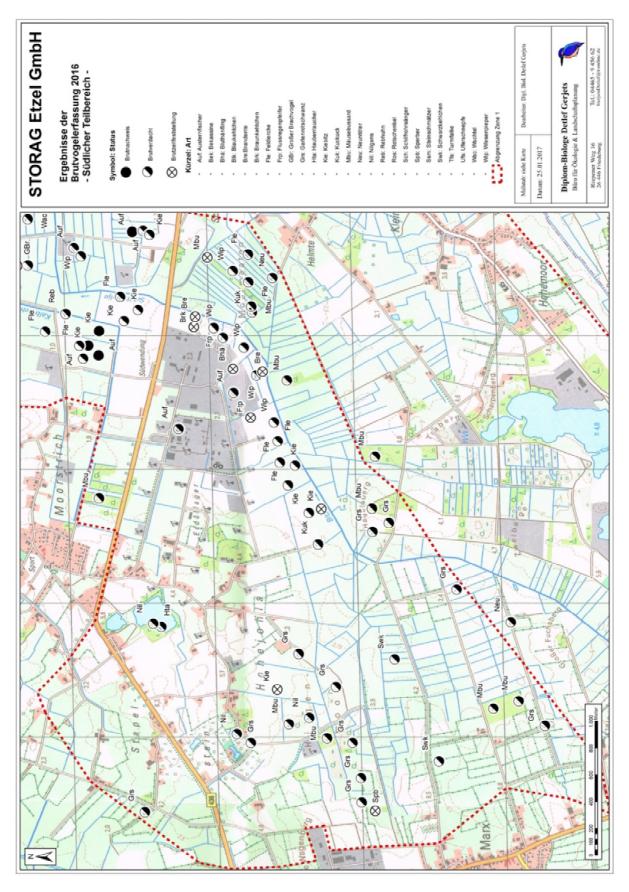


Abb. 40: Ergebnisse der Brutvogelerfassung 2016 - Südliches Teilgebiet (/21/)



Tab. 14: Ergebnisse der im Brutvogelerfassung 2016 (gem. /21/)

Artname	Wissenschaftl.	Brut-	Rote-Liste Status		
	Artbezeichnung	reviere 2016	Nieder- sachsen	Watten und Marschen	Deutsch-
Wachtel	Coturnix coturnix	3	V	V	*
Rebhuhn	Perdix perdix	2	2	2	2
Austernfischer	Haematopus ostralegus	10	*	*	
Kiebitz	Vanellus vanellus	24	3	3	2
Gr. Brachvogel	Numenius arquata	3	2	2	1
Uferschnepfe	Limosa limosa	2	2	2	1
Rotschenkel	Tringa totanus	1	2	2	V
Flussregenpfei- fer	Charadrius dubius	3	3	3	*
Kuckuck	Cuculus canorus	3	3	3	V
Feldlerche	Alauda arvensis	19	3	3	3
Neuntöter	Lanius collurio	2	3	3	*
Steinschmätzer	Oenanthe oenanthe	1	1	1	1
Wiesenpieper	Anthus pratensis	17	3	3	V
Bluthänfling	Carduelis cannabina	3	3	3	V

Rote Liste Status: Rote Liste Niedersachsen (/35/): 1 vom Aussterben bedroht, 2: stark gefährdet, 3: gefährdet; RL D 2007 = Gefährdungseinstufungen nach der Roten Liste der Brutvögel Deutschlands /21/); 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste, + = nicht gefährdet;

Innerhalb seines Untersuchungsraumes differenziert /21/ nach Vorkommen in Marsch-, Wallhecken-, Niederungsgebieten sowie Siedlungsbereichen.

Für den außerhalb seines Untersuchungsgebietes gelegenen Bereich, der sich in der naturräumlichen Einheit der "Watten und Marschen" befindet, geht er von einer Artenzusammensetzung aus, die große Ähnlichkeit zur Brut- und Rastvogelfauna des nordöstlichen Untersuchungsgebietes aufweist.

Die Wallheckengebiete westlich und nördlich des Untersuchungsraumes weisen das typische Inventar gehölzbrütender Vogelarten dieser Region auf.



Das Niederungsgebiet der Bitze südlich des Hauptbetriebsplatzes sowie die Niederung des Reepsholter Tiefs westlich des Untersuchungsgebietes beherbergen aufgrund ihrer feuchten Grünlandareale sowohl Brutvogelarten der Grünlandmarschen, als auch aufgrund ihrer stärkeren Gehölzstrukturierung Brutvogelarten der Hecken und Feldgehölze (/21/)

Bestandsbewertung

Die Bewertung der von /21/ erfassten Bereiche hinsichtlich ihrer Bedeutung als Vogelbrutgebiet erfolgte durch Abgrenzung von Teilgebieten auf der Grundlage des Bewertungsverfahrens nach (/5/). Die so bewerteten Teilgebiete sind in Abb. 41 dargestellt.

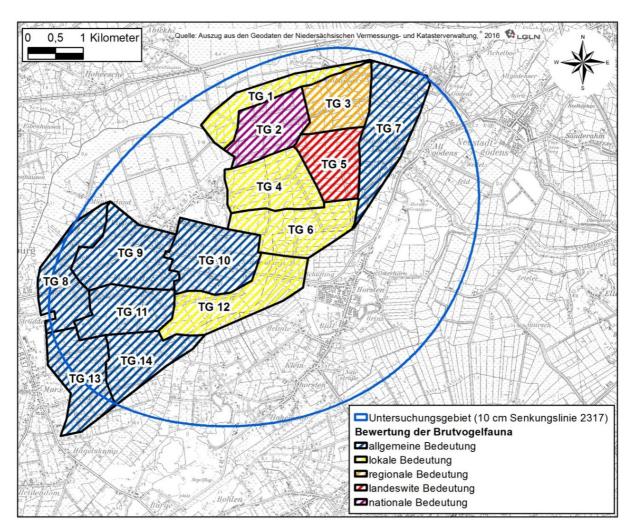


Abb. 41: Bewertung von Teilen des Untersuchungsgebietes hinsichtlich ihrer Bedeutung für Brutvögel (/21/)



Aufgrund der hohen Einstufung der Arten Brachvogel und Uferschnepfe in der Roten Liste Deutschland (RL 1: "vom Aussterben bedroht") errechnet sich z. B. für das Teilgebiet 2 eine "nationale Bedeutung". Das Teilgebiet 5 erreicht vor allem aufgrund des Brutverdachtes des Steinschmätzers auf einem ungenutzten Verteilerplatz eine "landesweite Bedeutung". Eine regionale Bedeutung errechnet sich für das Teilgebiet 3 vor allem aufgrund von 7 Kiebitzrevieren.

Während die Teilgebiete 1, 4, 6 und 12 eine lokale Bedeutung für die Brutvogelfauna aufweisen, erreichen die verbleibenden Teilgebiete den Grenzwert für eine solche Einstufung nicht (/21/).

Auf eine Bewertung der Brutvogelvorkommen außerhalb der von /21/ schwerpunktmäßig untersuchten Bereiche wurde aufgrund unzureichender Datenlage verzichtet.

3.2.3.5 Rast-/Gastvögel

Die Erfassung der Rast-/Gastvogelfauna erfolgte an insgesamt 44 Terminen im Zeitraum Februar/März sowie August bis Ende Dezember 2016 - z. T. parallel zu den Brutvogelkartierungen - ebenfalls durch Dipl.-Biologe Detlef Gerjets. Wie bei den Brutvogelerfassungen, decken die Kartierungen lediglich Teile des Untersuchungsgebietes ab.

Bestandsbeschreibung

Im Rahmen der Bestandserfassungen 2016 konnte von /21/ innerhalb des Kernuntersuchungsgebietes folgendes Arteninventar ermittelt werden (Tab. 15 sowie Abb. 42 und Abb. 43):

Tab. 15: Rast-/Gastvogelvorkommen Bestandserfassungen 2016 (gem. /21/)

Rast-/Gastvogelart	Vorkommen im Untersuchungsgebiet
Kiebitz	Regelmäßig sowohl während der Frühjahrs-Rastperiode als auch wäh-
(Vanellus vanellus)	rend der Herbstrastphase, mit Hauptvorkommen im Bereich der grün- landgeprägten "Etzeler-Bucht" nördlich der B436.
	Im Februar/März Höchstwerte der Rastbestände von bis zu 756 Kiebitzen. Maximalbestand 1.840 Vögeln Mitte August.

Seite 114 von 313



Rast-/Gastvogelart	Vorkommen im Untersuchungsgebiet
Goldregenpfeifer (Pluvialis apricaria)	Im Untersuchungsjahr 2016 nur relativ kleine Rasttrupps mit max. 110 (Oktober) bzw. 84 (November) Individuen im nördlichen Untersuchungsgebiet.
Regenbrachvogel (Numenius phaeopus)	Im April maximal 68 Exemplare nahe der Schiffsbalje.
Nonnengans (Branta leucopsis)	Im Dezember und November große Schwärme im nördlichen Untersuchungsraum mit Maximalzahlen von bis zu 4.500 Gänsen Individuen.
Saatgans (Anser fabalis)	Im nördlichen Untersuchungsgebiet am 23.12. ca. 250 Individuen (vergesellschaftet mit Nonnengänsen) im Bereich "Delings" sowie am 29.12. ca. 130 Tiere an der B436.
Blässgans (Anser albifrons)	Beobachtungen an drei Terminen im Dezember 2016 (vergesellschaftet mit weiteren nordischen Gänsearten). Maximalzahl von 780 am 29.12
Graugans (Anser anser)	Graugänse treten in der naturräumlichen Region "Watten- und Marschen" als Brutvögel und auch als Rastvögel auf. Im November/Dezember 2016 hielten sich im vor allem im Bereich des Friedeburger Tiefs Rastschwärme der Graugans auf. Ihre Zahl erreichte mit maximal 260 Gänsen am 29.12. ihr Maximum.
Nilgans (Alopochen aegyptiaca)	Im Gegensatz zu den in Schwärmen im nördlichen Untersuchungsgebiet auftretenden nordischen Gänsen, ist die Nilgans auch südlich der B436 zu finden. Maximal konnten am 16. Dezember 49 Nilgänse registriert werden.
Kanadagans (Branta canadensis)	Am 26.07. konnte östlich der Ortschaft Marx ein nahrungssuchender Trupp von 57 Kanadagänsen beobachtet werden.
Mäusebussard (Buteo buteo)	Während des gesamten Untersuchungsjahres konnten Mäusebussarde im Gebiet beobachtet werden. In den Wintermonaten wird die stetig anwesende Population durch ziehende Exemplare ergänzt. Maximal wurden im gesamten Untersuchungsgebiet 33 Mäusebussarde (16.02.) gezählt.
Turmfalke (Falco tinnunculus)	Im Untersuchungsgebiet hielten sich fast das gesamte Jahr über 1-3 Turmfalken auf.
Kornweihe (Circus cyaneus)	Während des Winterhalbjahres konnte an 2 Tagen jeweils eine nahrungssuchende Kornweihe im Untersuchungsgebiet beobachtet werden.

Seite 115 von 313



Neben den in Tab. 15 aufgeführten Arten traten vereinzelt kleinere Trupps von Großen Brachvögeln (max. 28) sowie einzelne Austernfischer, Flussregenpfeifer, Bekassinen und Waldwasserläufern auf.

Zudem konnten neben den stetig im Gebiet anwesenden Stock- und Reiherenten im Bereich des Friedeburger Tiefs im Frühjahr und Herbst Schwärme von Pfeifenten registriert werden (maximal 158 Pfeifenten am 22.03.). Im Januar 2017 rasteten etwa 500 Pfeifenten am Friedeburger Tief. Auch in früheren Jahren konnten schon mehrfach größere Rastschwärme dieser Art beobachtet werden.

Des Weiteren wurden mit Rotmilan (Milvus milvus) und Wiesenweihe (Circus pygargus) auch durchziehende Greifvogelarten im Untersuchungsgebiet registriert. Rohrweihe (Circus aeruginosus), Sperber (Accipiter nisus) und Baumfalke (Falco subbuteo) konnten ebenfalls vereinzelt und nahrungssuchend beobachtet werden.

Regelmäßig im Untersuchungsgebiet angetroffen wurden auch Kormoran, Grau-/ Silberreiher, Krähenvögel, Star, Wacholderdrossel und Ringeltaube. Am 08.03. konnten 3 Kraniche im Bereich "Hilgenmoor" beobachtet werden. Seite 116 von 313



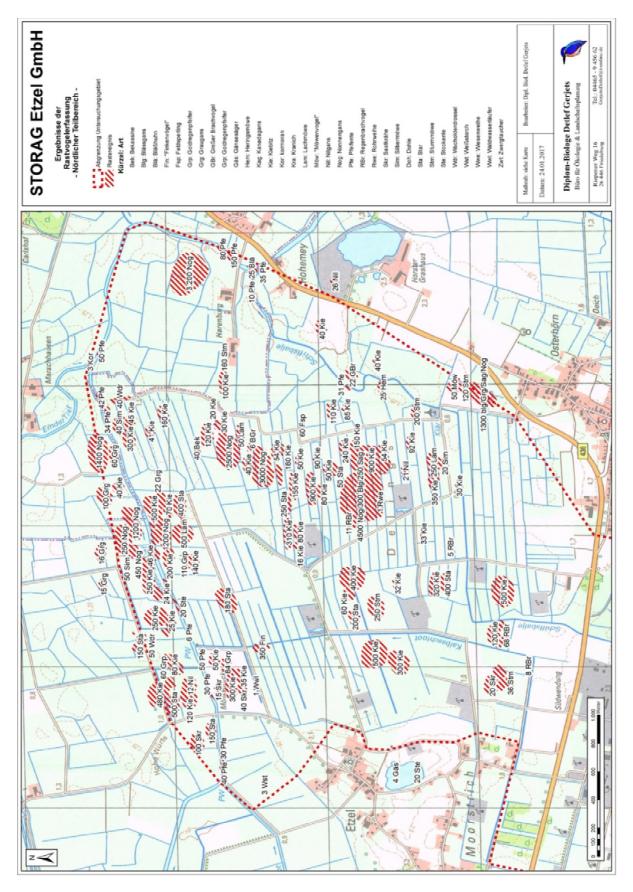


Abb. 42: Ergebnisse der Rastvogelerfassung - Nördliches Teilgebiet (/21/)



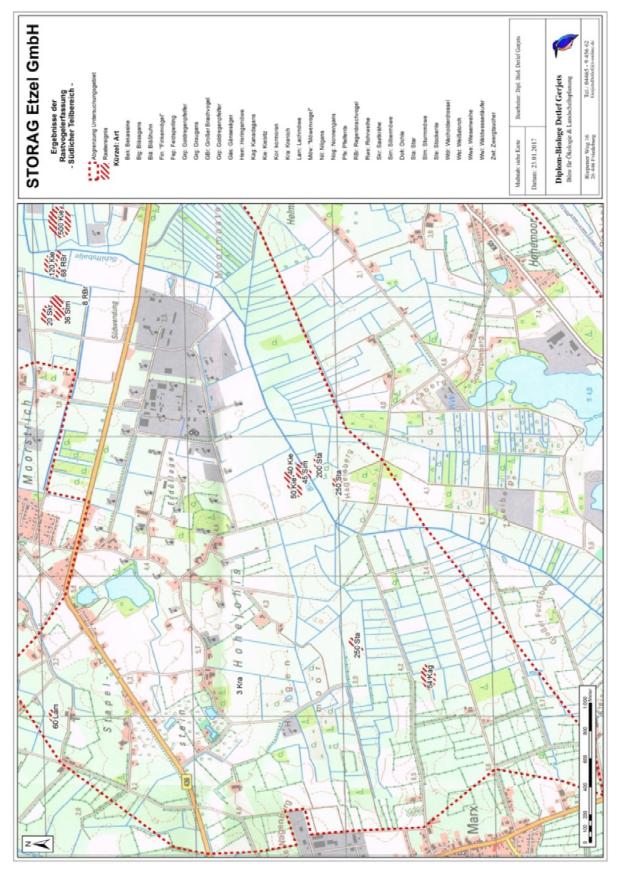


Abb. 43: Ergebnisse der Rastvogelerfassung - Südliches Teilgebiet (/21/)

Seite 118 von 313



Hinsichtlich Vorkommen außerhalb der von /21/ schwerpunktmäßig erfassten Bereiche wurde - analog zur Brutvogelkartierung - zwischen Vorkommen der Marsch-, Wallhecken-, Niederungs- und Siedlungsgebiete unterschieden.

Demnach treten im Marschenbereich regelmäßig große Schwärme von Kiebitzen und Goldregenpfeifern auf, die meist auch längere Zeit in den Gebieten verweilen. In jüngerer Zeit wurden vermehrt Schwärme nordischer Gänse registriert.

In den stärker strukturierten Wallheckengebieten ist das Auftreten von rastenden Limikolen und nordischen Gänse hingegen unwahrscheinlich. Regelmäßig können hier während der Zugzeit dagegen Schwärme von Ringeltauben, Staren, Wacholderdrosseln, Finkenvögeln und vor allem nach landwirtschaftlichen Bearbeitungsgängen auch Lachmöwen und Sturmmöwen beobachtet werden.

In den Niederungsgebieten der Bitze und des Reepsholter Tiefs sind aufgrund ihrer feuchten Grünlandareale sowohl Gastvogelarten der Grünlandmarschen als auch aufgrund ihrer stärkeren Gehölzstrukturierung Gastvogelarten der Hecken und Feldgehölze vertreten.

In Siedlungsnähe, insbesondere in den verdichteten Neubausiedlungen, finden sich meist nur wenige Gastvögel, wohingegen ländlich strukturierte Streusiedlungen mit landwirtschaftlichen Gehöften vielen Gastvogelarten Lebensraum bieten (/21/).

Bestandsbewertung

Die Bewertung des Untersuchungsgebietes hinsichtlich seiner Bedeutung als Gastvogellebensraum erfolgte auf der Grundlage des Bewertungsverfahrens nach /36/. Für das Kernuntersuchungsgebiet konnten so folgende artspezifische Wertigkeiten ermittelt werden (Tab. 16 sowie Abb. 44):

Seite 119 von 313



Tab. 16: Bewertung der Untersuchungsfläche hinsichtlich Gastvogelvorkommen (gem. /21/)

		Grenzwerte nach /36/ Watten und Marschen				en
Vogelart	Maximal- zahl im Gebiet	international	national	landes- weit	regional	lokal
Kiebitz	1.840	20.000	7.500	2.700	1.350	680
Regenbrach-	68	2.700	50	10	5	
Goldregenpfeifer	110	7.500	2.200	1.250	630	310
Nonnengans	4.500	4.200	2.000	1.900	950	480
Blässgans	780	10.000	4.250	2.350	1.200	590
Saatgans	130	6.000	4.000	1.200	600	300
Graugans	260	5.000	1.300	530	270	130
Pfeifente	158	15.000	2.900	1.400	700	350
Lachmöwe	550	20.000	5.000	3.200	1.600	800
Sturmmöwe	286	20.000	1.850	1.000	500	250
Silberreiher	3	470	50	10	5	

Es errechnete sich demnach eine internationale Bedeutung für Nonnengänse und eine nationale Bedeutung für Regenbrachvögel. Die Grenzwerte für eine regionale Bedeutung überschreitet der Kiebitz, lokale Bedeutung erreichen die Arten Blässgans, Graugans und Sturmmöwe. Entsprechende Wertigkeiten wurden allerdings nur im nördlichen Teilbereich des von /21/ untersuchten Gebietes ermittelt (Abb. 44).

Auf eine Bewertung der Rast-/Gastvogelvorkommen außerhalb der von /21/ schwerpunktmäßig untersuchten Bereiche wurde aufgrund unzureichender Datenlage verzichtet.



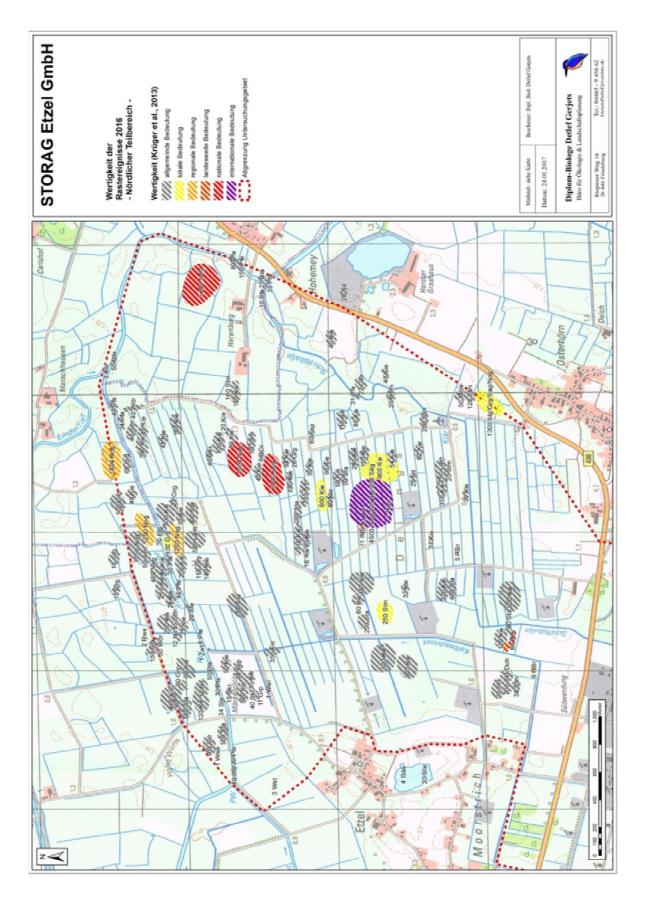


Abb. 44: Bewertung Rastvogelvorkommen 2016 - Nördlicher Teilbereich (/21/)



3.2.3.6 Fledermäuse

Aktivitätsschwerpunkte der Fledermausfauna, räumliche Funktionsbeziehungen und Quartiere im Untersuchungsgebiet wurden in 2016 im Rahmen mobiler Detektorerfassungen und Horchkisteneinsätzen durch /12/ ermittelt. Die in 2016 untersuchten Kartierstrecken und Standorte sind in Abb. 45 dargestellt.

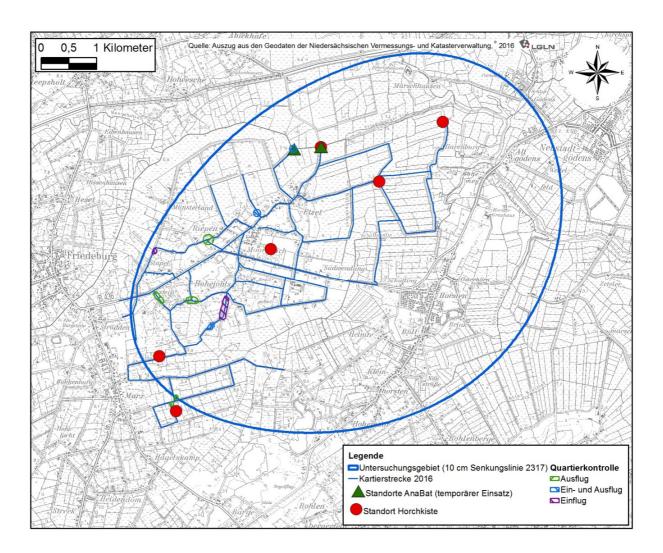


Abb. 45: Fledermauserfassung 2016 - Untersuchungsbereiche und Methoden (/12/)

Nachfolgend werden die artspezifisch ermittelten Ergebnisse zusammenfassend wiedergegeben.

Bestandsbeschreibung

Im Rahmen der Bestandserfassungen 2016 konnte an den in Abb. 46 dargestellten Untersuchungsstandorten bzw. innerhalb der Untersuchungsstrecken insgesamt folgendes Artenspektrum ermittelt werden (Tab. 17):

Seite 122 von 313



Tab. 17: Ergebnisse Fledermauserfassung 2016 - nachgewiesenes Artenspektrum (gem. /12/)

Deutscher Artname	eutscher Artname Wissenschaftlicher Artname		Rote Liste BRD	
Abendsegler	Nyctalus noctula	2 / (3)	V	
Kleinabendsegler	Nyctalus leisleri	1 / (G)	D	
Breitflügelfledermaus	Eptesicus serotinus	2 / (2)	G	
Zwergfledermaus	Pipistrellus pipistrellus	3 / (+)	+	
Rauhautfledermaus	Pipistrellus nathusii	2 / (R)	+	
Braunes Langohr	Plecotus auritus	2 / (V)	V	
Brandt-/	Myotis brandti/	2 / (3)	V	
Große Bartfledermaus	M. mystacinus	2 / (D)	V	
Fransenfledermaus	Myotis nattereri	2 / (V)	+	
Wasserfledermaus	Myotis daubentonii	3 / (V)	+	
Teichfledermaus	Myotis dasycneme	II / (R)	D	

Rote Liste BRD = (MEINIG et al. 2009)

Rote Liste Niedersachsen und Bremen (HECKENROTH et al. 1993)

in Klammern: NLWKN (in Vorbereitung)

1 = vom Aussterben bedroht V = Vorwarnliste

2 = stark gefährdet G = Gefährdung unbekannten Ausmaßes

3 = gefährdet D = Datenlage defizitär

+ = ungefährdet R = durch extreme Seltenheit (potenziell) gefährdet

- = Art nicht nachgewiesen II = Nachweis zur Einstufung als Vermehrungsgast fehlt

Artspezifisch lässt sich das Vorkommen erfasster Fledermausarten im Untersuchungsgebiet gemäß den Ausführungen von /12/ wie folgt beschreiben:

Breitflügelfledermaus (Eptesicus serotinus)

Häufigste Art im Untersuchungsgebiet, die über den gesamten Kartierzeitraum nachgewiesen wurde, ohne den für diese Art typischen Individuenanstieg im Sommer nach Auflösung der Wochenstuben. Es konnten überwiegend mittlere bis hohe

Seite 123 von 313



nächtliche Gesamtaktivitäten ermittelt werden. Die Nachweise der Breitflügelfledermaus verteilen sich ungleichmäßig entlang der Kartierstrecke mit einer Bündelung von Nachweisen

- im Siedlungsbereich von Stapelstein und Hohejohls nördlich bzw. südlich der B436 im Nordwesten des Untersuchungsgebietes,
- im Wallheckengebiet östlich Marx im Südwesten des Untersuchungsgebietes.
- im Siedlungsbereich von Etzel inklusive der Wirtschaftswege bis zum Gooseschloot im Norden des Untersuchungsgebietes,
- entlang der B436 zwischen Einfahrt Betriebsgelände STORAG ETZEL bis kurz vor Horsten sowie,
- an einigen Feldwegen südlich des Friedeburger Tiefs im Nordosten des Untersuchungsgebietes.

Ein Gebäudequartier der Art mit mindestens fünf Exemplaren konnte in einem Nebengebäude an einer Hofstelle am Vilkoofer Weg im Westen des Untersuchungsgebietes festgestellt werden. In diesem Bereich konnte auch eine Flugstraße der Breitflügelfledermaus mit vier Tieren nachgewiesen werden.

Aufgrund der hohen Anzahl zeitgleich im Umfeld der Hofstellen jagender Breitflügelfledermäuse ist zu vermuten, dass das Quartier noch deutlich mehr als nur fünf Tiere beherbergt. Ein Quartierverdacht für zwei Individuen der Art bestand außerdem in einem Altenteil im Bereich "die Helmte", im Nordwesten des Untersuchungsgebietes. Die regelmäßigen Nachweise von Breitflügelfledermäusen im Siedlungsbereich von Etzel und der näheren Umgebung lassen hier weitere Quartiere vermuten, auch wenn diese nicht lokalisiert werden konnten. Die Tiere in der Wallheckenlandschaft im Südwesten des Untersuchungsgebietes dürften zum Jagen aus Quartieren in Marx in das Gebiet einfliegen.

• Rauhautfledermaus (Pipistrellus nathusii)

Zweithäufigste Art mit deutlichem Abstand zur o. g. Breitflügelfledermaus. Auch sie wurde über den gesamten Kartierzeitraum im Untersuchungsgebiet festgestellt. Für diese Art konnten überwiegend geringe nächtliche Gesamtaktivitäten ermittelt werden. Die höchsten Kontaktzahlen pro Nacht konnten auf dem Herbstzug Anfang September festgestellt werden. Die Nachweise der Rauhautfledermaus verteilen sich ungleichmäßig entlang der Kartierstrecke mit einer Bündelung von Nachweisen

Seite 124 von 313

- im Siedlungsbereich von Etzel im Norden des Untersuchungsgebietes,
- am Friedeburger Tief und
- entlang einiger Feldwege südlich des Friedeburger Tiefs im Norden bzw.
 Nordosten des Untersuchungsgebietes.

Balzquartiere der Rauhautfledermaus konnten an zwei Stellen im Untersuchungsgebiet festgestellt werden. Beide lagen im Siedlungsbereich von Stapelstein nördlich der B436. Nach den Ergebnissen der mobilen Detektorkartierung hat damit das Untersuchungsgebiet im Spätsommer/Herbst eine Bedeutung für Rauhautfledermäuse auf dem Zug.

Zwergfledermaus (Pipistrellus pipistrellus)

Zwergfledermäuse wurden im Untersuchungsgebiet ebenfalls an allen Kartierterminen nachgewiesen. Auch für diese Art konnten überwiegend geringe nächtliche Gesamtaktivitäten ermittelt werden. Mit Höchstwerten pro Nacht im August.

Die Nachweise der Zwergfledermaus verteilen sich ungleichmäßig entlang der Kartierstrecke mit einer Bündelung von Nachweisen

- im Westen bzw. Südwesten des Untersuchungsgebietes im Bereich von Stapelstein (südlich der B436),
- der Wallheckenlandschaft östlich von Marx sowie
- im Norden des Untersuchungsgebietes im Siedlungsbereich von Etzel bis ans Friedeburger Tief.

In der Wallheckenlandschaft ganz im Südwesten des Untersuchungsgebietes wurde auch ein Balzquartier der Art in einer Birke festgestellt. Die regelmäßigen Nachweise von Zwergfledermäusen im Siedlungsbereich von Stapelstein (südlich der B436) sowie in Etzel lassen auch hier kleine Quartiere der Art vermuten.

Abendsegler und Kleinabendsegler (Nyctalus noctula/Nyctalus leisleri)

Der Abendsegler und der Kleinabendsegler kamen im Untersuchungsgebiet ähnlich häufig vor wie o. g. Zwergfledermaus. Beide Arten konnten über den gesamten Saisonverlauf im Gebiet nachgewiesen werden. Für beide Arten wurden ausschließlich geringe bis sehr geringe nächtliche Gesamtaktivitäten verzeichnet. Während für den Kleinabendsegler ein leichter Anstieg der Aktivitäten zur Zugzeit im August/September festzustellen ist, schwanken die Aktivitäten beim Abendsegler über den gesamten Saisonverlauf.

Seite 125 von 313



Auch die Nachweise der Abendsegler-Arten verteilen sich ungleichmäßig entlang der Kartierstrecke, mit der deutlichsten Bündelung von Nachweisen über dem Betriebsgelände der STORAG ETZEL im Zentrum des Untersuchungsgebietes sowie weiteren Nachweisschwerpunkten

- im Südwesten des Untersuchungsgebietes im Bereich der Wallheckenlandschaft östlich von Marx,
- im Norden des Untersuchungsgebietes im Siedlungsbereich von Etzel bis ans Friedeburger Tief und
- im Osten des Untersuchungsgebietes im Offenland im Umfeld der Kavernen.

Hinweise auf Quartiere der Arten im Untersuchungsgebiet liegen nicht vor. Von einer gewissen Bedeutung des Untersuchungsgebietes für die Abendsegler-Arten zur Zeit des Herbstzuges ist auch aufgrund der Daten aus der mobilen Detektorerfassung auszugehen. Ein ausgeprägtes Zuggeschehen konnte allerdings mit dieser Methode nicht festgestellt werden.

Wasserfledermaus (Myotis daubentonii)

Vorkommen der Wasserfledermaus sind ausschließlich auf das Friedeburger Tief sowie zwei Teiche im Bereich der Kavernenanlagen im Nordosten bzw. Osten des Untersuchungsgebietes beschränkt. Es kann davon ausgegangen werden, dass der gesamte Verlauf des Friedeburger Tiefs von Wasserfledermäusen genutzt wird, wie im Übrigen auch von den anderen hier örtlich erfassten Arten.

Vermutlich nutzt die Wasserfledermaus auch weitere Fließgewässer (z. B. Schiffsbalje, Bitze) und größere Stillgewässer (z. B. Sandkuhle Etzel) im Untersuchungsgebiet als Jagdgebiet. Diese Gewässer wurden aber im Rahmen der Kartierrunde nicht aufgesucht oder die Art konnte dort an den Geländeterminen nicht festgestellt werden.

Teichfledermaus (Myotis dasycneme)

Vorkommen der Teichfledermaus, die in den Anhängen II und IV der FFH-Richtlinie geführt wird und somit als streng zu schützende Art von gemeinschaftlichem Interesse gilt, wurden am Friedeburger Sieltief nachgewiesen. Die Quartiere der Art liegen im Raum Wilhelmshaven, von wo aus die Tiere auch weit entfernte Gewässerläufe wie das Friedeburger und Emder Tief zur Nahrungssuche und als Wanderkorridor nutzen. Beide Gewässerläufe sind deshalb als Teil des FFH-Gebiets 2312-331 "Teichfledermaus-Habitate im Raum Wilhelmshaven" ausgewiesen.

Seite 126 von 313



Auch im Rahmen der Kartierung 2016 konnte die Art an zwei Terminen im August/September am Friedeburger Tief festgestellt werden.

Brandt-/Große Bartfledermaus (Myotis brandti/M. mystacinus)

Für die Brandt-/Große Bartfledermaus liegt nur ein Nachweis aus dem August aus dem Wallheckengebiet östlich von Marx vor.

Fransenfledermaus (Myotis nattereri)

Auch die Fransenfledermaus wurde nur im Juli/August zweimal mit Einzelkontakten im Untersuchungsgebiet festgestellt. Ein Nachweis stammt aus dem Siedlungsbereich von Hohejohls, der andere von einem Teich an einer Kaverne im Nordosten des Untersuchungsgebietes.

Braunes Langohr (Plecotus auritus)

Langohren wurden im Untersuchungsgebiet jeweils an den Kartierterminen im August und September nachgewiesen. Ein Tier flog in der Wallheckenlandschaft östlich von Marx, der zweite Kontakt stammt aus dem Siedlungsbereich von Etzel.

Bestandsbewertung

Insgesamt wurden 10 Arten bzw. Artengruppen im Untersuchungsgebiet festgestellt. Damit wurde weitgehend das für die Region zu erwartende Fledermausartenspektrum registriert. Als weitere Art, die auf dem Durchzug vorkommen könnte, wäre z. B. die Mückenfledermaus denkbar.

Hinsichtlich der Artenzusammensetzung ähneln sich die Ergebnisse der Erfassung 2011/12 und 2016 stark. 2016 wurden allerdings noch drei Arten mehr nachgewiesen (Kleinabendsegler, Fransenfledermaus und Braunes Langohr). Häufigste Art im Rahmen der mobilen Detektorerfassung war in beiden Jahren die Breitflügelfledermaus. 2011/12 traten vor allem Zwergfledermäuse etwas häufiger auf als 2016. In der aktuellen Untersuchung konnte der Kleinabendsegler fast ebenso häufig festgestellt werden wie der Abendsegler. 2011/12 wurde die Art hingegen gar nicht festgestellt.

Während 2016 für die Breitflügelfledermaus an mehreren Stellen im Untersuchungsgebiet sichere oder vermutete Quartiere festgestellt worden sind, finden sich hierzu in den Ergebnissen aus 2011/12 keine Hinweise. Trotz des zahlreicheren Auftretens der Zwergfledermaus in der Voruntersuchung sind auch für diese Art keine Quartiere belegt. Lediglich die Rauhautfledermaus wurde 2011/12 mit drei Balzquartieren im Siedlungsbereich von Etzel festgestellt. 2016 gelang ebenfalls



der Nachweis von zwei Balzquartieren der Art und weiteren Balzrevieren. Die FFH-Art Teichfledermaus wurde in beiden Erfassungen am Friedeburger Tief festgestellt.

Bezogen auf die in Kapitel 3.2.3.2 beschriebenen Landschaftseinheiten des Untersuchungsgebietes ist die Bestandssituation gemäß /12/ insgesamt wie folgt zu bewerten:

"Der Großteil des Untersuchungsgebietes ist als Fledermauslebensraum von hoher bzw. mittlerer bis hoher Wertigkeit einzustufen. Dies betrifft sowohl alle Ortslagen (Etzel und Siedlungsbereich südwestlich Etzel, Horsten und Kleinhorsten, Marx und Strudden, Friedeburg, Reepsholt, Dykhausen und Neustadtgödens) als auch sämtliche Wallheckengebiete (Wallheckengebiet westlich Etzel, westlich Horsten, östlich Marx, südlich/westlich Marx, nördlich Friedeburg und Wallheckengebiet Reepsholt). Die Wertigkeit ist in diesen LE vor allem auf das hohe Quartierpotential für gebäude- und/oder baumhöhlenbewohnende Fledermausarten zurückzuführen. Weitere LE mit mittlerer bis hoher bzw. hoher Bedeutung für die Fledermausfauna finden sich in den Niederungsbereichen von Friedeburger, Reepsholter und Emder Tief (LE 06, 14 und 21). Alle drei Gewässerläufe sind Teil des FFH-Gebietes 2312-331 "Teichfledermaus-Habitate im Raum Wilhelmshaven". Für die LE 06 und 21 wird außerdem ein Quartierpotential für gebäude- und baumhöhlenbewohnende Fledermausarten angenommen, in Altgödens (LE 06) existieren zudem Bunker, die eine Funktion als Winterguartier haben.

Ein weiterer Bunker mit Winterquartierfunktion findet sich auch auf dem Gelände des Schloss Gödens (LE 23). Dieser LE wurde als einziger eine sehr hohe Bedeutung als Fledermauslebensraum zugeordnet, da hier auf sehr kleinem Raum alle wichtigen Funktionen eines Fledermauslebensraumes existieren (Quartierpotential für gebäude- und baumhöhlenbewohnende Fledermausarten, Winterquartierfunktion, Jagdhabitate).

Die verbleibenden LE weisen zumindest alle noch eine mittlere Wertigkeit als Fledermauslebensraum auf. Es handelt sich überwiegend um Grünlandbereiche in den Niederungen (LE 05, 09). Diese LE besitzen nur eingeschränkte Quartiermöglichkeiten und haben vorrangig Funktion als Nahrungsgebiete. Vergleichbares gilt auch für das Betriebsgelände der STORAG ETZEL (LE 01) und das Betriebsgelände der Quarzwerke Marx (LE 10), denen ebenfalls noch eine mittlere Wertigkeit als Fledermauslebensraum zugeordnet wurde.

Seite 128 von 313



Vor allem für den großen Grünlandbereich der Etzeler Marsch (LE 05) weicht die Bewertung von /23/ deutlich von der aktuellen Bewertung ab. Lediglich der Bereich des Schloss Gödens sowie die Bedeutung der Fließgewässer wie z.B. dem Friedeburger oder Emder Tief wurden in beiden Jahren ähnlich eingeschätzt. Die Unterschiede beruhen vermutlich zum großen Teil auf einer abweichenden Einschätzung des vorhandenen Quartierpotentials in der Voruntersuchung 2011/12. Für die restlichen Landschaftseinheiten weichen die Bewertungen überwiegend nicht oder nur wenig voneinander ab. So wurden auch von /23/ die meisten Wallheckengebiete als Fledermauslebensräume von hoher bzw. mittlerer bis hoher Bedeutung eingestuft. Gleiches gilt für einen Teil der Ortslagen (Horsten und Kleinhorsten, Marx und Reepsholt)."

3.2.3.7 Amphibien

Eine erste Amphibienkartierung von /23/ in 2011 umfasste die Untersuchung von insgesamt 16 Gewässern. Zur Überprüfung und Aktualisierung der Kartierergebnisse aus 2011 wurden diese seinerzeit kartierten Gewässer in 2016 von /63/ erneut aufgesucht und auf Amphibienbesatz kontrolliert. Zusätzlich erfolgte eine Überprüfung weiterer Gewässer im Untersuchungsgebiet, wobei die 2011 im Zuge der Kartierung verwendete Nummerierung der Gewässer beibehalten und entsprechend ergänzt wurde (Abb. 46).



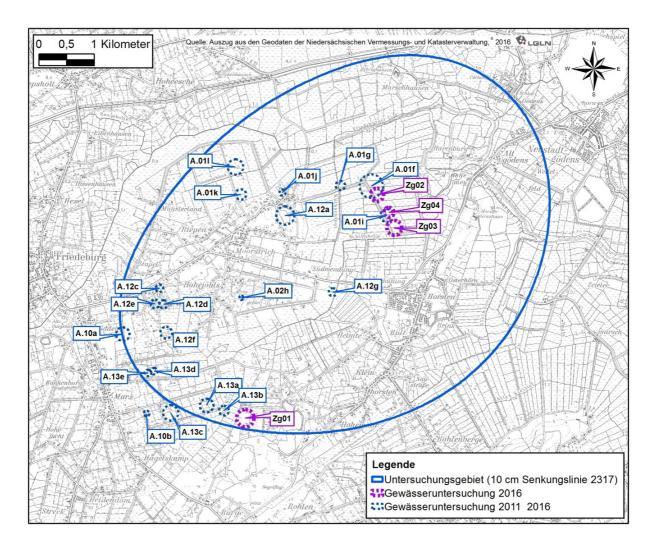


Abb. 46: Untersuchungsgewässer Amphibienerfassungen 2011 /2016 (/63/)

Bestandsbeschreibung

Im Rahmen der Bestandserfassungen 2016 konnte an bzw. in den in Abb. 46 dargestellten Gewässern insgesamt folgendes Artenspektrum ermittelt werden (Tab. 18).

Tab. 18: Gesamtartenliste Amphibienkartierung 2016 (nach /63/)

Art dt.	Art wissenschaftl.	RL NDS 2013	RL BRD 2009	FFH-Anhang IV	BNatSchG
Grasfrosch	Rana temporaria	*	*	-	§

Seite 130 von 313



Art dt.	Art wissenschaftl.	RL NDS 2013	RL BRD 2009	FFH-Anhang IV	BNatSchG
Erdkröte	Bufo bufo	*	*	-	§
Kreuzkröte	Bufo calamita	2	V	Χ	§§
Moorfrosch	Rana arvalis	3	3	Х	§§
Seefrosch	Pelophylax ribidunda	V	*	-	§
Teichfrosch	Pelophylax kl. esculenta	*	*	-	§
Teichmolch	Lissotriton vulgaris	*	*	-	§
RL NDS 2013	Rote Liste und Gesamtartenliste 2013 (/49/)	der Amphib	oien in Niede	ersachsen ui	nd Bremen
RL BRD 2009	Rote Liste und Gesamtartenliste	der Lurche	(Amphibia) L	Deutschland	s /37/)
Gefährdungs- kategorien RL	* = ungefährdet; V = Vorwarnliste; 2 = stark gefährdet; 3 = gefährdet				
FFH-Anhang IV	X = streng zu schützende Arten von gemeinschaftlichem Interesse; - = Art wird in Anhang IV der FFH-Richtlinie nicht geführt				
BNatSchG	§ = besonders geschützte Art ge geschützte Art gemäß § 7 Abs. 2			BNatSchG; §	§§ = streng

Artspezifisch lässt sich das Vorkommen erfasster Amphibienarten im Untersuchungsgebiet gemäß den Ausführungen von /63/ wie folgt beschreiben:

Grasfrosch (Rana temporaria)

Grasfrösche wurden an insgesamt 9 Gewässern im Untersuchungsgebiet nachgewiesen. Bei den Gewässern handelte es sich um große Abbaugewässer (Sandkuhle Etzel), eine Vielzahl an Klein- oder Kleinstgewässern sowie Gräben. Es konnten fast ausschließlich kleinere Laichgemeinschaften festgestellt werden, für die (bis auf eine Ausnahme) jeweils ein Reproduktionserfolg nachgewiesen werden konnte. Die einzige vergleichsweise größere bzw. mittelgroße Laichgesellschaft befand sich im Gewässer Zg01 (Abb. 46).

Erdkröte (Bufo bufo)

Die Erdkröte wurde erwartungsgemäß mit der höchsten Stetigkeit im Gebiet angetroffen: An insgesamt 15 Gewässern konnten Nachweise der Art erbracht werden. Reproduktionsaktivitäten und -erfolg wurden an insgesamt acht dieser Gewässer registriert. Größere Laichgesellschaften befanden sich in der Sandkuhle Etzel (Gewässer A.12a) sowie dem 2016 zusätzlich untersuchten Gewässer Zg01. Bei den meisten Gewässern handelte es sich jedoch um eher kleine Laichgemeinschaften.

Seite 131 von 313



Kreuzkröte (Bufo calamita)

Rufende Kreuzkröten wurden während der Amphibienkartierung einmalig am zweiten Nachmittagstermin im Juni und außerhalb der untersuchten Gewässer registriert. Die Rufaktivitäten stammten aus dem großen Abbaugewässer auf dem Betriebsgelände der Quarzwerke Marx. Während der ebenfalls 2016 durchgeführten Fledermauskartierung konnte die Art jedoch auch im Gewässer Zg01 rufend festgestellt werden. Reproduktionsnachweise wurden nicht erbracht.

Moorfrosch (Rana arvalis)

Der in der Roten Liste als "gefährdet" eingestufte Moorfrosch besiedelt drei der untersuchten Gewässer des Untersuchungsgebietes. Er wurde im Bereich Hilgenmoor in einem östlich einer Kavernenanlage und in einem Birkenwäldchen gelegenen Gewässer (Gewässer A.12f), in einem Graben in der Wallheckenlandschaft südlich der B 436 (Gewässer A.13a) sowie im 2016 zusätzlich untersuchten Gewässer Zg01 festgestellt. Große Laichgesellschaften ließen sich ausschließlich an Zg01 feststellen. In allen Gewässern befanden sich Laichballen. Während an den Gewässern A.13a und Zg01 ein Reproduktionserfolg durch Kaulquappennachweis festgestellt werden konnte, blieben an dem Gewässer A.12f entsprechende Nachweise aus: Am Kontrolltermin für den Nachweis der Kaulquappen von Erdkröten und Braunfröschen wurde einer der zuvor dokumentierten Laichballen in verpilzter Form im Gewässer angetroffen.

Seefrosch (Rana ridibunda)

Im Untersuchungsgebiet lässt sich ein deutlicher Schwerpunkt des Seefrosches in den Grünlandarealen nördlich der B 436 feststellen. Dort wurde er nicht nur in den Gewässern A.12a, A.01f, A.01g und A.01i nachgewiesen, sondern auch im Zuge von Zufallsnachweisen zwischen den untersuchten Gewässern (vornehmlich im Bereich der Gräben) über seine Lautäußerungen festgestellt. Südlich der B 436 kommt der Teichfrosch in der Sandkuhle Etzel (Gewässer A.12a), an zwei Privatgewässern östlich Marx (A.12d und A.12e) sowie am Gewässer Zg01 vor.

Teichfrosch (Rana kl. esculenta)

Teichfrösche wurden ausschließlich am Gewässer Zg01 (Abb. 46) nachgewiesen. Für alle weiteren Gewässer konnten entweder eindeutige Seefrosch-Nachweise erbracht werden, oder es ist aufgrund der in dieser Region deutlichen Dominanz des



Seefrosches davon auszugehen, dass es sich bei nicht determinierten Tieren um eben jene Art handelte.

• Teichmolch (Triturus vulgaris)

Der Teichmolch wurde 2016 an insgesamt vier Gewässern nachgewiesen. Die Nachweise konnten am Moorgewässer (A.12f), einem vergleichsweise gut ausgeprägten Ackertümpel (A.13d), einem Wiesentümpel (A.10a) sowie an einem in der Nähe einer Kaverne gelegenen Gewässer (A.02h), an dem es sonst keine Amphibiennachweise gab, erbracht werden. Es handelte sich jeweils um einzelne adulte Tiere. Weibchen wurden ausschließlich an dem Wiesentümpel an Gewässer A.10b festgestellt. Aufgrund der sehr versteckten Lebensweise von Teichmolchen ist davon auszugehen, dass die Art auch an weiteren Gewässern vorkommt. So ist bspw. das Vorkommen der Art auch im Gewässer Zg01 bekannt.

Bestandsbewertung

Im Zuge der Amphibienkartierung 2016 wurden mit Grasfrosch, Erdkröte, Kreuz-kröte, Moorfrosch, Seefrosch, Teichfrosch und Teichmolch insgesamt sieben Amphibienarten nachgewiesen. Die bundesweiten Verbreitungskarten von /27/ führen zudem zu der Annahme, dass im Untersuchungsgebiet neben den tatsächlich nachgewiesenen zusätzlich das Vorkommen von Bergmolch (*Ichthyosaura alpest-ris*), Knoblauchkröte (*Pelobates fuscus*) sowie Kammmolch (*Triturus cristatus*) möglich ist.

Bezogen auf die in Kapitel 3.2.3.2 beschriebenen Landschaftseinheiten des Untersuchungsgebietes ist die Bestandssituation gemäß /63/ insgesamt wie folgt zu bewerten:

"Das Untersuchungsgebiet ist in großen Teilen als von geringer bis mittlerer Bedeutung (Wertstufen II, II/III und III) für Amphibien einzustufen. Nahezu alle Landschaftseinheiten, die Ortslagen und sonstige überprägte Bereiche repräsentieren, bieten Amphibien eher ungeeignete Lebensbedingungen (Wertstufen I/II und II; Dykhausen, Reepsholt, Friedeburg, Neustadtgödens, Marx und Strudden sowie das Betriebsgelände der STRORAG ETZEL). Die LE 07 (Ortslage Horsten) verfügt als einziger der besiedelten Bereiche über eine im Vergleich dazu deutlich höhere Anzahl an mehr oder weniger geeigneten Gewässern und erhält daher eine zumindest geringe bis mittlere Bedeutung.

Seite 133 von 313



In den Grünlandbereichen der Marsch sind überwiegend geringe bis mittlere sowie mittlere Wertigkeiten festzustellen. Die mittleren Wertigkeiten sind insbesondere dort gegeben, wo neben den terrestrischen Habitaten geeignete Stillgewässer für Reproduktionsaktivitäten vorliegen. In den Niederungsbereichen liegen mittlere (LE 09, Niederungsbereich Bitze) sowie mittlere bis hohe (LE 14, Niederungsbereiche Reepsholter Tief und Friedeburger Tief) Wertigkeiten vor. Insbesondere die LE 14 verfügt dabei zumindest in Teilen über naturnahe Biotopkomplexe (Offenlandflächen des Reepsholter Tiefs sowie Altarme entlang des Friedeburger Tiefs), so dass trotz der ansonsten intensiven Nutzung eine Grundbedeutung für Amphibien vorhanden ist.

In denjenigen Landschaftseinheiten, die v.a. durch das Vorkommen von Wallhecken geprägt sind, ergeben sich überwiegend geringe bis mittlere Bedeutungen. Wenngleich die Ausstattung der terrestrischen Lebensräume hier als überwiegend geeignet einzustufen ist, fehlen einigen LE wertgebende Stillgewässer. Die Ausnahme hierzu stellt die Landschaftseinheit 11 dar, in der sowohl terrestrische wie aquatische Lebensräume verhältnismäßig gute Grundvoraussetzungen für bestandsfähige Amphibienpopulationen bieten. Dies zeigt sich auch durch das Vorkommen des anspruchsvolleren Moorfrosches. Hier ist eine mittlere bis hohe Bedeutung für Amphibien festzustellen.

Hervorzuheben sind die großflächig vorliegenden naturnahen Biotopkomplexe im Bereich der Landschaftseinheit 08 (Wallheckengebiet westlich Horsten). Die im Landschaftsrahmenplan (LK Wittmund 2007) dargelegte Bedeutung dieses Bereiches konnte im Zuge der Untersuchungen 2016 bestätigt werden und bietet den streng geschützten Arten Moorfrosch und Kreuzkröte geeignete Lebensräume. Hier ist unter Berücksichtigung der Nutzung des Umfeldes eine hohe bis sehr hohe Bedeutung festzuhalten. Der Biotopkomplex wird aller Wahrscheinlichkeit nach eine überregionale Bedeutung für Amphibien aufweisen.

Die Ergebnisse von 2016 decken sich weitestgehend mit den Aussagen, die im Zuge der Vorkartierung 2011 getroffen wurden. Insbesondere der südliche Teil des Untersuchungsgebietes erhielt - analog zu 2016 - eine hohe Bedeutung. Den Wallheckengebieten kam seinerzeit ebenfalls eine überwiegend mittlere Bedeutung zu. Auch Bereiche, wie das Umfeld von Reepsholt nördlich des Ems-Jade-Kanals, erhielten identische Beurteilungen hinsichtlich ihrer Bedeutung als Lebensraum für Amphibien. Abweichungen sind beispielsweise im Niederungsbereich des Friedeburger Tiefs festzustellen. 2016 wurde eine mittlere bis hohe Bedeutung (LE14),



2011 nur eine geringe bis mittlere (LE 01) sowie eine mittlere Bedeutung (LE 07) ermittelt. Dies könnte auf die Tatsache zurückzuführen sein, dass 2011 eine Vielzahl an Gewässern im Zuge der Bewertung der Landschaftseinheiten keine Berücksichtigung fand (so beispielsweise sämtliche Altarme am Friedeburger Tief). Einige Abweichungen hinsichtlich der Bedeutung der LE als Amphibienlebensraum zwischen 2011 und 2016 ergeben sich ferner durch die unterschiedlichen Abgrenzungen der Landschaftseinheiten. 2016 führte beispielsweise eine stärkere Differenzierung zwischen Ortslagen und Offenlandbereichen zu deutlich kleinteiligeren Landschaftseinheiten. So setzt sich die 2011 abgegrenzte Landschaftseinheit 01 (Marsch Etzel/Gödens) aus etwa 7 bis 8 der 2016 abgegrenzten Landschaftseinheiten zusammen (drei Ortslagen, zwei Niederungsbereiche, drei Grünlandareale). In den Grundaussagen der Wertigkeit des Untersuchungsgebietes für Amphibien bestehen keine wesentlichen Unterschiede zwischen der Vorkartierung 2011 und der Erfassung 2016."

3.2.3.8 Heuschrecken

Für die Erfassung der Artengruppe der Heuschrecken durch /63/ wurden insgesamt 11 Probestrecken entlang festgelegter Linien-Transekte (ca. 100 m Länge) untersucht. Dabei erfolgte eine erneute Beprobung aller 2011 durch /23/ untersuchten Probestrecken (Abb. 47).



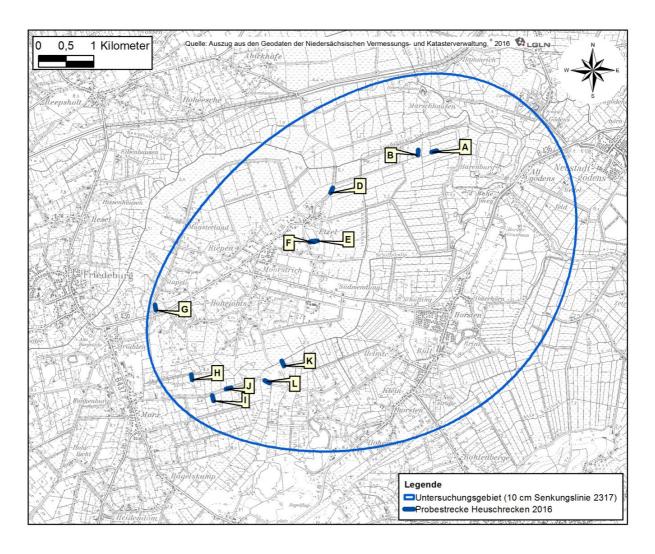


Abb. 47: Probestrecken Heuschreckenerfassung 2016 (/63/)



Bestandsbeschreibung

Im Rahmen der Bestandserfassungen 2016 konnte innerhalb der in Abb. 46 dargestellten Probestrecken insgesamt folgendes Artenspektrum ermittelt werden (Tab. 19):

Tab. 19: Heuschreckenerfassung 2016 (nach /63/)

wissenschaftlicher Artname	deutscher Artname	Rote Liste			
wissenschaftlicher Arthame	deutscher Arthame	RL BRD	NDS	NDS TLW	
Chorthippus albomarginatus	Weißrandiger Grashüpfer	*	*	*	
Chorthippus biguttulus	Nachtigall-Grashüpfer	*	*	*	
Chorthippus brunneus	Brauner Grashüpfer	*	*	*	
Chorthippus mollis	Verkannter Grashüpfer	*	V	V	
Chorthippus parallelus	Gemeiner Grashüpfer	*	*	*	
Conocephalus dorsalis	Kurzflüglige Schwertschrecke	*	*	*	
Metrioptera roeselii	Roesels Beißschrecke	*	*	*	
Myrmeleotettix maculatus	Gefleckte Keulenschrecke	*	*	*	
Omocestus viridulus	Bunter Grashüpfer	*	*	*	
Tetrix undulata	Gemeine Dornschrecke	*	*	*	
Tettigonia viridissima	Grünes Heupferd	*	*	*	

RL BRD Rote Liste der Heuschrecken Deutschlands (MAAS et al. 2011)

RL NDS Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Heuschrecken (GREIN 2005)

RL NDS TLW

Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Heuschrecken, Region westliches Tiefland

(GREIN 2005)

Gefährdungsstatus * = ungefährdet; V = Art wird auf der Vorwarnliste geführt

Artspezifisch lässt sich das Vorkommen erfasster Heuschreckenarten im Untersuchungsgebiet gemäß den Ausführungen von /63/ wie folgt beschreiben:

Weißrandiger Grashüpfer (Chorthippus albomarginatus)

Chorthippus albomarginatus weist die über alle im Untersuchungsgebiet verteilten Probestrecken höchste Stetigkeit auf. In zehn von 11 Probestrecken konnte die Art festgestellt werden. Lediglich an der beprobten Strecke L blieben Nachweise aus. Auch hinsichtlich der festgestellten Individuenzahlen erfolgte im Schnitt eine Zuordnung zu hohen Häufigkeitsklassen. Auf einer Weide mit feuchter Binsensenke wurden an einem Termin über 200 Tiere kartiert.



Nachtigall-Grashüpfer (Chorthippus biguttulus)

Der Nachtigall-Grashüpfer wurde auf neun der insgesamt 11 Probestrecken nachgewiesen. Entsprechend seiner ökologischen Präferenzen fehlte er auf den beiden Feuchtgrünlandflächen im Norden des Untersuchungsgebietes. Bezüglich der Individuenzahlen je Termin und Probestrecke wurden mit stets unter 20 Individuen ausschließlich geringe Anzahlen festgestellt.

Brauner Grashüpfer (Chorthippus brunneus)

Die Art wurde mit identischer Stetigkeit und sehr ähnlichen Häufigkeitsklassen im Untersuchungsgebiet angetroffen wie der Nachtigall-Grashüpfer: Er fehlte auf den zwei Feuchtgrünlandflächen im Norden des Untersuchungsgebietes und kam an keinem Termin mit über 20 Individuen vor.

Verkannter Grashüpfer (Chorthippus mollis)

Chorthippus mollis wurde erwartungsgemäß an den Probestrecken E und F nachgewiesen, die typische trockene Lebensräume repräsentieren. Es handelte sich stets um einzelne oder wenige Individuen. An allen anderen Probestrecken fehlt die Art.

Gemeiner Grashüpfer (Chorthippus parallelus)

Chorthippus parallelus ist mit nur einem Nachweis (und nur einem Individuum) an Probestrecke H, einer nassen Binsensenke auf Moorboden, nachgewiesen worden. Sie zählt zu den Arten mit der im Untersuchungsgebiet geringsten Stetigkeit.

Kurzflüglige Schwertschrecke (Conocephalus dorsalis)

Conocephalus dorsalis konnte an fünf Probestrecken nachgewiesen werden. Damit weist die Art eine nur mäßige Stetigkeit im Untersuchungsgebiet auf. Entsprechend der Bevorzugung eher feuchter Standorte fehlt sie im Bereich der trockenen Habitate (z. B. Probestrecken E und F). Überwiegend handelt es sich um geringe Individuenzahlen je Termin. An einem einzigen Termin wurden mehr als 20 Tiere festgestellt.

Roesels Beißschrecke (Metrioptera roeselii)

Mit Nachweisen an acht von insgesamt 11 Probestrecken zählt Roesels Beißschrecke zu den Arten mit relativ hoher Stetigkeit entlang der untersuchten Probestrecken. Die Nachweise wurden überwiegend an feuchten Standorten erbracht. An



den meisten Probestrecken wurden geringe Individuenzahlen nachgewiesen. Als Ausnahme ist v. a. die Nasse Binsensenke auf Moorboden (Probestrecke H) zu nennen. Hier wurden an mehreren Terminen über 20 Individuen registriert.

Gefleckte Keulenschrecke (Myrmeleotettix maculatus)

Nachweise der Gefleckten Keulenschrecke konnten an exakt denjenigen Probestrecken erbracht werden, an denen auch Chorthippus mollis festgestellt wurde. Die trockenen Standorte südlich der Sandkuhle Etzel stellen geeignete Lebensräume der Art dar. An allen anderen Probestrecken fehlt die Art. Einmalig wurde die Art mit mehr als 20 Individuen pro Termin nachgewiesen.

Bunter Grashüpfer (Omocestus viridulus)

Der Bunte Grashüpfer wurde mit geringer bis mittlerer Stetigkeit im Untersuchungsgebiet angetroffen. An vier von 11 Probestrecken konnten Nachweise der Art erbracht werden. Auf den Feuchtgrünlandflächen im Norden wurden wider Erwarten keine Individuen festgestellt. An keiner Probestrecke und keinem Erfassungstermin wurden über 10 Individuen festgestellt.

• Gemeine Dornschrecke (Tetrix undulata)

Die Gemeine Dornschrecke kam an einem einzigen Standort und mit nur einem nachgewiesenen Individuum vor (Probestrecke H, nasse Binsensenke auf Moorboden). Damit weist sie zusammen mit dem Gemeinen Grashüpfer, der auf derselben Probestrecke festgestellt wurde, die geringste Stetigkeit im Untersuchungsgebiet auf.

Grünes Heupferd (Tettigonia viridissima)

Das Grüne Heupferd wurde an sechs Probestrecken mit einzelnen bzw. wenigen Individuen nachgewiesen. Damit weist die Art eine mittlere Stetigkeit im Untersuchungsgebiet auf.

Bestandsbewertung

Im Erfassungsjahr 2016 konnten auf den Probeflächen insgesamt 11 Heuschreckenarten nachgewiesen werden. Keine Art wird in einer der Gefährdungskategorien eins bis drei der Roten Liste geführt. Lediglich der nachgewiesene Verkannte Grashüpfer (Chorthippus mollis) steht auf der Vorwarnliste. Das Vorkommen der

Seite 139 von 313



2011 nachgewiesenen Rote-Liste-Art Säbel-Dornschrecke (Tetrix subulata) und Sumpfschrecke (Stetophyma grossum) konnte 2016 nicht bestätigt werden.

Laut niedersächsischem Verbreitungsatlas sind in den Messtischblättern, in denen sich das Untersuchungsgebiet befindet, weitere vier Heuschreckenarten nachgewiesen: Die gemeine Eichenschrecke (*Meconema thalassinum*, die kurzflügelige Beißschrecke *Metrioptera brachyptera*, der kleine Heidegrashüpfer *Stenobothrus stigmaticus* und der Sumpfgrashüpfer *Chortippus montanus*).

Ein Großteil der untersuchten Probestrecken ist als von geringer Bedeutung für Heuschrecken einzustufen. Viele der Probestrecken verfügen zwar über hohe Artenzahlen, Vorwarnlistearten, ein hohes Individuenaufkommen oder lokal seltene Arten - nie jedoch über mehrere oder alle dieser Eigenschaften. Die untersuchten trockenen Sandstandorte weisen besondere Standortbedingungen auf. Auf ihnen wurde das Vorkommen der stenöken Vorwarnlistenart Chorthippus mollis nachgewiesen. Insgesamt erhalten diese die Wertstufe hoch. Auch die Probestrecke H (nasse Binsensenke auf Moorboden) erreicht eine hohe Bedeutung. Zum einen wurden die Arten Chorthippus parallelus und Tetrix undulata nur hier festgestellt. Zum anderen konnten entlang dieser Probestrecke sowohl die größte Artenvielfalt festgestellt als auch hohe Gesamtindividuenzahlen erbracht werden.

Bezogen auf die in Kapitel 3.2.3.2 beschriebenen Landschaftseinheiten des Untersuchungsgebietes ist die Bestandssituation gemäß /12/ insgesamt wie folgt zu bewerten:

"Der Großteil des Untersuchungsgebietes ist lediglich als Heuschreckenlebensraum von geringer Wertigkeit einzustufen. Dies gilt sowohl für die Ortslagen mit
ihren überwiegend versiegelten Flächen und den intensiv gepflegten Gärten (Etzel
und Siedlungsbereich südwestlich Etzel, Horsten und Kleinhorsten, Marx und
Strudden, Friedeburg, Reepsholt, Dykhausen und Neustadtgödens), aber auch für
die Wallheckengebiete (Wallheckengebiet westlich Etzel, Wallheckengebiet westlich Horsten, Wallheckengebiet östlich Marx, Wallheckengebiet südlich/westlich
Marx, Wallheckengebiet nördlich Friedeburg und Wallheckengebiet Reepsholt) und
den weitaus größten Teil der Grünlandgebiete in den Niederungen (z.B. LE 05, 06,
09 und 21).

In den Grünlandgebieten ist die Eignung für Heuschrecken vor allem durch die intensive Nutzung der Flächen stark eingeschränkt. Das Grünland wird überwiegend mehrfach im Jahr gemäht oder intensiv beweidet. Aufgrund der Größe des betrach-



teten Untersuchungsraumes ist allerdings nicht auszuschließen, dass sich auch innerhalb dieser Grünlandareale noch vereinzelte Bereiche finden, die eine höhere Wertigkeit als Heuschreckenlebensraum aufweisen, die aber im Rahmen der Begehungen für die Potentialabschätzung nicht gefunden wurden.

Eine zumindest geringe bis mittlere Bedeutung wurde dem Großteil der LE 14 zugewiesen. Vor allem entlang des Friedeburger Tiefs finden sich noch an mehreren Stellen naturnahe Biotopkomplexe, die potentiell eine artenreichere Heuschreckenfauna beherbergen können. Im Bereich Kattenmoor am Rand des Hopelser Waldes ist hier außerdem eine kleine Grünlandparzelle mit einem Vorkommen des Sumpfgrashüpfers bekannt, der eine hohe Bedeutung als Heuschreckenlebensraum zukommt. Auch den zur LE 14 gehörenden Grünländern am Reepsholter Tief wurde eine hohe Bedeutung als Heuschreckenlebensraum zugewiesen, da in diesen z.T. extensiv bewirtschafteten Bereichen ein Sumpfschrecken-Vorkommen entdeckt wurde und auch weitere Bereiche potentiell für diese Art als Lebensraum in Frage kommen.

Weitere extensiv genutzte Feuchtgrünlandbereiche mit Vorkommen oder vermuteten Vorkommen von hygrophilen Rote Liste-Arten wie der Sumpfschrecke oder dem Sumpfgrashüpfer finden sich überwiegend kleinräumig in den LE 07 (Kompensationsflächen Moormaaten) und LE 11. Eine hohe Bedeutung als Heuschreckenlebensraum haben außerdem die im Untersuchungsgebiet vorhandenen Heide- und Sandstandorte. Diese finden sich ebenfalls überwiegend kleinräumig in den LE 04 (Flächen an der Sandgrube Etzel), LE 08 (Sand- und Heidestandorte im Biotopkomplex im Westen der LE) sowie in LE 10 (Heide- und Sandstandorte sowie Uferbereiche der Abbaugewässer).

Die Ergebnisse von 2016 decken sich weitestgehend mit den Aussagen, die im Zuge der Vorkartierung 2011 getroffen wurden. Weite Teile des Untersuchungsgebietes wurden auch von /23/ als Heuschreckenlebensraum mit einer geringen Bedeutung eingestuft. Hochwertige Heuschreckenlebensräume fanden sich auch in dieser Potentialabschätzung entlang des Reepsholter Tiefs, im Bereich der Sandgrube Etzel sowie in Sand- und Heideflächen und den Abbaugewässern im Süden des Untersuchungsgebietes (LE 14 Horster Berge/Barger Heide). Die etwas höhere Einstufung (gering bis mittel bzw. mittel) einiger Ortslagen (z.B. Etzel, Marx) sowie Wallheckenbereiche (Wallheckengebiete um Marx) ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass hier für die Bewertung weitere terrestrische und aquatische Insektengruppen mitberücksichtigt worden sind. Ferner ergeben sich einige Abweichungen



in der Bewertung der LE als Heuschreckenlebensraum zwischen 2011 und 2016 durch die unterschiedlichen Abgrenzungen der Landschaftseinheiten."

3.2.3.9 Fische

Eine umfassende ichthyofaunistische Darstellung der Gewässer Ostfrieslands, einschließlich des Landkreises Wittmund, insbesondere auch unter Berücksichtigung der zahlreichen kleineren Binnengewässer, liegt bis heute nicht vor.

Einen vergleichsweise guten, wenngleich aktualisierungsbedürftigen, Gesamtüberblick vermittelt die aus dem Jahre 1997 stammende Kartierung der Verbandsgewässer des Bezirksfischereiverbandes für Ostfriesland e.V. (/10/). Über Befischungen an insgesamt 139 Fangorten im ausgedehnten binnendeichs gelegenen Gewässersystem sollte hierbei eine möglichst repräsentative Erfassung aller im Gebiet vorkommenden Naturräume und Gewässertypen erreicht werden.

Die vorgefundene Fischfauna zeichnete sich durch eine im Verhältnis zur Größe und Vielgestaltigkeit des Gewässersystems eher durchschnittliche Arten- und Individuenzahlen aus. Weiterhin auffällig war, dass insbesondere an Wasserpflanzen gebundene Arten stark unterrepräsentiert waren. Auch die für Küstengebiete charakteristischen Arten wie Aal, Dreistachliger Stichling oder Stint konnten nur in vergleichsweise geringen Fangzahlen nachgewiesen werden. Vollkommen fehlend waren die anadromen Wanderfischarten und die katadrome Flunder.

Folgendes Artenspektrum wurde seinerzeit ermittelt:

Tab. 20: Im Untersuchungsgebiet potenziell vorkommende Fischfauna

Deutscher Name	Wissenschaftl. Name
Stint	Osmerus eperlanus
Aal	Anguilla anguilla
Aland	Leuciscus idus
Brassen	Abramis brama
Giebel	Carassius auratus gibelio
Gründling	Gobio gobio
Güster	Blikka björkna
Karausche	Carassius carassius
Karpfen	Cyprinus carpio
Moderlieschen	Leucaspius delineatus

Seite 142 von 313



Deutscher Name	Wissenschaftl. Name
Rotauge	Rutilus rutilus
Rotfeder	Scardinius erythropthalmus
Schleie	Tince tinca
Steinbeißer	Cobitis taenia
Hecht	Esox lucius
Flussbarsch	Perca fluviatilis
Kaulbarsch	Gymnocephalus cernua
Zander	Stizostedion lucioperca
Dreistachliger Stichling	Gasterosteus aculeatus
Neunstachliger Stichling	Pungitius pungitius

Die Ergebnisse zeigen vor allem die starke Trennung zwischen dem untersuchten Binnengewässersytem und den unmittelbar benachbarten Küsten- und Ästuargewässern. Die ehemals intensiven Austauschvorgänge zwischen den genannten Ökosystemen sind inzwischen offensichtlich weitgehend zum Erliegen gekommen.

Aktueller und gebietsspezifisch aussagekräftiger sind Untersuchungsergebnisse von /6/ im Rahmen der Befischung und Bewertung ausgewählter Marschengewässer in Niedersachsen. Mit dem *Neuharlinger Sieltief* und insbesondere dem *Friedeburger Sieltief* waren dabei zwei Gewässer vertreten, die einen unmittelbaren Bezug zum Untersuchungsgebiet der hier vorliegenden Auswirkungsanalyse zulassen.

Im vergleichsweise individuenreichen <u>Neuharlinger Sieltief</u> konnten insgesamt dreizehn Fischarten nachgewiesen werden. Mit Anteilen von 34,5% bzw. 29,4% wurden Brassen und Flussbarsche am häufigsten gefangen. Auch das Rotauge gehörte noch zu den dominanten Arten (14,2%). Hervorzuheben ist das Vorkommen des Bitterlings, der mit einem Anteil von fast 6%, die vierthäufigste Art war und bei der Kartierung der BVO-Gewässer (s. o.) seinerzeit nicht festgestellt wurde.

Auch das stillgewässertypische Moderlieschen gehörte ebenso wie der Güster noch zu den subdominaten Arten. Alle übrigen Arten, einschließlich der nicht zu den heimischen Spezies zählende Giebel, waren zwar regelmäßig im Bereich der befischten Teilstrecken präsent, aber hinsichtlich ihrer Individuendichte von untergeordneter Bedeutung.

Seite 143 von 313



Im weniger individuenreichen <u>Friedeburger Sieltief</u> konnten ebenfalls dreizehn Fischarten nachgewiesen werden, was bezogen auf den biotopspezifischen Erwartungswert einer mäßig artenreichen Fischgemeinschaft entspricht.

Geprägt wurde die Gemeinschaft durch Flussbarsch und Güster. Flussbarsche waren mit einem relativen Individuenanteil am Gesamtfang von 48% am häufigsten vertreten (eudominant). Der Güster erreichte mit 29% einen dominanten Status. Beide Arten sind allgemein weit verbreitet und durch eine ausgeprägte ökologische Plastizität charakterisiert.

Neben den genannten Spezies gehörten noch Rotauge und Aal zu den dominanten (>10 - 30%) bzw. subdominanten Arten (3 - 10%), wobei sowohl Rotaugen als auch Aale im Hinblick auf die absoluten Fangzahlen nur in geringer Abundanz vertreten waren. Alle übrigen Arten, zu denen auch die stillgewässertypischen Arten Rotfeder und Schleie zählen, gehörten zu den rezedenten (1 - 3%) bzw. subrezedenten (< 1%) Arten, die aus quantitativer Sicht unbedeutend waren.

3.2.3.10 Libellen

Für die Aufstellung des Landschaftsrahmenplanes wurde die Libellenfauna im Landkreis Wittmund seinerzeit repräsentativ-selektiv untersucht. D. h., es wurden neben ausgewählten Objekten eines Biotoptyps auch möglichst alle Fundorte von bestimmten Ökosystemtypen unter identischen Gesichtspunkten untersucht (z. B. Libellenuntersuchungen verschiedener Grabenstandorte und aller unkultivierten Moorflächen).

Die Art der Untersuchungen erfolgte in erster Linie in Anlehnung an die durch die damalige Fachbehörde für Naturschutz vorgegebenen Erfassungsprogramme. Als Ergebnis der Untersuchungen konnten im Kreisgebiet insgesamt 36 Arten ermittelt werden. Die davon in den Raumeinheiten des Untersuchungsgebietes vorkommenden Arten werden in nachfolgender Tab. 21 aufgeführt.



Tab. 21: Im Landkreis Wittmund sowie im Untersuchungsgebiet vorkommende Libellenarten

Deutscher Name	Wissenschaftl. Name		Vorkommen tersuchungs	gebiet
		Etzeler Marsch	Friedeburger Geest	Horster Geest
Becher-Azurjungfer	Enallagma cyathigerum	Х	Х	Х
Blaugrüne Mosa- ikjungfer	Aeshna cyanea			Х
Blutrote Heideli- belle	Sympetrum sangui- neum		X	X
Braune Mosa- ikjungfer	Aeschna grandis		X	X
Fledermaus Azur- jungfer	Coenagrion pulchellum	X		X
Frühe Adonislibelle	Pyrrhosoma nymphula	X	Х	X
Gefleckte Heideli- belle	Sympetrum flaveolum		X	Х
Gefleckte Sma- ragdlibelle	Somatochlora flavoma- culata			
Gemeine Binsen- jungfer	Lestes sponsa	Х	Х	Х
Gemeine Heideli- belle	Sympetrum vulgatum			
Gemeine Sma- ragdlibelle	Cordulia aebea			
Gemeine Winterli- belle	Sympecma fusca			
Glänzende Binsen- jungfer	Lestes dryas			Х
Glänzende Sma- ragdlibelle	Somatochlora metallica		Х	
Große Binsenjung- fer	Chalcolestes viridis			Х
Große Heidelibelle	Sympetrum striolatum			Х
Große Pechlibelle	Ischnura elegans	Х	Х	Х
Großer Blaupfeil	Orthetrum cancellatum		Х	Х
Große Königslibelle	Anax imperator			
Großes Gra- natauge	Erythromma najas			
Herbst-Mosaikjung- fer	Aeshna mixta		X	

Seite 145 von 313



Deutscher Name	Wissenschaftl. Name	Vorkommen im Untersuchungsgebiet		
		Etzeler Marsch	Friedeburger Geest	Horster Geest
Hufeisen-Azurjung- fer	Coenagrion puella		Х	Х
Kleine Binsenjung- fer	Lestes virens			
Kleine Moosjungfer	Leucorrhinia dubia		Х	Х
Kleine Mosaikjung- fer	Brachytron pratense			
Kleine Pechlibelle	Ischnura pumilio			
Mond-Azurjungfer	Coenagrium lunulatum		Х	
Nordische Moos- jungfer	Leucorrhinia rubicunda		X	
Plattbauchlibelle	Libellula depressa		Х	
Schwarze Heideli- belle	Sympetrum danae	Х	X	Х
Späte Adonislibelle	Ceriagrion tenellum		Х	
Speer-Azurjungfer	Coenagrion hastulatum		Х	
Spitzenfleck	Libellula fulva		Х	
Torf-Mosaikjungfer	Aeshna juncea			
Westliche Keiljung- fer	Gomphus pulchellus			
Vierfleck	Libellula quadrimaculata	Х	Х	Х

Da die Entwicklung von Libellen vom Ei bis zum erwachsenen Insekt (Imago) in Gewässern verschiedenster Art stattfindet, stellen das im Untersuchungsgebiet allgemein weit verbreitete Fließgewässersystem sowie die im Rahmen von Sandabbau entstandenen Stillgewässer i. A. wichtige Lebensräume für die Libellenfauna dar. Des Weiteren sind Sumpfstandorte von Bedeutung, wo man oft Arten wie Gemeine Pechlibelle, Frühe Adonislibelle, verschiedene Heidelibellen-, Azurjungferund Mosaikjungferarten findet.

Als im Untersuchungsgebiet und dessen näherem Umfeld wichtige Bereiche für Libellen werden im Landschaftsrahmenplan des Landkreises Wittmund des Weiteren die Altarme des Friedeburger Tief angegeben.



3.2.3.11 Landesraumordnungsprogramm Niedersachsen

Die zeichnerische Darstellung des derzeit rechtskräftigen Landesraumordnungsprogramm Niedersachsen (LROP 2012) legt hinsichtlich des Untersuchungsgebietes keine Ziele und Grundsätze zur Entwicklung der technischen Infrastruktur und der raumstrukturellen Standortpotenziale fest.

In der Begründung wird zum Themenpunkt "Energie" i. A. wie folgt ausgeführt:

- Bei der Energiegewinnung und -verteilung sind die Versorgungssicherheit, Preisgünstigkeit, Verbraucherfreundlichkeit, Effizienz und Umweltverträglichkeit zu berücksichtigen.
- Die Nutzung einheimischer Energieträger und erneuerbarer Energien soll unterstützt werden.
- Vorhandene Standorte, Trassen und Verbundsysteme, die bereits für die Energiegewinnung und -verteilung genutzt werden, sind vorrangig zu sichern und bedarfsgerecht auszubauen.
- Zur Sicherung der Gasversorgung sollen zusätzliche Lagerstätten (Kavernen) geschaffen werden.

3.2.3.12 Regionales Raumordnungsprogramm Landkreis Wittmund

Das regionale Raumordnungsprogramm (RROP) des Landkreises Wittmund befindet sich zurzeit in Neuaufstellung. Die allgemeinen Planungsabsichten hierfür wurden seitens der Kreisverwaltung am 21.12.2015 öffentlich bekanntgegeben.

Im derzeit rechtskräftigen RROP von 2006 werden in dessen zeichnerischer Darstellung hinsichtlich des Untersuchungsgebietes folgende wesentlichen Ziele und Grundsätze dargestellt (Abb. 48).



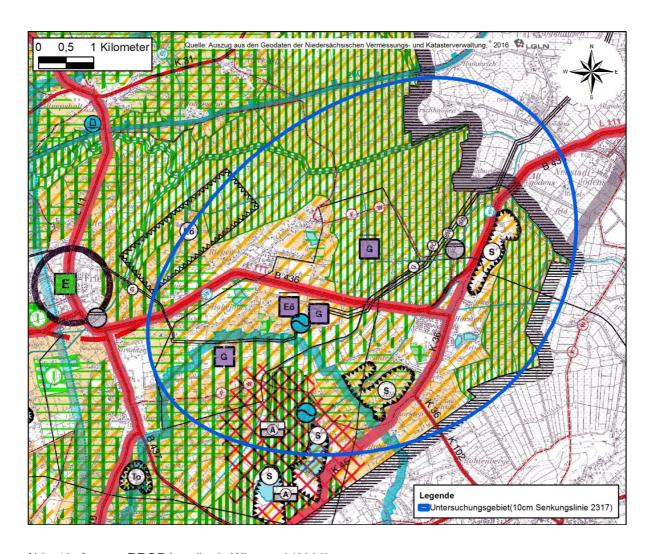


Abb. 48: Auszug RROP Landkreis Wittmund (2006)

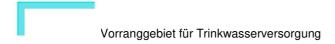


Vorranggebiet für Natur und Landschaft

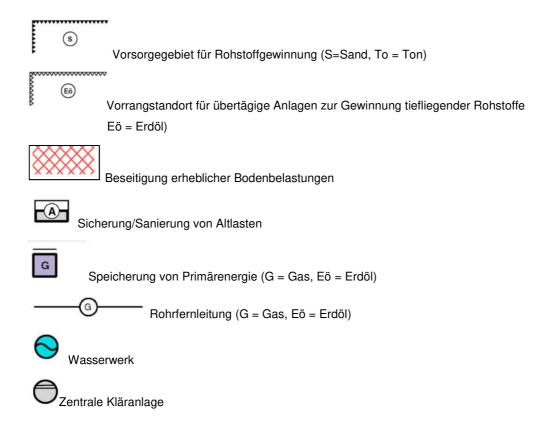
Vorsorgegebiet für Natur und Landschaft

Vorsorgegebiet für Erholung

Vorsorgegebiet für Landwirtschaft (auf Grund besonderer Standortfunktionen)







Ferner wird in der Begründung zum RROP zum Themenpunkt "Energie" bzw. zum Kavernenfeld der STORAG ETZEL wie folgt ausgeführt:

- "Im Salzstock Etzel sind Kavernen zur Speicherung von Erdgas und Erdöl angelegt. Die Anlagen werden von der Industrieverwaltungsgesellschaft mbH betrieben.
- Die Festlegung als übertägige Anlagen zur unterirdischen Speicherung von Primärenergie (Planzeichen 13.4) hat die Qualität eines Vorrangstandortes, alle raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen müssen mit dieser Zweckbestimmung vereinbar sein."

Neben dem vergleichsweise hohen Anteil an Fläche von Vorranggebieten für Grünlandbewirtschaftung in der Etzeler Marsch, die der Sicherung und Entwicklung von wichtigen Wiesenvogelgebieten der Marschen dienen sollen, ist im Untersuchungsraum ein von der ehemaligen Bezirksregierung Hannover, Dez. 505, (Kampfmittelbeseitigung) als Räumgebiet Horsten benannter Bereich besonders hervorzuheben. Für diesen wurden im RROP die "Beseitigung erheblicher Bodenbelastungen" sowie die "Sicherung/Sanierung von Altlasten" festgelegt.

Eine derartige Kennzeichnung findet Anwendung bei Flächen mit - nach Ausmaß und Nachhaltigkeit erheblichen - Belastungen und Schäden des Bodens, wenn die Sanierung im Interesse der regionalen Entwicklung ist. Wo eine Sanierung nicht



oder kurzfristig nicht möglich ist, kann die Festlegung dazu dienen, Nutzungen, die zu weiteren Belastungen führen, und Einträge von problematischen Stoffen zu vermeiden.

Es ist davon auszugehen, dass die belastete Fläche nicht nur von regionaler, übergemeindlicher sondern darüber hinaus von landesweiter Bedeutung ist. Bei der kontaminierten Fläche in Marx/Barge handelt es sich zum einen um Bereiche, die durch Bombardierung im 2. Weltkrieg stark belastet wurden, und darüber hinaus um Bereiche, in denen nach dem Krieg Kampfmittel vernichtet wurden. Zum Teil hat innerhalb dieser Flächen bereits eine Räumung durch den Kampfmittelbeseitigungsdienst stattgefunden.

Erfasst sind auch Flächen im Bereich des ehemaligen Einsatz-Flughafens Marx, auf denen Bodenkontaminationen bzw. ein Gefahrenpotential in nicht unerheblichem Umfang festgestellt wurden. In diesem Zusammenhang sind u. a. ehemalige Sprengplätze von Bedeutung. Außerdem sind Bereiche in die festgelegte Fläche einbezogen, auf denen bei Eingriffen/Nutzungsänderungen, wie z. B. bei Bodenabbauten oder sonstigen Baumaßnahmen, zwar nur vereinzelt und lokal begrenzt, aber jederzeit mit dem Auftreten von Bodenbelastungen (z. B. verfüllte Bombentrichter) zu rechnen ist.

3.2.3.13 Regionales Raumordnungsprogramm Landkreis Friesland

Das regionale Raumordnungsprogramm (RROP) des Landkreises Friesland befindet sich zurzeit in Neuaufstellung. Die allgemeinen Planungsabsichten hierfür wurden seitens der Kreisverwaltung am 30.05.2014 öffentlich bekanntgegeben.

Im derzeit rechtskräftigen RROP von 2004 werden in dessen zeichnerischer Darstellung hinsichtlich des Untersuchungsgebietes folgende wesentlichen Ziele und Grundsätze dargestellt (Abb. 49).



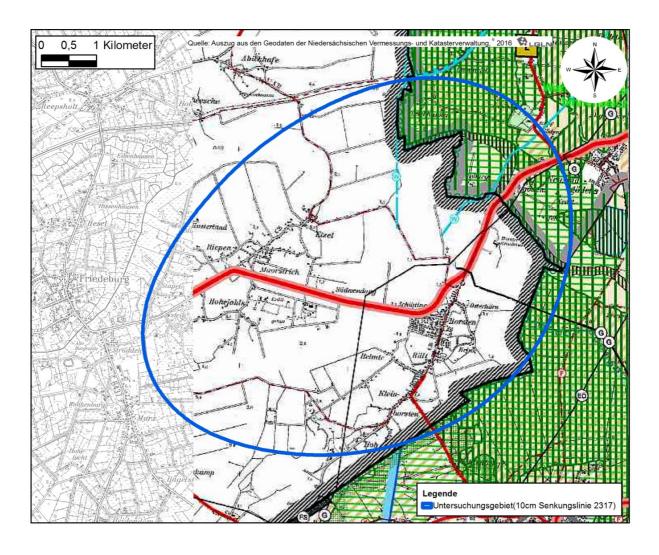
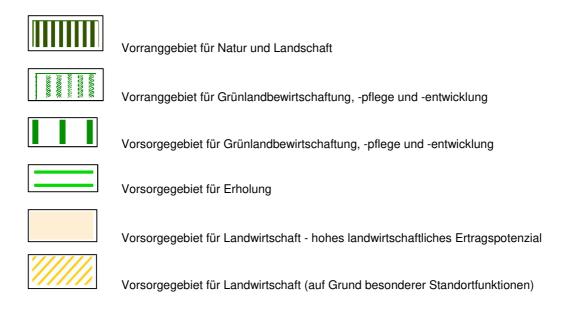
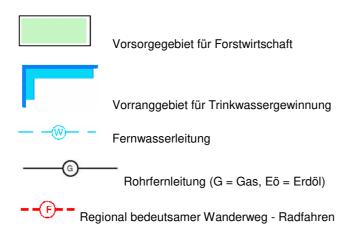


Abb. 49: Auszug RROP Landkreis Friesland (2004)



Seite 151 von 313





Ferner wird in der Begründung zum RROP zum Themenpunkt "Energie" wie folgt ausgeführt:

- Das Gasversorgungssystem im Landkreis Friesland ist flächendeckend langfristig zu sichern und bedarfsgerecht auszubauen.
- Die Energieversorgung mit Erdgas erfolgt auf Grund geringer Emissionen und Ablagerungen relativ umweltfreundlich und ermöglicht eine hohe Energienutzungsrate, die speziell beim Einsatz im Rahmen der dezentralen Strom- und Wärmeerzeugung greift. Aus diesem Grunde soll ein weiterer Ausbau des Gasnetzes im Rahmen der siedlungsstrukturbedingten Wirtschaftlichkeit erfolgen.

Besonders hervorzuheben ist der hohe Anteil an Fläche von Vorrang- und Vorsorgegebieten für Grünlandbewirtschaftung sowie Vorsorgegebieten für Erholung im Untersuchungsbereich.

Artenreiches Grünland gehört zu dem Biotoptyp mit dem größten Flächenrückgang. Im ländlich geprägten Landkreis Friesland kommt dem Erhalt von großräumigen Grünlandarealen insbesondere für den Wiesenvogelschutz sowie der landschaftsgebundenen Erholung, ein besonderer Stellenwert zu.

Schwerpunkte sind der Erhalt:

- gefährdeter und seltener Tierarten insbesondere des Feuchtgrünlandes,
 z. B. Wiesenvögel (Artenschutz),
- des besonderen Charakters des Landschaftsbildes,
- eines ausgewogenen Verhältnisses von Acker und Grünland u. a. unter Berücksichtigung des hohen Ertragspotenzials für Acker und Grünland und
- die Entwicklung von (Feucht-) Grünland mit besonderer Bedeutung für die Uferbereiche, z. B. an Fluss- und Bachverläufen (Gewässerschutz).

In den Vorranggebieten für Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung müssen die weiteren Flächennutzungen dem Entwicklungsziel, Wiesenvogel- und

Seite 152 von 313



Rastvogelschutz, vorrangig Rechnung tragen. In den Vorsorgebieten für Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung sollen dagegen die weiteren Flächennutzungen mit dem Entwicklungsziel Wiesenvogel- und Rastvogelschutz vereinbar sein. Als bedeutsam für den Wiesenvogel- und Rastvogelschutz wird ein entsprechendes Verhältnis von Acker und Grünland angesehen. Die Bewirtschaftung der Flächen und Entwicklungsmöglichkeiten von Betrieben, die im Rahmen der standortgerechten Leitlinien wirtschaften, muss auch zukünftig gewährleistet sein.

Die Vorsorgegebiete für Erholung sind besonders in ihrer landschaftlichen Vielfalt, Schönheit und natürlichen Eigenart zu bewahren und zu gestalten. Beeinträchtigungen des landschaftsbezogenen Erholungspotentials, z. B. durch Zersiedlungserscheinungen, Beschränkungen der Zugänglichkeit der Landschaft und Störungen ihres Erlebniswertes, aber auch Beeinträchtigungen durch die Erholungsnutzung selber, sind in diesen Gebieten zu vermeiden bzw. nach Möglichkeit zu beseitigen.

3.2.3.14 Landschaftsrahmenplan Landkreis Wittmund

Der aus dem Jahre 2007 stammende Landschaftsrahmenplan des Landkreises Wittmund unterteilt das Kreisgebiet in insgesamt 18 landschaftsökologische Raumeinheiten, die sich aufgrund ihrer bodenkundlichen Standortverhältnisse, der naturräumlichen Gliederung (Ökosystemtypen, Flora und Fauna), ihrer Topographie sowie ihrer historischen und aktuellen Nutzung und Siedlungsstruktur voneinander abgrenzen.

Innerhalb des hier zu untersuchenden Gebietes sind folgende Raumeinheiten vertreten:

Etzeler Marsch

Die etwa 30 km² große "Etzeler Marsch" ist das am südlichsten gelegene Marschengebiet im Landkreis Wittmund. Sie hat eine unregelmäßige Form und zieht sich innerhalb dreier Niederungsbereiche in die angrenzende "Friedeburger Geest" bzw. "Horster Geest" hinein. Im Osten setzt sich die "Etzeler Marsch" jenseits der nicht wahrnehmbaren Kreisgrenze im Landkreis Friesland fort.

Das Gelände weist überwiegend Höhen zwischen 1 m und 1,25 m über NN auf, einige Abschnitte in der Niederung des Friedeburger Tiefs liegen bei NN, im östlichen Teil auch gering darunter. Punktuelle Geländeerhebungen erreichen Höhen



von ca. 1,3 bis 3,0 m, der "Hoher Berg" nördlich des Ems-Jade-Kanals erreicht als höchste Erhebung 4,4 m über NN.

Der Untergrund dieses Gebietes setzt sich überwiegend aus unterschiedlichen Marschenböden zusammen. Die unregelmäßige Ausformung dieses Landschaftsraumes ist bedingt durch das Vordringen der Marschen in die Niederungen der Fließgewässer, die auf dem Geestrücken entspringen und teilweise einen naturnahen, mäandrierenden Verlauf aufweisen (z. B. Reepsholter Tief, Schiffsbalje). Die Landschaftseinheit wird auch vom Ems-Jade-Kanal durchschnitten.

Es ist eine deutliche Altersabfolge der Marschenböden erkennbar: Im Osten liegen Teile der jüngeren Seemarsch, darauf folgen Übergangs- und Kalk-Brackmarschen und die Knickmarschen. Die Organo- und Moormarschen bilden die Übergangszone zur westlich angrenzenden Geest und ragen innerhalb der Fließgewässerniederungen in den benachbarten Naturraum hinein.

Nördlich von Etzel existiert ein von Nieder- und Hochmoor geprägter Bereich. Niedermoorböden finden sich auch im Süden in der Niederung der Bitze/ Schiffsbalje (Kapitel 3.2.3.1). Der Landschaftsraum setzt sich östlich der Kreisgrenze als "Zeteler Marsch" fort.

Obwohl die "Etzeler Marsch" überwiegend aus älteren vom Meer geprägten Bereichen besteht, ist ihr einst typisches Erscheinungsbild nur noch stellenweise erkennbar. Die ehemals kleinteilige, grabenreiche Struktur musste im Rahmen von Flurbereinigungsmaßnahmen großflächigen, intensiv genutzten Grünländereien weichen. Nur im Nordosten an der Grenze zum Landkreis Friesland und im nordwestlichen Teil der Landschaftseinheit sind die ursprünglichen Kleinstrukturen noch vorhanden.

Eine Besonderheit dieses Marschenbereiches ist die weitgehend fehlende Besiedlung. Das von einer gehölzlosen Weite geprägte Landschaftsbild weist eine besonders hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsänderungen und dem Hinzufügen neuer Vertikalelemente auf. Fast der gesamte Bereich der "Etzeler Marsch" stellt einen Landschaftsraum mit besonderer Eigenart dar. Die hier gelegenen Kavernenfelder mit den dazugehörigen Kavernenplätzen und Betriebsanlagen sind hinsichtlich ihrer Wahrnehmung im Landschaftsraum entsprechend auffällige und prägende Landschaftselemente.

Im Landschaftsrahmenplan des Landkreises Wittmund wird für die Landschaftseinheit "Etzeler Marsch" folgendes Leitbild für Natur und Landschaft festgelegt:

Seite 154 von 313



Erhalt und Entwicklung

 der Grünlandnutzung im gesamten Landschaftsraum. Entwicklung weiterer extensiv genutzter mesophiler und feuchter Grünländereien insbesondere in den Optimalbereichen für Wiesenvögel

Erhalt und Pflege

- der artenreichen Grabensysteme
- des vertikalelementarmen, weitgehend störungsfreien Landschaftsbildes
- der wenigen Grünländereien mit Grüppensystemen als linienförmige Feuchtund Nasswiesenelemente

Sicherung und Entwicklung

- des Bereiches Moormaaten als Niedermoorareal mit extensiv gepflegten Feuchtgrünländereien und einem artenreichen, unter Berücksichtigung der Bedürfnisse der Arten und Lebensgemeinschaften gepflegten Grabennetzes. Entwicklung der Nadelholzaufforstung zu einem lockeren Netz kleinflächiger Weiden-Sumpfgebüsche, die die räumliche Einheit des Bereichs nicht unterbrechen
- des Mündungsbereichs des Reepsholter Tiefs mit seinem artenreichen Grabennetz und Mosaik aus unterschiedlich ausgeprägten Feuchtgrünländereien
- der mindestens als bedingt naturnah eingestuften Fließgewässerabschnitte (Lopsumer Graben, Emder Tief, Reepsholter Tief, Friedeburger Tief, Kalbsschloot, Kleinhorster Tief und Bitze). Priorität haben Schiffsbalje, Friedeburger Tief, Reepsholter Tief, Emder Tief, Kleinhorster Tief, Bitze sowie Gooseschloot (hier besondere Berücksichtigung der Bedürfnisse der Heuschreckenpopulation)
- der Altwasser am Friedeburger Tief
- der offenen Verbindungen zwischen Marschenraum und Fließgewässerniederungen
- der artenreichen Deichabschnitte entlang des Ems-Jade-Kanals als Standort gefährdeter Pflanzenarten sowie als lebensraumverbindendes Element

Vermeidung

 keine weitere Erschließung und Besiedlung sowie Ausstattung der freien Landschaftseinheit mit Vertikalelementen Seite 155 von 313



Sanierung

- Entfernung der Fichtenaufforstung im nördlichen Teil der Landschaftseinheit
- Friedeburger Geest

Ein Großteil des südlichen Kreisgebietes wird von der 75 km² großen "Friedeburger Geest" eingenommen. Das Relief dieses Landschaftsraumes ist nahezu eben, die Niederungen der größeren Fließgewässer (Friedeburger Tief, Reepsholter Tief, Bitze) heben sich deutlich vom umgebenden Geländeniveau ab. Die Höhen schwanken westlich von Friedeburg zwischen 5 und 9 m über NN, örtlich, östlich zwischen 2,5 und 5 m über NN. In den Niederungen werden überwiegend Höhen zwischen 1 bis 3 m über NN erreicht.

Der Boden dieser Landschaftseinheit setzt sich zusammen aus einem Mosaik von in erster Linie grundwasserbeeinflussten Geestböden mit unterschiedlichen Lehmund Tonschichten im Untergrund, Niedermoorbereichen sowie Ausläufern der Organo- und Moormarschen (s. a. Kapitel 3.2.3.1).

Größere Bereiche lehmiger Sandböden mit staunassen Bodenverhältnissen finden sich im Bereich der Ortschaft Friedeburg sowie auf der Linie Marx-Streek. Im Zusammenhang mit den Niedermoorstandorten (Niederungen des Reepsholter Tiefs, Friedeburger Tiefs mit Hopelser Graben, Oberlauf des Wieseder Tiefs, Bitze und den Nebengewässern) treten in geringem Umfang auch Bereiche mit feuchten bis nassen, örtlich moorigen grundwasserbeeinflussten Sandböden auf.

Die noch um die Jahrhundertwende erkennbaren Hoch- und Niedermoorbereiche sind heute abgetorft bzw. trockengelegt und durch die Folgenutzung (Landwirtschaft) fast vollständig überprägt. Nur noch alte Bezeichnungen weisen auf sie hin (z. B. "Hilgenmoor" bei Strudden, "Moorstrich" bei Etzel, "Weißes Moor" westlich Marx). Im Bereich des "Hungerbrookmoores" deuten wenige Feuchtwiesen auf das ehemals vorhandene Moor hin. Im Naturschutzgebiet "Sumpfmoor Dose" existieren noch naturnahe Niedermoorbereiche. Bezeichnungen wie "Langstraßer Feld", "Abickhafer Feld" oder "Marienfeld" deuten auf die Lage ursprünglicher Heidegebiete hin. An die Niedermoorbereiche des Reepsholter Tiefs sowie im Bereich des Unterlaufs des Friedeburger Tiefs schließen sich Standorte mit Organo- und Moormarschen an.

Im Bereich der "Friedeburger Geest" findet man unterschiedlich aufgebaute Wallheckenstrukturen mit überwiegend Großbäumen. In den Niederungsbereichen und

Seite 156 von 313



im Bereich der ehemaligen Moor- und Heideflächen sind auffällig wenige Gehölzstrukturen vorhanden. Schwerpunkte mit einem dichten Heckensystem findet man im Bereich Wiesede, Marx und Reepsholt.

Neben dem zentral gelegenen Ort Friedeburg finden sich weitere geschlossene Siedlungsbereiche wie Reepsholt, Etzel und Marx. Daneben existieren Siedlungen, die eine eher lockere Struktur aufweisen: z. B. Abickhafe, Hesel oder Strudden. Insbesondere im Umfeld der größeren Siedlungen findet man vermehrt einzelne Gehöfte und Siedlerhäuser unterschiedlichen Alters.

Besondere Merkmale des Landschaftsraumes sind das deutlich bewegte Relief und die Relikte der ehemaligen Moorgebiete, die stellenweise als naturwaldähnliche Gehölzparzellen erhalten geblieben sind. Das "Sumpfmoor Dose" stellt dabei den größten, unter Naturschutz gestellten ebenfalls stark verbuschten zusammenhängenden Restmoorkomplex dar.

Im Landschaftsrahmenplan des Landkreises Wittmund wird für die Landschaftseinheit "Friedeburger Geest" folgendes Leitbild für Natur und Landschaft festgelegt:

Erhalt und Entwicklung

der vorhandenen Waldstandorte, sukzessive Umwandlung monotoner Nadelholzforsten in naturnahe Wirtschaftswälder mit einheimischen, standortgerechten Gehölzarten unter Berücksichtigung der potentiellen natürlichen Vegetation (Feuchter Birken-Eichenwald teilweise mit Übergängen zum Birken-Eichenwald sowie kleinflächig im Hopelser Wald auch feuchter Eichen-Hainbuchenwald und Geißblatt-Eichen-Hainbuchenwald und Waldziest-Eichen-Hainbuchenwald, im Forst Stroot neben feuchten Eichen-Buchenwald auch trockener Eichen-Buchenwald im Übergang zum Birken-Eichenwald). Erweiterung des Karl-Georgs-Forstes in nordöstlicher Richtung (Strooterhörn) unter Berücksichtigung der potentiellen natürlichen Vegetation

Entwicklung von Schwerpunkten mit ressourcenschonendem Ackerbau im Bereich der Plaggeneschböden.

Erhalt und Pflege

- der Wallheckenkerngebiete. Verbindung der Kerngebiete untereinander durch die Anlage von Wallhecken und Pflanzung sonstiger einheimischer standortgerechter Gehölze. Fließgewässerniederungen sind von der Pflanzung freizuhalten
- kulturhistorisch bedeutsamer Bauwerke und Objekte (Burgstätte, Hügelgräber) und landschaftsbildprägender Baumbestände.

Seite 157 von 313



- der wenigen Grünländereien mit Grüppensystemen als linienförmige Relikte der Feucht- und Nasswiesen
- des Teilraumes mit historischem Erscheinungsbild östlich von Marx
- des "Großen Fuchsberges" als geologische Besonderheit
- der vielfältigen Übergänge zwischen Marsch und Geest

<u>Erhalt</u> der Blickbeziehungen von der L 11 in die Niederung des Reepsholter Tiefs und von der B 436 in die Niederung des Friedeburger Tiefs.

Sicherung und Entwicklung

- der Moorgrünländereien am Hopelser Graben unter dem Aspekt des Moorschutzes. Entwicklung zu extensiv genutzten nährstoffarmen Nassgrünländereien durch extensive Beweidung z. B. mit Robustrindern oder Moorschnucken
- des Sumpfmoores Dose mit seinem mosaikartigen Wechsel unterschiedlicher Sukzessionsstadien und seiner Verbindung mit der östlich liegenden "Etzeler Marsch" innerhalb der Niederung des Emder Tiefs
- der Niederung des Reepsholter Tiefs/Wieseder Tiefs, die sich durch eine mosaikartige Zusammensetzung verschiedener überwiegend extensiv genutzter Biotoptypen wie magere und nährstoffreiche Nasswiesen (teilweise brachliegend), verschiedener Sumpfstandorte und Röhrichte auszeichnet. Sicherung der offenen Verbindung zur östlich angrenzenden "Etzeler Marsch"
- des Reitzkamper Moores als extensiv genutzte Moorniederung innerhalb des Hopelser Waldes
- der naturraumtypischen strukturellen Vielfalt. Dazu gehören verschiedene Feucht- und Nassgrünländereien (z. B. magere Nassweiden, Nassgrünländereien mit Flutrasen) Sumpfstandorte, Birken- und Erlen-Sumpfwälder (häufig innerhalb ehemaliger Lehmabbauparzellen), naturnahe Kleingewässer (auch in den Waldbereichen), Sandkuhlen und meist verbuschte bzw. bewaldete Restmoorparzellen
- der Fließgewässer Reitscharer Graben, Reepsholter Tief, Wieseder Tief, Heseler Bäke, Friedeburger Tief, Bunkenburger Graben, Marienfelder Graben, Bitze und Emder Tief. Priorität haben Reepsholter Tief/Wieseder Tief, Emder Tief, Friedeburger Tief, Bitze und Kleinhorster Tief
- des Ems-Jade-Kanals als Gewässer mit schützenswerter Fauna

Vermeidung

keine weitere Besiedlung und Erschließung der freien Landschaft

Seite 158 von 313



Sanierung

- der naturfernen Fließgewässer, Entfernen der standortfremden Gehölze in den Fließgewässerniederungen (Pappeln, Koniferen)
- der gestörten Ortsränder (Eingrünung)
- geschädigter Wallhecken
- Horster Geest

Die "Horster Geest" nimmt mit ihrer 11 km² großen Fläche einen kleinen Raum im Südosten des Kreisgebietes ein. Das Relief ist im Norden eben, im Süden hingegen stellenweise leicht bewegt. Im nördlichen Bereich werden Höhen von 1,25 bis 5, im Süden zwischen 2,5 und 10 m über NN erreicht.

Die nördliche Hälfte besteht aus frischen Sandböden der grundwassernahen, ebenen Geest. Der andere Teil ist der grundwasserfernen, ebenen bis welligen Geest zuzuordnen. Hier findet man verwehbare, mäßig trockene nährstoffarme Sandböden (s. a. Kapitel 3.2.3.1). Die langgezogene naturräumliche Landschaftseinheit "Horster Geest" läuft in Form eines etwa 200 m breiten Geestvorsprunges in der "Etzeler Marsch" aus.

Von Nordwesten her zieht sich innerhalb des Niederungsbereichs von Bitze/Schiffsbalje ein Niedermoorbereich in den Geestbereich. Der nördliche und südliche Bereich wird überwiegend ackerbaulich genutzt, der mittlere Bereich als Grünland bewirtschaftet. Außerdem finden sich zahlreiche größere Stillgewässer, die durch Bodenabbau entstanden sind. Das Gebiet Hohemoor-Kleinhorsten weist eine mäßig dichte Wallheckenstruktur auf, westlich davon findet man einige flächige Gehölze.

Schon im 18. Jahrhundert stellte Horsten als ländliches Wirtschaftszentrum und wichtiger Marktort einen Besiedlungsschwerpunkt dar. Außerhalb der Bereiche Horsten und Kleinhorsten findet man nur wenige einzelne Häuser und Gehöfte.

Die "Horster Geest" stellt trotz ihrer geringen Größe einen überraschend vielfältigen Geestraum dar. Ein Teil des Raumes spiegelt nahezu den Zustand der Landschaft vor gut 100 Jahren wieder. Dies betrifft die Teillandschaftsräume "Horster Geestvorsprung" und "Helmte". Aus dem Bereich "Mosaiklandschaft Zweiberge" hat sich der Mensch mit seinen Aktivitäten (Abbau von Niedermoortorf und Kies) zurückgezogen. Hier konnte sich eine kleinstrukturierte naturgeprägte Landschaft entwi-

Seite 159 von 313



ckeln. Im Bereich "Nördliche Barger Heide" im Süden des Geestraumes ist die gehölzlose Weite der ehemaligen Heidelandschaft trotz der wechselvollen Geschichte (einstiger Militärflughafen) zum Teil gut erhalten geblieben. Keine andere naturräumliche Landschaftseinheit weist einen so hohen Anteil an Sandabbaugebieten auf wie die Horster Geest. Im Südwesten der Landschaftseinheit befinden sich mehrere große Sandkuhlen, in denen z. T. heute noch Kies im Nassabbauverfahren gewonnen wird. In diesem Bereich befindet sich auch ein Kalksandsteinwerk und ein Quarzwerk.

Im Landschaftsrahmenplan des Landkreises Wittmund wird für die Landschaftseinheit "Horster Geest" folgendes Leitbild für Natur und Landschaft festgelegt:

Erhalt und Entwicklung

 des vorhandenen Waldstandorts, sukzessive Umwandlung des monotonen Nadelholzforstes in naturnahe Wirtschaftswälder mit einheimischen, standortgerechten Gehölzarten gemäß der potentiellen natürlichen Vegetation (Feuchter Birken-Eichenwald mit Übergängen zum Birken-Eichenwald)

Erhalt und Pflege

- des Teilraumes mit historischem Erscheinungsbild zwischen Helmte, Kleinhorsten und Hohemoor
- landschaftsbildbestimmender Gehölzbestände

Sicherung und Entwicklung

- des Großraumes "Zweiberge/Barger Heide" mit seinem Mosaik an unterschiedlichen naturbetonten Biotopstrukturen. Entwicklung des derzeit noch ackerbaulich genutzten Bereichs zwischen den Sandkuhlen, der B 437 und der K 45 als extensiv beweideter Heidestandort
- der naturraumtypischen strukturellen Vielfalt. Dazu gehören naturnahe Kleingewässer, Wallhecken, Feldhecken und Baumreihen und unterschiedlich feuchte Feldgehölze
- des Kleinhorster Tiefs

Vermeidung

keine weitere Besiedlung (insbesondere straßenbegleitende Siedlungsbänder) und keine weitere Erschließung in der freien Landschaft

Seite 160 von 313



Sanierung

- naturferner Fließgewässer
- der Rüstungsaltlasten im Bereich Zweiberge/Barger Heide

3.2.3.15 Landschaftsrahmenplan Landkreis Friesland

Der Landschaftsrahmenplan des Landkreises Friesland befindet sich zurzeit in der Fortschreibung. Eine Vorentwurfsfassung aus dem Jahre 2015 liegt zwar bereits vor, war für die hier durchzuführenden Bestandsbeschreibungen allerdings nicht offiziell verfügbar. Insofern muss nachfolgend noch auf die Aussagen und Darstellungen des aus dem Jahre 1996 stammenden Landschaftsrahmenplanes Bezug genommen werden.

Dieser unterteilt das Kreisgebiet in insgesamt 20 Landschaftseinheiten, die sich aufgrund ihrer bodenkundlichen Standortverhältnisse, der naturräumliche Gliederung (Ökosystemtypen, Flora und Fauna), ihrer Topographie sowie ihrer historischen und aktuellen Nutzung und Siedlungsstruktur voneinander abgrenzen. Innerhalb des hier zu untersuchenden Gebietes sind folgende Landschaftseinheiten vertreten:

- Maadebucht, Schwarzes Brack

Innerhalb dieser Landschaftseinheit gliedert sich das Landschaftsbild in zwei Bereiche: den küstennahen östlichen Abschnitt mit typischen Strukturmerkmalen der jüngsten Marschlandschaften und den westlichen älteren Bereich, gekennzeichnet durch eingestreute Einzelgehöfte mit Gehölzbeständen sowie straßen- und wegbegleitenden Gehölzstreifen.

Ähnlich wie in den übrigen jungen Marschlandschaften zeichnet sich die Landschaft der Maadebucht aus durch die noch gut erkennbaren Spuren der Landgewinnung, -nutzung und Besiedlung. Ferner ist die Zunahme der Strukturvielfalt von der Küste hin zum Landesinneren zu beobachten, einhergehend mit der Abnahme der funktionalen Flurgliederung sowie des Ackerbaus und der Zunahme des Grünlands.

Der ursprüngliche Charakter des Landschaftsbildes der Maadebucht ist durch Infrastruktureinrichtungen sehr stark überlagert und verfremdet. Hierzu tragen insbesondere die zum Teil in Hochlage geführten, mit Gehölzen bepflanzten Straßen bei, allen voran die Autobahn A 29 mit den parallel geführten Hochspannungsleitungen.

Seite 161 von 313



Auch jüngere Siedlungsbereiche und die weit ins Land hinein sichtbare Kulisse der Industriezone Wilhelmshavens tragen zu einer Beeinträchtigung des Landschaftsbildes bei. Insbesondere die Zerschneidung der Landschaft durch die Autobahn gliedert die Maadebucht in Teilbereiche, deren ursprüngliche Strukturen zwar für sich genommen noch erkennbar sind, deren Zusammenhang zu den übrigen Landschaftsteilen aber nur noch schwer erlebbar ist.

Die Landschaftseinheit Maadebucht, Schwarzes Brack, umrahmt von den Geestrücken der Jeverschen und Vareler Geest, weist die typischen Strukturmerkmale junger Marschlandschaften auf. Ihr Landschaftsbild ist jedoch durch Verkehrswege und die Nähe zum Industriestandort Wilhelmshaven in Teilbereichen erheblich beeinträchtigt.

Im Landschaftsrahmenplan des Landkreises Friesland wird für die Landschaftseinheit "Maadebucht, Schwarzes Brack" folgendes Leitbild für Natur und Landschaft festgelegt:

Schutz, Pflege und Entwicklung von Landschaftsteilen, besonderer Artenschutz

- Erhalt und Extensivierung von Grünland durch Grünlandprogramme mit der Zielrichtung Wiesenvogellebensraum am Upjeverschen Tief, Friedeburgerund Neustädter Tief, nördlich des Zeteler Tiefs und in Küstennähe am Ellenserdammer Tief (teilweise als Puffer- und Ergänzungsflächen für den Nationalpark "Nds. Wattenmeer"), im Niederungsbereich außerdem Erhalt und Entwicklung von Feucht- und Naßgrünland
- Unterschutzstellung des Zeteler Geestrands (LWB 125) zur Sicherung von Grünland z. T. Feuchtgrünland mit gut ausgebildeten Heckenstrukturen und des sichtbaren Überganges von der Geest zur Marsch
- Entwicklung breiter extensiv- oder ungenutzter Randstreifen und Anlage von Schilfbermen an Upjeverschem-, Friedeburger- und Neustädter Tief, Heete und Ellenserdammer Tief

Anforderungen an Nutzungen

- Sicherung der historischen Siedlungsstrukturen in Altgödens, Neustadtgödens, Ellens, Ellenserdammersiel, Driefel
- Eingrünung von Ortsrändern
- Ergänzung der vorhandenen Grünverbindungen in Sande
- Abgesehen von ausgewählten Straßen, Wegen und an Gebäuden keine Anpflanzungen von Gehölzen in der offenen Landschaft



Gödenser alte Marsch

Das Landschaftsbild dieser Landschaftseinheit unterscheidet sich von anderen alten Marschlandschaften durch eine nur geringe Anzahl eingestreuter Höfe mit Gehölzbeständen. Nur gelegentlich finden sich einige niedrige Gehölzstrukturen entlang von Gräben und Wegen. An älteren Hofstellen kommen vereinzelt Kopfweiden vor. Die Marsch wird überwiegend als Grünland genutzt und ist unregelmäßig gegliedert. Im Bereich Silland-Loppelt treten gehäuft unbebaute Einzelwurten auf.

Markante Punkte der Landschaft sind der Schlosspark Gödens sowie der Kirchturm und die Wasserschöpfmühle von Dykhausen. Nach Osten wird die Gödenser alte Marsch durch den gut in die Landschaft eingebundenen Ortsrand von Dykhausen zur Maadebucht abgegrenzt. Der schilfgesäumte Ems-Jade-Kanal mit seinen niedrigen Dämmen teilt die Landschaft, stellt jedoch keine optische Barriere dar.

Beeinträchtigt wird das Landschaftsbild im Ostteil der Gödenser alten Marsch durch die Autobahn A 29 mit Überführungen sowie die dazu parallel verlaufenden Hochspannungsleitungen. Im Bereich von Schloss Gödens fällt vor allem der zunehmende Gründlandumbruch negativ im Bild der Landschaft auf. Der weite, offene, durch wenige Gehölzstrukturen kaum gegliederte Marschbereich wird durch zunehmenden Grünlandumbruch und Infrastrukturbauten beeinträchtigt.

Im Landschaftsrahmenplan des Landkreises Friesland wird für die Landschaftseinheit "Gödenser alte Marsch" folgendes Leitbild für Natur und Landschaft festgelegt:

Schutz, Pflege und Entwicklung von Landschaftsteilen, besonderer Artenschutz

 Erhalt und Extensivierung von Grünland durch Grünlandprogramme am Upjeverschen und Friedeburger Tief mit der Zielrichtung Wiesenvogellebensraum, im Niederungsbereich außerdem Erhalt und Entwicklung von Feuchtund Naßgrünland

Anforderungen an Nutzungen

- Sicherung der historischen Siedlungsstrukturen Dykhausen und Gödens
- Pflege der noch vorhandenen Kopfweiden
- Sietland nördlich der Zeteler und Bockhorner Geest

Dieses Niederungsgebiet ragt buchtenartig in die Geest hinein. Hier treten Geestbäche in die Marsch hinein, die in ihrem Unterlauf zum Teil von Erlen begleitet werden. Die Landschaft wird durch Grünland geprägt und ist weitgehend frei von Seite 163 von 313



Gehölzstrukturen. Am kuppenartigen Geestrand gliedern quer zu den Höhenlinien verlaufende Hecken das Landschaftsbild.

Beeinträchtigt wird das Landschaftsbild durch die Autobahn A 29, die hierzu parallel verlaufenden Hochspannungstrassen, Bodenabbau im Geesthang, Hybridpappel- und Nadelholzpflanzungen im Übergangsbereich zur Niederung sowie vereinzelt nicht ausreichend zur Landschaft hin abgeschirmte Gewerbegebiete am Geestrand.

Das Sietland wird durch die regelmäßig gegliederte, weitgehend gehölzfreie Niederung und den Geesthang mit seiner Gliederung durch Gehölzstrukturen sowie durch die charakteristische Mündung der Geestbäche in die Marsch geprägt. Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes ergeben sich aus Nutzungsänderungen und Infrastrukturbauten.

Im Landschaftsrahmenplan des Landkreises Friesland wird für die Landschaftseinheit "Sietland nördlich der Zeteler und Bockhorner Geest" folgendes Leitbild für Natur und Landschaft festgelegt:

Schutz, Pflege und Entwicklung von Landschaftsteilen, besonderer Artenschutz

- Unterschutzstellung der Niederung an der Heete (Zeteler Marsch) zum Erhalt des Wiesenvogellebensraums, Feucht- und Naßgrünlands mit Entwicklung breiter extensiv- oder ungenutzter Randstreifen und Anlage von Schilfbermen an der Heete
- Unterschutzstellung des Zeteler Geestrands zur Sicherung des reich strukturierten Grünlands und der Eschbereiche z. T. mit Feuchtgrünland
- Unterschutzstellung der Driefeler Wiesen und Kronshörn zum Erhalt extensiv bewirtschafteter Grünlandflächen auf feuchten und nassen Standorten
- Erhalt und Extensivierung von Grünland durch Grünlandprogramme an Woppenkamper und Brunner Bäke mit der Zielrichtung Wiesenvogellebensraum und Renaturierung der Fließgewässer

Anforderungen an Nutzungen

- Abschirmung von Gewerbebetrieben durch Eingrünung zwischen Steinhausen und Jeringhave
- Keine Erweiterung des Bodenabbaus bei Steinhausen



3.2.3.16 Leitbild "Kulturlandschaft Etzel"

Im Zusammenhang mit einer geplanten Erweiterung des Kavernenfeldes am Standort Friedeburg-Etzel um 45 Kavernen wurde im Zuge eines Leitbildprozesses (/32/) versucht, die Interessen der Region und des Erweiterungsvorhabens bereits frühzeitig soweit wie möglich in Einklang zu bringen. Im Vorfeld des Genehmigungsverfahrens stellte die Leitbildentwicklung "Kulturlandschaft Etzel" einen eigenständigen, rechtlich unverbindlichen Entwicklungsprozess dar, dessen Ergebnisse als grundsätzliche Lösungsansätze in die Erstellung der Planfeststellungsunterlagen einfließen sollten.

Auch wenn die ursprünglich vorgesehene Erweiterung des Kavernenfeldes seitens der STORAG ETZEL zurzeit nicht mehr weiterverfolgt wird, ist das in Zusammenarbeit mit Experten aus der Region, Vertretern der Naturschutzverbände, Behörden und betroffenen Kommunen, regionalen Vereinen, Landwirten und Landfrauen sowie Vertretern der örtlichen Bürgerinitiative entwickelte Leitbild nach wie vor ein wichtiges Planungsinstrument. Dementsprechend soll es hinsichtlich der seinerzeit für das Gebiet herausgearbeiteten Erhaltungs- und Entwicklungsziele auch im Rahmen der hier vorliegenden Auswirkungsanalyse Berücksichtigung finden.

Für die "Kulturlandschaft Etzel" sind dabei insbesondere folgende Grundzüge des Leitbildes relevant:

- Erhalt des wesentlichen Charakters der "Kulturlandschaft Etzel" mit offener Marsch, Grünlandbewirtschaftung sowie Verzahnung von Geest und Marsch
- Sicherung der Siedlungsbereiche und der kulturhistorisch bedeutsamen Bauwerke, der ordnungsgemäßen Wasserversorgung und Wasserentsorgung sowie der Infrastruktur
- Trockenhaltung des Senkungsgebietes mit Hilfe bewährter wasserwirtschaftlicher Maßnahmen für die Dauer des Kavernenbetriebs. Nach Ende des Kavernenbetriebs: Abstimmung eines Gebietsentwicklungskonzeptes, das ggf. auch die teilweise Vernässung in Bereichen zulässt, die zukünftig unterhalb des natürlichen Grundwasserspiegels liegen (Kernbereich der Senkungen), außerhalb der Siedlungsbereiche und ohne kulturhistorisch bedeutsame Bauwerke

Darüberhinausgehend wurden auf untergeordneter Ebene auch sektorale Leitbilder erarbeitet. Für die hier durchzuführende Auswirkungsanalyse sind in diesem Zusammenhang u. a. entsprechende Aussagen zu Natur und Landschaft sowie zur landwirtschaftlichen Nutzung maßgeblich. Diesbezüglich sind folgende Punkte bzw. Kernanforderungen herauszustellen:

Seite 165 von 313



Sektorales Leitbild "Natur und Landschaft"

 Marschlandschaft zwischen dem Friedeburger Tief und dem Ems-Jade-Kanal

Für die Erhaltung der aktuell gefährdeten Wiesenvogelbestände kommt den Marschlandschaften eine zentrale Bedeutung zu. Im Bereich der von den Wirkungen des Vorhabens betroffenen Landschaftsräume sollen sich die Umweltbedingungen für diese Artengruppe nicht weiter verschlechtern. Es sollen darüber hinaus die Chancen, die sich durch die Realisierung des Projekts ergeben (Vernässung, Retention), aktiv für die Förderung der Bestände genutzt werden. Der Raum zwischen dem Friedeburger Tief und dem Ems-Jade-Kanal ist aktuell durch ein hohes Entwicklungspotenzial für Wiesenvögel geprägt. Im Zusammenhang mit den geplanten Kompensationsflächen für die Eingriffe am Voslapper Groden entlang des Reepsholter Tiefs könnte hier ein großflächiger naturschutzfachlicher Entwicklungsraum entstehen.

In diesem Raum liegt der naturschutzfachliche Schwerpunkt der Entwicklung bei der Förderung der Wiesenvogelbestände. Als mögliche Maßnahmen kommen in Betracht:

- Förderung eines Mosaiks aus Grünlandnutzung unterschiedlicher Nutzungsintensität mit hoch anstehendem Grundwasser,
- aktives Wassermanagement zur Einrichtung geeigneter Standortbedingungen,
- Verbesserung des Biotopverbundes durch Kleingewässer, Röhrichte, Grabensysteme.
- Bitze-Niederung und Niederung des Friedeburger Tiefs im "Oberlauf" des Betrachtungsraumes

Fließgewässer sind allgemein wichtige naturschutzfachliche Entwicklungsachsen im Naturraum. Auch vor dem Hintergrund der Gebote der Wasserrahmenrichtlinie kommt ihnen eine besondere Entwicklungsbedürftigkeit zu.

Der Schwerpunkt liegt dabei in der naturnahen Gewässerentwicklung und in der Aufwertung der Marschengewässer durch biotopaufbauende Maßnahmen. Als mögliche Maßnahmen kommen in Betracht:

Seite 166 von 313



- Maßnahmen zur Verbesserung der Fließgewässerökologie wie zum Beispiel:
 - Randstreifen
 - Röhrichtbermen
 - Altarme
 - Beseitigung von Wanderungshindernissen
- Maßnahmen zur Verbesserung der Ökologie der Auen:
 - Entwicklung von Retentionsräumen mit Vielfachnutzung
- Wasserrückhaltung
- verschiedene Entwicklungsstadien der Auen (Grünland; Feucht-/Nassbrachen, Feuchtwälder):
 - Förderung der Grünlandnutzung auf Feuchtstandorten

Aus Sicht des Landschafts- und Naturschutzes sollen zudem folgende wichtige Werte und Funktionen, die im Senkungsgebiet vorhanden sind, erhalten bzw. weiterentwickelt werden:

- Freihaltung der Naturentwicklungsräume an Fließgewässern von größeren industriellen Anlagen
- Erhaltung der naturschutzfachlich bedeutsamen Teilbereiche des Friedeburger Tiefs
- Offenhaltung der Marsch: Keine Errichtung größerer industrieller Anlagen
- Keine signifikante Vergrößerung der Grundwasserflurabstände im Untersuchungsgebiet
- Freihaltung des Sichtkorridors Friedeburg Etzel von größeren industriellen Anlagen
- Erhaltung des offenen Landschaftscharakters im Umfeld von Wasserschloss Gödens - Altgödens - Etzel - Horsten
- Vermeidung nachteiliger Auswirkungen infolge von Absenkungen bei Seen und Feuchtbiotopen in Siedlungsnähe

Sektorales Leitbild "Landwirtschaft"

Um den Erhalt existenzfähiger landwirtschaftlicher Betriebe zu gewährleisten, ist unter Berücksichtigung von Entwicklungsperspektiven der größtmögliche Umfang

Seite 167 von 313



an landwirtschaftlicher Fläche zu erhalten. Dies gilt insbesondere für Bereiche, die als Bewirtschaftungsflächen für die örtlichen Betriebe aktuell von großer Bedeutung sind. Eine Veränderung der Grundwasserflurabstände darf keine nachteiligen Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Nutzung haben. Durch eine Änderung der Grundwasserflurabstände auf den landwirtschaftlichen Flächen können Einschränkungen der Nutzungsintensitäten entstehen. Nachteile für die Landwirtschaft sind zu vermeiden.

Als Kernanforderungen der Landwirtschaft sind herauszustellen:

- Erhalt der entwicklungsfähigen Betriebe
- Erhalt der intensiven Grünlandbewirtschaftung in Marsch und Moor
- Minimierung der Inanspruchnahme von landwirtschaftlicher Fläche durch andere Nutzungen

Gestaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen

Im sektoralen Leitbild für Natur und Landschaft wurden u. a. Räume abgegrenzt, die sich kurzfristig als Suchräume für die Umsetzung von Kompensationsmaßnahmen eignen (Wiesenvogelschutz bei extensiver Nutzung) und die sich langfristig unter dem Einfluss einer partiellen Vernässung als Flächen mit nachlassender Nutzung und einer weiteren Entwicklung im Sinne des Naturschutzes anbieten würden. Diese Flächen wurden in das Leitbild als "Suchräume für die naturschutzfachliche Entwicklung" übernommen.

Darüber hinaus beschreibt das Leitbild eine Vielzahl weiterer landschaftsgestaltender Maßnahmen, mit denen Senkungsfolgen ggf. minimiert bzw. aus naturschutzfachlicher Sicht sogar positiv genutzt werden können.

Sofern im Rahmen der Auswirkungsprognose relevant, wird auf diese Maßnahmen an anderer Stelle gezielt eingegangen.

3.3 Vorzugsvariante zur Trockenhaltung des Senkungstrogs

Der sich im Laufe der kommenden Jahrzehnte gemäß den Berechnungen der BGR ausbildende Senkungstrog führt dazu, dass einigen Fließgewässern wie der Bitze/Schiffsbalje, dem Kalbsschloot und dem Geestrandgraben die natürliche Vorflut verloren geht. Ohne weitere Maßnahmen wäre auch bei Mittelwasserverhältnissen mit einer über die Zeit zunehmenden Ausuferung und Seenbildung zu rechnen. Diese Szenarien haben einen hypothetischen Charakter, da sie wegen des



damit verbundenen Verlusts der heutigen Nutzungen nie eintreten werden. Sie wurden in einem ersten Schritt durch Wasserspiegelberechnungen und anschließende Prognosesimulationen mit dem numerischen Grundwassermodell untersucht. Diese Untersuchungen bildeten die Grundlage für die Erarbeitung einer geeigneten Variante zur Trockenlegung des Senkungstrogs. Es konnten insgesamt fünf unterschiedliche Varianten identifiziert werden, die in einem aufwendigen Variantenvergleich in Abstimmung mit den Unteren Wasserbehörden, dem NLWKN und der Sielacht detailliert untersucht und bewertet wurden. Allen Varianten lag die Beibehaltung des Friedeburger Tiefs als Hauptvorfluter zugrunde.

Insbesondere wegen der im Vergleich zu anderen Varianten geringen Flächeninanspruchnahme für die Maßnahmen, geringen Eingriffen ins Landschaftsbild und einer sicheren Beherrschung der Wässer auch bei Hochwasserereignissen stellte sich die Variante mit einem ertüchtigten Schöpfwerk am Kalbsschloot als Vorzugsvariante heraus. Die einzelnen Teilmaßnahmen dieser Vorzugsvariante sind in Anlage 7 dargestellt. Sie werden mit einer zeitlichen Einsortierung ihrer Umsetzung im Folgenden beschrieben.

Das Friedeburger Tief verläuft in der nördlichen Hälfte des zu erwartenden Senkungstrogs und erfährt nach den BGR-Berechnungen bis 2117 Senkungen in einer Größenordnung bis zu ca. 1 m. Die Beibehaltung als Hauptvorfluter macht eine Verwallung sozusagen als Kompensation der Senkungen erforderlich. Die Verwallung erreicht eine maximale Höhe von ebenfalls ca. 1 m, wobei Aspekte eines zusätzlichen Hochwasserschutzes noch nicht berücksichtigt sind. In Anlage 7 ist ersichtlich, zu welchen Zeitpunkten welche Verwallungsabschnitte voraussichtlich gebaut werden müssen.

Die Entwässerung des Senkungstrogs ist im Kern über den Kalbsschloot mit einem ertüchtigten Schöpfwerk und einem Anschluss von Bitze/Schiffsbalje und Geestrandgraben geplant. Hierzu sind folgende Hauptmaßnahmen vorgesehen:

- Ertüchtigung des Schöpfwerks Kalbsschloot und Bau eines Fischauf-/abstiegs (erste Teilmaßnahme, Anfang der Zwanzigerjahre)
- Eintiefung und Verbreiterung des nördlichen Abschnitts des Kalbsschloots km 1,8 bis km 0,0 und Sohlanpassungen im südlichen Abschnitt des Kalbsschloots km 3,5 bis km 1,8 (Anfang der Zwanzigerjahre)
- Errichtung eines Durchstichs (ca. 160 m lang) zur Anbindung der Bitze/ Schiffsbalje an den Kalbsschloot und eines Siels an der Mündung der

Seite 169 von 313



Schiffsbalje in das Friedeburger Tief (Anfang der Zwanzigerjahre). Anfänglich werden nur Hochwässer zum Kalbsschloot abgeleitet. In solchen Phasen wird das Sieltor vorübergehend geschlossen, um ein Rückströmen von Wässern aus dem Friedeburger Tief über die Schiffsbalje zum Kalbsschloot zu verhindern.

- Sohlkorrekturen an der Schiffsbalje km 3,5 bis km 0,0 (Mitte der Zwanzigerjahre)
- Ersetzen des Siels an der Mündung der Schiffsbalje in das Friedeburger Tief durch einen Absperrdamm, Ableiten aller Wässer der Bitze/Schiffsbalje zum Kalbsschloot und Bau eines Fischauf-/abstiegs (Anfang der Dreißigerjahre). Diese Maßnahme wird erforderlich, da der Unterlauf der Schiffsbalje zunehmend rückläufig wird.
- Errichtung eines Durchstichs (ca. 580 m lang) zur Anbindung des Geestrandgrabens an den Kalbsschloot und eines Absperrdamms an der Mündung des Geestrandgrabens in das Friedeburger Tief und Anpassung der Sohle des Geestrandgrabens Süd (Anfang der Fünfzigerjahre). Diese Maßnahme wird erforderlich, da der Unterlauf des Geestrandgrabens Süd zunehmend rückläufig wird, in den weiteren Modelluntersuchungen mündet dieser Durchstich in den Kalbsschloot bei km 1,8. Es gibt eine weitere, möglicherweise günstigere alternative Durchstich-Variante, die in den Kalbsschloot bei km 1,4 mündet (vgl. Anlage 7).

Im Laufe der kommenden Jahrzehnte werden einige über den Senkungstrog verteilte zusätzliche Maßnahmen wie Grabeneintiefungen und Errichtung zusätzlicher Gräben erforderlich, um die Flurabstände in einer akzeptablen Größe zu halten. Diese zusätzlichen Maßnahmen werden im Zuge der Modellrechnungen für die Zeitschnitte identifiziert und mit den Ergebnissen der Grundwassermodellrechnungen erläutert. Möglicherweise werden auch an den in das Friedeburger Tief seitlich einmündenden Gräben, die durch Rückstau aus dem Friedeburger Tief betroffen sind, zusätzliche Maßnahmen erforderlich. Da dies auf die Wasserspiegellagen bei Mittelwasser keinen Einfluss hat, wird dies im Zuge der Modellrechnungen nicht weiter untersucht.

In der Abstimmung zum Variantenvergleich hatten die Sielacht und die Unteren Wasserbehörden verlangt, dass die gefundene Vorzugsvariante die Möglichkeit bietet, Hochwässer bis zu einem hundertjährlichen Hochwasser (HQ₁₀₀) zu beherrschen. Hierzu wurden in gesonderten Untersuchungen für die beiden Durchstiche und den Unterlauf des Kalbsschloots Gewässerprofile entwickelt, die ein HQ₁₀₀ in



dem Sinne schadlos abführen können, dass Ausuferungen verhindert und immer noch ein Freibord > 0,5 m sowie eine sohlerosionsvermeidende Fließgeschwindigkeit < 0,4 m/s gewährleistet werden (/39/). Außerdem sollte die konzentrierte Einleitung der Wässer der Bitze/Schiffsbalje und des Geestrandgrabens über das Schöpfwerk Kalbsschloot im Friedeburger Tief selbst bei einem HQ₁₀₀ nicht zu einer Verschlechterung der Abflussbedingungen führen. Die Nachweise hierzu wurden durch aufwändige hydraulische Berechnungen und ein gesondertes numerisches Gewässermodell für das Friedeburger Tief unter Verwendung der Fließgesetze von Manning-Strickler und Weisbach erbracht. Damit konnte die große Flexibilität der gefundenen Vorzugsvariante belegt werden. Die gewässerhydraulischen Berechnungen und die Grundwassermodellierungen für die Zeitschnitte wurden stets für mittlere Abflussverhältnisse und Wasserspiegellagen durchgeführt.

3.4 Prognoserechnungen und ökologische Bewertung für die Senkungszeitschnitte mit Maßnahmen

Nach Findung einer Vorzugsvariante wurden die Modellrechnungen unter Berücksichtigung der Senkungen und Maßnahmen durchgeführt. Der nach dem Betriebsmodell noch ca. 100 Jahre lange Senkungszeitraum wird durch Zeitschnitte in fünf in etwa gleichlange Zeitabschnitte von jeweils ca. 20 Jahren unterteilt, so dass ein repräsentativer Überblick über die zu erwartenden Veränderungen in den Flurabständen und über die Wirksamkeit der Maßnahmen gegeben wird. Die Zeitschnitte wurden entsprechend den zeitlichen Bezügen der vorliegenden Daten der BGR gewählt. 2120 entspricht 2117, da ab dem Zeitpunkt der Verwahrung der Kavernen in 2117 keine Senkungen mehr zu erwarten sind.

Tab. 22: Zusammenstellung der ausgewählten Zeitschnitte mit den jeweiligen max. Senkungen seit 1973 bzw. seit 2016

Zeitschnitt	max. Senkung seit 2016 in m	max. Senkung seit 1973 in m
2038	~ 0,67	~ 1,08
2060	~ 1,17	~ 1,58
2080	~ 1,65	~ 2,06
2100	~ 1,97	~ 2,36
2120	~ 2,18	~ 2,55

Kavernenspeicher Etzel Auswirkungsanalyse für insgesamt 99 Kavernen DMT-Bearbeitungs-Nr.: GEE5-2016-00558 22.11.2018

Seite 171 von 313



In Tab. 22 sind mit den gewählten Zeitschnitten die zugehörigen maximalen Senkungen aufgeführt. Für die hydraulischen Berechnungen und die Modellrechnungen werden die Senkungen ab 2016 verwendet, da sich die Gewässerdaten und das Grundwassermodell auf das Jahr 2016 beziehen. Diese Senkungen korrespondieren mit den Gesamtsenkungen seit 1973. Wegen gewisser Unsicherheiten des Betriebsmodells für die Kavernen kann sich in Abhängigkeit z. B. von Entwicklungen in der Konjunktur oder in der Verteilung der Energieträger das Senkungsgeschehen verzögern oder auch beschleunigen. Aus diesem Grund ist aus gutachterlicher Sicht anstelle einer Orientierung an den Jahresschnitten eine Orientierung an den Senkungsbeträgen eigentlich sinnvoller. Da unserer Auswirkungsanalyse die BGR-Prognose (/18/) als wesentliche Eingangsgröße zugrunde liegt, wird der darin enthaltene zeitliche Bezug auch für die Modellrechnungen beibehalten. An dieser Stelle möchten wir aber festhalten, dass sich die vorgestellten Szenarien in gleicher Weise an den genannten maximalen Senkungen orientieren können.

Zunächst wurden für die genannten Zeitschnitte die Gewässerprofile der Hauptgewässer entsprechend den von der BGR prognostizierten Senkungen von 2016 bis zu dem jeweiligen Zeitschnitt angepasst und die Mittelwasserspiegel unter Berücksichtigung der Maßnahmen berechnet. Darauf basierend wurden die Wasserspiegellagen für alle übrigen im Grundwassermodell abgebildeten Gewässer interpoliert. Beim Grundwassermodell wurden die Höhenlagen aller dreidimensionalen Schichten und die Geländehöhen entsprechend den Senkungen abgesenkt. Anschließend wurden die berechneten Wasserspiegellagen ins Grundwassermodell übernommen. Durch Modellrechnungen wurden die zu erwartenden Grundwasserstände und Flurabstände und der Bedarf an zusätzlichen Grabeneintiefungen oder sogar Grabenerrichtungen ermittelt, um die Flurabstände in einem akzeptablen Rahmen zu halten. Dränagen und Brunnen haben sich als nicht ausreichend wirksam gegen geringe Flurabstände oder Geländevernässungen erwiesen.

Alle gewässerhydraulischen Berechnungen und Grundwassermodellrechnungen dieser Szenarienuntersuchungen für die Zeitschnitte erfolgen für mittlere Wasserund Grundwasserverhältnisse und für stationäre Strömungsverhältnisse.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der gewässerhydraulischen Berechnungen und der Grundwassermodellrechnungen sowie die ökologischen Bewertungen für die fünf Zeitschnitte dargestellt und beschrieben. Dabei werden die gewässerhydraulischen Berechnungen als separater Block vorab in Kapitel 3.4.1 behandelt. Die Ergebnisse der Grundwassermodellrechnungen werden jeweils in Form von Flur-

Kavernenspeicher Etzel Auswirkungsanalyse für insgesamt 99 Kavernen DMT-Bearbeitungs-Nr.: GEE5-2016-00558 22.11.2018

Seite 172 von 313

H&M WASERTECHNIK GMBH

abstandsveränderungen zum Ausgangszustand 2016 als Überblick und als Detailausschnitt für den zentralen Senkungsbereich und in Form von Flurabständen dargestellt. Die Flurabstandsveränderungen sind sowohl bei den Vergrößerungen (d. h. Abtrocknungen) als auch bei den Verkleinerungen (d. h. Verfeuchtungen) sehr fein in Klassen mit einer Breite von 0,25 m aufgelöst. Die kleinste Veränderungsklasse ist jeweils 0,1 m bis 0,25 m. In Anbetracht der natürlichen Grundwasserschwankung um bis zu 1,0 m (also 0,5 m nach oben und unten um den Mittelwert) sind Flurabstandsveränderungen < 0,25 m messtechnisch kaum nachzuweisen und außerdem von vernachlässigbarer bzw. geringer Bedeutung für Bebauung bzw. Vegetation. Die geringen Flurabstandsveränderungen wurden trotzdem dargestellt, um die Empfindlichkeit und numerische Präzision des Modells und die wenn auch schwachen Tendenzen der Flurabstandsveränderungen in Anbetracht ohnehin nur geringer zu erwartender Auswirkungen aufzuzeigen.

Zu den zu erwartenden Auswirkungen der Senkungen mit Maßnahmen auf die Grundwassersituation kann vorab generell gesagt werden, dass durch Senkungen im Inneren des Senkungstrogs grundsätzlich mit Flurabstandsverringerungen und am Rand des Senkungstrogs mit Flurabstandsvergrößerungen zu rechnen ist. Dieses Verteilungsmuster zeigt sich auch in den Modellergebnissen für den Kavernenspeicher Etzel. Allerdings wird dieses Verteilungsmuster durch die Auswirkungen der Maßnahmen überlagert, so dass für das Innere des Senkungstrogs in der Umgebung der mit Maßnahmen versehenen Gewässer auch deutliche Flurabstandsvergrößerungen berechnet werden.

In allen fünf in den folgenden Kapiteln beschriebenen Szenarien zu den Zeitschritten werden auch für Bereiche außerhalb des Untersuchungsraums für Schutzgüter, Nutzungen und Planungen, der sich an der 10 cm-Senkungsisolinie für 2317 orientiert, mit dem Grundwassermodell Flurabstandsdifferenzen > 0,1 m errechnet. Hierbei handelt es sich stets um Flurabstandsvergrößerungen, die fast ausschließlich in einer Größenordnung zwischen 0,1 m und 0,25 m ermittelt werden. Bei den Bewertungen werden diese Änderungen nicht näher betrachtet. Sollte es örtlich zu untragbaren Fehlentwicklungen kommen, kann möglichen Auswirkungen zeitnah durch ergänzende Maßnahmen bei Bedarf entgegengewirkt werden. Wir möchten an dieser Stelle grundsätzlich anmerken, dass durch aktive Einflussnahme auf das Entwässerungssystem, sei es in Form verstärkter Wasserabfuhr oder durch Anstau-/ Bewässerungsmaßnahmen, jederzeit und überall im und auch außerhalb des Untersuchungsgebietes nutzungsgerechte Flurabstände erreicht werden können.

Seite 173 von 313



Notwendigkeit und ggf. Zeitpunkt zur Umsetzung solcher Gegenmaßnahmen werden im Rahmen der zukünftigen Beweissicherung ermittelt.

3.4.1 Berechnung der Wasserspiegellagen für die Senkungszustände

Die für die Szenarien der Zeitschnitte gemäß der Vorzugsvariante zu berücksichtigenden Maßnahmen machten es für die Hauptgewässer im Gegensatz zur Ermittlung der Wasserspiegellagen für den Ausgangszustand notwendig, auf Abflüssen als Basis der hydraulischen Wasserspiegellagenberechnungen aufzubauen. Diese Berechnungen beziehen sich ausschließlich auf das Friedeburger Tief, den Unterlauf des Emder Tiefs, die Bitze/Schiffsbalje und den Kalbsschloot. Hierfür standen Spendenangaben des NLWKN (/43/) zur Verfügung, aus denen mittlere Abflussmengen MQ und daraus wiederum mittlere Wasserspiegellagen MW für alle Zeitschnitte berechnet wurden.

In einem ersten Schritt wurden für die vier genannten Gewässer die hydraulischen Fließgewässermodelle für den Ausgangszustand 2016 aufgestellt. Hierfür wurden neben den Abflussdaten im Wesentlichen die Messdaten der Gewässerprofile, die in Kapitel 3.2.1.1 beschrieben sind, verwendet. Dabei wurde darauf geachtet, dass die bereits für den Ausgangszustand ermittelten mittleren Wasserspiegellagen von den hydraulischen Gewässermodellen unter Berücksichtigung der Abflüsse gut nachgerechnet werden, so dass es keine Widersprüche und nur geringe Abweichungen zwischen den hydraulischen Modellen für den Ausgangszustand und den im Grundwassermodell abgebildeten Wasserspiegellagen gab. Für den Kalbsschloot und die Bitze/Schiffsbalje wäre dieser Zwischenschritt nicht unbedingt erforderlich gewesen, da diese beiden Gewässer in den Szenarien der Zeitschnitte durch die Maßnahmen so umgestaltet werden, dass sie mit der Situation des Ausgangszustands nur noch begrenzt Ähnlichkeit haben. Für die beiden Gewässer Friedeburger Tief und Unterlauf Emder Tief ist eine Kalibrierung für den Ausgangszustand hingegen unbedingt erforderlich. Mit Ausnahme einer gewissen Zunahme an Wassertiefe in Folge der Senkungen ist mit keinen Änderungen in den Gewässerkubaturen zu rechnen. Mit diesen hydraulischen Fließgewässermodellen wurden die mittleren Wasserspiegellagen für die vier o. g. Gewässer berechnet.

Für die hydraulischen Gewässerberechnungen wurde das Simulationsprogramm JABRON 7.0 verwendet (/30/). Dieses Programm ermöglicht 1D-stationäre Wasserspiegelberechnungen in Fließgewässern. Die Simulationsergebnisse lassen sich tabellarisch und grafisch in Längenschnitten und Querprofilen darstellen /13/.



Die angewandte Methodik und die Ergebnisse der Berechnungen sind nachfolgend erläutert.

Aufbau der Fließgewässermodelle für den Ausgangszustand

Für jedes der vier betrachteten Gewässer wurde ein 1D-Flussstrang aus verschiedenen Querprofilen erzeugt. Die benötigten Querprofile setzen sich aus georeferenzierten Punkten mit Information zur Höhe und horizontalem Abstand zur Gewässerachse zusammen. Die Daten wurden aus der Gewässervermessung Anfang 2017 (Kapitel 3.2.1.1) genommen. Allerdings erwies sich aus numerischen Gründen eine Verdichtung des Querprofilbestandes als notwendig. Weitere Querprofile für die Modellerstellung wurden mittels Höhenauswertung des DGM und Interpolation zwischen zwei benachbarten vermessenen Gewässerprofilen generiert. Die Profildichte wurde pro Gewässer in Abhängigkeit von der Gewässergeometrie (Krümmungen, etc.) und den Örtlichkeiten (Deichstrecke, Zulauf, Aue) manuell so festgelegt, dass die Gewässer in den numerischen Modellen mit einer guten Genauigkeit abgebildet sind. Anschließend werden die einzelnen Querprofile in Sohle (bei Mittelwasser benetzt), Ufer und Böschungen aufgeteilt (Abb. 50). Die Höhe der Böschungsoberkanten wird für jedes Profil manuell festgelegt.

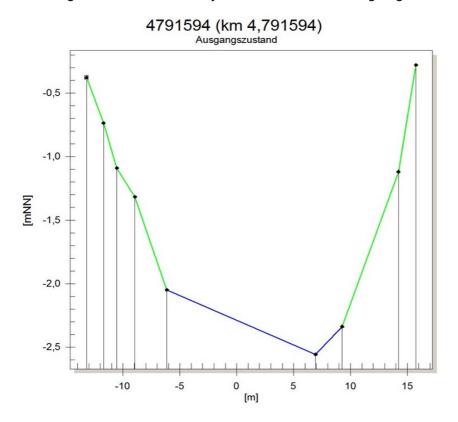


Abb. 50: Querprofildarstellung in Jabron (Beispiel der Pegelstelle Hohemey am Friedeburger Tief, Ausgangszustand)



Die Flussbettrauheiten werden abschnittsweise anhand der Fotos aus den Ortsbegehungen und auf Basis von Erfahrungswerten aus vergleichbaren Modellen zugewiesen. Für die Rauheitsbeiwerte wird hier der Ansatz nach *Manning-Strickler* (Kst in m¹/³/s) gewählt. Angesichts der starken Wassertrübung bei Mittelwasserverhältnissen kann für alle betrachteten Gewässer von einer feinsandigen, lehmigen/schluffigen, häufig aber auch schlammigen Sohle ausgegangen werden, was bei den Ortsbegehungen bestätigt wurde. Die Bitze und der Oberlauf des Friedeburger Tiefs weisen eine Verkrautung des Gewässerbetts auf. Die Ufer sind unterschiedlich, aber überwiegend mit Sträuchern, Gras und Krautwuchs (Abb. 51) bewachsen. Die für die vier hydraulisch modellierten Gewässer angesetzten Rauheiten sind in Tab. 23 zusammengefasst.



Abb. 51: Bewuchs im Gewässerbett der Bitze

Tab. 23: Gewählte Fließwiderstände nach Manning-Strickler

Gewässer	Teilstrecke	Sohle		Böschungen	
		Beschaffenheit	Kst (m ^{1/3} /s)	Beschaffenheit	Kst (m ^{1/3} /s)
Friedeburger Tief	km 0,00 bis km 9,31	Sand, Schlamm	55	Krautwuchs	23
	km 9,31 bis km 18,70	Lehm, Wasserpflanzen	33	Sträucher	18
Emder Tief	km 0,00 bis km 2,95	Sand, Schlamm	55	Krautwuchs	23
Schiffsbalje	km 0,00 bis km 5,10	Sand, Schlamm	55	Sträucher	18
Bitze (oberhalb Schiffsbalje)	km 5,10 bis km 9,44	Lehm, Wasserpflanzen	33	Krautwuchs	23
Kalbsschloot	km 0,00 bis km 3,41	Sand, Schlamm	55	Krautwuchs	23



Abflussberechnungen und W/Q-Beziehungen für den Ausgangszustand

Auf Basis der erzeugten Längenschnitte werden die Mittelwasserspiegellagen in den vier genannten Gewässern für den Ausgangszustand berechnet. Als Belastungsgröße wird der Mittelwasserabfluss MQ angesetzt. Es werden für die Ermittlung der Mittelwasserabflüsse folgende Grundlagendaten verwendet:

- die Abflussspenden gemäß Vorgabe des NLWKN /43/
- die Angaben zum Mittelwasserspiegel im Ausgangszustand (Kapitel 3.2.1.1)
- die Fließgeschwindigkeitsmessungen von /20/

Für die Einzugsgebiete des Friedeburger Tiefs und seiner wesentlichen Nebenläufe wird der MQ-Abfluss auf Basis der Abflussspenden gemäß den Angaben des NLWKN und aus den Flächen der angeschlossenen Einzugsgebiete berechnet. Die Einzugsgebiete wurden zusätzlich an den Pegelstandorten in Teileinzugsgebiete segmentiert. Die Teileinzugsgebiete oberhalb bestimmter Pegelstandorte wurden aus dem DGM (5 m x 5 m) abgeleitet, als Umring digitalisiert und in Tab. 24 zusammengefasst:

Tab. 24: Teileinzugsgebietsflächen oberhalb der Pegelstandorte, Ausgangszustand

Gewässer	Standort	AEo (km²)	Flächenverhältnis gesamtes EZG/EZG oberster Pegel
	Pegel Friedeburg:	32	
Friedeburger Tief	Pegel Mönkebrücke (OP04)	74,4	2,33
	Pegel Hohemey:	151,3	4,73
Bitze	Pegel OP3.1	7,14	
Schiffsbalje	Pegel OP08	17,4	2,44

Für den Ausgangszustand wie auch für die Zeitschnitte (Kapitel 3.4.2 - 3.4.6) werden die Mittelwasserabflüsse folgendermaßen berechnet:

$$MQ (m^3/s) = 0,001 x mq (l/(s*km^2)) x A_{EZG} (km^2)$$

Da die jahresgemittelte mittlere Abflussspende in den Einzugsgebieten des Friedeburger Tiefs und der Schiffsbalje laut Regionalisierung aus NLWKN ca. 9,4 bis 9,6 l/(s*km²) (/43/) beträgt, wird für die Berechnung der Mittelwasserabflüsse eine durchschnittliche Abflussspende von 9,5 l/(s*km²) angenommen. Die Mittelwasserabflüsse für den Ausgangszustand sind in der nachfolgenden Tab. 25 zusammengefasst:

W SWIME
₹ ■
ASSE
RTECH
NK Gmb

EZG MQ **Abfluss** Gegebene Größen: km² m³/s Ausgangs-Standort Kommentar km EZG Friedeburger Tief bis Einmündung Geestrandgraben 74.4 zustand Zwischeneinzugsgebiet Friedeburger Tief [m³/s] 12,29 mit Kalbsschloot und Geeestrandgraben Einmündung Einzugsgebiet Geestrandgraben 0,74 0,034 17,9 3,6 Geestrandgraben geschätztes Zwischeneinzugsgebiet 0,88 Einzugsgebiet Kalbsschloot 3.3 0,131 17.4 Einmündung Kalbsschloot Kleiwegschloot: 1 km² geschätztes Zwischeneinzugsgebiet 1,17 Einzugsgebiet Schiffsbalje 27,65 0,360 15,2 Einmündung Emder Tief bis Hohemey: 1 km² geschätzte Minderung 1,27 Einzugsgebiet Emder Tief 26,93 0,256 14,3 Einmündung Gödenser Tief Zwischeneinzugsgebiet: -0,5 km² 1,63 Einzugsgebiet Gödenser Tief 9.99 0.095 13.4 Einmündung Schiffsbalje oberhalb Einmündung Zufluss vom Schöpfwerk Kalbsschloot im Planfall 11,5 1,66 Kleinhorster Tief Einzugsgebiet Friedeburger Tief bis A 29 42,74 0,406 8,5 oberhalb A 29 2,07

Tab. 25: Mittelwasserabflüsse in den wesentlichen Fließgewässern, Ausgangszustand

Seite 178 von 313



Für alle relevanten Pegelstandorte (8 Stück) konnten Mittelwasserabflüsse ermittelt werden. Zudem ermöglichen die Ergebnisse aus den Fließgeschwindigkeitsmessungen eine genauere Plausibilitätskontrolle bei der Auswertung der Abflusswerte.

Für die 8 relevanten Pegel waren belastbare W/Q-Beziehungen für die hydraulischen Fließgewässerberechnungen anzustreben. Dies war wegen Rückstaubeeinflussung aus dem Sielbetrieb nicht für alle Pegel möglich. Folgende Pegel sind nicht oder nur geringfügig vom Sielbetrieb beeinflusst:

- Friedeburg (PFT A) bei km 15,8 am Friedeburger Tief
- OP3.1 bei km 6,81 an der Bitze
- OP10 bei km 1,76 am Emder Tief
- GFP02 bei km 0,89 am Kalbsschloot
- OP05 bei km 2,65 am Kalbsschloot

Die beiden Pegel am Kalbsschloot sind durch den Betrieb des Schöpfwerks Kalbsschloot in ihrem Wasserstand beeinflusst. Die Wasserstandsmesswerte waren nicht mit den mittleren Abflüssen korrelierbar. Die übrigen Pegel hingegen befinden sich innerhalb des Rückstaubereiches des Siels:

- Hohemey bei km 4,79 am Friedeburger Tief
- Mönkebrücke (OP04) bei km 9,31 am Friedeburger Tief
- OP08 bei km 1,88 an der Schiffsbalje

Für diese 3 rückstaubeeinflussten Pegel musste auf die Anwendung gemessener W/Q-Beziehungen verzichtet werden. Eine Kalibrierung der hydraulischen Fließgewässermodelle ist an diesen 3 Pegeln nicht möglich. Trotzdem war wegen der 3 rückstauunbeeinflussten Pegel an der Bitze (Pegel OP3.1), am Friedeburger Tief (Pegel Friedeburg) und am Emder Tief (OP10, nur geringfügig vom Rückstau im Friedeburger Tief beeinflusst) eine belastbare Kalibrierung dieser drei Gewässer möglich. Am Kalbsschloot sind die Wasserstandsverhältnisse an den Pegeln durch den Betrieb des Schöpfwerks Kalbsschloot beeinflusst. Eine Kalibrierung war dort nicht möglich, sie wurde stattdessen hilfsweise am Einlauf des Pumpwerks Kalbsschloot (vgl. Kapitel Messungen der Fließgeschwindigkeit) durchgeführt. Auch für den Kalbsschloot können somit belastbare hydraulische Fließgewässerberechnungen wie für die Bitze/Schiffsbalje, das Friedeburger Tief und das Emder Tief durchgeführt werden.



Berechnung der Mittelwasserspiegel MW für den Ausgangszustand

Aus den berechneten Abflüssen in den Teileinzugsgebieten wurden mit dem hydraulischen Fließgewässermodell die Wasserspiegellagen für die vier genannten Fließgewässer berechnet und mit den für den Ausgangszustand ermittelten Wasserspiegellagen (Kapitel 3.2.1) auf Plausibilität abgeglichen. Um eine möglichst gute Übereinstimmung der berechneten Wasserspiegellagen mit den aus Messwerten abgeleiteten Wasserspiegellagen des Ausgangszustands zu erreichen, wurden einige Modellparameter wie Sohlniveaus und Gewässerquerschnitte in einem vertretbaren Rahmen variiert. Dies betrifft z. B. den Pegel OP3.1 an der Bitze, wo nach Angaben des NLWKN ein Kulturstau vorhanden ist. Die resultierenden Mittelwasserstände aus dem hydraulischen Modell für die Pegelstandorte im Ausgangszustand sind im Vergleich zu den im Januar 2017 gemessenen Werten (vgl. Tab. 7) in Tab. 26 zusammengefasst:

Tab. 26: Hydraulisch berechnete Mittelwasserstände im Ausgangszustand (2016)

Pegel	Gewässer	Fließkilometer	MW (m NHN)	WSP vermessen (Januar 2017)
OP3.1	Bitze	6,811	1,47	1,48
OP08	Schiffsbalje	1,876	-0,72	-0,72
OP10	Emder Tief	1,765	-0,70	-0,84
Friedeburg	Friedeburger Tief	15,776	-0,39	-0,43
Mönkebrücke (OP04)	Friedeburger Tief	9,314	-0,72	-0,71
Hohemey	Friedeburger Tief	4,792	-0,73	-0,74
GFP02	Kalbsschloot	0,885	-1,00	-1,16
OP05	Kalbsschloot	2,650	-0,99	-0,97

Es bleibt anzumerken, dass den mit JABRON berechneten Wasserständen (MW in Tab. 8) ein Zustand ohne Rückstau aus der Sielbewirtschaftung und eine für Januar typische Bewirtschaftung am Schöpfwerk Kalbsschloot zugrunde gelegt wurde.



Abflussänderungen bei den Szenarien der Zeitschnitte

Gemäß Vorzugsvariante ist es vorgesehen, die Abflüsse aus der Schiffsbalje und dem Geestrandgraben in den Kalbsschloot abzuleiten und über ein zentrales Schöpfwerk in das Friedeburger Tief zu heben. Dies wird mithilfe von Überleitungsgerinnen (Durchstichen) von ca. km 1,8 aus dem Geestrandgraben und von km 3,5 aus der Schiffsbalje in den Kalbsschloot jeweils bei km 1,8 erfolgen. Dabei wird das senkungsbedingt entstehende Gegengefälle der Schiffsbalje zwischen km 3,5 und km 0,0 genutzt. Der Kalbsschloot wird von km 1,8 bis zum Schöpfwerk so vertieft, dass keine Verwallung erforderlich ist.

Bedingt durch die Senkungen und die Maßnahmen gemäß der Vorzugsvariante kommt es in den Zeitschnitten zu Änderungen der Teileinzugsgebietsgrößen für den Kalbsschloot und für Bitze/Schiffsbalje:

EZG (km²)				
Ausgangszustand		Senkungszustände ab 2038		
Bitze/Schiffsbalje	27,65	Bitze	23,89	
Kalbsschloot	3,28	Schiffsbalje	4,37	
		Kalbsschloot Süd		
		oberhalb km 1,8	1,67 n 1,8	
		Kalbsschloot Nord	1,61	
		unterhalb km 1,8		

Die Mittelwasserabflüsse werden ähnlich wie für den Ausgangszustand unter Berücksichtigung der Flächenänderungen ermittelt (vgl. Tab. 27).

Tab. 27: Mittelwasserabflüsse im

Friedeburger Tief und in den Nebengewässern, Zeit-

Zeitschnitt 2038 Zeitschnitt 2100 Zeitschnitt 2120 Zeitschnitt 2060 Zeitschnitt 2080 MQ-MQ MQ-МО MQ-MQ MQ-MQ MQ-MQ Standort am Teileinzugsgebiet Zufluss Zufluss Zufluss Zufluss Zufluss km Kommentar gesamt gesamt gesamt gesamt gesamt Friedeburger Tief schnitte 2038 bis 2120 (m³/s)(m³/s) (m3/s) (m³/s) (m3/s) (m³/s) (m³/s) (m^3/s) (m³/s) (m³/s) Umleitung Geestrandgraben nach Einmündung 17,9 0,85 Geestrandgraben 0,14 0,15 0,71 0,16 0,71 0,17 0,71 0,18 0,71 Geestrandgraben 2038 zum Kalbsschloot Zufluss MQ aus der Schiffsbalje vor 2038; geschätztes Zwischen-Einmündung 17,4 Kalbsschloot 0,51 1,37 0,69 1,40 0,72 1,43 0,75 1,46 0,78 1,49 einzugsgebiet (Zwischen-EZG) Kalbsschloot Kleiwegschloot: 1 km2 Emder Tief und geschätztes Zwischen-EZG bis Einmündung Emder Zwischen-EZG 15,2 0,26 1,74 1,62 0,26 1,65 0,26 1,68 0,26 1,71 0,26 Tief vom Kalbsschloot bis Hohemey: 1 km² **Emder Tief** Einmündung geschätzte Minderung des 14,3 Gödenser Tief 0,09 1,71 0,09 1,74 0,09 1,77 0,09 1,80 0,09 1,83 Gödenser Tief Zwischen-EZG: 0,5 km² oberhalb Zwischen-EZG geschätztes Zwischen-EZG bis 11,5 Einmündung vom Gödenser Tief 1,74 1,77 1,80 1,83 1,86 Kleinhorster Tief: 3 km² bis Kleinhorster Tief Kleinhorster Tief Kleinhorster Tief und Zwischen-EZG vom 8,5 oberhalb A 29 0,41 2,15 0,41 2,18 0,41 2,21 0,41 2,24 0,41 2,27 Kleinhorster Tief bis A 29

(z.T. Abweichungen durch Rundungen bei 2. Nachkommastelle)



Aufstellung der hydraulischen Fließgewässermodelle für die Zeitschnitte

Grundsätzlich erfolgt die Aufstellung der Fließgewässermodelle für das Friedeburger Tief, das Emder Tief, den Kalbsschloot und die Bitze/Schiffsbalje für die Zeitschnitte wie oben für den Ausgangszustand beschrieben. Für den Kalbsschloot und die Schiffsbalje wurden die deutlich geänderten Profile in den Modellen berücksichtigt. Zusätzlich wurden für die beiden Durchstiche zum Kalbsschloot hydraulische Fließgewässermodelle aufgestellt.

Die Längenschnitte für die jeweiligen Zeitschnitte werden anhand der Senkungsdaten der BGR erzeugt. Aus den verfügbaren Rasterdateien werden je Zeitschnitt Senkungsisolinien mit 0,01 m-Abstand generiert und die Querprofile werden entsprechend abgesenkt. Alle Punkte eines Querprofils werden um den gleichen Wert nach unten versetzt. Tab. 28 zeigt für jedes Gewässer den Standort der maximalen prognostizierten Senkung mit dem entsprechenden Betrag.

Tab. 28: Standorte und Beträge der maximalen Senkung je Gewässer

Gewässer	Maximale Senkung 2016 bis 2120 (m)	Fließkilometer	
Friedeburger Tief	-0,66	8,813	
Emder Tief	-0,34	0,639	
Bitze	-1,50	5,125	
Schiffsbalje	-2,15	3,900	
Kalbsschloot	-2,16	2,078	

Für die Berechnung der Wasserspiegellagen wird das Modell mit den berechneten Abflusswerten (s. o.) belegt. Einmündungen von Nebengewässern werden als Zugabepunkte in den Flussstrang definiert. Der eingesetzte Anfangswasserstand (untere Randbedingung) je Zeitschnitt entspricht dem Mittelwasserstand im Vorfluter am Einmündungspunkt.

Mittelwasserspiegellagen für die Szenarien der Zeitschnitte

Der ca. 160 m lange Durchstich von der Schiffsbalje zum Kalbsschloot wird an die Schiffsbalje beim km 3,5 hydraulisch angeschlossen und besteht aus zwei Querprofilen mit der geplanten Regelgeometrie. Durch diese Verbindung sind die Wasserstände der Bitze und der Schiffsbalje von denen des Kalbsschloots abhängig. Der simulierte Wasserstand am Kalbsschloot bei km 1,8 wird deshalb als untere



Randbedingung für die anschließenden Berechnungen in der Bitze und der Schiffsbalje angesetzt. Im Kalbsschloot selbst wird der Wasserspiegel an die Ein- und Ausschaltniveaus des Schöpfwerks angepasst. Bei dem Durchstich vom Geestrandgraben zum Kalbsschloot wird in gleicher Weise vorgegangen.

Die mit dem hydraulischen Fließgewässermodell berechneten Mittelwasserspiegellagen für die Szenarien der Zeitschnitte 2038 bis 2120 sind für die Pegelstandorte in Tab. 29 zusammengefasst.

Tab. 29: Mittelwasserspiegellagen an den Pegelstandorten für die Zeitschnitte

Pegel	Gewässer	Fließkilometer .	MW (m NHN)				
			2038	2060	2080	2100	2120
OP 3.1	Bitze	6,811	1,23	1,07	0,99	0,89	0,89
OP08	Schiffsbalje	1,876	-1,16	-1,32	-1,47	-1,60	-1,70
OP10	Emder Tief	1,765	-0,73	-0,73	-0,73	-0,73	-0,73
Friedeburg	Friedeburger Tief	15,776	-0,39	-0,40	-0,40	-0,40	-0,41
Mönkebrücke (OP04)	Friedeburger Tief	9,314	-0,72	-0,72	-0,72	-0,72	-0,72
Hohemey	Friedeburger Tief	4,792	-0,73	-0,73	-0,73	-0,73	-0,73
GFP02	Kalbsschloot	0,885	-1,16	-1,32	-1,47	-1,60	-1,70
OP05	Kalbsschloot	2,650	-1,16	-1,32	-1,47	-1,60	-1,70

Aus den für die Hauptgewässer berechneten Wasserspiegellagen wurden die Wasserspiegellagen der einmündenden Nebenläufe und Gräben gemäß der in Kapitel 3.2.1.1 beschriebenen Methodik abgeleitet. Diese Wasserspiegellagen wurden anschließend an das Grundwassermodell übergeben.

3.4.2 Zeitschnitt 2038

3.4.2.1 Ergebnis der Grundwassermodellierung

Im Szenario für den Zeitschnitt 2038 (korrespondierende Gesamtsenkung seit 1973 ca. 1,1 m) sind die wesentlichen Elemente der in Kapitel 3.3 beschriebenen Vorzugsvariante bis auf die Anbindung des Geestrandgrabens an den Kalbsschloot bereits umgesetzt. Der Nordabschnitt des Kalbsschloots und das Schöpfwerk Kalbsschloot sind ertüchtigt und die Schiffsbalje ist vom Friedeburger Tief getrennt

Kavernenspeicher Etzel Auswirkungsanalyse für insgesamt 99 Kavernen DMT-Bearbeitungs-Nr.: GEE5-2016-00558 22.11.2018

Seite 184 von 313



und über einen ca. 160 m langen Durchstich an den Kalbsschloot angeschlossen. Das ertüchtigte Schöpfwerk am Kalbsschloot ist in diesem Szenario wie auch in allen weiteren Zeitschnitten so eingestellt, dass unter Mittelwasserbedingungen im Bereich km 1,8 ein Freibord und damit Flurabstände entsprechend den heutigen Verhältnissen gewährleistet sind. Die Ergebnisse der Modellrechnung sind in Form von Flurabstandsveränderungen zum Ausgangszustand 2016 in Anlage 8 als Überblick und in Abb. 52 als Ausschnitt für den zentralen Senkungsbereich dargestellt.

Es sind Flurabstandsvergrößerungen bis ca. 0,9 m und Flurabstandsverringerungen bis ca. 0,7 m zu erwarten. Die Flurabstandsvergrößerungen sind ausschließlich im Bereich des Kalbsschloots und der Schiffsbalje zu erwarten. Sie werden durch die bis zu diesem Zeitschnitt vorgesehenen Gewässereintiefungen am Kalbsschloot und durch die mit der Fließrichtungsumkehr der Schiffsbalje und ihrer Abtrennung vom Friedeburger Tief verbundenen Verringerung der Wassertiefe hervorgerufen. Beide Maßnahmen führen zu einem Absinken der Wasserspiegellagen über das Senkungsmaß hinaus, so dass in der Folge auch die Grundwasserstände in der unmittelbaren Umgebung der beiden Gewässer absinken und zu einer Vergrößerung der Flurabstände führen. Flurabstandsvergrößerungen > 0,5 m können in Anlage 8 aber auch in der Darstellung in Abb. 52 nicht erkannt werden, da sie nur extrem kleinräumig unmittelbar unter der Sohle der Schiffsbalje und des Kalbsschloots errechnet und in den Abbildungen durch den Gewässerstrich überdeckt werden. Genau genommen handelt es sich nicht um das Absinken einer freien Grundwasseroberfläche sondern um die Verringerung von Grundwasserpotenzialen, also Drücken unterhalb von Gewässern.

Die größten Flurabstandsverringerungen (bis 0,7 m) werden im unmittelbaren Nahbereich der Bitze westlich des Hagelsbergs errechnet. Hierbei handelt es sich jedoch nicht um einen mit Senkungen oder Gegenmaßnahmen zusammenhängenden Grundwasseranstieg. Dieser rein rechnerische Grundwasseranstieg ist darauf zurückzuführen, dass in den Szenarienuntersuchungen für die Zeitschnitte an dieser Stelle ein Kulturwehr abgebildet ist, dass bei der Ermittlung der Wasserspiegellagen für den Ausgangszustand 2016 nicht bekannt war. Auf das Kulturwehr und die Notwendigkeit seiner Berücksichtigung in den Szenarienuntersuchungen sind wir vom NLWKN hingewiesen worden, nachdem die Wasserspiegelberechnungen und die Grundwassermodellerstellung für den Ausgangszustand bereits erfolgt waren. Dadurch ergeben sich in allen Zeitschnitten modelltechnisch bedingt lokal Grundwasseranstiege, d. h. Flurabstandsveränderungen, die in der Realität nicht



eintreten werden. In diesem Bereich ist im Gelände mit keinen Flurabstandsveränderungen zu rechnen. Bei den weiteren Zeitschnitten wird auf diese Stelle westlich des Hagelsbergs nicht erneut eingegangen.

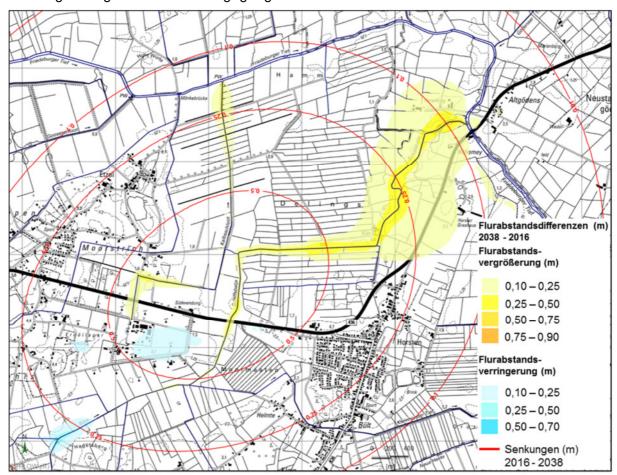


Abb. 52: Flurabstandsdifferenzen zum Zeitschnitt 2038 - Ausschnitt

Außerdem ist in zwei weiteren Bereichen mit Flurabstandsverringerungen zu rechnen, die allerdings gering bis maximal ca. 0,2 m ausfallen. Diese beiden Flächen befinden sich östlich und westlich des Firmensitzes der STORAG ETZEL.

In Abb. 53 sind die für das Szenario im Zeitschnitt 2038 zu erwartenden Flurabstände in Form von Farbflächen dargestellt. Die Flurabstände entsprechen wegen der geringen Flurabstandsveränderungen weitestgehend denen des Ausgangszustands 2016. Die etwas größeren gewässernahen Grundwasserabsenkungen führen dazu, dass sich insbesondere längs des heutigen Unterlaufs der Schiffsbalje und des Unter- und Oberlaufs des Kalbsschloots doch etwas größere Flurabstände einstellen (dominierende grüne Flächen in den genannten Bereichen).



Zusätzlich ist in Abb. 53 der für Bebauung relevante Änderungsbereich ausgewiesen, der durch Flurabstandsverringerungen > 0,25 m definiert ist. Dies sind Flurabstandsverringerungen, die bei geringen zu erwartenden Flurabständen zu einer Vernässung des Gebäudes, z. B. des Kellers führen können. Der konkret ausgewiesene relevante Änderungsbereich ist jedoch der, der sich nur modelltechnisch durch die oben beschriebene nachträgliche Berücksichtigung eines Kulturwehrs in den Szenarienberechnungen ergibt, ohne dass er tatsächlich in der Realität zu erwarten ist. Außerdem ist dieser Bereich frei von Bebauung, so dass keine Vernässungsgefährdung für Bebauung zu befürchten ist.

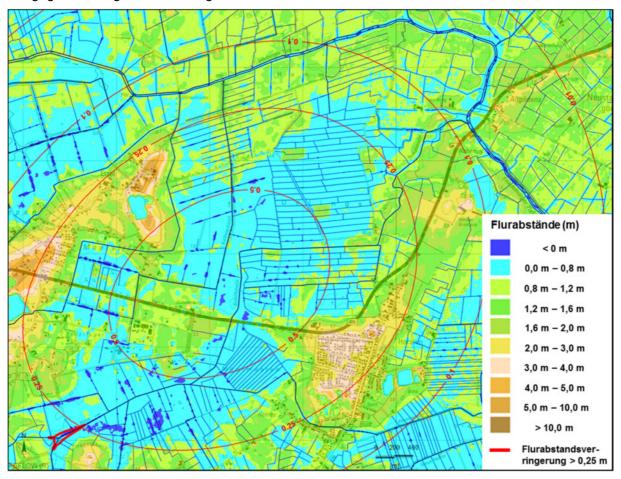


Abb. 53: Flurabstände zum Zeitschnitt 2038 - Ausschnitt

Seite 187 von 313



3.4.2.2 Bewertung hinsichtlich ausgewählter Schutzgüter, Nutzungen und Planungen

3.4.2.2.1 Boden (einschl. landwirtschaftlicher Nutzung)

Für den Zeitschnitt 2038 werden sowohl Flurabstandsverringerungen als auch Flurabstandsvergrößerungen prognostiziert.

Bei einer <u>Flurabstandsverringerung</u> werden durch eine Zunahme der Bodenfeuchte der Wärmehaushalt, die Durchlüftung und die Bodenbearbeitung negativ beeinflusst. Ein nasser Boden erwärmt sich im Frühjahr später. Die Bestellung des Bodens verzögert sich, und damit werden auch die Wachstumszeit und die Vegetationsperiode verkürzt.

Durch den höheren Wasseranteil nimmt der Anteil an luftgefüllten Poren ab. Der Gasaustausch zwischen Bodenluft und oberirdischer Atmosphäre wird verringert. Dadurch nimmt die Sauerstoffzufuhr ab, welche normalerweise das Wurzelwachstum fördert und die Lebensbedingungen für aerobe Bodenorganismen, insbesondere Mikroorganismen, verbessert.

Die Zersetzung von organischem Material wird durch den Mangel an Sauerstoff gehemmt und es kommt zur Anreicherung an organischem Material. Andererseits wird das im Boden gebildete CO₂ nicht mehr ausreichend abgeführt. CO₂ kann dann mit dem Bodenwasser in den Poren zu Kohlensäure reagieren.

Der Wechsel der Sauerstoffverhältnisse führt zudem zu einer Verschiebung der redoximorphen Merkmale im Boden. Der Übergangsbereich zwischen oxidativen und reduktiven Merkmalen verschiebt sich näher in Richtung Geländeoberfläche. Bei der sog. Vergleyung werden Eisen- und Mangan-Ionen mit dem Grundwasser zugeführt oder durch Reduktion vorhandener Eisen- und Manganoxide im Boden gebildet. Sie gelangen durch die Wasserbewegung oder Diffusion in die oberen, wasserungesättigten Bereiche und werden dort oxidiert und ausgefällt.

Die Befahrbarkeit des Bodens ist stark von der Bodenfeuchte abhängig. Je feuchter der Boden ist, desto geringer ist seine mechanische Belastbarkeit, da durch die Bodenfeuchte die Stabilität des Bodengefüges herabgesetzt wird. Je feinkörniger ein Boden ist, desto höher ist die Gefahr einer plastischen Verformung. Es kommt zur Bodenverdichtung. Zu den Auswirkungen von Bodenverdichtung zählen z. B. die Abnahme der Luftkapazität, ein eingeschränktes Wurzelwachstum und auch Ertragsverluste.



Eine Flurabstandsvergrößerung kann bei vernässten Böden eine Bodenverbesserung herbeiführen, in dem durch die Abnahme der Bodenfeuchte der Wärmehaushalt, die Durchlüftung und die Bodenbearbeitung positiv beeinflusst werden. Die Erwärmung im Frühjahr kann früher einsetzen und damit werden auch die Wachstumszeit und die Vegetationsperiode länger. Der Anteil an luftgefüllten Poren nimmt zu. Der Gasaustausch zwischen Bodenluft und oberirdischer Atmosphäre wird vergrößert und dadurch nimmt die Sauerstoffzufuhr zu. Die Lebensbedingung für Mikroorganismen wird verbessert und das Wurzelwachstum wird gefördert. Durch die verbesserte Sauerstoffzufuhr wird allerdings auch die Zersetzung von organischem Material gefördert. Der nahezu vollständige Abbau von organischem Material zu einfachen anorganischen Stoffen wird Mineralisierung genannt. Enthaltene Pflanzennährstoffe werden dabei freigesetzt. Ebenfalls freigesetzt wird enthaltener Kohlenstoff in Form von CO₂. Die Mineralisierung von Torfen führt zu Schrumpfungen und Sackungen. Das Bodengefüge wird verändert und das Wasserrückhaltevermögen und das Nährstoffpotential geschädigt.

Der Wechsel der Sauerstoffverhältnisse führt auch in diesem Fall zu einer Verschiebung der redoximorphen Merkmale im Boden. Der Übergangsbereich zwischen oxidativen und reduktiven Merkmalen verschiebt sich jedoch von der Geländeoberfläche weg. Die derzeitigen hydromorphen Merkmale werden zu reliktischen Merkmalen.

Absenkungen des Grundwasserstandes können aber auch nachteilige Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum haben, wenn der Grundwasserstand soweit absinkt, dass der kapillare Aufstieg nicht mehr die Pflanzenwurzeln erreicht und die Wasserversorgung nur noch aus dem Niederschlagswasser erfolgen kann.

Bodentypen

Flurabstandsverringerungen von 0,5 bis 0,7 m treten nur kleinräumig entlang der Bitze auf und betreffen Erdniedermoorböden. Der Anteil an Flächen mit Flurabstandsverringerungen von 0,25 bis 0,5 m ist etwas größer und betrifft die hydromorphen Bodentypen Kleimarsch und Erdniedermoor. Der Hauptteil der Flurabstandsverringerungen wird jedoch zwischen 0,10 und 0,25 m betragen. Zu den hydromorphen Böden in dem Bereich zählen Gley mit Niedermoorauflage, Niedermoor, Kleimarsch, Kleimarsch unterlagert von Organomarsch, Niedermoor mit Kleimarschauflage, Tiefumbruchboden aus Niedermoor sowie untergeordnet Podsol-Gley und Gley.

Seite 189 von 313



Von den terrestrischen Böden sind die Bodentypen Podsol, Plaggenesch unterlagert von Podsol und unterlagert von Braunerde, der Übergangsbodentyp Gley-Podsol sowie die terrestrischen Stauwasserbodentypen Pseudogley und Podsol-Pseudogley betroffen.

Im ausgewiesenen Bereich der Flurabstandsverringerungen nimmt der Anteil an Flächen mit Flurabständen < 0,4 m im Bereich der Niedermoorböden (HNv, YUhn, MN/HN) im Vergleich zum Ausgangszustand 2016 (Abb. 35) von rd. 43 % auf rd. 70 % zu. Bei den Marschenböden (MC, MN, MN//MO) nimmt der Flächenanteil mit Flurabständen < 0,4 m von 25 % auf 33 % zu. Bei den Gleyböden (G, HNv/G, P-G) steigt der Flächenanteil von rd. 6 % im Ausgangszustand auf nunmehr 11 %. Hinsichtlich der Podsolböden (P, E//P, G-P) steigt der Flächenanteil mit Flurabständen < 0,8 m von rd. 15 auf 25 %.

Der flächenmäßig größte Teil der Flurabstandsveränderungen wird durch Flurabstandsvergrößerungen gebildet. Flurabstandsvergrößerungen von 0,75 bis 0,89 m treten dabei nur sehr kleinräumig am nördlichen Teil der Schiffsbalje auf. Betroffen sind davon die Bodentypen Kleimarsch, Gley und Plaggenesch unterlagert von Podsol. Auch die Flurabstandsvergrößerungen von 0,50 bis 0,75 m betreffen nur einen schmalen Streifen entlang der Schiffsbalje und des Kalbsschloots. Zusätzlich sind die Bodentypen Kleimarsch unterlagert von Organomarsch und Niedermoor mit Kleimarschauflage betroffen.

Einen flächenmäßig größeren Bereich nehmen die Flurabstandsvergrößerungen von 0,25 bis 0,50 m ein. Betroffen sind Marschenböden (MC, MN, MN//MO), Gleyböden (G, HNv/G), Niedermoorböden (HNv, MN/HN, YUhn) sowie Podsolböden (P, E//P, G-P). Den weitaus größten Anteil nehmen insgesamt die Flurabstandsvergrößerungen von 0,10 bis 0,25 m ein. Zusätzlich zu den bisher genannten Bodentypen sind davon Plaggenesch unterlagert von Braunerde sowie Podsol-Gley mit Kleimarschauflage betroffen.

Insgesamt zeigt sich, dass hinsichtlich der Bereiche mit Flurabständen < 0,4 m der Flächenanteil bei den Gleyböden (G, HNv/G, MN/P-G) um 3 % von 17 auf 14 % im Jahr 2038 abnimmt. Bei den Niedermoorböden (HNv, YUhn, MN/HN) nimmt der Flächenanteil von 19 % im Ausgangszustand auf 15 % ab. Bei den Marschenböden (MC, MN, MN//MO) nimmt der Flächenanteil nur um rd. 1 % auf 4 % ab.

Von den Flurabstandsvergrößerungen sind nicht viele vernässte Bereiche betroffen. Deutlicher werden die Unterschiede, wenn die Flächenanteile mit Flurabständen < 0,8 m betrachtet werden. Betrug der Flächenanteil bei den Niedermoorböden



im Ausgangszustand 74 % sind es im Jahr 2038 nur noch 61 %. Bei den Marschenböden nimmt der Flächenanteil von 49 % auf 32 % ab und bei den Gleyböden von 45% auf 25%.

Hinsichtlich der Podsolböden (P, E//P, G-P) nimmt der Flächenanteil mit Flurabständen < 0,8 m von 10 auf 7 % ab. Der Flächenanteil mit Flurabständen > 2,0 m steigt von 17 auf 25 %.

Schutzwürdige/seltene Böden

Von den Flurabstandsverringerungen bzw. -vergrößerungen > 0,1 m sind keine schutzwürdigen Böden betroffen.

Sulfatsaure Böden

Von den Flurabstandsverringerungen > 0,1 m sind auf einem Flächenanteil von rd. 10 % potentiell sulfatsaure Böden betroffen. Wie schon in Kapitel 3.2.3.1 (Vorkommen sulfatsaurer Böden) ausgeführt, werden durch die Flurabstandsverringerung die Pyritoxidation und eine damit einhergehende Versauerung des Bodens langfristig vermieden.

Von den Flurabstandsvergrößerungen >0,1 m sind auf einem Flächenanteil von rd. 73 % potentiell sulfatsaure Böden betroffen. Davon entfallen 54 % auf die Stufe GR 1C, mit einer hohen bis sehr hohen Wahrscheinlichkeit des Auftretens von potenziell sulfatsaurem Material. 37 % werden der Klasse GR 2B zugeordnet, der eine örtlich mittlere bis hohe Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von potenziell sulfatsauren Sedimenten zugesprochen wird. Untergeordnet sind die Stufen GR 1A, GR 1B, GR 2A und GR 3B betroffen.

Wie bereits in Kapitel 3.2.3.1 (Vorkommen sulfatsaurer Böden) dargelegt, besteht bei Luftkontakt die Möglichkeit einer (extremen) Versauerung des Bodens auf pH < 4,0, aus der Pflanzenschäden und eine erhöhte Schwermetallverfügbarkeit bzw. -löslichkeit resultieren können. Bei den betroffenen Böden der Stufe GR 1C werden zu rd. 87 % Flurabstandsvergrößerungen zwischen 0,1 und 0,25 m ausgewiesen, die noch im Bereich der natürlichen Grundwasserschwankung liegen. Im Bereich der Stufe GR 2B werden die Flurabstandsvergrößerungen zu rd. 61 % zwischen 0,1 und 0,25 m betragen. Signifikante Auswirkungen auf sulfatsaure Böden sind mithin nicht zu erwarten.

Seite 191 von 313



Landwirtschaftliche Bodennutzung

Auswirkungen aufgrund von Flurabstandsverringerungen

Eine Konsequenz des höher anstehenden Grundwassers, das den Stauwassereinfluss verstärkt, ist das schlechtere Abtrocknen des Bodens, der sich dementsprechend schwieriger bearbeiten lässt. Das Befahren von zu nassen Flächen im Frühjahr kann schwer behebbare Strukturschäden hervorrufen, eine intensive Beweidung zerstört die Grasnarbe.

Landwirtschaftlich von weit größerer Bedeutung ist jedoch, dass sich bei verringerten Grundwasser-Flurabständen im Wurzelbereich Stauwasserhorizonte ausbilden, was letztendlich zu Wurzelfäule und Aufwuchsdepressionen führen kann. Auch der Basen-/ Säurehaushalt sowie der Stickstoffhaushalt werden durch die Sättigung des Terrains bis zur Geländeoberfläche gestört.

Mit der dauerhaften Wassersättigung nimmt die Diffusionsgeschwindigkeit von Sauerstoff im Bodenporenraum drastisch ab. Der noch vorhandene Sauerstoff wird im Boden schneller durch aerobe Mikroorganismen und Pflanzenwurzeln aufgebraucht, als Sauerstoff durch Diffusion aus der Atmosphäre nachgeliefert werden kann. Der Boden wird so zuerst suboxisch, dann anoxisch (/56/). Als Folge kommt es verstärkt zur Denitrifikation, was in der Landwirtschaft zu einem erheblichen Stickstoffverlust im Boden und letztendlich zu Ertragsdefiziten führt.

Wird während der Wachstumsperiode nicht ein bestimmter Flurabstand zum Grundwasserspiegel eingehalten, kann es in der betroffenen Landwirtschaft zu erheblichen Ertragseinbußen bis hin zu ganzen Ernteausfällen kommen. In Anlehnung an /28/ lässt sich für landwirtschaftliche Flächen ein minimaler Grenzflurabstand definieren. Der minimale Grenzflurabstand nimmt in der Reihenfolge extensives Grünland < intensives Grünland/Weide < Acker zu und entspricht im Wesentlichen dem Hauptwurzelraum, in den der Grundwasserstand ganzjährig nicht eindringen darf. Für Ackerflächen wird dieser minimale Grenzflurabstand nach /60/ mit 0,6 m unter GOK angegeben, für Grünland beträgt dieser Wert 0,2 m unter GOK. Kleinere Flurabstände lassen eine Bewirtschaftung der Fläche in ihrer aktuellen Nutzung i. d. R. nicht mehr zu.

Unter Berücksichtigung der o. g. Abstandswerte kann davon ausgegangen werden, dass eine ordnungsgemäße landwirtschaftliche Nutzung in Teilen des von Flurabstandsverringerungen betroffenen Bereiches in 2038 möglicherweise nicht mehr oder nur noch eingeschränkt umsetzbar ist. In anderen Bereichen wiederum wird

Seite 192 von 313



eine Nutzungsänderung derart stattfinden, dass anstelle von Ackerbau dann nur noch Grünlandbewirtschaftung betrieben wird.

Durch Auswertung im geografischen Informationssystem, mit Verschneidung der von /63/ erfassten Grünland- und Ackerbiotope und den von DMT für 2038 ermittelten Grundwasserflurabständen, lassen sich der Verlust an landwirtschaftlicher Nutzfläche bzw. die durch Flurabstandsverringerung bedingte Nutzungsänderung kartografisch darstellen.

Zu berücksichtigen ist, dass es nach Datenlage bereits zum Ausgangszustand in 2016 Flächenanteile gab, auf denen Grünland- oder Ackernutzung zwar betrieben wurde, eine <u>ordnungsgemäße</u> landwirtschaftliche Nutzung unter Berücksichtigung des dafür u. a. maßgeblichen Kriteriums des Grundwasserflurabstandes allerdings eigentlich nicht möglich war (s. o.). Konkret handelt es sich dabei um rd. 132 ha. Davon entfallen rd. 94,4 ha auf Grünlandstandorte und rd. 37,4 ha auf Ackerstandorte (Anlage 6). Diese Flächenanteile sind im Rahmen der Ermittlung senkungsbedingter Auswirkungen entsprechend zu berücksichtigen und zu verrechnen.

Nach Auswertung im GIS ergeben sich im Untersuchungsgebiet für den Zeitschnitt 2038 mit Gegenmaßnahmen aufgrund von Flurabstandsverringerungen folgende Auswirkungen für die Landwirtschaft (Anlage 9):

- Gegenüber dem Ausgangszustand 2016 verringert sich die Fläche, auf der eine ordnungsgemäße landwirtschaftliche Nutzung möglich ist, um insgesamt ca. 2,71 ha
- Von den 2,71 ha abgängiger landwirtschaftlicher Nutzfläche entfallen rd. 2,7 ha auf derzeitige Grünlandstandorte sowie rd. 0,01 ha auf Ackerstandorte
- Auswirkungen aufgrund von Flurabstandsvergrößerungen

Durch die Gegenmaßnahmen ergeben sich jedoch auch Flurabstandsvergrößerungen, die sich auf die Wasserversorgung der Pflanzen auswirken können. In Abhängigkeit vom Ausgangsflurabstand können Verbesserungen, Verschlechterung oder gar keine Auswirkungen auftreten. Sind die Flurabstände geringer als die minimalen Grenzflurabstände, so kann sich eine Flurabstandsvergrößerung durch die Verbesserung des Lufthaushaltes positiv auf das Pflanzenwachstum auswirken. Sinken die Grundwasserstände dagegen von einem optimalen Ausgangsflurabstand ab, können sich die Flurabstandsvergrößerungen auch negativ auf den Pflanzenertrag auswirken. Sollten die Ausgangsflurabstände bereits so groß sein, dass

Seite 193 von 313



keine Wasserversorgung der Pflanzen aus dem Grundwasser erfolgt, ist keine Ertragsbeeinflussung bei Grundwasserabsenkungen zu erwarten.

Oben stehend wurden bereits die minimalen Grenzflurabstände von 0,2 m für Grünlandnutzung und 0,6 m für Ackernutzung definiert. Auf 2,8 ha der Ackerflächen im Bereich der Flurabstandsvergrößerungen werden die Flurabstände größer als 0,6 m, und eine Verbesserung könnte eintreten. Hinsichtlich der Grünlandnutzung sind 5,7 ha von einer Vergrößerung der Flurabstände betroffen, die dort zu einer Verbesserung des Pflanzenwachstums führen könnten.

Für die Flächen mit einem besseren Ausgangsflurabstand hängt das Ausmaß einer Ertragsminderung vor allem davon ab, wie stark der Anteil des kapillaren Aufstiegs von Grundwasser an der Gesamtwasserversorgung der Pflanzen durch die Flurabstandsvergrößerung verringert wird. In /53/ werden für verschiedene Bodenarten erforderliche Grundwasserflurabstände, die aus der Addition der Mächtigkeit des Wurzelraums und der kapillaren Aufstiegshöhe resultieren, angegeben. Aufgeführt werden dabei ein Grundwasserflurabstand für eine ausreichende Wasserversorgung der Pflanzen und ein Grenzflurabstand für eine minimale Wasserversorgung der Pflanzen aus dem Grundwasser. Größere Flurabstände ermöglichen keine Wasserversorgung der Pflanzen aus dem Kapillarwasser mehr. Zu beachten ist jedoch, dass es sich um Flurabstände während der Vegetationsperiode handelt.

Für Ackernutzung werden bei Mittelsanden Flurabstände von 1,0 m für eine ausreichende Wasserversorgung und 1,5 m für eine minimale Wasserversorgung angegeben. Für Feinsande betragen die Werte 1,2 und 2,4 m und für Tone 1,2 und 2,6 m. Bei Schluffen sind die größten Flurabstände mit bis zu 1,9 und 3,7 m angegeben. Bei Grünland ist die Mächtigkeit des effektiven Wurzelraums gemäß den Autoren 0,1 bis 0,2 m geringer.

Für eine grobe Ersteinschätzung werden die Marschenböden als Ton, die Podsolböden als Mittelsand und die Moorböden als Torf betrachtet. Bei Ackernutzung werden die Flächengrößen mit Flurabständen > 1,2 m für Ton, > 1,0 m für Mittelsand und > 0,8 m für Torf ermittelt. Bei Grünlandnutzung sind Flurabstände > 1,0 m für Ton, > 0,8 m für Mittelsand und > 0,6 m für Torf betrachtet worden.

Insgesamt ergeben sich rd. 1,9 ha Ackerflächen und rd. 21,5 ha Grünlandflächen, bei denen ggf. die Wasserversorgung der Pflanzen aus dem Grundwasser verringert werden würde.



3.4.2.2.2 Landschaft

Bezug nehmend auf Abb. 38 sind für den Zeitschnitt 2038 nennenswerte Flurabstandsvergrößerungen innerhalb folgender Landschaftseinheiten zu erwarten:

- LE 05 Grünlandareal und Kavernen nördl. B426
- LE 06 Niederungsbereiche Friedeburger Tief, Emder Tief
- LE 09 Niederungsbereich Bitze

Flurabstandsverringerungen werden prognostiziert für:

- LE 01 Betriebsgelände STORAG ETZEL GmbH
- LE 02 Locker bebautes Siedlungsgebiet südwestlich Etzel
- LE 09 Niederungsbereich Bitze

Die unter Berücksichtigung von Gegenmaßnahmen zu erwartenden Flurabstandsdifferenzen bewegen sich überwiegend im Bereich von 0,10 bis 0,25 m und sind
damit i. A. so gering, dass dadurch keine signifikante Beeinträchtigung des Landschaftsbildes hervorgerufen wird. Weder die ggf. sehr kleinräumig zu verzeichnenden Geländevernässungen noch die insbesondere im Unterlauf der Schiffsbalje sowie in Teilstrecken von Bitze und Kalbsschloot gewässernah auftretenden "Abtrocknungen" werden von einem durchschnittlichen Beobachter als Veränderung des
Landschaftsbildes wahrnehmbar sein, zumal das Entwässerungssystem bereits
heute erheblichen Wasserstandsschwankungen unterliegt und z. B. zeitweise und
räumlich begrenzte Flächenvernässungen witterungsbedingt regelmäßig auftreten.
Signifikante Auswirkungen auf das Landschaftsbild sind demzufolge nicht zu erwarten.

3.4.2.2.3 Pflanzen/Biotope

Die bei Zeitschnitt 2038 von Flurabstandsänderungen betroffenen Bereiche werden durch die Biotoptypenkartierung (/63/) nahezu vollständig erfasst. Lediglich zwischen Horsten und Altgödens finden sich östlich der B 436 auch bisher nicht kartierte Flächen. Die hier zu verzeichnenden Flurabstandsvergrößerungen in einer Größenordnung von 10 - 25 cm bewegen sich allerdings innerhalb der üblichen Grundwasserstandsschwankungen und sind insgesamt zu gering, als dass sich auf den dort verbreiteten staunassen Marschenböden dadurch signifikante Änderungen der Biotopstruktur ergeben dürften.



Die im Nahbereich der Schiffsbalje ab Höhe "Harenburg" im Norden bis südlich in etwa zur Bundestraße 436 zu verzeichnenden Flurabstandsvergrößerungen in einer Größenordnung von 0,25 - 0,5 m betreffen gemäß Biotoptypenkartierung (/63/) fast ausschließlich feuchtes Intensivgrünland und Lehmäcker sowie daran angrenzende nährstoffreiche Gräben. Örtlich liegen Einzelbaumbestände sowie Gebüsche und Kleingehölze innerhalb des "Abtrocknungsbereiches". Zufallsfunde von gefährdeten Pflanzenarten werden für diesen Bereich von /63/ nicht aufgeführt.

Bei den feuchten Grünlandbiotopen können die "Abtrocknungen" zu Änderungen der Vegetationszusammensetzung dahingehend führen, dass örtlich der Anteil an Feuchtezeigern rückläufig ist. Aufgrund des flächendeckenden Vorkommens staufeuchter Mineralböden ist eine grundlegende Veränderung der Vegetationszusammensetzung aber nicht zu erwarten.

Bei der von Flurabstandsvergrößerungen betroffenen und als mäßig ausgebauter Marschbach erfassten *Schiffsbalje* und ihren Ufern sowie den unmittelbar angrenzenden Grabenbiotopen können bisher regelmäßig wasserführende oder überflutete Bereiche nunmehr dauerhaft trockenfallen. Obwohl Unterwasser- und Ufervegetation an stets wechselnde Wasserführung angepasst sind, wird sich die Vegetationszusammensetzung dahingehend verlagern, dass der Anteil an feuchten Hochstaudenfluren bzw. halbruderalen Gras- und Staudenfluren feuchter Standorte im Uferbereich insgesamt zunimmt. Gleiches gilt für Teilbereiche des Kalbsschloots, für die ebenfalls Flurabstandsvergrößerungen prognostiziert werden.

Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass im Bedarfsfall eine Sohlanhebung möglich ist, um den Wasserstand in der Schiffsbalje auf einem Niveau zu halten, das aus naturschutzfachlicher Sicht dann ohne signifikante Auswirkungen auf die Biotopstruktur ist.

Flurabstandsverringerungen betreffen lediglich das von Versiegelungs- und Rasenflächen geprägte Betriebsgelände der STORAG ETZEL sowie kleinflächige Ausuferungen im Unterlauf der Bitze, wobei letztere hinsichtlich ihrer Darstellung methodisch bedingt sind (siehe hierzu DMT 2018) und bei Zeitschnitt 2038 tatsächlich nicht auftreten werden.



3.4.2.2.4 Brutvögel

Die trotz Gegenmaßnahmen von Flurabstandsveränderungen betroffenen Bereiche sind so kleinräumig, dass sich daraus keine signifikante Beeinträchtigung der Brutvogelfauna ableiten lässt. Zudem handelt es sich i. A. um Flächen, die gemäß /21/ für Brutvögel nicht von besonderer Bedeutung sind.

Unter der Annahme des Brutplatzverlustes bei Flurabständen < 0 m käme es theoretisch zur Aufgabe je eines Brutplatzes bei Gartenrotschwanz und Mäusebussard (Abb. 54). Da es sich dabei jedoch um gehölzbrütende Arten handelt, wird eine Gefährdung aufgrund örtlicher Geländevernässungen nicht gegeben sein.

Geringfügige Abtrocknungen im Umfeld der Schiffsbalje sind ebenfalls irrelevant, da hier einerseits keine bedeutsamen Brutvogelvorkommen zu verzeichnen sind und die Eignung als Brutvogellebensraum aufgrund der Geringfügigkeit der Auswirkungen sowie der flächendeckenden Verbreitung staunasser Mineralböden erhalten bleibt.

Signifikante Auswirkungen auf Brutvögel können bis zum Zeitschnitt 2038 insofern insgesamt ausgeschlossen werden.

Seite 197 von 313



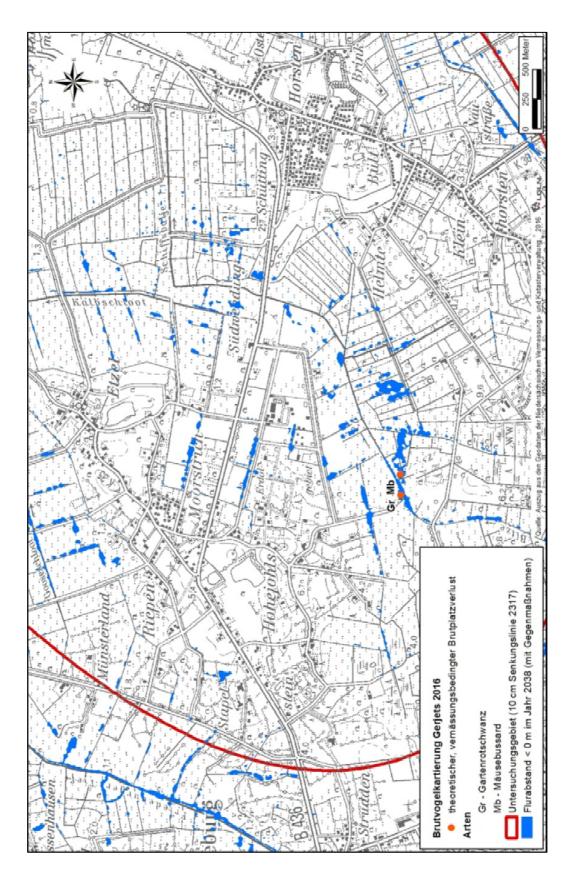


Abb. 54: Theoretische vernässungsbedingte Brutplatzverluste bei Zeitschnitt 2038 (mit Gegenmaßnahmen)



3.4.2.2.5 Rast-/Gastvögel

Von den Flurabstandsänderungen bei Zeitschnitt 2038 sind keine bedeutsamen Rast-/Gastvogellebensräume betroffen. Zudem sind die Änderungen zu kleinräumig bzw. zu gering, als dass dies zu merklichen Lebensraumverlusten oder bei Flurabstandsverringerungen ggf. auch zu Lebensraumerweiterungen führen könnte. Signifikante Auswirkungen auf Rast- und Gastvögel werden mithin ausgeschlossen.

3.4.2.2.6 Fledermäuse

Flurabstandsveränderungen finden in Bereichen statt, für die bedeutsame Vorkommen von Fledermäusen bisher nicht bekannt sind. Gemäß /63/ ist hier zwar u. a. mit dem Auftreten von Breitflügelfledermaus, Rauhautfledermaus, Abendsegler, Kleinabendsegler und Zwergfledermaus zu rechnen, dies betrifft aber ggf. nur Jagdreviere bzw. Teile davon. Quartierstandorte oder Flugstraßen wurden nicht ermittelt. Für die Fledermausfauna vergleichsweise wichtige Bereiche in Siedlungsnähe sind hingegen nicht betroffen.

Da die Biotopstruktur bei den überwiegend nur geringfügigen Flurabstandsdifferenzen zum Zeitschnitt 2038 weitgehend unverändert bleibt (s. a. Kapitel 3.4.2.2.3), wird es auch in potenziell möglichen Jagdhabitaten von Fledermäusen nicht zu Änderungen kommen. Signifikante Auswirkungen auf diese Artengruppe können dementsprechend ausgeschlossen werden.

3.4.2.2.7 Amphibien

Auf der Grundlage der Bestandserfassungen von /63/ in 2016 ergeben sich für die von Flurabstandsänderungen betroffenen Bereiche keine Hinweise auf bedeutsame Amphibienvorkommen. Gleichwohl kann aber davon ausgegangen werden, dass die Gewässerläufe von *Kalbsschloot* sowie der *Bitze* und der sich daran anschließenden *Schiffsbalje* zumindest von allgemeiner Bedeutung für diese Artengruppe sind. Nach /63/ ist dort mit dem Auftreten von Erdkröte, Seefrosch, Grasfrosch und Teichmolch zu rechnen.

Flurabstandsvergrößerungen in diesen Bereichen führen zwangsläufig zu Einschränkungen innerhalb des aquatischen Lebensraumes, wobei die Lebensraumfunktion als solche aber grundsätzlich erhalten bleibt.



Signifikante Auswirkungen auf Amphibien sind aufgrund des weitgehend amphibienunfreundlichen Ausbauzustandes der genannten Gewässer aber unwahrscheinlich. Zudem besteht die Möglichkeit, dem Absinken der Wasserstände bedarfsweise durch Anstaumaßnahmen aktiv entgegenzuwirken.

3.4.2.2.8 Heuschrecken

Hinweise auf bedeutsamere Vorkommen liegen für die von Flurabstandsveränderungen betroffenen Bereiche nach Datenlage (/63/) nicht vor. So wurden am Ufer der Bitze zwar Weißrandiger Grashüpfer, Nachtigall-Grashüpfer, Brauner Grashüpfer, Kurzflügelige Schwertschrecke, Roesels Beißschrecke, Bunter Grashüpfer und Grünes Heupferd festgestellt, dies alles sind jedoch in Niedersachsen allgemein verbreitete und häufig vorkommende Arten ohne Gefährdungsstatus. Entsprechende Vorkommen sind auch in Randlage der sonstigen betroffenen Gewässer zu erwarten.

Durch Flurabstandsvergrößerungen im Umfeld von Kalbsschloot, Schiffsbalje und Bitze vergrößert sich in deren Uferbereich auch der potenziell verfügbare Lebensraum für feuchteliebende Heuschreckenarten. Geringfügige Abtrocknungen auf angrenzenden Grünländereien bleiben ohne nennenswerten Einfluss, da auf den staunassen Mineralböden weiterhin ein vergleichsweise hoher Feuchtegrad vorherrschen wird.

Insgesamt ist nicht mit signifikanten Auswirkungen für diese Artengruppe zu rechnen.

3.4.2.2.9 Fische

Durch Abtrennung des derzeitigen Unterlaufs der *Schiffsbalje* vom *Friedeburger Tief* und Anbindung (Durchstich) der *Schiffsbalje* an den *Kalbsschloot* bis spätestens ca. 2035 wird der Wasserstand in der *Schiffsbalje* örtlich um bis zu knapp 90 cm abgesenkt. Bei gleichzeitiger Fließumkehr kommt es dadurch zu einer erheblichen Verkleinerung des Wasserkörpers und der Unterwasserböschungen. Davon betroffen sind auch angrenzende, in die Schiffsbalje entwässernde Gräben. Dementsprechend verkleinert sich auch der für die Fischfauna verfügbare Lebensund Reproduktionsraum, wobei die Lebensraumfunktion grundsätzlich aber erhalten bleibt.



Auch hier sei auf ergänzende Maßnahmen (z. B. Einbau von Wehren mit Sohlgleiten) hingewiesen, mit denen der Wasserstand z. B. in der *Schiffsbalje* bei Bedarf auf einem "fischverträglichen" Niveau gehalten und so möglichen nachteiligen Auswirkungen begegnet werden könnte.

3.4.2.2.10 Libellen

Für die Libellenfauna gelten die Ausführungen im Kapitel 3.4.2.2.9 gleichermaßen. Auch für diese Artengruppe bedeuten Abtrocknungen innerhalb und im Umfeld der Schiffsbalje den Verlust von Möglichkeiten zur Eiablage sowie eine Einschränkung der Entwicklungsmöglichkeiten für die Larven.

3.4.2.2.11 Regionales Raumordnungsprogramm Landkreis Wittmund

Die i. A. nur geringfügigen Flurabstandsänderungen im Untersuchungsgebiet bleiben hinsichtlich der hier im RROP festgelegten Ziele und Grundsätze der Raumordnung ohne signifikante Auswirkungen. Weder in den davon betroffenen Bereichen mit Vorrangfunktion für Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung, noch in Bereichen mit Vorsorgefunktionen für Landwirtschaft bzw. Natur und Landschaft (s. a. Abb. 48) kommt es zu Nutzungseinschränkungen oder Beeinträchtigungen, die diesen Belangen der Raumordnung entgegenstehen.

3.4.2.2.12 Regionales Raumordnungsprogramm Landkreis Friesland

Die prognostizierten Flurabstandsveränderungen (hier: Abstandsvergrößerungen) wirken nur im Bereich südlich Harenburg/Altgödens im Umfeld des Zulaufs *Schiffsbalje* ins *Friedeburger Tief* in den Landkreis Friesland hinein. Die Abstandsveränderungen sind auch hier nur so geringfügig und zudem kleinräumig, dass eine Einschränkung der im RROP ausgewiesenen Vorsorgefunktionen für Erholung sowie für Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung nicht erkennbar ist.

3.4.2.2.13 Landschafts(rahmen)planung

Prognostizierte Flurabstandsänderungen betreffen zu diesem Zeitpunkt im Wesentlichen die Gewässer *Schiffsbalje*, Bitze und Kalbsschloot sowie deren näheres Umfeld. Innerhalb der von Flurabstandsvergrößerungen betroffenen Bereiche sind hier ggf. Einschränkungen hinsichtlich der Sicherung und Entwicklung bedingt naturnaher Gewässerabschnitte zu berücksichtigen. Zur Vermeidung nachteiliger

Seite 201 von 313



Auswirkungen auf diese Entwicklungsziele können im Bedarfsfall allerdings ergänzende Gegen- bzw. Anstaumaßnahmen (z. B. Sohlanhebungen) vorgesehen werden.

3.4.2.2.14 Leitbild Kulturlandschaft Etzel

Die im Leitbild formulierten Anforderungen an eine zukünftige Kulturlandschaft im Großraum Etzel gehen, zumindest für die Dauer des Kavernenbetriebs, grundsätzlich von einer Trockenhaltung des Senkungsgebietes mit Hilfe bewährter wasserwirtschaftlicher Maßnahmen aus. Diesem Leitbild wird mit den geplanten Gegenmaßnahmen und den sich daraus im Untersuchungsgebiet ergebenden Flurabstandsänderungen entsprochen.

Hinsichtlich des sektoralen Leitbildes "Natur und Landschaft" (Kapitel 3.2.3.16 Leitbild "Kulturlandschaft Etzel") kann sich ein Konfliktpotenzial insofern ergeben, als sich die in den Gewässern Bitze, Schiffsbalje und Kalbsschloot zu erwartenden Flurabstandsvergrößerungen bzw. Wasserspiegelabsenkungen u. U. negativ auf die im Leitbild geforderte naturnahe Gewässerentwicklung auswirken. Durch ergänzende landschaftsplanerische oder wasserbauliche Maßnahmen können daraus resultierende Beeinträchtigungen ggf. allerdings auf ein vertretbares Maß reduziert werden.

Konflikte hinsichtlich des sektoralen Leitbildes "Landwirtschaft" ergeben sich zu diesem Zeitpunkt nicht.

3.4.3 Zeitschnitt 2060

3.4.3.1 Ergebnis der Grundwassermodellierung

Im Szenario für den Zeitschnitt 2060 (korrespondierende Gesamtsenkung seit 1973 ca. 1,6 m) sind alle Elemente der in Kapitel 3.3 beschriebenen Vorzugsvariante, auch die Anbindung des Geestrandgrabens an den Kalbsschloot über einen ca. 580 m langen Durchstich, bereits umgesetzt. Die Ergebnisse der Modellrechnung sind in Form von Flurabstandsveränderungen zum Ausgangszustand 2016 in Anlage 10 als Überblick und in Abb. 55 als Ausschnitt für den zentralen Senkungsbereich dargestellt.



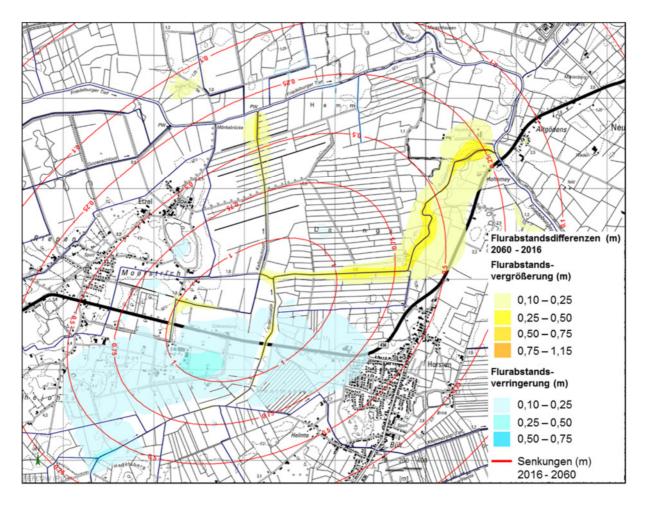


Abb. 55: Flurabstandsdifferenzen zum Zeitschnitt 2060 - Ausschnitt

Es sind Flurabstandsvergrößerungen bis ca. 1,15 m und Flurabstandsverringerungen bis ca. 0,75 m zu erwarten. Die Flurabstandsvergrößerungen sind ausschließlich im Bereich des Kalbsschloots und der Schiffsbalje zu erwarten und entsprechen weitgehend denen des Zeitschnitts 2038. Der vor 2060 neu angelegte Durchstich vom Geestrandgraben zum Kalbsschloot führt zu keinen separaten Flurabstandsvergrößerungen. Flurabstandsvergrößerungen > 0,5 m können in Anlage 10 und in der Darstellung in Abb. 55 ähnlich wie beim Zeitschnitt 2038 nicht erkannt werden. Sie befinden sich unmittelbar unter der Sohle der Schiffsbalje und des Kalbsschloots.

Die Flurabstandsverringerungen dehnen sich auf geringem Niveau im Vergleich zum Zeitschnitt 2038 auf der südlichen Flanke des Senkungstrogs aus. Die nördliche Flanke bleibt wegen der dort installierten Maßnahmen, die grundwasserabsenkend wirken, bis zu diesem Zeitschnitt zunächst frei von Flurabstandsverringerungen. Geringe Flurabstandsverringerungen < 0,25 m sind in diesem Szenario groß-



flächig von Horsten im Osten bis Hohejohls im Westen zu erwarten. Flurabstandsverringerungen > 0,25 m werden zusätzlich zu dem Bereich des Kulturwehrs westlich des Hagelsbergs nur für den Bereich des Firmensitzes der STORAG ETZEL errechnet.

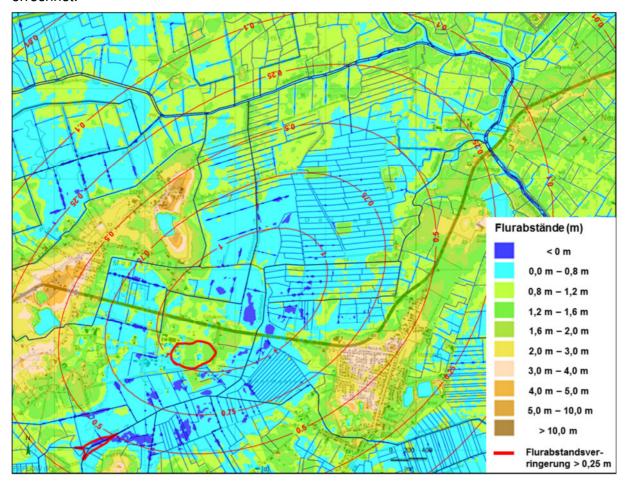


Abb. 56: Flurabstände zum Zeitschnitt 2060 - Ausschnitt

In Abb. 56 sind die für das Szenario im Zeitschnitt 2060 zu erwartenden Flurabstände in Form von Farbflächen dargestellt. Die Flurabstände entsprechen wegen der geringen Flurabstandsveränderungen weitestgehend denen des Ausgangszustands 2016. Die etwas größeren gewässernahen Grundwasserabsenkungen führen dazu, dass sich insbesondere längs des heutigen Unterlaufs der Schiffsbalje und des Unter- und Oberlaufs des Kalbsschloots doch etwas größere Flurabstände einstellen (dominierende grüne Flächen in den genannten Bereichen). Dies ist weitgehend mit der Situation im Zeitschnitt 2038 zu vergleichen. Auf der nordöstlichen Flanke des Senkungstrogs ist bereichsweise mit einer leichten Zunahme der Vernässungsflächen zu rechnen. Davon betroffen sind das Umfeld der Schiffsbalje oberhalb von km 3,0 und das Umfeld des mittleren Kalbsschloots etwa zwischen km 2,0 und km 1,0.



Zusätzlich ist in Abb. 56 der für Bebauung relevante Bereich mit Flurabstandsverringerungen > 0,25 m dargestellt. Zusätzlich zu dem als unkritisch einzustufenden Bereich des Kulturwehrs an der Bitze ist im Zeitschnitt 2060 der Bereich des Firmensitzes der STORAG ETZEL hinzugekommen. Er ist weitestgehend mit Bürogebäuden und industriellen Anlagen bebaut und weist schon heute geringe Flurabstände < 2,0 m oder sogar < 1,5 m auf. Es ist also in den kommenden Jahrzehnten darauf zu achten, wie sich die Flurabstände in diesem Bereich entwickeln. Es stehen verschiedene mögliche Maßnahmen wie z. B. die Errichtung zusätzlicher Gräben zur Verfügung, um die Flurabstände im heutigen Niveau zu stabilisieren. Für das Szenario des Zeitschnitts 2060 wird die Wirksamkeit solcher Maßnahmen gerade auch für das Firmengelände der STORAG ETZEL belegt.

3.4.3.2 Bewertung hinsichtlich ausgewählter Schutzgüter, Nutzungen und Planungen

3.4.3.2.1 Boden (einschl. landwirtschaftlicher Nutzung)

Bodentypen

Flurabstandsverringerungen von 0,5 bis 0,74 m treten wieder nur kleinräumig entlang der Bitze auf und betreffen Erdniedermoorböden. Ganz punktuell sind noch Kleimarschböden am Kalbsschloot betroffen. Der Anteil an Flächen mit Flurabstandsverringerungen von 0,25 bis 0,5 m ist wie auch schon im Zeitschnitt 2038 etwas größer. Entlang der Bitze sind Erdniedermoor, Gley mit Erdniedermoorauflage und untergeordnet auch Pseudogley betroffen. Im Bereich des Kavernenspeichergeländes sind vor allem Gley mit Erdniedermoorauflage und untergeordnet Podsol betroffen.

Kleinräumig sind entlang des Friedeburger Tiefs und des Horster Schloots auch Marschenböden betroffen (MN//MO, MN, MC). Der Hauptteil der Flurabstandsverringerungen wird jedoch zwischen 0,10 und 0,25 m betragen. Hier sind auch verstärkt terrestrische Böden (rd. 47 %) betroffen (E//P, G-P, P, P-S, S).

Als hydromorphen Böden sind wie gehabt Niedermoorböden (HNv, MN/HN, YUhn), Gleyböden (G, HNv/G, MN/P-G, P-G) und Marschenböden zu nennen (MN, MN/MO, MK, MC). Im ausgewiesenen Bereich der Flurabstandsverringerungen nimmt der Anteil an Flächen mit Flurabständen < 0,4 m im Bereich der Niedermoorböden (HNv, YUhn, MN/HN) von rd. 41 % auf rd. 62 % zu.

Seite 205 von 313



Bei den Marschenböden (MC, MN, MN//MO, MK) nimmt der Flächenanteil mit Flurabständen < 0,4 m von 29 % auf 41 % zu. Bei den Gleyböden (G, HNv/G, P-G, MN/P-G) steigt der Flächenanteil von rd. 8 % im Ausgangszustand auf nunmehr 15 %. Hinsichtlich der Podsolböden (P, E//P, G-P) steigt der Flächenanteil mit Flurabständen < 0,8 m von rd. 16 auf 26 %.

Neben Flurabstandsverringerungen kommt es auch zu Flurabstandsvergrößerungen. Flurabstandsvergrößerungen von 0,75 bis 1,14 m treten dabei nur sehr kleinräumig am nördlichen Teil der Schiffsbalje und des Kalbsschloots auf. Betroffen sind davon die Bodentypen Kleimarsch, Gley, Niedermoor mit Kleimarschauflage und Plaggenesch unterlagert von Podsol.

Auch die Flurabstandsvergrößerungen von 0,50 bis 0,75 m betreffen weiterhin nur einen schmalen Streifen entlang der Schiffsbalje und dem Kalbsschloot. Zusätzlich ist der Bodentyp Kleimarsch unterlagert von Organomarsch und geringfügig auch der Bodentyp Kalkmarsch betroffen.

Einen flächenmäßig größeren Bereich nehmen die Flurabstandsvergrößerungen von 0,25 bis 0,50 m ein. Betroffen sind Marschenböden (MC, MN, MN//MO), Gleyböden (G, HNv/G), Niedermoorböden (HNv, MN/HN, YUhn) sowie Podsolböden (P, E//P, G-P). Den weitaus größten Anteil nehmen insgesamt wieder die Flurabstandsvergrößerungen von 0,10 bis 0,25 m ein, wobei rd. 67 % davon hydromorphe Böden sind. Zusätzlich zu den bisher genannten Bodentypen sind davon Plaggenesche unterlagert von Braunerde, Podsol-Gley mit Kleimarschauflage sowie Erdniedermoor mit Sanddeckkultur betroffen.

Insgesamt zeigt sich, dass hinsichtlich der Bereiche mit Flurabständen < 0,4 m der Flächenanteil bei den Gleyböden (G, HNv/G, MN/P-G) um 9 % von 36 % auf 27 % im Jahr 2060 abnimmt. Bei den Niedermoorböden (HNv, YUhn, MN/HN, YD/HNv) nimmt der Flächenanteil sogar von 29 % im Ausgangszustand auf 10 % ab. Bei den Marschenböden (MC, MN, MN//MO) nimmt der Flächenanteil um rd. 9 % auf 3 % ab.

Nochmals werden die Unterschiede größer, wenn die Flächenanteile mit Flurabständen < 0,8 m betrachtet werden. Betrug der Flächenanteil bei den Niedermoorböden im Ausgangszustand 62 % sind es im Jahr 2060 nur noch 47 %. Bei den Marschenböden nimmt der Flächenanteil von 37 % auf 21 % ab und bei den Gleyböden von 61 % auf 41 %. Hinsichtlich der Podsolböden (P, E//P, G-P) nimmt der Flächenanteil mit Flurabständen < 0,8 m von 12 auf 8 % ab. Der Flächenanteil mit Flurabständen > 2,0 m steigt von 27 % auf 31 %.

Seite 206 von 313



Auch außerhalb des Untersuchungsgebietes treten Flurabstandsvergrößerungen zwischen 0,1 und 0,25 m auf. Dies betrifft mehrheitlich Podsolböden mit Flurabständen, die schon im Ausgangzustand größer als 2,0 m sind. Untergeordnet sind z. B. entlang der Bitze aber auch Erdniedermoor und Gley mit Niedermoorauflage betroffen.

Schutzwürdige/seltene Böden

Von den Flurabstandsverringerungen bzw. -vergrößerungen > 0,1 m sind keine schutzwürdigen Böden betroffen.

Sulfatsaure Böden

Von den Flurabstandsverringerungen > 0,1 m sind auf einem Flächenanteil von rd. 25 % potentiell sulfatsaure Böden betroffen. Wie schon in Kapitel 3.2.3.1 (Vorkommen sulfatsaurer Böden) ausgeführt, werden durch die Flurabstandsverringerung die Pyritoxidation und eine damit einhergehende Versauerung des Bodens langfristig vermieden.

Von den Flurabstandsvergrößerungen > 0,1 m sind auf einem Flächenanteil von rd. 61 % potentiell sulfatsaure Böden betroffen. Davon entfallen rd. 50 % auf die Stufe GR 1C, mit einer hohen bis sehr hohen Wahrscheinlichkeit des Auftretens von potenziell sulfatsaurem Material. 40 % werden der Klasse GR 2B zugeordnet, der eine örtlich mittlere bis hohe Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von potenziell sulfatsauren Sedimenten zugesprochen wird. Untergeordnet sind die Stufen GR 1A, GR 1B, GR 2A und GR 3B betroffen.

Wie bereits in Kapitel 3.2.3.1 (Vorkommen sulfatsaurer Böden) dargelegt, besteht bei Luftkontakt die Möglichkeit einer Versauerung des Bodens auf pH < 4,0, aus der Pflanzenschäden und eine erhöhte Schwermetallverfügbarkeit bzw. -löslichkeit resultieren können. Bei den betroffenen Böden der Stufe GR 1C werden zu rd. 81 % Flurabstandsvergrößerungen zwischen 0,1 und 0,25 m ausgewiesen, die noch im Bereich der natürlichen Grundwasserschwankung liegen. Im Bereich der Stufe GR 2B werden die Flurabstandsvergrößerungen zu rd. 72 % zwischen 0,1 und 0,25 m betragen. Signifikante Auswirkungen auf sulfatsaure Böden sind mithin nicht zu erwarten.

Seite 207 von 313



Landwirtschaftliche Bodennutzung

Für den Zeitschnitt 2060 mit Gegenmaßnahmen ergeben sich weiterhin Auswirkungen für die Landwirtschaft im Untersuchungsgebiet durch Flurabstandsverringerungen. Nach Auswertung im GIS stellen sie sich gemäß der in Kapitel 3.4.2.2.1 dargelegten Rahmenbedingungen wie folgt dar (vgl. Anlage 11):

- Gegenüber dem Ausgangszustand 2016 verringert sich die Fläche, auf der eine ordnungsgemäße landwirtschaftliche Nutzung möglich ist, um insgesamt ca. 15,2 ha
- Von den 15,2 ha abgängiger landwirtschaftlicher Nutzfläche entfallen rd.
 13,2 ha auf derzeitige Grünlandstandorte sowie rd. 2 ha auf Ackerstandorte
- Auf rd. 3,9 ha ehemaliger Moorackerstandorte wird nur noch eine Grünlandnutzung möglich sein

Durch die Gegenmaßnahmen ergeben sich jedoch auch wieder Flurabstandsvergrößerungen, die sich auf die Wasserversorgung der Pflanzen auswirken können. Dadurch bedingte Verbesserungen der landwirtschaftlichen Nutzbarkeit stellen sich gemäß der in Kapitel 3.4.2.2.1 dargelegten Rahmenbedingungen wie folgt dar:

- Gegenüber dem Ausgangszustand 2016 vergrößert sich die Fläche, auf der eine ordnungsgemäße landwirtschaftliche Nutzung möglich ist, um ca. 6,8 ha
- Von den rd. 6,8 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche entfallen rd. 4,2 ha auf Grünlandstandorte und rd. 2,6 ha auf Ackerstandorte

Durch Flurabstandsvergrößerungen bedingte Beeinträchtigungen der landwirtschaftlichen Nutzung sind gemäß den in Kapitel 3.4.2.2.1 genannten Bedingungen wie folgt zu erwarten:

- Gegenüber dem Ausgangszustand 2016 vergrößert sich die Fläche, auf der eine gute Wasserversorgung der Pflanzen aus dem Grundwasser verringert wird, um rd. 21,1 ha
- Von den rd. 21,1 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche entfallen rd. 19,3 ha auf Grünlandstandorte und rd. 1,8 ha auf Ackerstandorte

Im Übrigen wird auf die themenspezifischen Ausführungen im Kapitel 3.4.2.2.1 Bezug genommen, die auch für den hier zu betrachtenden Zeitschnitt weiterhin gültig sind.



3.4.3.2.2 Landschaft

Bei Zeitschnitt 2060 sind im Vergleich zu 2038 zusätzlich folgende Landschaftseinheiten von nennenswerten Flurabstandsvergrößerungen betroffen (Abb. 38):

- LE 07 Ortslagen Horsten und Kleinhorsten
- LE 08 Wallheckengebiet westlich Horsten
- LE 10 Betriebsgelände und Gewässer Quarzwerke Marx,
- LE 14 Niederungsbereiche Reepsholter Tief, Friedeburger Tief

Sehr kleinflächige Flurabstandsverringerungen sind zudem zu erwarten für:

LE 04 - Ortslage Etzel

Die Flurabstandsdifferenzen bewegen sich aber weiterhin innerhalb eines Bereiches, der von einem durchschnittlichen Beobachter nicht als signifikante Veränderung des Landschaftsbildes wahrnehmbar sein wird. Insofern ist diesbezüglich auf die Ausführungen zum Zeitschnitt 2038 zu verweisen.

3.4.3.2.3 Pflanzen/Biotope

Für die von Flurabstandsvergrößerungen betroffenen Gewässerabschnitte des Kalbsschloot, der Bitze sowie der Schiffsbalje ist den Ausführungen gemäß Kapitel 3.2.3.3 nichts hinzuzufügen. Bei Zeitschnitt 2060 treten jedoch nun auch im südlichen Untersuchungsgebiet und darüberhinausgehend erstmalig großflächigere Abtrocknungsbereiche hinzu.

Diese Bereiche werden durch die Kartierung von /63/ nicht mehr erfasst, so dass hier keine aktuellen Daten zum Biotoptypeninventar vorliegen. Allerdings liegen Ergebnisse einer landesweiten Biotoptypenkartierung der niedersächsischen Umweltverwaltung vor, die - wenngleich veraltet (Stand 08/1999) -, dem Gebiet in Teilen eine besondere naturschutzfachliche Bedeutung attestieren. So wurden hier seinerzeit z. T. gefährdete Pflanzen- und Gehölzarten sowie grundwasserabhängige Biotoptypen (u. a. Feuchtgebüsche) ermittelt. Die dargestellten Bereiche sind Flächen mit landesweiter Bedeutung für den Arten- und Ökosystemschutz sowie den Schutz erdgeschichtlicher Landschaftsformen, die zum Zeitpunkt der Kartierung aus Sicht der Fachbehörde für Naturschutz schutzwürdig waren.



Auswirkungen auf diese Biotopstrukturen sind aufgrund der Geringfügigkeit der Flurabstandsvergrößerung (10 - 25 cm) vermutlich nicht signifikant, können aber auch nicht gänzlich ausgeschlossen werden, zumal wegen der Trinkwassergewinnung im hier überlagernden Wasserschutzgebiet Kleinhorsten und Grundwasserentnahmen im Zuge von Bodenabbau u. U. kumulativ wirksame Einflussgrößen auftreten können.

Flurabstandsverringerungen, die sich im Umfeld der Betriebsflächen der STORAG ETZEL ausbreiten, sind ebenfalls nur geringfügig (10 - 25 cm), so dass auch hier, bei überwiegendem Vorkommen von Grünland- und Ackerbiotopen, i. A. von nur unwesentlichen Auswirkungen ausgegangen werden kann. Der Kompensationsflächenpool "Bitzenland/Moormaaten", dessen Zielkonzept u. a. die Herrichtung von Feucht- und Nassgrünland für den Wiesenvogelschutz vorsieht, wird von den Flurabstandsverringerungen sogar profitieren können.

3.4.3.2.4 Brutvögel

Aufgrund der Flurabstandsverringerungen nördlich der B 436 sind nunmehr auch Bereiche betroffen, die für die Brutvogelfauna von aktueller wenngleich noch untergeordneter Bedeutung sind. Die örtlich auftretenden, temporären Vernässungen sind weiterhin sehr kleinräumig und nicht geeignet, sich nachteilig auf das Brutverhalten merklich auszuwirken. Im Gegenteil ist hier mit einer Attraktivitätssteigerung insbesondere für Wiesenvögel zu rechnen.

Rein theoretisch könnten die Vernässungen zur Aufgabe von insgesamt vier der von /21/ ermittelten Brutplätze führen. Davon betroffen wären wiederum die gehölzbrütenden Arten Gartenrotschwanz und Mäusebussard (Kapitel 3.4.2.2.4) sowie jetzt auch jeweils ein Brutplatz von Kiebitz und Brandgans (Abb. 57).

Die ansonsten im Untersuchungsgebiet zu verzeichnenden Flurabstandsvergrößerungen betreffen nach Datenlage keine für Brutvögel bedeutsamen Bereiche und sind zudem so geringfügig, dass ein ggf. bestehendes Potenzial als Brutvogellebensraum dadurch nicht signifikant beeinträchtigt wird.

Seite 210 von 313



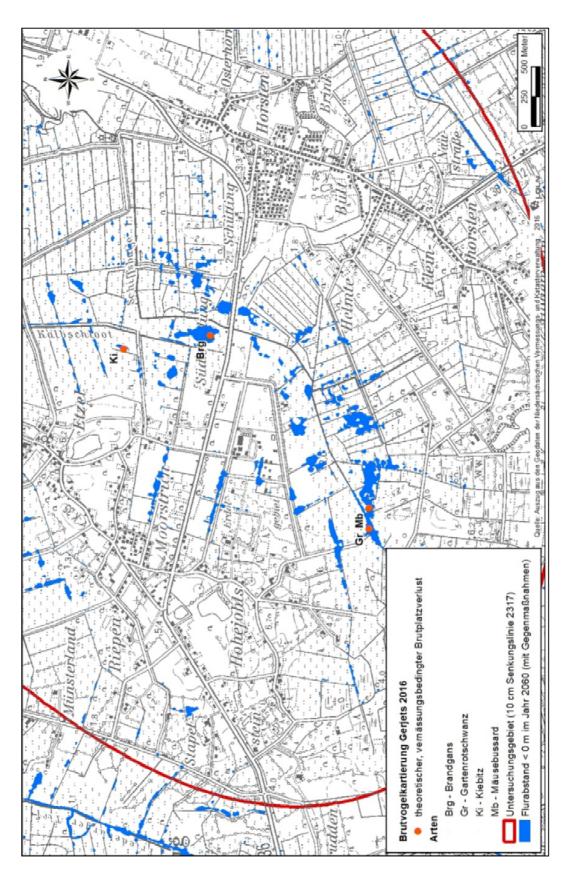


Abb. 57: Theoretische vernässungsbedingte Brutplatzverluste bei Zeitschnitt 2060 (mit Gegenmaßnahmen)

Seite 211 von 313



3.4.3.2.5 Rast-/Gastvögel

Die von /21/ erfassten wertvolleren Rast-/Gastvogellebensräume (Kapitel 3.2.3.5 sowie Abb. 42 und Abb. 43) sind von Flurabstandsveränderungen nicht betroffen bzw. werden allenfalls peripher tangiert. Bei i. A. nur geringen Flurabstandsdifferenzen sind signifikante nachteilige Auswirkungen nicht zu erwarten.

Flurabstandsverringerungen im Grünlandareal nördlich der B 436 können dort bei zu erwartenden kleinflächigen und temporären Vernässungen ggf. zur Attraktivitätssteigerung für die Rast-/Gastvogelfauna beitragen.

3.4.3.2.6 Fledermäuse

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2038.

3.4.3.2.7 Amphibien

In den bei Zeitschnitt 2060 im südlichen Untersuchungsgebiet betroffenen Bereich von Flurabstandsvergrößerungen fällt auch ein Kleinweiher im Biotopkomplex "Zwei Berge". Bei den Bestandserfassungen von /63/ wurde dieses naturnahe Gewässer als einziges mit einer sehr hohen Bedeutung für Amphibien ausgewiesen. Hier wurden neben Erdkröte, Seefrosch, Grasfrosch, Teichfrosch, Wasserfrosch und Teichmolch auch die in Niedersachsen und auch bundesweit gefährdeten bzw. stark gefährdeten Arten Moorfrosch und Kreuzkröte festgestellt. Aufgrund der hier nur geringfügigen Flurabstandsveränderungen im Bereich von 10-25 cm sind signifikante Beeinträchtigungen dieses Gewässers zwar nicht zu erwarten, können aber auch nicht gänzlich ausgeschlossen werden, zumal aufgrund der Lage innerhalb des Trinkwassergewinnungsgebietes Kleinhorsten und im Umfeld von großflächiger Nassabbautätigkeit mit kumulativen Wirkungen gerechnet werden muss. Da die o. g. Wertigkeiten allerdings festgestellt wurden, nachdem Wassergewinnung und Bodenabbau bereits langjährig erfolgten, ist der Einfluss dieser Nutzungen hier aber offenbar nur sehr gering.

Hinsichtlich sonstiger Bereiche im Untersuchungsgebiet ergeben sich wesentliche Änderungen gegenüber der Auswirkungsprognose für den Zeitschnitt 2038 nicht. Aufgrund der nunmehr großflächigeren Flurabstandsverringerungen und der damit



örtlich verbundenen Erhöhung des Feuchtegrades insbesondere auf Grünlandflächen kann auf solchen Flächen allerdings i. A. von einer Verbesserung der Habitatqualität für die Artengruppe ausgegangen werden.

3.4.3.2.8 Heuschrecken

Für die im südlichen Untersuchungsgebiet erstmalig auftretenden "Abtrocknungsflächen" liegen keine konkreten Erfassungsdaten vor, Anhand der nächstgelegenen Probestrecken kann jedoch auf das potenziell vorhandene Arteninventar geschlossen werden. So wurden von /12/ beispielsweise im östlich der Ortschaft Marx gelegenen Wallheckengebiet i. A. nur wenige, überwiegend ubiquitäre und nicht in den Roten Listen geführte Heuschreckenarten ermittelt.

Allerdings kamen innerhalb einer beprobten feuchten Grünlandfläche mit Binsensenke auch lokal seltenere Arten vor, so dass den feuchten Grünflächen hier eine vergleichsweise hohe Bedeutung als Heuschreckenlebensraum zuzuordnen ist. Insofern kann nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden, dass die für dieses Gebiet prognostizierten - wenngleich nur sehr geringen - Flurabstandsvergrößerungen zu Beeinträchtigungen dieser Artengruppe führen, zumal auch hier ggf. kumulative Wirkungen durch Trinkwasserentnahme und Bodenabbau zu berücksichtigen sind. Wesentliche Änderungen gegenüber der Auswirkungsprognose für den Zeitschnitt 2038 ergeben sich ansonsten nicht. Aufgrund der nunmehr großflächigeren Flurabstandsverringerungen und der damit örtlich verbundenen Erhöhung des Feuchtegrades, insbesondere auf Grünlandflächen, kann hier allerdings i. A. von einer Verbesserung der Habitatqualität für die von Bestandsrückgängen besonders betroffenen feuchteliebenden Heuschreckenarten ausgegangen werden.

3.4.3.2.9 Fische

Die im südlichen Untersuchungsgebiet vor allem aufgrund früherer aber auch aktueller Nassabbautätigkeit verbreitet auftretenden Stillgewässer sind für die Fischfauna von außerordentlicher Bedeutung. Ein Absinken der Wasserstände derart, dass dadurch die Lebensraumfunktionen für Fische wesentlich eingeschränkt würde, ist aber nicht zu erwarten.

Unmittelbar nördlich und südlich der B 436 ist aufgrund prognostizierter weiterer Flurabstandsverringerungen im dort vorhandenen Entwässerungssystem i. A. von positiven Einflüssen auf die Fischfauna auszugehen.



Insgesamt können erhebliche Beeinträchtigungen aufgrund der Geringfügigkeit der Abstandsänderungen u. E. ausgeschlossen werden.

3.4.3.2.10 Libellen

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2038.

Im Übrigen kann auf die Ausführungen zur Fischfauna (s. o.) verwiesen werden.

3.4.3.2.11 Regionales Raumordnungsprogramm Landkreis Wittmund

Die im südlichen Untersuchungsgebiet und darüberhinausgehend prognostizierten Flurabstandsvergrößerungen betreffen dort ausgewiesene Vorsorgegebiete für Landwirtschaft, Natur und Landschaft sowie Erholung. Zudem einen Bereich zur Beseitigung von Bodenbelastungen (Kapitel 3.2.3.12).

Hinsichtlich im RROP festgelegter Ziele der Raumordnung sind hier außerdem das Trinkwasserschutzgebiet Kleinhorsten sowie nördlich des Quarzwerkes Marx ein Gebiet mit Vorrangfunktion für Natur und Landschaft betroffen.

Bei den nur sehr geringfügigen Flurabstandsvergrößerungen im Bereich von 10 - 25 cm sind signifikante Auswirkungen auf Ziele und Grundsätze der Raumordnung i. A. nicht zu erwarten. Hinsichtlich des im Süden des Untersuchungsgebietes ausgewiesenen Vorranggebietes für Natur und Landschaft sollte jedoch näher überprüft werden, ob bzw. inwiefern möglicherweise kumulative Wirkungen im Zusammenhang mit dem Bodenabbau oder der Trinkwasserförderung hier ggf. doch zu naturschutzfachlich signifikanten Absenkungen führen können.

Im Übrigen kann auf die Ausführungen zum Zeitschnitt 2038 verwiesen werden.

3.4.3.2.12 Regionales Raumordnungsprogramm Landkreis Friesland

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2038.

3.4.3.2.13 Landschafts(rahmen)planung

Die in Zunahme begriffenen Flurabstandsverringerungen innerhalb der Raumeinheit Etzeler Marsch sind mit dem dort festgelegten landschaftsplanerischen Ziel des Erhalts und der Entwicklung von Grünlandgebieten (extensives Feucht- und Nassgrünland) mit Vorrangfunktion als Lebensraum für Wat- und Wiesenvögel grundsätzlich vereinbar.



Im südlichen Untersuchungsgebiet entstehende Bereiche mit Flurabstandsvergrößerungen betreffen die Raumeinheit der Friedeburger Geest (Kapitel 3.2.3.14). Für diese formuliert der Landschaftsrahmenplan des Landkreises Wittmund hier im Wesentlichen folgende Schutz-, Pflege- und Entwicklungsziele:

- Gebiet zum Erhalt und zur Entwicklung großräumiger Geestareale mit besonderer Vielfalt, Eigenart und Schönheit
- Erhalt, Pflege und Entwicklung überwiegend kleinstrukturiert erhaltener alter Wallheckenkerngebiete
- Erhalt und Entwicklung naturnaher Stillgewässer, Freihalten von Erholungsnutzung, Erstellen von Pflegekonzepten

Bei nur sehr geringfügigen Abstandsdifferenzen in einer Größenordnung von 10 - 25 cm sind signifikante Auswirkungen auf die in der Landschaftsrahmenplanung für dieses Gebiet formulierten Zielvorstellungen aber nicht zu erwarten.

Im Übrigen ist auf die Ausführungen zum Zeitschnitt 2038 zu verweisen.

3.4.3.2.14 Leitbild Kulturlandschaft Etzel

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2038.

In Teilbereichen zunehmenden Flurabstandsverringerungen und örtlichen Vernässungen kann bedarfsweise durch ergänzende Gegenmaßnahmen (z. B. Grabenertüchtigung, Grabenneuanlagen) zeitnah begegnet werden.

3.4.4 Zeitschnitt 2080

3.4.4.1 Ergebnis der Grundwassermodellierung

Im Szenario für den Zeitschnitt 2080 (korrespondierende Gesamtsenkung seit 1973 ca. 2,06 m) sind wie beim Zeitschnitt 2060 alle Elemente der Vorzugsvariante zur Trockenhaltung des Senkungstrogs umgesetzt. Zur Verhinderung unakzeptabler Flurabstandsverringerungen im Bereich des Firmensitzes der STORAG ETZEL, Moormaaten und Horsten wurden für diese Bereiche weitere Maßnahmen an vorhandenen Gewässern wie z. B. Sohlräumungen und Grabeneintiefungen in dem Szenario berücksichtigt. Diese weiteren Maßnahmen sind in Anlage 12 zu erken-



nen. Die Ergebnisse der Modellrechnung sind in Form von Flurabstandsveränderungen zum Ausgangszustand 2016 in Anlage 12 als Überblick und in Abb. 58 als Ausschnitt für den zentralen Senkungsbereich dargestellt.

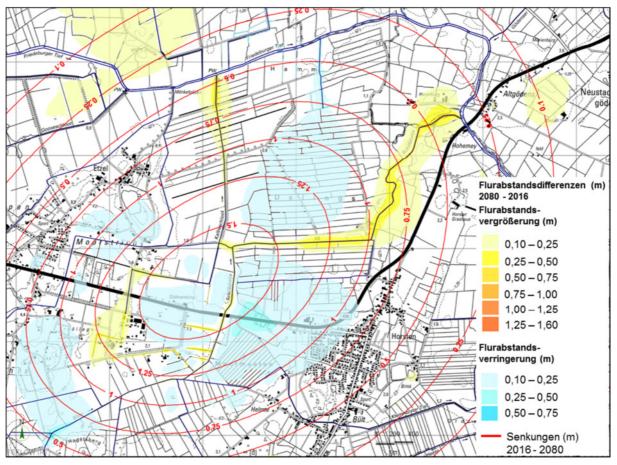


Abb. 58: Flurabstandsdifferenzen zum Zeitschnitt 2080 - Ausschnitt

Es sind Flurabstandsvergrößerungen bis ca. 1,6 m und Flurabstandsverringerungen bis ca. 0,75 m zu erwarten. Flurabstandsvergrößerungen > 0,25 m werden wie in den bisherigen Zeitschnitten für den Unterlauf der Schiffsbalje und den Kalbsschloot errechnet. Hinzukommen nun noch sehr kleinräumige Flurabstandsvergrößerungen an einigen mit weiteren Maßnahmen versehenen Gräben in der Umgebung des Firmensitzes der STORAG ETZEL wie z. B. dem Oberlauf des Kalbsschloots. Daneben sind, wie in der Einleitung zu Kapitel 3.4 bereits generell beschrieben, Flurabstandsvergrößerungen < 0,25 m an den Rändern des Senkungstrogs zu erwarten. Hierbei handelt es sich überwiegend um Flurabstandsvergrößerungen kaum > 0,1 m. Wie auch bei den beiden weiteren Zeitschnitten 2100 und 2120 sind in diesem Zusammenhang der Norden, der Osten und insbesondere der Süden zu nennen. Die deutliche und mit den Senkungen zunehmende Ausdehnung

Kavernenspeicher Etzel Auswirkungsanalyse für insgesamt 99 Kavernen DMT-Bearbeitungs-Nr.: GEE5-2016-00558 22.11.2018

Seite 216 von 313



der Flurabstandsvergrößerungen am südlichen Rand des Senkungstrogs hängt damit zusammen, dass in dieser Richtung wegen der dortigen Geestbereiche kein engmaschiges Gewässersystem vorhanden ist, das die Flurabstände im heutigen Zustand stabilisieren könnte. Flurabstandsvergrößerungen > 0,5 m können in Anlage 12 und in der Darstellung in Abb. 58 ähnlich wie beim Zeitschnitt 2060 nicht erkannt werden. Sie befinden sich unmittelbar unter der Sohle der Schiffsbalje und des Kalbsschloots.

Flurabstandsverringerungen ergeben sich nur für den Bereich mit Senkungen > 0,5 m. Sie bilden keine geschlossene Fläche, sondern sie sind in einzelne Flächen aufgeteilt, die durch die mit Maßnahmen versehenen Gewässer getrennt sind. Weit überwiegend sind von den Flurabstandsverringerungen Freiflächen betroffen. Flurabstandsverringerungen > 0,25 m werden zusätzlich zu dem Bereich des Kulturwehrs westlich des Hagelsbergs nur für einen Bereich beidseitig der Bundesstraße B436 zwischen Horsten und dem Firmensitz der STORAG ETZEL errechnet. Die o. g. über die Vorzugsvariante zur Trockenlegung des Senkungstrogs hinausgehenden Maßnahmen an vorhandenen Gewässern im Umfeld des Firmensitzes der STORAG ETZEL sorgen dafür, dass in diesen Bereichen trotz der zunehmenden Senkungen nur geringe Flurabstandsverringerungen < 0,25 m zu erwarten sind. Diese Maßnahmen sind so wirksam, dass sie die Flurabstände weitestgehend im heutigen Niveau stabilisieren. Auch die für den Zeitschnitt 2060 noch im Bereich des Firmensitzes der STORAG ETZEL errechneten Flurabstandsverringerungen > 0,25 m werden durch diese Maßnahmen auf ein Maß um 0,1 m reduziert.

In Abb. 59 sind die für das Szenario im Zeitschnitt 2080 zu erwartenden Flurabstände in Form von Farbflächen dargestellt. Die Flurabstände entsprechen wegen der geringen Flurabstandsveränderungen weitestgehend denen des Ausgangszustands 2016. Die etwas größeren gewässernahen Grundwasserabsenkungen führen dazu, dass sich insbesondere längs des heutigen Unterlaufs der Schiffsbalje und des Unter- und Oberlaufs des Kalbsschloots doch etwas größere Flurabstände einstellen (dominierende grüne Flächen in den genannten Bereichen). Dies ist weitgehend mit der Situation im Zeitschnitt 2060 zu vergleichen. Die leichte Tendenz einer Ausweitung der Vernässungsflächen im Umfeld der Schiffsbalje oberhalb von km 3,0 und des mittleren Kalbsschloots etwa zwischen km 2,0 und km 1,0 setzt sich fort.

Seite 217 von 313

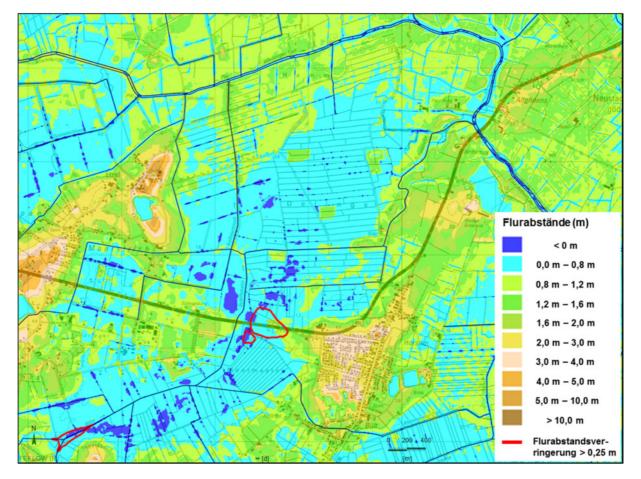


Abb. 59: Flurabstände zum Zeitschnitt 2080 - Ausschnitt

Zusätzlich ist in Abb. 59 der für Bebauung relevante Bereich mit Flurabstandsverringerungen > 0,25 m dargestellt. Zusätzlich zu dem als unkritisch einzustufenden Bereich des Kulturwehrs an der Bitze ist im Zeitschnitt 2080 ein Bereich beidseitig der Bundesstraße B436 zwischen Horsten und dem Firmensitz der STORAG ETZEL hinzugekommen. Da er frei von Bebauung ist, kann das Szenario für den Zeitschnitt 2080 insgesamt als unkritisch im Hinblick auf Bebauungen eingestuft werden.

3.4.4.2 Bewertung hinsichtlich ausgewählter Schutzgüter, Nutzungen und Planungen

3.4.4.2.1 Boden (einschl. landwirtschaftlicher Nutzung)

Bodentypen

Flurabstandsverringerungen von 0,5 bis 0,74 m treten auch im Zeitschnitt 2080 mit Gegenmaßnahmen wieder nur kleinräumig entlang der Bitze und des Horster

Seite 218 von 313



Schloots auf und betreffen Erdniedermoor- bzw. Marschenböden (MN, MN//MO). Ganz punktuell sind noch Kleimarschböden am Friedeburger Tief betroffen.

Der Anteil an Flächen mit Flurabstandsverringerungen von 0,25 bis 0,5 m ist wie auch schon in den vorherigen Zeitschnitten etwas größer. Hauptsächlich sind davon hydromorphe Böden, wie Niedermoor (HNv, MN/HN), Marschen (MC, MK, MN, MN//MO) und Gley (HNv/G), betroffen. Es sind aber auch terrestrische Böden (E//P, G-P) betroffen.

Der Hauptteil der Flurabstandsverringerungen wird jedoch wieder zwischen 0,10 und 0,25 m betragen. Der Anteil an terrestrischen Böden (E//P, G-P, P, P-S, S) beträgt rd. 37 %. Als hydromorphe Böden sind wie gehabt Niedermoorböden (HNv, MN/HN, YUhn), Gleyböden (G, HNv/G, MN/P-G, P-G) und Marschenböden zu nennen (MN, MN//MO, MK, MC).

Im ausgewiesenen Bereich der Flurabstandsverringerungen nimmt der Anteil an Flächen mit Flurabständen < 0,4 m im Bereich der Niedermoorböden (HNv, YUhn, MN/HN) von rd. 61 % auf rd. 79 % zu. Bei den Marschenböden (MC, MN, MN/MO, MK) nimmt der Flächenanteil mit Flurabständen < 0,4 m von 34 % auf 63 % zu. Bei den Gleyböden (G, HNv/G, P-G, MN/P-G) steigt der Flächenanteil von rd. 18 % im Ausgangszustand auf nunmehr 27 %. Hinsichtlich der Podsolböden (P, E//P, G-P) steigt der Flächenanteil mit Flurabständen < 0,8 m von rd. 4 % auf 18 %.

Neben Flurabstandsverringerungen kommt es auch wieder zu Flurabstandsvergrößerungen. Die größten Flurabstandsvergrößerungen von 1,25 bis 1,62 m treten nur sehr kleinräumig am Pumpwerk Kalbsschloot im Bereich der Kleimarsch auf. Auch die Flurabstandsvergrößerungen von 0,5 bis 1,25 m treten vor allem entlang der Schiffsbalje und des Kalbsschloots auf. Betroffen sind vor allem hydromorphe Böden (MN, MN/HN, G, HNv, MN//MO, HNv/G, MC). Untergeordnet werden aber auch terrestrische Podsolböden berührt (E//P, P). Die Flurabstandsvergrößerungen von 0,50 bis 0,75 m betreffen ebenfalls nur einen schmalen Streifen entlang von Gewässern. Zusätzlich sind die Bodentypen Gley-Podsol und Tiefumbruchboden aus Niedermoor betroffen.

Einen flächenmäßig größeren Bereich nehmen, wie schon in den vorherigen Zeitschnitten, die Flurabstandsvergrößerungen von 0,10 bis 0,25 m ein, wobei rd. 57 % davon hydromorphe Böden sind. Zusätzlich zu den bisher genannten Bodentypen sind davon Plaggenesche unterlagert von Braunerde, Knickmarsch, Podsol-Gley mit Kleimarschauflage. Erdniedermoor mit Sanddeckkultur, Erdhochmoor, Pseudogley und Pseudogley-Podsol betroffen.



Insgesamt zeigt sich, dass hinsichtlich der Bereiche mit Flurabständen < 0,4 m der Flächenanteil bei den Gleyböden (G, HNv/G, MN/P-G) um 8 % von 31 %auf 23 % im Jahr 2080 abnimmt. Bei den Niedermoorböden (HNv, YUhn, MN/HN, YD/HNv) nimmt der Flächenanteil von 15 % im Ausgangszustand auf 6 % ab. Bei den Marschenböden (MC, MN, MN//MO, MK) nimmt der Flächenanteil um rd. 5 % auf 3 % ab. Nochmals werden die Unterschiede größer, wenn die Flächenanteile mit Flurabständen < 0,8 m betrachtet werden. Betrug der Flächenanteil bei den Niedermoorböden im Ausgangszustand 60 %, sind es im Jahr 2080 nur noch 41 %. Bei den Marschenböden nimmt der Flächenanteil von 31 % auf 17 % ab und bei den Gleyböden von 58 % auf 41 %. Hinsichtlich der Podsolböden (P, E//P, G-P) nimmt der Flächenanteil mit Flurabständen < 0,8 m von 11 auf 6 % ab. Der Flächenanteil mit Flurabständen > 2,0 m steigt von 40 % auf 43 %.

Auch außerhalb des Untersuchungsgebietes treten Flurabstandsvergrößerungen zwischen 0,1 und 0,25 m auf. Dies betrifft im Süden mehrheitlich Podsolböden mit Flurabständen, die schon im Ausgangzustand größer als 2,0 m sind, und Gley-Podsolböden. Untergeordnet sind z. B. entlang der Bitze, Erdniedermoor und Gley mit Niedermoorauflage oder auch Tiefumbruchböden aus Podsol und Moorgley betroffen. Im Norden erstreckt sich der Bereich mit Flurabstandsvergrößerungen außerhalb des Untersuchungsgebietes innerhalb der Kleimarsch.

Schutzwürdige/seltene Böden

Von den Flurabstandsverringerungen bzw. -vergrößerungen >0,1 m sind keine schutzwürdigen Böden betroffen.

Sulfatsaure Böden

Von den Flurabstandsverringerungen > 0,1 m sind auf einem Flächenanteil von rd. 51 % potentiell sulfatsaure Böden betroffen. Wie schon in Kapitel 3.2.3.1 (Vorkommen sulfatsaurer Böden) ausgeführt, werden durch die Flurabstandsverringerung die Pyritoxidation und eine damit einhergehende Versauerung des Bodens langfristig vermieden.

Von den Flurabstandsvergrößerungen > 0,1 m sind auf einem Flächenanteil von rd. 48 % potentiell sulfatsaure Böden betroffen. Davon entfallen rd. 52 % auf die Stufe GR 1C, mit einer hohen bis sehr hohen Wahrscheinlichkeit des Auftretens von potenziell sulfatsaurem Material. 21 % werden der Klasse GR 2B zugeordnet, der eine örtlich mittlere bis hohe Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von potenziell sulfatsauren Sedimenten zugesprochen wird. Auf die Klasse GR 1A, mit einer sehr

Seite 220 von 313



hohen Wahrscheinlichkeit des Auftretens von potenziell sulfatsauren Sedimenten, entfallen noch rd. 14 %. Untergeordnet sind die Stufen GR 1B, GR 2A und GR 3B betroffen.

Wie bereits in Kapitel 3.2.3.1 (Vorkommen sulfatsaurer Böden) dargelegt, besteht bei Luftkontakt die Möglichkeit einer Versauerung des Bodens auf pH < 4,0, aus der Pflanzenschäden und eine erhöhte Schwermetallverfügbarkeit bzw. -löslichkeit resultieren können. Bei den betroffenen Böden der Stufe GR 1C werden zu rd. 89 % Flurabstandsvergrößerungen zwischen 0,1 und 0,25 m ausgewiesen, die vermutlich noch im Bereich der natürlichen Grundwasserschwankung liegen. Im Bereich der Stufe GR 2B werden die Flurabstandsvergrößerungen zu rd. 71 % und im Bereich der Stufe GR 1A sogar zu rd. 97 % zwischen 0,1 und 0,25 m betragen. Signifikante Auswirkungen auf sulfatsaure Böden sind daher auch bei Zeitschnitt 2080 nicht zu erwarten.

Sollte dies z. B. innerhalb nördlich von Etzel zwischen Friedeburger Tief und Ems-Jade-Kanal auftretender "Abtrocknungsflächen" dennoch der Fall sein, ist zu erwähnen, dass bei Anzeichen für ein übergebührliches Abtrocknen sulfatsaurer Böden diesem durch zusätzliche Gegenmaßnahmen (z. B. Grabenaufstau) zeitnah entgegengewirkt werden kann.

Landwirtschaftliche Bodennutzung

Für den Zeitschnitt 2080 mit Gegenmaßnahmen ergeben sich weiterhin Auswirkungen für die Landwirtschaft im Untersuchungsgebiet durch Flurabstandsverringerungen. Nach Auswertung im GIS stellen sie sich gemäß der in Kapitel 3.4.2.2.1 dargelegten Rahmenbedingungen wie folgt dar (Anlage 13):

- Gegenüber dem Ausgangszustand 2016 verringert sich die Fläche, auf der eine ordnungsgemäße landwirtschaftliche Nutzung möglich ist, um insgesamt ca. 46,3 ha
- Von den 46,3 ha abgängiger landwirtschaftlicher Nutzfläche entfallen rd. 45,4 ha auf derzeitige Grünlandstandorte sowie rd. 0,9 ha auf Ackerstandorte
- Auf rd. 2,1 ha ehemaliger Moorackerstandorte wird nur noch eine Grünlandnutzung möglich sein

Durch die Gegenmaßnahmen ergeben sich jedoch auch wieder Flurabstandsvergrößerungen, die sich auf die Wasserversorgung der Pflanzen auswirken können. Dadurch bedingte Verbesserungen der landwirtschaftlichen Nutzbarkeit stellen sich gemäß der in Kapitel 3.4.2.2.1 dargelegten Rahmenbedingungen wie folgt dar:

Seite 221 von 313



- Gegenüber dem Ausgangszustand 2016 vergrößert sich die Fläche, auf der eine ordnungsgemäße landwirtschaftliche Nutzung möglich ist, um ca. 7,6 ha
- Von den rd. 7,6 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche entfallen rd. 4,0 ha auf Grünlandstandorte und rd. 3,6 ha auf Ackerstandorte

Durch Flurabstandsvergrößerungen bedingte Beeinträchtigungen der landwirtschaftlichen Nutzung sind gemäß den in Kapitel 3.4.2.2.1 genannten Bedingungen wie folgt zu erwarten:

- Gegenüber dem Ausgangszustand 2016 vergrößert sich die Fläche, auf der eine gute Wasserversorgung der Pflanzen aus dem Grundwasser verringert wird, um rd. 22,3 ha
- Von den rd. 22,3 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche entfallen rd. 19,2 ha auf Grünlandstandorte und rd. 3,1 ha auf Ackerstandorte

Im Übrigen wird auf die themenspezifischen Ausführungen im Kapitel 3.4.2.2.1 Bezug genommen, die auch für den hier zu betrachtenden Zeitschnitt weiterhin gültig sind.

3.4.4.2.2 Landschaft

Bei Zeitschnitt 2080 sind im Vergleich zu 2060 zusätzlich folgende Landschaftseinheiten von nennenswerten Flurabstandsvergrößerungen betroffen (Abb. 38):

- LE 01 Betriebsgelände STORAG ETZEL GmbH
- LE 21 Grünland südlich Ems-Jade-Kanal

Im Übrigen ist auf die Ausführungen zum Zeitschnitt 2060 zu verweisen.

3.4.4.2.3 Pflanzen/Biotope

Hinsichtlich weiterhin relevanter Abtrocknungsbereiche im direkten Umfeld der Gewässer Kalbsschloot, Bitze und Schiffsbalje wird auf die Ausführungen des Kapitels 3.4.2.2.3 verwiesen. Gleiches gilt für den Abtrocknungsbereich im südlichen Untersuchungsgebiet, wobei sich dieser jetzt allerdings nochmals deutlich vergrößert darstellt. Auch für den nunmehr erweiterten Bereich liegen derzeit keine konkreten Daten zur Biotopstruktur vor.

Gemäß Luftbildauswertung handelt es sich um ein Gebiet, das neben den Siedlungsbereichen von Hohemoor und Kleinhorsten von intensiver, überwiegend

Seite 222 von 313



ackerbaulicher Nutzung Nutzung geprägt und durch Wallhecken gegliedert ist. Für solche Bereiche kann davon ausgegangen werden, dass die nur geringen Flurabstandsvergrößerungen von 10 - 25 cm hier nicht zu negativen Auswirkungen auf die Biotop- und Vegetationsstruktur führen.

Im Luftbild erkennbar sind allerdings auch mehrere, vermeintlich naturnahe Kleingewässer, z. T. auf Privatgrundstücken. Es kann insofern nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass sich in diesem Gebiet auch grundwasserabhängige Biotope finden, die auf Flurabstandsvergrößerungen ggf. sehr empfindlich reagieren, zumal aufgrund der in diesem Raum stattfindenden Trinkwasserentnahme durch das Wasserwerk Kleinhorsten und Bodenabbau im Nassabbauverfahren möglicherweise Kumulativwirkungen vorliegen.

Weitere "Abtrocknungsflächen" erstrecken sich bei Zeitschnitt 2080 nördlich der Ortschaft Etzel zwischen Friedeburger Tief und Ems-Jade-Kanal sowie bei Altgödens/Neustadtgödens. Auch diese Bereiche werden durch die Biotoptypenkartierung (/63/) nicht abgedeckt. Im Luftbild ist ein aus überwiegend feuchterem Intensivgrünland und von zahlreichen Entwässerungsgräben und Grüppen durchzogenes Areal erkennbar. Die nur sehr geringfügigen und im Bereich natürlicher Grundwasserstandsschwankungen liegenden Abstandsveränderungen dürften bei den hier vorherrschenden staunassen Marschenböden kaum zu signifikanten Veränderungen der Biotopstruktur bzw. Vegetationszusammensetzung führen.

Bei den Bereichen mit Flurabstandsverringerung ergeben sich gegenüber Zeitschnitt 2060 Änderungen insofern, als diese im nördlichen Grünlandareal zwischen Kalbsschloot und Schiffsbalje erstmals großflächig auftreten. Dieses Gebiet wird gemäß Kartierung (/63/) dominiert von feuchtem Intensivgrünland und nährstoffreichen Gräben mit örtlichen Vorkommen z. T. gefährdeter oder auf der Vorwarnliste stehender Pflanzenarten wie Englisches Fingerkraut (Potentilla anglica), Sumpfblutauge (Potentilla palustris), Gew. Wasserschlauch (Utricularia vulgaris), Froschbiss (Hydrocharis morsus-ranae) und Sumpfquendel (Peplis portula). Flurabstandverringerungen werden hier entsprechend zum Erhalt einer feuchteliebenden Vegetationsstruktur und artenreicher Gewässerflora beitragen.

3.4.4.2.4 Brutvögel

Bei Zeitschnitt 2080 treten insbesondere nördlich der B 436 weitere kleinflächige Vernässungsbereiche auf. Sofern innerhalb dieser Bereiche Brutvorkommen zu

Seite 223 von 313



verzeichnen sind, ist ein Brutplatzverlust theoretisch denkbar. Betroffen wären in diesem Fall bis zu 7 Brutpaare (Tab. 30 sowie Abb. 60).

Tab. 30: Theoretische Brutplatzverluste bei Zeitschnitt 2080 (mit Gegenmaßnahmen)

Brutvogelart	Potenzielle
(gem. /21/)	Brutplatzverluste
Austernfischer	1
Brandgans	1
Gartenrotschwanz	1
Kiebitz	2
Mäusebussard	1
Wachtel	1
	Σ7

Seite 224 von 313



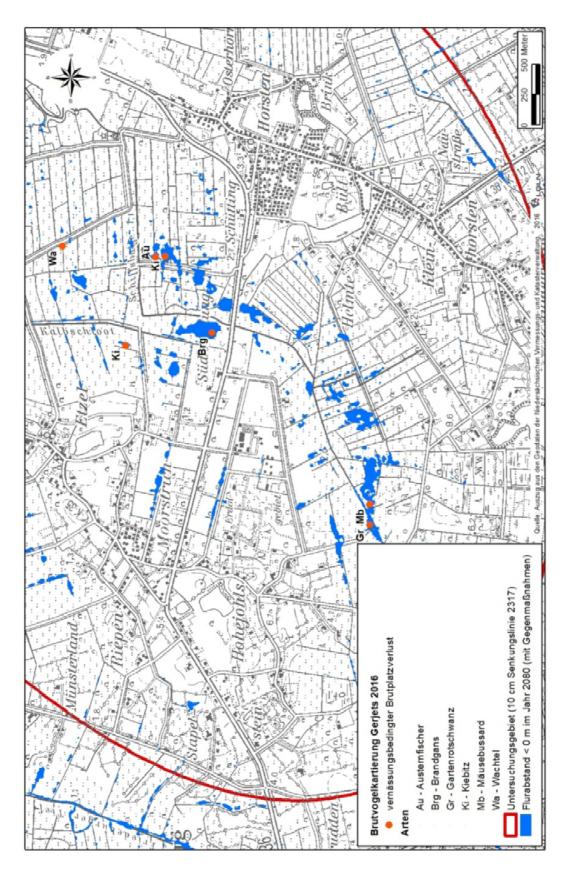


Abb. 60: Theoretische vernässungsbedingte Brutplatzverluste bei Zeitschnitt 2080 (mit Gegenmaßnahmen)



Tatsächlich bestehen im direkten Umfeld der von /21/ festgestellten Brutvorkommen allerdings immer noch großflächig Ausweichmöglichkeiten, so dass nachteilige Auswirkungen auf die Bestandssituation nicht zu erwarten sind.

Vielmehr tragen die verstreut auftretenden Vernässungsflächen dazu bei, dass nördlich der B 436 gelegene Grünlandareal insbesondere für Wiesenlimikolen insgesamt attraktiver zu gestalten.

Bezüglich der von Flurabstandvergrößerungen betroffenen Bereiche ist insbesondere das Gebiet nördlich von Etzel zwischen Friedeburger Tief und Ems-Jade-Kanal als potenziell bedeutsamer Wiesenvogellebensraum anzusprechen. Die hier deutlich über die Untersuchungsgebietsgrenze hinausgehenden Abtrocknungsflächen sind Bestandteil eines überwiegend von Grünland geprägten offenen Areals. Allerdings wird das Gebiet weder durch die Kartierdaten von /21/ erfasst, noch gibt der Umweltkartenserver Niedersachsen Hinweise auf entsprechende Vorkommen. Im Übrigen sind signifikante Auswirkungen auf die Artengruppe aufgrund der Geringfügigkeit der prognostizierten Abstandsvergrößerungen sowie der auch hier verbreiteten staunassen Marschenböden eher nicht zu erwarten. Die sonstigen Bereiche mit Flurabstandsvergrößerungen sind nach hiesigem Kenntnisstand für den Wiesenvogelschutz ohne besondere Bedeutung.

3.4.4.2.5 Rast-/Gastvögel

Die sich insbesondere nördlich der B 436 weiter ausdehnenden Bereiche mit Flurabstandsverringerungen betreffen nunmehr auch vergleichsweise bedeutsamere Rastflächen. Damit einhergehend sind jedoch ausschließlich positive Auswirkungen auf die Vogelfauna, indem örtlich ggf. auftretende Vernässungen die Gebietsattraktivität erhöhen.

Hinsichtlich der in 2080 für das südliche Untersuchungsgebiet, den Bereich Altgödens/Neustadtgödens sowie nördlich von Etzel prognostizierten Flächen mit zu erwartenden Flurabstandsvergrößerungen, ist aufgrund der Gebietsstruktur lediglich für den letztgenannten, von ausgedehnten Grünlandflächen geprägten Bereich, eine potentielle Bedeutung als Gastvogellebensraum anzunehmen. Allerdings liegt dieser außerhalb des von /21/ abgedeckten Untersuchungsgebietes.

Wie bei den Brutvögeln (s. o.), kann jedoch davon ausgegangen werden, dass aufgrund der allenfalls nur sehr geringen Abstandsänderungen und dem Vorkommen



staunasser Marschenböden nachteilige Auswirkungen auf Gastvögel insgesamt eher unwahrscheinlich sind.

3.4.4.2.6 Fledermäuse

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2038.

3.4.4.2.7 Amphibien

Den Ausführungen zum Zeitschnitt 2060 ist lediglich hinzuzufügen, dass aufgrund der Vergrößerung der Abtrocknungsflächen im südlichen Untersuchungsgebiet sowie dem erstmaligen Auftreten von Flurabstandsvergrößerungen nördlich von Etzel und im Umfeld Altgödens/Neustadtgödens weitere, bisher bzgl. der Amphibienfauna nicht näher untersuchte Bereiche hinzutreten. Signifikante Auswirkungen sind aufgrund der Geringfügigkeit der Flurabstandsveränderungen zwar nicht zu erwarten, können aber, z. B. bei Vorkommen grundwasserabhängiger Amphibienhabitate, nicht von vornherein ausgeschlossen werden.

3.4.4.2.8 Heuschrecken

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2060.

Für neu hinzukommende Abtrocknungsflächen kann aufgrund der im Luftbild auszumachenden Biotopstruktur aus überwiegend feuchtem Intensivgrünland auf Marschböden und des Ausschlusses etwaiger kumulativer Wirkungen davon ausgegangen werden, dass die vergleichsweise nur sehr geringen Abstandsänderungen nicht zu erheblichen Beeinträchtigungen der Artengruppe führen. Auch hier ist i. A. mit Vorkommen ungefährdeter und weit verbreiteter Arten zu rechnen. Belastbare Datengrundlagen liegen allerdings auch für diese Flächen bislang nicht vor.

3.4.4.2.9 Fische

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2060.

Hinsichtlich der nördlich von Etzel sowie im Raum Altgödens/Neustadtgödens hinzukommenden "Abtrocknungsflächen" werden sich potenzielle Auswirkungen, ähnlich wie bei vergleichbaren Flächen im südlichen Untersuchungsgebiet, allenfalls geringfügig auswirken.



3.4.4.2.10 Libellen

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2060.

3.4.4.2.11 Regionales Raumordnungsprogramm Landkreis Wittmund

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2060.

Für zu diesem Zeitpunkt neu hinzutretende Abtrocknungsflächen nördlich von Etzel zwischen Friedeburger Tief und Ems-Jade-Kanal ist im RROP eine Ausweisung als Vorsorgegebiet für Landwirtschaft sowie Vorranggebiet für Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung erfolgt. Bei nur sehr geringfügigen Abstandsänderungen (10 - 25 cm) sind hier signifikante Auswirkungen auf die Ziele und Grundsätze der Raumordnung nicht zu erwarten.

3.4.4.2.12 Regionales Raumordnungsprogramm Landkreis Friesland

Aufgrund des sich im Raum Altgödens/Neustadtgödens entwickelnden "Abtrocknungsbereiches" kommt es auf vergleichsweise kleiner Fläche zur Betroffenheit von Vorrang- bzw. Vorsorgefunktionen für Grünlandbewirtschaftung, -pflege und entwicklung sowie Erholung. Die nur sehr geringen Abstandsänderungen von 10 - 25 cm sind allerdings nicht geeignet, sich in signifikanter Weise nachteilig auf die o. g. Ziele und Grundsätze der Raumordnung auszuwirken.

Im Übrigen ist auf die Ausführungen zum Zeitschnitt 2060 zu verweisen.

3.4.4.2.13 Landschafts(rahmen)planung

Für Bereiche mit Flurabstandsvergrößerungen im Raum Altgödens/Neustadtgödens formuliert der Landschaftsrahmenplan des Landkreises Friesland Schutz-, Pflege- und Entwicklungsziele dahingehend, dass traditionelle Siedlungsstrukturen und Dauergrünland zu erhalten sind. Die in nur sehr geringer Ausprägung zu erwartenden Flurabstandsänderungen stehen diesen landschaftsplanerischen Zielen nicht entgegen.

Im Übrigen ist auf die Ausführungen zum Zeitschnitt 2060 zu verweisen.

3.4.4.2.14 Leitbild Kulturlandschaft Etzel

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2060.

Seite 228 von 313



3.4.5 Zeitschnitt 2100

3.4.5.1 Ergebnis der Grundwassermodellierung

Im Szenario für den Zeitschnitt 2100 (korrespondierende Gesamtsenkung seit 1973 ca. 2,36 m) sind wie beim Zeitschnitt 2060 alle Elemente der Vorzugsvariante zur Trockenhaltung des Senkungstrogs umgesetzt. Zur Verhinderung unakzeptabler Flurabstandsverringerungen im Bereich des Firmensitzes der STORAG ETZEL, Moormaaten und Horsten wurden für diese Bereiche weitere über das Szenario für den Zeitschnitt 2080 hinausgehende Maßnahmen berücksichtigt. Während für den Zeitschnitt 2080 ausschließlich Maßnahmen an vorhandenen Gewässern wie z. B. Sohlräumungen und Grabeneintiefungen berücksichtigt wurden, sind in dem Szenario für den Zeitschnitt 2100 auch 2 neue Entwässerungsgräben längs der Bundesstraße B436 westlich von Horsten enthalten. Die beiden Gräben (der östliche Graben nördlich der Bundesstraße und der westliche Graben südlich der Bundesstraße) können an bereits vorhandene Gräben angeschlossen werden. Diese weiteren Maßnahmen, auch die, die schon im Zeitschnitt 2080 berücksichtigt wurden, sind in Anlage 14 zu erkennen. Die Ergebnisse der Modellrechnung sind in Form von Flurabstandsveränderungen zum Ausgangszustand 2016 in Anlage 14 als Überblick und in Abb. 61 als Ausschnitt für den zentralen Senkungsbereich dargestellt.

Es sind Flurabstandsvergrößerungen bis ca. 1,9 m und Flurabstandsverringerungen bis ca. 0,8 m zu erwarten. Flurabstandsvergrößerungen > 0,25 m werden wie in den bisherigen Zeitschnitten für den Unterlauf der Schiffsbalje und den Kalbsschloot errechnet. Hinzukommen noch sehr kleinräumige Flurabstandsvergrößerungen > 0,25 m an einigen mit weiteren Maßnahmen versehenen Gräben in der Umgebung des Firmensitzes der STORAG ETZEL wie im Zeitschnitt 2080 und eine Flurabstandsvergrößerung an dem westlichen der beiden neuen Entwässerungsgräben längs der Bundesstraße B436. Flurabstandsvergrößerungen > 0,5 m können in Anlage 14 und in der Darstellung in Abb. 61 wie bei den bisherigen Zeitschnitten nicht erkannt werden. Sie befinden sich unmittelbar unter der Sohle der Schiffsbalje und des Kalbsschloots.

Daneben sind, wie in der Einleitung zu Kapitel 3.4 bereits generell beschrieben und schon für den Zeitschnitt 2080 berechnet, Flurabstandsvergrößerungen < 0,25 m an den Rändern des Senkungstrogs zu erwarten. Hierbei handelt es sich überwiegend um Flurabstandsvergrößerungen kaum > 0,1 m. In diesem Zusammenhang



sind der Norden, der Osten und insbesondere der Süden zu nennen. Die entsprechenden Flächen sind generell mit denen des Zeitschnitts 2080 vergleichbar, aber sie haben sich in einem gewissen Umfang vergrößert.

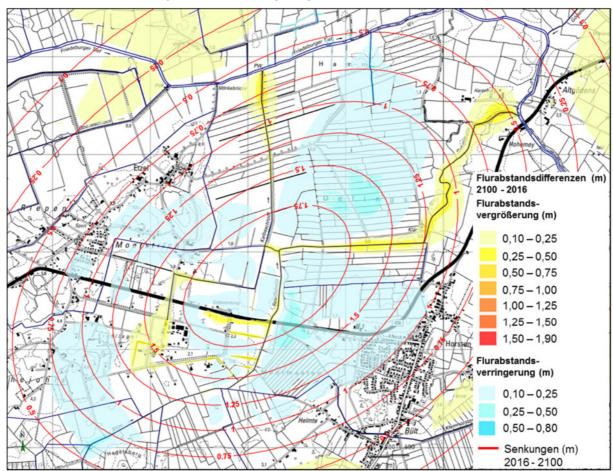


Abb. 61: Flurabstandsdifferenzen zum Zeitschnitt 2100 - Ausschnitt

Flurabstandsverringerungen ergeben sich wie für das Szenario des Zeitschnitts 2080 nur für den Bereich mit Senkungen > 0,5 m. Sie bilden keine geschlossene Fläche, sondern sie sind in einzelne Flächen aufgeteilt, die durch die mit Maßnahmen versehenen Gewässer getrennt sind. Die größte zusammenhängende Fläche ist im Bereich Delings zu erwarten. Weit überwiegend sind von den Flurabstandsverringerungen Freiflächen betroffen. Flurabstandsverringerungen > 0,25 m werden zusätzlich zu dem Bereich des Kulturwehrs westlich des Hagelsbergs nur für zwei Bereiche, einer beidseitig der Bundesstraße B436 zwischen Horsten und dem Firmensitz der STORAG ETZEL und einer im Bereich Delings, errechnet. Die o. g. über die Vorzugsvariante zur Trockenlegung des Senkungstrogs hinausgehenden Maßnahmen an vorhandenen Gewässern im Umfeld des Firmensitzes der STORAG ETZEL sorgen wie im Szenario des Zeitschnitt 2080 dafür, dass in diesen



Bereichen trotz der zunehmenden Senkungen nur geringe Flurabstandsverringerungen < 0,25 m zu erwarten sind. Damit werden auch die generelle Wirksamkeit und die Flexibilität der zur Verfügung stehenden Maßnahmen trotz zunehmender Senkungen unterstrichen.

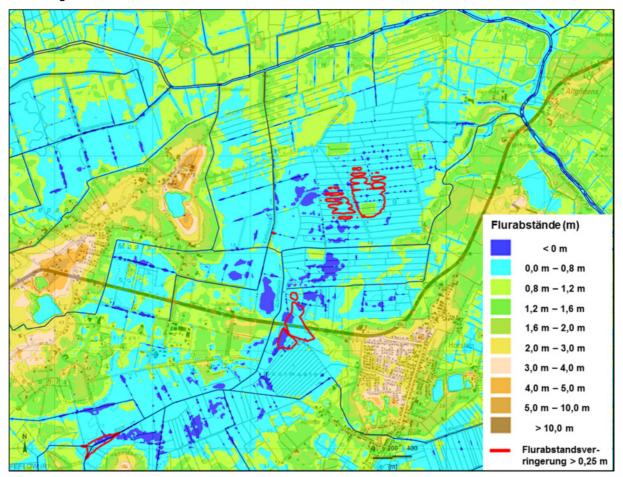


Abb. 62: Flurabstände zum Zeitschnitt 2100 - Ausschnitt

In Abb. 62 sind die für das Szenario im Zeitschnitt 2100 zu erwartenden Flurabstände in Form von Farbflächen dargestellt. Die Flurabstände entsprechen wegen der geringen Flurabstandsveränderungen weitestgehend denen des Ausgangszustands 2016. Die etwas größeren gewässernahen Grundwasserabsenkungen führen dazu, dass sich insbesondere längs des heutigen Unterlaufs der Schiffsbalje und des Unter- und Oberlaufs des Kalbsschloots doch etwas größere Flurabstände einstellen (dominierende grüne Flächen in den genannten Bereichen). Dies ist weitgehend mit der Situation in den bisherigen Zeitschnitten zu vergleichen. In Abb. 62 sind nördlich und westlich des Firmensitzes der STORAG ETZEL etwas vergrößerte Flurabstände erkennbar, die mit den oben beschriebenen Flurabstandsveränderungen korrespondieren. Die für die Szenarien der Zeitschnitte 2060 und 2080

Seite 231 von 313



beschriebene leichte Tendenz einer Ausweitung der Vernässungsflächen im Umfeld der Schiffsbalje oberhalb von km 3,0 und des mittleren Kalbsschloots etwa zwischen km 2,0 und km 1,0 setzt sich fort. Der Schwerpunkt dieser leichten Zunahme der Vernässungen ist nun für den Bereich Delings zu erwarten.

Zusätzlich ist in Abb. 62 der für Bebauung relevante Bereich mit Flurabstandsverringerungen > 0,25 m dargestellt. Zusätzlich zu dem als unkritisch einzustufenden Bereich des Kulturwehrs an der Bitze sind im Zeitschnitt 2080 ein Bereich beidseitig der Bundesstraße B436 zwischen Horsten und dem Firmensitz der STORAG ETZEL und Flächen im zentralen Bereich Delings hinzugekommen. Da die beiden hinzugekommenen Bereiche ebenfalls frei von Bebauung sind, kann das Szenario für den Zeitschnitt 2100 insgesamt als unkritisch im Hinblick auf Bebauungen eingestuft werden.

3.4.5.2 Bewertung hinsichtlich ausgewählter Schutzgüter, Nutzungen und Planungen

3.4.5.2.1 Boden (einschl. landwirtschaftlicher Nutzung)

Bodentypen

Im Zeitschnitt 2100 mit Gegenmaßnahmen betreffen die Flurabstandsverringerungen dieselben Bodentypen wie im vorherigen Zeitschnitt. Der Hauptteil der Flurabstandsverringerungen wird weiterhin zwischen 0,10 und 0,25 m betragen, gleichwohl sich die Fläche mit Flurabstandsverringerung > 0,25 m verdoppelt hat. Der Anteil an terrestrischen Böden (E//B, E//P, G-P, P, P-S, S) beträgt rd. 31 %. Als hydromorphe Böden sind, wie gehabt, Niedermoorböden (HNv, MN/HN, YUhn), Gleyböden (G, HNv/G, MN/P-G, P-G) und Marschenböden zu nennen (MN, MN//MO, MK, MC).

Im ausgewiesenen Bereich der Flurabstandsverringerungen nimmt der Anteil an Flächen mit Flurabständen< 0,4 m im Bereich der Niedermoorböden (HNv, YUhn, MN/HN) von rd. 58 % auf rd. 77 % zu. Bei den Marschenböden (MC, MN, MN/MO, MK) nimmt der Flächenanteil mit Flurabständen < 0,4 m von 26 % auf 55 % zu. Bei den Gleyböden (G, HNv/G, P-G, MN/P-G) steigt der Flächenanteil von rd. 19 % im Ausgangszustand auf nunmehr 31 %. Hinsichtlich der Podsolböden (P, E//P, G-P) steigt der Flächenanteil mit Flurabständen < 0,8 m von rd. 10 % auf 16 %.



Auch die Flurabstandsvergrößerungen betreffen wieder dieselben Bodentypen innerhalb des Untersuchungsgebietes. Die größten Flurabstandsvergrößerungen treten nur sehr kleinräumig vor allem entlang der Schiffsbalje und des Kalbsschloots auf. Den flächenmäßig größten Bereich nehmen wie schon in den vorherigen Zeitschnitten die Flurabstandsvergrößerungen von 0,10 bis 0,25 m ein. Insgesamt sind zu rd. 61 % hydromorphe Böden von Flurabstandsvergrößerungen betroffen.

Es zeigt sich, dass hinsichtlich der Bereiche mit Flurabständen < 0,4 m der Flächenanteil bei den Gleyböden (G, HNv/G, MN/P-G) um 10 % von 32 % auf 22 % im Jahr 2100 abnimmt. Bei den Niedermoorböden (HNv, YUhn, MN/HN, YD/HNv) nimmt der Flächenanteil von 15 % im Ausgangszustand auf 6 % ab. Bei den Marschenböden (MC, MN, MN//MO, MK) nimmt der Flächenanteil um rd. 7 % auf 3 % ab.

Nochmals werden die Unterschiede größer, wenn die Flächenanteile mit Flurabständen < 0,8 m betrachtet werden. Betrug der Flächenanteil bei den Niedermoorböden im Ausgangszustand 61 %, sind es im Jahr 2080 nur noch 42 %. Bei den Marschenböden nimmt der Flächenanteil von 33 % auf 19 % ab und bei den Gleyböden von 61 % auf 48 %. Hinsichtlich der Podsolböden (P, E//P, G-P) nimmt der Flächenanteil mit Flurabständen < 0,8 m von 13 % auf 8 % ab. Der Flächenanteil mit Flurabständen > 2,0 m steigt von 34 % auf 38 %.

Auch außerhalb des Untersuchungsgebietes treten Flurabstandsvergrößerungen zwischen 0,1 und 0,25 m auf. Dies betrifft im Süden mehrheitlich Podsolböden mit Flurabständen, die schon im Ausgangzustand größer als 2,0 m sind, und Gley-Podsolböden. Untergeordnet sind z. B. entlang der Bitze, Erdniedermoor und Gley mit Niedermoorauflage oder auch Tiefumbruchböden aus Podsol und Moorgley betroffen. In Südwesten treten vermehrt auch Pseudogleyböden auf. Im Norden erstreckt sich der Bereich mit Flurabstandsvergrößerungen außerhalb des Untersuchungsgebietes innerhalb der Kleimarsch und Knickmarsch. Neu hinzugekommen sind auch Bereiche östlich des Untersuchungsgebietes. Dort treten Klei- und Kalkmarsch auf.

Schutzwürdige/seltene Böden

Von den Flurabstandsverringerungen bzw. -vergrößerungen >0,1 m sind keine schutzwürdigen Böden betroffen.

Seite 233 von 313



Sulfatsaure Böden

Von den Flurabstandsverringerungen >0,1 m sind auf einem Flächenanteil von rd. 61 % potentiell sulfatsaure Böden betroffen. Wie schon in Kapitel 3.2.3.1 (Vorkommen sulfatsaurer Böden) ausgeführt werden durch die Flurabstandsverringerung die Pyritoxidation und eine damit einhergehende Versauerung des Bodens langfristig vermieden.

Von den Flurabstandsvergrößerungen >0,1 m sind auf einem Flächenanteil von rd. 50 % potentiell sulfatsaure Böden betroffen. Davon entfallen rd. 44 % auf die Stufe GR 1C, mit einer hohen bis sehr hohen Wahrscheinlichkeit des Auftretens von potenziell sulfatsaurem Material. 19 % werden der Klasse GR 2B zugeordnet, der eine örtlich mittlere bis hohe Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von potenziell sulfatsauren Sedimenten zugesprochen wird. Auf die Klasse GR 3B, mit einer geringen Wahrscheinlichkeit des Auftretens von potenziell sulfatsauren Sedimenten, entfallen rd. 18 %. Auf die Klasse GR 1A, mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit des Auftretens von potenziell sulfatsauren Sedimenten, entfallen noch rd. 10 %. Untergeordnet sind die Stufen GR 1B und GR 2A betroffen.

Wie bereits in Kapitel 3.2.3.1 (Vorkommen sulfatsaurer Böden) dargelegt, besteht bei Luftkontakt die Möglichkeit einer (extremen) Versauerung des Bodens auf pH < 4,0, aus der Pflanzenschäden und eine erhöhte Schwermetallverfügbarkeit bzw. -löslichkeit resultieren können. Bei den betroffenen Böden der Stufe GR 1C werden zu rd. 92 % Flurabstandsvergrößerungen zwischen 0,1 und 0,25 m ausgewiesen, die vermutlich noch im Bereich der natürlichen Grundwasserschwankung liegen. Im Bereich der Stufe GR 2B werden die Flurabstandsvergrößerungen zu rd. 85 % und im Bereich der Stufe GR 1A sogar zu rd. 98 % zwischen 0,1 und 0,25 m betragen.

Unter Berücksichtigung von Möglichkeiten zur zeitnahen Umsetzung von Gegenmaßnahmen (z. B. Grabenanstaue) sind signifikante Auswirkungen auf sulfatsaure Böden bei Zeitschnitt 2080 nicht zu besorgen.

Landwirtschaftliche Bodennutzung

Für den Zeitschnitt 2100 mit Gegenmaßnahmen ergeben sich weiterhin Auswirkungen für die Landwirtschaft im Untersuchungsgebiet durch Flurabstandsverringerungen. Nach Auswertung im GIS stellen sie sich gemäß der in Kapitel 3.4.2.2.1 dargelegten Rahmenbedingungen wie folgt dar (Anlage 15):

Seite 234 von 313



- Gegenüber dem Ausgangszustand 2016 verringert sich die Fläche, auf der eine ordnungsgemäße landwirtschaftliche Nutzung möglich ist, um insgesamt ca. 81,7 ha
- Von den 81,7 ha abgängiger landwirtschaftlicher Nutzfläche entfallen rd. 80,9 ha auf derzeitige Grünlandstandorte sowie rd. 0,8 ha auf Ackerstandorte
- Auf rd. 1,9 ha ehemaliger Moorackerstandorte wird nur noch eine Grünlandnutzung möglich sein

Durch die Gegenmaßnahmen ergeben sich jedoch auch wieder Flurabstandsvergrößerungen, die sich auf die Wasserversorgung der Pflanzen auswirken können. Dadurch bedingte Verbesserungen der landwirtschaftlichen Nutzbarkeit stellen sich gemäß der in Kapitel 3.4.2.2.1 dargelegten Rahmenbedingungen wie folgt dar:

- Gegenüber dem Ausgangszustand 2016 vergrößert sich die Fläche, auf der eine ordnungsgemäße landwirtschaftliche Nutzung möglich ist, um ca. 7,2 ha
- Von den rd. 7,2 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche entfallen rd. 4,2 ha auf Grünlandstandorte und rd. 3,0 ha auf Ackerstandorte

Durch Flurabstandsvergrößerungen bedingte Beeinträchtigungen der landwirtschaftlichen Nutzung sind gemäß den in Kapitel 3.4.2.2.1 genannten Bedingungen wie folgt zu erwarten:

- Gegenüber dem Ausgangszustand 2016 vergrößert sich die Fläche, auf der eine gute Wasserversorgung der Pflanzen aus dem Grundwasser verringert wird, um rd. 18,2 ha
- Von den rd. 18,2 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche entfallen rd. 15,2 ha auf Grünlandstandorte und rd. 3,0 ha auf Ackerstandorte

3.4.5.2.2 Landschaft

Bei Zeitschnitt 2100 ist im Vergleich zu 2080 zusätzlich folgende Landschaftseinheiten von nennenswerten Flurabstandsvergrößerungen betroffen (Abb. 38):

LE 11 Wallheckengebiet östlich Marx

Im Übrigen ist auf die Ausführungen zum Zeitschnitt 2080 zu verweisen.



3.4.5.2.3 Pflanzen/Biotope

Sofern keine ergänzenden Gegenmaßnahmen veranlasst werden, nimmt insbesondere nördlich der B 436 im dort gelegenen Grünlandareal der Anteil zumindest temporär vernässter Flächenanteile zu.

Auf solchen Standorten entwickeln sich aufgrund nur noch eingeschränkt möglicher landwirtschaftlicher Nutzung Untereinheiten der Seggen-, binsen- oder hochstaudenreiche Nasswiese. Je nach Vernässungsgrad kann auch sonstiges artenreiches Feucht- und Nassgrünland mit hohem Anteil von Flutrasen-Arten entstehen.

Ein im östlichen Untersuchungsgebiet um Obermeielgroden erstmalig neu auftretender, bisher nicht näher kartierter "Abtrocknungbereich", stellt sich im Luftbild als mehr oder weniger zusammenhängendes Grünlandareal heraus. Signifikante negative Auswirkungen auf Biotopstruktur und Vegetation sind hier bei Abstandsänderungen im Bereich von lediglich 10 - 25 cm nicht zu erwarten. Im Übrigen ist auf die Ausführungen zum Zeitschnitt 2080 zu verweisen.

3.4.5.2.4 Brutvögel

Der Anteil an Vernässungsflächen nimmt bei Zeitschnitt 2080 insbesondere nördlich der B 436 weiter zu. Bezogen auf den in 2016 ermittelten Ausgangszustand wären durch Brutplatzverlust davon theoretisch bis zu 9 Brutpaare betroffen (Tab. 31 sowie Abb. 63).

Tab. 31: Theoretische Brutplatzverluste bei Zeitschnitt 2100 (mit Gegenmaßnahmen)

Brutvogelart	Potenzielle
(gem. /21/)	Brutplatzverluste
Austernfischer	1
Brandgans	1
Feldlerche	1
Gartenrotschwanz	1
Kiebitz	3
Mäusebussard	1
Wachtel	1
	Σ9

Seite 236 von 313



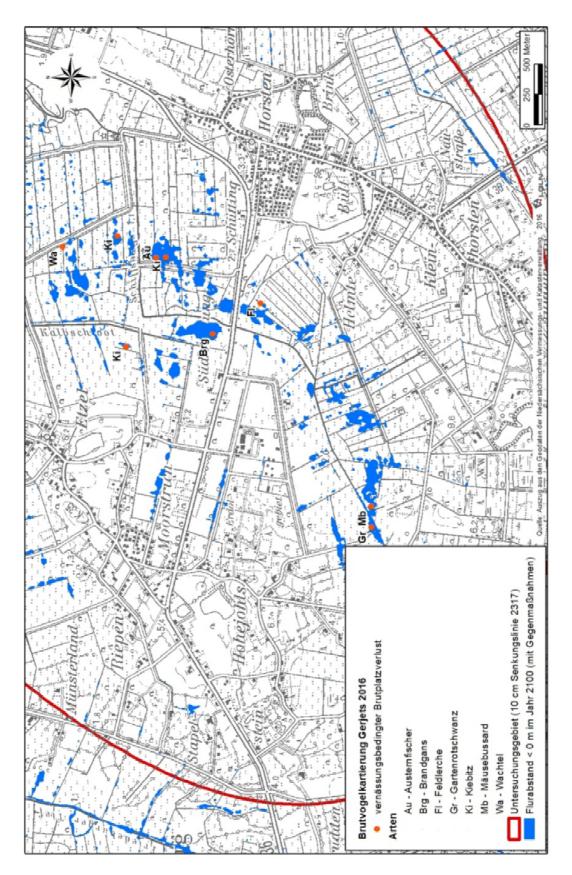


Abb. 63: Potenzielle senkungsbedingte Brutplatzverluste bei Zeitschnitt 2100 (mit Gegenmaßnahmen)



Es gilt jedoch weiterhin, dass großflächig Ausweichmöglichkeiten bestehen und der Wechsel zwischen trockeneren und vernässten Teilflächen ein insgesamt attraktives Wat- und Wiesenvogelhabitat darstellt. Insofern kann aus Sicht des Wiesenvogelschutzes weniger von einer nachteiligen als vielmehr von einer positiven Gebietsentwicklung ausgegangen werden.

Hinsichtlich der von Flurabstandsvergrößerungen betroffenen Bereiche ist auf die Ausführungen zum Zeitschnitt 2080 zu verweisen.

3.4.5.2.5 Rast-/Gastvögel

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2080.

Die sich im östlichen Untersuchungsgebiet im Bereich Obermeielgroden entwickelnden "Abtrocknungsflächen" sind nach Datenlage für die Rast-/Gastvogelfauna ohne besondere Bedeutung. Allerdings schließen sich südlich bedeutsame Flächen unmittelbar an, auf deren Unversehrtheit zu gegebener Zeit u. U. besonders zu achten ist (Kapitel 3.4.5.2.13).

3.4.5.2.6 Fledermäuse

Nach aktueller Datenlage sind auch bei Zeitschnitt 2100 weiterhin keine bedeutsamen Fledermausvorkommen von senkungsbedingten Auswirkungen betroffen. Die zu vorherigen Zeitschnitten getätigten Aussagen können insofern aufrechterhalten werden.

Hinsichtlich der ohne ergänzende Gegenmaßnahmen im nördlichen Untersuchungsgebiet zu erwartenden Flurabstandsverringerungen, die nunmehr bis an das Friedeburger Tief heranreichen, können ggf. positive Auswirkungen u. a. für die Teichfledermaus hervorgehen, indem sich deren Jagdhabitate dadurch erweitern. Vor dem Hintergrund des im Nahbereich ausgewiesenen FFH-Gebietes DE 2312-331 "Teichfledermaus-Habitate im Raum Wilhelmshaven" (hier: Großraum Friedeburger Tief), wäre dies aus naturschutzfachlicher Sicht eine erstrebenwerte Entwicklung.

3.4.5.2.7 Amphibien

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2080.



Die insbesondere im Grünlandareal nördlich der B 436 zunehmende Vernässungstendenz begünstigt innerhalb dieses gewässer- bzw. grabenreichen Gebietes das Vorkommen und die Fortpflanzung von Amphibien i. A.

Ansonsten entwickelt sich bis 2100 im östlichen Untersuchungsgebiet bei Obermeielgroden ein weiterer "Abtrocknungsbereich". Auch hier liegen keine entsprechenden Erfassungsdaten vor, jedoch sind aufgrund der nur sehr geringen Abstandsveränderungen keine erheblichen Auswirkungen auf die Artengruppe zu erwarten.

3.4.5.2.8 Heuschrecken

Wie bereits bei Zeitschnitt 2080 beschrieben, stellen insbesondere feuchte Grünlandflächen die im Untersuchungsgebiet wertvollsten Heuschreckenlebensräume dar. Insofern wird die Artengruppe von den insgesamt weiter zunehmenden Bereichen mit Flurabstandsverringerungen und örtlichen Geländevernässungen begünstigt. Dies betrifft insbesondere das Grünlandareal nördlich der B 436. Davon profitieren vor allem hygrophile bis stark hygrophile Arten, wie z. B. Sumpfschrecke (Stethophyma grossum), Sumpfgrashüpfer (Chorthippus montanus) oder Kurzflüglige Schwertschrecke (Concephalus dorsalis), die i. A. in extensiv genutzten seggen- und binsenreichen Nasswiesen und in Großseggenriedern vorkommen.

Im Übrigen ist auf die Ausführungen zum Zeitschnitt 2080 zu verweisen.

3.4.5.2.9 Fische

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2080.

3.4.5.2.10 Libellen

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2080.

3.4.5.2.11 Regionales Raumordnungsprogramm Landkreis Wittmund

Bei Flurabstandsverringerungen im Bereich > 25 cm und dadurch örtlich zunehmenden Vernässungen, wie sie zu diesem Zeitpunkt z. B. im Grünlandareal nördlich der B 436 zu erwarten sind, kann es aufgrund von Bewirtschaftungseinschränkungen zur Beeinträchtigung der dort im RROP ausgewiesenen Vorrang-/Vorsor-



gefunktionen für Landwirtschaft bzw. Grünlandbewirtschaftung kommen. Zur Vermeidung derartiger Beeinträchtigungen sind zusätzliche Gegenmaßnahmen allerdings jederzeit möglich.

Im Übrigen ist auf die Ausführungen zum Zeitschnitt 2080 zu verweisen.

3.4.5.2.12 Regionales Raumordnungsprogramm Landkreis Friesland

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2080.

Für eine zu diesem Zeitpunkt im östlichen Untersuchungsgebiet neu auftretende Abtrocknungsfläche im Bereich Obermeielgroden ist im RROP eine Ausweisung als Vorsorgegebiet für Landwirtschaft und Erholung sowie als Vorranggebiet für Grünlandbewirtschaftung, - pflege und -entwicklung erfolgt. Bei nur sehr geringfügigen Abstandsänderungen ($10-25~{\rm cm}$) sind hier signifikante Auswirkungen auf die o. g. Ziele und Grundsätze der Raumordnung nicht zu erwarten.

3.4.5.2.13 Landschafts(rahmen)planung

Für einen im östlichen Untersuchungsgebiet im Umfeld von Obermeielgroden auftretenden Bereich mit Flurabstandsvergrößerungen werden im LRP des Landkreises Friesland wiederum der Erhalt von traditionellen Siedlungsstrukturen und Dauergrünland angegeben. Die in nur sehr geringer Ausprägung zu erwartenden Flurabstandsänderungen stehen diesen landschaftsplanerischen Zielen nicht entgegen.

Allerdings erstrecken sich die Flurabstandsvergrößerungen hier in ihrer südlichen Ausdehnung bis dicht an eine ausgewiesene Kompensationsfläche > 5 ha sowie einen dort als naturschutzwürdig angegebenen Bereich.

Konkret handelt es sich um ein Brut- und Rastgebiet schutzwürdiger und stark gefährdeter Vogelarten (u. a. Großer Brachvogel, Kiebitz, Rebhuhn, Goldregenpfeifer) sowie einen Bereich mit Vorkommen gefährdeter Pflanzenarten (Efeublättriger Hahnenfuß).

Landschaftsplanerisches Ziel ist hier die Erhaltung und Entwicklung eines Wiesenvogelbrutgebietes und Gastvogelgebietes sowie die Wiederherstellung eines Nassgrünlandareals mit vegetationsreichen Gräben. Zu diesem Zweck sind die Bodenwasserstände anzuheben und eine extensive Grünlandbewirtschaftung durchzuführen. Z. T. erfolgt dies bereits innerhalb ausgewiesener Kompensationsbereiche.



Da die angestrebte Entwicklung bzw. bereits durchgeführte Maßnahmen möglicherweise auch durch geringere Flurabstandsvergrößerungen beeinträchtigt werden kann, ist zu gegebener Zeit zu überprüfen, ob hier zur Vermeidung einer nachteiligen Gebietsentwicklung ggf. ergänzende Gegenmaßnahmen umzusetzen sind.

Im Übrigen ist auf die Ausführungen zum Zeitschnitt 2080 zu verweisen.

3.4.5.2.14 Leitbild Kulturlandschaft Etzel

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2080.

Um den Anforderungen des sektoralen Leitbildes "Landwirtschaft" zum Erhalt einer intensiven Grünlandnutzung in Marsch und Moor gerecht zu werden, sind zu diesem Zeitpunkt aufgrund zunehmender Vernässungstendenz insbesondere im Grünlandareal nördlich der B 436 allerdings ergänzende wasserbauliche Gegenmaßnahmen (z. B. Grabenaufweitungen, Grabenneuanlagen) nunmehr definitiv vorzusehen.

3.4.6 Zeitschnitt 2120

3.4.6.1 Ergebnis der Grundwassermodellierung

Im Szenario für den Zeitschnitt 2120 (korrespondierende Gesamtsenkung seit 1973 ca. 2,55 m) sind wie beim Zeitschnitt 2060 alle Elemente der Vorzugsvariante zur Trockenhaltung des Senkungstrogs umgesetzt. Im Szenario für den Zeitschnitt 2100 sind weitere Maßnahmen an vorhandenen Gewässern wie z. B. Sohlräumungen und Grabeneintiefungen und 2 neue Entwässerungsgräben längs der Bundesstraße B436 westlich von Horsten berücksichtigt. Zur Verhinderung unakzeptabler Flurabstandsverringerungen im Bereich Horsten wurde für diesen Bereich eine weitere über das Szenario für den Zeitschnitt 2100 hinausgehende Maßnahme, eine Grabenverlängerung um ca. 150 m westlich von Horsten berücksichtigt. Diese weitere Maßnahme ist wie die Maßnahmen, die schon im Szenario des Zeitschnitts 2100 berücksichtigt wurden, in Anlage 16 zu erkennen. Die Ergebnisse der Modellrechnung sind in Form von Flurabstandsveränderungen zum Ausgangszustand 2016 in Anlage 16 als Überblick und in Abb. 64 als Ausschnitt für den zentralen Senkungsbereich dargestellt.



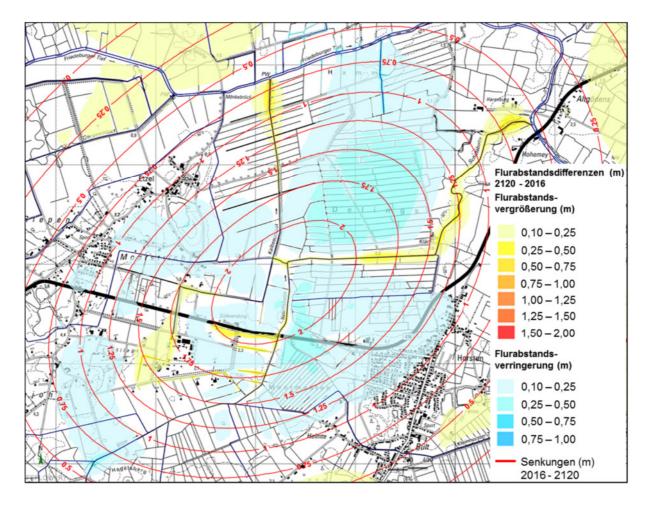


Abb. 64: Flurabstandsdifferenzen zum Zeitschnitt 2120 - Ausschnitt

Es sind Flurabstandsvergrößerungen bis ca. 2,0 m und Flurabstandsverringerungen bis ca. 1,0 m zu erwarten. Flurabstandsvergrößerungen > 0,25 m werden wie in den bisherigen Zeitschnitten für den Unterlauf der Schiffsbalje und den Kalbsschloot errechnet. Hinzukommen wie für den Zeitschnitt 2100 noch sehr kleinräumige Flurabstandsvergrößerungen > 0,25 m an einigen mit weiteren Maßnahmen versehenen Gräben in der Umgebung des Firmensitzes der STORAG ETZEL und eine Flurabstandsvergrößerung an dem westlichen der beiden neuen Entwässerungsgräben längs der Bundesstraße B436. Flurabstandsvergrößerungen > 0,5 m können in Anlage 16 und in der Darstellung in Abb. 64 wie bei den bisherigen Zeitschnitten nicht erkannt werden. Sie befinden sich unmittelbar unter der Sohle der Schiffsbalje und des Kalbsschloots.

Daneben sind wie für den Zeitschnitt 2100 Flurabstandsvergrößerungen < 0,25 m an den Rändern des Senkungstrogs zu erwarten. Hierbei handelt es sich überwiegend um Flurabstandsvergrößerungen kaum > 0,15 m. In diesem Zusammenhang

Kavernenspeicher Etzel Auswirkungsanalyse für insgesamt 99 Kavernen DMT-Bearbeitungs-Nr.: GEE5-2016-00558 22.11.2018

Seite 242 von 313



sind der Norden, der Osten und insbesondere der Süden zu nennen. Die entsprechenden Flächen sind generell mit denen des Zeitschnitts 2080 vergleichbar, aber sie haben sich in einem gewissen Umfang vergrößert.

Am südlichen Rand des Senkungstrogs gehen die für das Szenario berechneten Flurabstandsvergrößerungen über den Senkungsrand hinaus. Dies hängt wie in Kapitel 3.4.4.1 beschrieben mit dem Fehlen eines engmaschigen Gewässersystems zusammen. Das größte Gewässer in diesem Bereich ist die Neue Heete. Schon im Ausgangszustand 2016 hat sie nur abschnittsweise eine nennenswerte Vorfluteigenschaft für das Grundwasser. In dem Szenario des Zeitschnitt 2120 geht westlich des Bohlenberger Moors die Vorflut vollständig verloren. Durch eine Modellrechnung für ein zusätzliches Szenario für den Zeitschnitt 2120 konnte belegt werden, dass wirksame Maßnahmen zur Verfügung stehen, um ein evtl. ungünstiges oder gar nicht akzeptables Ausdehnen der Abtrocknungsflächen zu verhindern. Bei diesem zusätzlichen Szenario wurden über den westlich des Bohlenberger Moors gelegenen Abschnitt der Neue Heete ca. 20 m³/h im Sinne einer Grundwasseranreicherung versickert. Die Flurabstandsvergrößerungen konnten in dem zusätzlichen Szenario für den Zeitschnitt 2120 auf eine Linie etwa längs der Straße Hohemoor, die von Horsten in südwestlicher Richtung verläuft, zurückgedrängt werden. Dafür waren geringfügige Flurabstandsverringerungen längs der Neue Heete zu erwarten. Die Ergebnisse dieses zusätzlichen Szenarios sind im Bericht nicht dokumentiert. Über die Notwendigkeit einer derartigen Grundwasseranreicherung wird im Zuge eines Grundwassermonitorings konkret entschieden.

Flurabstandsverringerungen ergeben sich wie für das Szenario des Zeitschnitts 2100 nur für den Bereich mit Senkungen > 0,5 m. Sie bilden keine geschlossene Fläche, sondern sie sind in einzelne Flächen aufgeteilt, die durch die mit Maßnahmen versehenen Gewässer getrennt sind. Die größte zusammenhängende Fläche ist im Bereich Delings zu erwarten. Weit überwiegend sind von den Flurabstandsverringerungen Freiflächen betroffen. Flurabstandsverringerungen > 0,25 m werden zusätzlich zu dem Bereich des Kulturwehrs westlich des Hagelsbergs nur für zwei im Laufe des Senkungsgeschehens kontinuierlich ausgeweitete Bereiche, einer beidseitig der Bundesstraße B436 zwischen Horsten und dem Firmensitz der STORAG ETZEL und einer im Bereich Delings, errechnet. Die o. g. über die Vorzugsvariante zur Trockenlegung des Senkungstrogs hinausgehenden Maßnahmen an vorhandenen Gewässern im Umfeld des Firmensitzes der STORAG ETZEL sorgen wie im Szenario des Zeitschnitts 2100 dafür, dass in diesem Bereich trotz der



zunehmenden Senkungen nur geringe Flurabstandsverringerungen < 0,25 m zu erwarten sind.

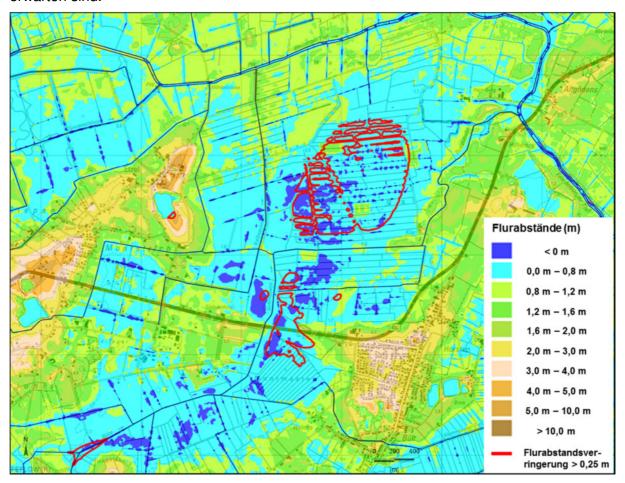


Abb. 65: Flurabstände zum Zeitschnitt 2120 - Ausschnitt

In Abb. 65 sind die für das Szenario im Zeitschnitt 2120 zu erwartenden Flurabstände in Form von Farbflächen dargestellt. Die Flurabstände entsprechen wegen der geringen Flurabstandsveränderungen weitestgehend denen des Ausgangszustands 2016. Die etwas größeren gewässernahen Grundwasserabsenkungen führen dazu, dass sich insbesondere längs des heutigen Unterlaufs der Schiffsbalje und des Unter- und Oberlaufs des Kalbsschloots abschnittsweise doch etwas größere Flurabstände einstellen (dominierende grüne Flächen in den genannten Bereichen). Dies ist abschnittsweise mit der Situation in den bisherigen Zeitschnitten zu vergleichen. In Abb. 65 sind nördlich und westlich des Firmensitzes der STORAG ETZEL etwas vergrößerte Flurabstände erkennbar, die mit den oben beschriebenen Flurabstandsveränderungen korrespondieren. Die für die Szenarien der Zeitschnitte 2060 bis 2100 beschriebene Tendenz einer Ausweitung der Vernässungsflächen im Umfeld der Schiffsbalje oberhalb von km 3,0 und des mittleren



Kalbsschloots etwa zwischen km 2,0 und km 1,0 setzt sich fort. Der Schwerpunkt dieser leichten Zunahme der Vernässungen ist wie im Szenario des Zeitschnitts 2100 für den Bereich Delings zu erwarten.

Zusätzlich ist in Abb. 65 der für Bebauung relevante Bereich mit Flurabstandsverringerungen > 0,25 m dargestellt. Zusätzlich zu dem als unkritisch einzustufenden Bereich des Kulturwehrs an der Bitze sind im Zeitschnitt 2080 ein Bereich beidseitig der Bundesstraße B436 zwischen Horsten und dem Firmensitz der STORAG ETZEL und Flächen im zentralen Bereich Delings hinzugekommen. Da diese beiden im hier betrachteten Zeitschnitt deutlich weiter ausgedehnten Bereiche ebenfalls frei von Bebauung sind, kann das Szenario für den Zeitschnitt 2120 insgesamt als unkritisch im Hinblick auf Bebauungen eingestuft werden.

Die Grundwasserförderung Kleinhorsten der GEW und die der STORAG ETZEL werden in den Szenarien des Zeitschnitts 2120 wie auch der übrigen Zeitschnitte von den Senkungen und Maßnahmen nicht beeinflusst. Dies hängt wesentlich mit der Tiefenlage der Brunnenfilter zusammen.

Ausuferungen der Gewässer werden in den Szenarien des Zeitschnitts 2120 wie auch der übrigen Zeitschnitte, also bei Mittelwasserverhältnissen vollständig vermieden.

3.4.6.2 Bewertung hinsichtlich ausgewählter Schutzgüter, Nutzungen und Planungen

3.4.6.2.1 Boden (einschl. landwirtschaftlicher Nutzung)

Bodentypen

Im Zeitschnitt 2120 mit Gegenmaßnahmen betreffen die Flurabstandsverringerungen dieselben Bodentypen wie im vorherigen Zeitschnitt. Der Hauptteil der Flurabstandsverringerungen wird weiterhin zwischen 0,10 und 0,25 m betragen, gleichwohl sich der Flächenanteil mit Flurabstandsverringerung > 0,25 m auf 16 % vergrößert hat. Der Anteil an terrestrischen Böden (E//B, E//P, G-P, P, P-S, S) beträgt rd. 29 %. Als hydromorphe Böden sind wie gehabt Niedermoorböden (HNv, MN/HN, YUhn), Gleyböden (G, HNv/G, MN/P-G, P-G) und Marschenböden (MN, MN/MO, MK, MC) zu nennen.

Im ausgewiesenen Bereich der Flurabstandsverringerungen nimmt der Anteil an Flächen mit Flurabständen < 0,4 m im Bereich der Niedermoorböden (HNv, YUhn,

Seite 245 von 313

H&M WASERTFUNIK GmbH

MN/HN) von rd. 56 % auf rd. 76 % zu. Bei den Marschenböden (MC, MN, MN//MO, MK) nimmt der Flächenanteil mit Flurabständen < 0,4 m von 22 % auf 51 % zu. Bei den Gleyböden (G, HNv/G, P-G, MN/P-G) steigt der Flächenanteil von rd. 17 % im Ausgangszustand auf nunmehr 31 %. Hinsichtlich der Podsolböden (P, E//P, G-P) steigt der Flächenanteil mit Flurabständen < 0,8 m von rd. 10 auf 16 %.

Die Flurabstandsvergrößerungen betreffen zum ersten Mal den Bodentyp Brauneisengley. Der Bodentyp Podsol-Gley mit Kleimarschauflage ist nicht mehr betroffen. Ansonsten sind wieder dieselben Bodentypen innerhalb des Untersuchungsgebietes betroffen. Die größten Flurabstandsvergrößerungen treten nur sehr kleinräumig vor allem entlang der Schiffsbalje und des Kalbsschloots auf. Den flächenmäßig größten Bereich nehmen wie schon in den vorherigen Zeitschnitten die Flurabstandsvergrößerungen von 0,10 bis 0,25 m ein. Insgesamt sind zu rd. 60 % hydromorphe Böden von Flurabstandsvergrößerungen betroffen.

Es zeigt sich, dass hinsichtlich der Bereiche mit Flurabständen < 0,4 m der Flächenanteil bei den Gleyböden (G, Ge, HNv/G, MN/P-G) um 8 % von 25 % auf 17 % im Jahr 2120 abnimmt. Bei den Niedermoorböden (HNv, YUhn, MN/HN, YD/HNv) nimmt der Flächenanteil von 15 % im Ausgangszustand auf 6 % ab. Bei den Marschenböden (MC, MN, MN//MO, MK) nimmt der Flächenanteil um rd. 7 % auf 2 % ab.

Nochmals werden die Unterschiede größer, wenn die Flächenanteile mit Flurabständen < 0,8 m betrachtet werden. Betrug der Flächenanteil bei den Niedermoorböden im Ausgangszustand 62 % sind es im Jahr 2120 nur noch 42 %. Bei den Marschenböden nimmt der Flächenanteil von 33 % auf 18 % ab und bei den Gleyböden von 56 % auf 42 %. Hinsichtlich der Podsolböden (P, E//P, G-P) nimmt der Flächenanteil mit Flurabständen < 0,8 m von 14 % auf 8 % ab. Der Flächenanteil mit Flurabständen > 2,0 m steigt von 33 % auf 36 %.

Außerhalb des Untersuchungsgebietes treten neben Flurabstandsvergrößerungen zwischen 0,1 und 0,25 m diesmal vereinzelt auch Vergrößerungen zwischen 0,25 und 0,5 m auf. Diese größeren Flurabstandsvergrößerungen betreffen im Wesentlichen Plaggenesche unterlagert von Braunerde mit Flurabständen im Ausgangszustand von 2 bis 3 m. Von den Flurabstandsvergrößerungen zwischen 0,1 und 0,25 m sind im Süden weiterhin mehrheitlich Podsolböden mit Flurabständen, die schon im Ausgangzustand größer als 2,0 m sind, und Gley-Podsolböden betroffen. Untergeordnet sind, z. B. entlang der Bitze, Erdniedermoor und Gley mit Niedermoorauflage oder auch Tiefumbruchböden aus Podsol und Moorgley betroffen. In

Seite 246 von 313



Südwesten treten vermehrt auch Pseudogleyböden auf. Im Norden erstreckt sich der Bereich mit Flurabstandsvergrößerungen außerhalb des Untersuchungsgebietes innerhalb der Kleimarsch, Knickmarsch und Niedermoor mit Kleimarschauflage. Neu hinzugekommen sind auch Bereiche östlich des Untersuchungsgebietes. Dort treten die Bodentypen Klei- und Kalkmarsch auf.

Schutzwürdige/seltene Böden

Von den Flurabstandsverringerungen bzw. -vergrößerungen >0,1 m sind im Randbereich auf einer Fläche von rd. 270 m² schutzwürdige Böden betroffen. Es handelt sich um den Brauneisengley, der zu den Böden mit naturgeschichtlich hoher Bedeutung zählt. Für den Ausgangszustand sind für den betroffenen Bereich Flurabstände zwischen 0,4 und 0,6 m ausgewiesen. In diesem Zeitschnitt werden Flurabstände im Bereich von 0,6 bis 0,8 m berechnet. Der mittlere Grundwasserstand verbleibt damit noch in der für Gleye typischen Lage oberhalb von 0,8 bis 1,0 m unter Gelände.

Sulfatsaure Böden

Von den Flurabstandsverringerungen >0,1 m sind auf einem Flächenanteil von rd. 64 % potentiell sulfatsaure Böden betroffen. Wie schon in Kapitel 3.2.3.1 (Vorkommen sulfatsaurer Böden) ausgeführt, werden durch die Flurabstandsverringerung die Pyritoxidation und eine damit einhergehende Versauerung des Bodens langfristig vermieden.

Von den Flurabstandsvergrößerungen >0,1 m sind auf einem Flächenanteil von rd. 48 % potentiell sulfatsaure Böden betroffen. Davon entfallen rd. 44 % auf die Stufe GR 1C, mit einer hohen bis sehr hohen Wahrscheinlichkeit des Auftretens von potenziell sulfatsaurem Material. 17 % werden der Klasse GR 2B zugeordnet, der eine örtlich mittlere bis hohe Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von potenziell sulfatsauren Sedimenten zugesprochen wird. Auf die Klasse GR 3B, mit einer geringen Wahrscheinlichkeit des Auftretens von potenziell sulfatsauren Sedimenten, entfallen rd. 18 %. Auf die Klasse GR 1A, mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit des Auftretens von potenziell sulfatsauren Sedimenten, entfallen noch rd. 10 %. Untergeordnet sind die Stufen GR 1B und GR 2A betroffen.

Wie bereits in Kapitel 3.2.3.1 (Vorkommen sulfatsaurer Böden) dargelegt, besteht bei Luftkontakt die Möglichkeit einer (extremen) Versauerung des Bodens auf pH < 4,0, aus der Pflanzenschäden und eine erhöhte Schwermetallverfügbarkeit bzw. -löslichkeit resultieren können. Bei den betroffenen Böden der Stufe GR 1C

Seite 247 von 313



werden zu rd. 94 % Flurabstandsvergrößerungen zwischen 0,1 und 0,25 m ausgewiesen, die vermutlich noch im Bereich der natürlichen Grundwasserschwankung liegen. Im Bereich der Stufe GR 2B werden die Flurabstandsvergrößerungen zu rd. 88 % und im Bereich der Stufe GR 1A sogar zu rd. 98 % zwischen 0,1 und 0,25 m betragen.

Unter Berücksichtigung von Möglichkeiten zur zeitnahen Umsetzung von Gegenmaßnahmen (z. B. Grabenanstaue) sind signifikante Auswirkungen auf sulfatsaure Böden auch bei Zeitschnitt 2120 nicht zu erwarten.

Landwirtschaftliche Bodennutzung

Für den Zeitschnitt 2120 mit Gegenmaßnahmen ergeben sich weiterhin Auswirkungen für die Landwirtschaft im Untersuchungsgebiet durch Flurabstandsverringerungen. Nach Auswertung im GIS stellen sie sich gemäß der in Kapitel 3.4.2.2.1 dargelegten Rahmenbedingungen wie folgt dar (Anlage 17):

- Gegenüber dem Ausgangszustand 2016 verringert sich die Fläche, auf der eine ordnungsgemäße landwirtschaftliche Nutzung möglich ist, um insgesamt ca. 107,6 ha
- Von den 107,6 ha abgängiger landwirtschaftlicher Nutzfläche entfallen rd. 106,6 ha auf derzeitige Grünlandstandorte sowie rd. 1,0 ha auf Ackerstandorte
- Auf rd. 2,2 ha ehemaliger Moorackerstandorte wird nur noch eine Grünlandnutzung möglich sein

Durch die Gegenmaßnahmen ergeben sich jedoch auch wieder Flurabstandsvergrößerungen, die sich auf die Wasserversorgung der Pflanzen auswirken können. Dadurch bedingte Verbesserungen der landwirtschaftlichen Nutzbarkeit stellen sich gemäß der in Kapitel 3.4.2.2.1 dargelegten Rahmenbedingungen wie folgt dar:

- Gegenüber dem Ausgangszustand 2016 vergrößert sich die Fläche, auf der eine ordnungsgemäße landwirtschaftliche Nutzung möglich ist, um ca. 6,3 ha
- Von den rd. 6,3 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche entfallen rd. 3,8 ha auf Grünlandstandorte und rd. 2,5 ha auf Ackerstandorte

Durch Flurabstandsvergrößerungen bedingte Beeinträchtigungen der landwirtschaftlichen Nutzung sind gemäß den in Kapitel 3.4.2.2.1 genannten Bedingungen wie folgt zu erwarten:



- Gegenüber dem Ausgangszustand 2016 vergrößert sich die Fläche, auf der eine gute Wasserversorgung der Pflanzen aus dem Grundwasser nicht mehr gegeben ist, um rd. 16,3 ha.
- Von den rd. 16,3 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche entfallen rd. 13,3 ha auf Grünlandstandorte und rd. 3,0 ha auf Ackerstandorte.

3.4.6.2.2 Landschaft

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2100.

3.4.6.2.3 Pflanzen/Biotope

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2100.

3.4.6.2.4 Brutvögel

Bei gleichlautenden Kernaussagen wie zum Zeitschnitt 2100 sind zum Prognosezeitpunkt 2120 theoretisch bis zu 11 Brutpaare von vernässungsbedingten Brutplatzverlusten betroffen (Tab. 32 sowie Abb. 66).

Ansonsten sind keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2100 zu verzeichnen.

Tab. 32: Theoretische Brutplatzverluste bei Zeitschnitt 2120 (mit Gegenmaßnahmen)

Brutvogelart	Potenzielle
(gem. /21/)	Brutplatzverluste
Austernfischer	2
Brandgans	1
Feldlerche	1
Gartenrotschwanz	1
Kiebitz	3
Mäusebussard	1
Rebhuhn	1
Wachtel	1
	∑ 11

Seite 249 von 313



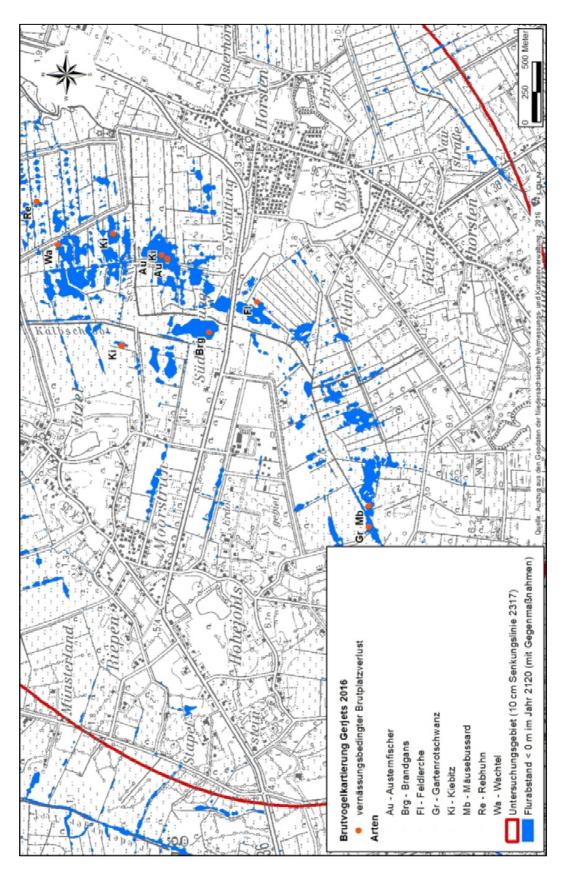


Abb. 66: Potenzielle senkungsbedingte Brutplatzverluste bei Zeitschnitt 2120 (mit Gegenmaßnahmen)



3.4.6.2.5 Rast-/Gastvögel

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2100.

3.4.6.2.6 Fledermäuse

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2100.

3.4.6.2.7 Amphibien

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2100.

3.4.6.2.8 Heuschrecken

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2100.

3.4.6.2.9 Fische

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2100.

3.4.6.2.10 Libellen

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2100.

3.4.6.2.11 Regionales Raumordnungsprogramm Landkreis Wittmund

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2100.

3.4.6.2.12 Regionales Raumordnungsprogramm Landkreis Friesland

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2100.

3.4.6.2.13 Landschafts(rahmen)planung

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2100.

3.4.6.2.14 Leitbild Kulturlandschaft Etzel

Keine signifikanten Änderungen gegenüber Zeitschnitt 2100.



3.4.7 Untersuchung des Senkungseinflusses auf den Ems-Jade-Kanal

Auf Nachfrage des NLWKN wurde untersucht, inwieweit Einflüsse der Senkungen auf den Ems-Jade-Kanal zu erwarten sind, der das Untersuchungsgebiet im Norden von Westen nach Osten durchquert (vgl. Anlage 1). Er ist als künstliches Stillgewässer zu betrachten. Da der Ems-Jade-Kanal nur geringe Senkungen erfährt, war eine Untersuchung der zu erwartenden Senkungsentwicklung einschließlich des Endzustandes hinreichend.

2028 ist ein erster Abschnitt des Ems-Jade-Kanals von Senkungen > 0,01 m betroffen. Die größten Senkungen sind in 2120 mit 0,08 m bei der Unterquerung durch das Emder Tief mit Hilfe eines Dükers (vgl. Abb. 67) zu erwarten.

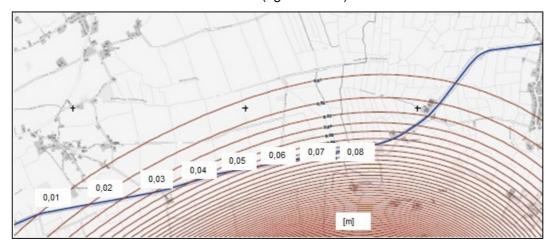


Abb. 67: Maximale Senkungen am Ems-Jade-Kanal in 2120

Da die maximalen Senkungen < 0,1 m betragen, ist mit Auswirkungen auf die Standsicherheit und Wasserwirtschaft nicht zu rechnen.

3.4.8 Untersuchung der Stillgewässer

Zusätzlich zu den hydraulischen Berechnungen für die Fließgewässer und den Grundwassermodellrechnungen wurden die Stillgewässer separat daraufhin untersucht, in wieweit sie von Senkungen betroffen werden und welche Auswirkungen das auf wasserwirtschaftliche und ggf. ökologische Aspekte hat. Für die Stillgewässer wurden jeweils die Uferlinie und ein Schnitt längs der Richtung des lokalen Senkungsgradienten (Richtung der stärksten Kippung zum Senkungsmaximum hin) nach Vorgaben der UWB des Landkreises Wittmund konstruiert (/38/), soweit sie nicht durch Planungsunterlagen dokumentiert waren. Diese mit CAD erzeugten Schnitte wurden entsprechend den Senkungen abgesenkt und damit verkippt.

Kavernenspeicher Etzel Auswirkungsanalyse für insgesamt 99 Kavernen DMT-Bearbeitungs-Nr.: GEE5-2016-00558 22.11.2018

Seite 252 von 313



Das am stärksten von Senkungen betroffene Stillgewässer, der Teich am Moorstricher Weg, wird bis zum Jahr 2120 von maximalen Verkippungen zwischen 0,2 und 0,3 m betroffen. Die Wasserfläche verlagert sich geringfügig nach Südosten. Dies ist nicht nur wegen des geringen Senkungsbetrages unbedenklich, sondern auch, weil diese Verkippungen über einen Zeitraum von über 100 Jahren stattfinden wird und die Veränderungen in diesen Zeitraum unmerklich sind. Die Lebewelt des Stillgewässers kann sich diesem Vorgang anpassen, wasserwirtschaftliche Auswirkungen sind wie an den anderen, geringer betroffenen Stillgewässern, nicht zu erwarten. Insgesamt sind die Auswirkungen der Senkungen auf die Stillgewässer vernachlässigbar.

Seite 253 von 313



4 Prognose der in Folge der Senkungen zu erwartenden Auswirkungen auf die Süß-/Salzwassergrenze

4.1 Vorgehensweise

Für die Berechnung der in Zukunft zu erwartenden Auswirkungen auf die Süß-/Salzwassergrenze wurde das numerische Grundwasserströmungsmodell zu einem instationären Stofftransportmodell erweitert, das die Ausbreitung der im Grundwasser gelösten Salze (Gesamtsalz, d.h. Ca, Cl, K, Mg, Na, SO₄) unter Berücksichtigung des Einflusses der Dichte berechnet. Bei dieser Modellerweiterung war besonderes Augenmerk auf die Einhaltung der numerischen Stabilitätskriterien zu legen. Hierbei handelt es sich um das Peclet-Kriterium, das ein Maß für die Feinheit der räumlichen Diskretisierung, also der Auflösung eines Kontinuums in eine endliche Anzahl begrenzter Elemente ist, und um das Courant-Kriterium, das ein Maß für die Feinheit der zeitlichen Diskretisierung ist. Die Ausbreitung des Gesamtsalzes wurde beginnend mit der Konzentrationsverteilung des Ausgangszustands 2016 unter Berücksichtigung der im Kapitel 3.4 dargestellten Grundwasserverhältnisse der Szenarien der Zeitschnitte bis 2166, also 50 Jahre über das voraussichtliche Ende der Senkungen hinaus, berechnet.

4.2 Erstellung Stofftransportmodell

Für die Erweiterung zu einem dichteabhängigen Stofftransportmodell wurde eine auf den Ausgangszustand bezogene Verteilung der Salzkonzentrationen erarbeitet, die als Anfangsbedingung im Modell implementiert wurde. Außerdem wurden die erforderlichen Modelleingangsdaten, der Diffusionskoeffizient, die Dispersivitäten, die effektiven Porositäten, die konzentrationsabhängige Dichte, die dichtebeeinflussten Randbedingungen am östlichen Modellrand und die Quellterme ermittelt und dem Modell zugewiesen. Um die numerische Stabilität zu verbessern, wurde der vertikale Modellaufbau verfeinert (Anzahl der Layer (Elementschichten) von 9 auf 21 erhöht). Anschließend wurde das Modell auf Plausibilität und insbesondere auf Einhaltung der numerischen Stabilitätskriterien geprüft, bevor mit ihm die zu erwartenden Salzkonzentrationsverteilungen über einen Zeitraum von 150 Jahren berechnet wurden.

22.11.2018

Seite 254 von 313



Diffusionskoeffizient

Die Ausbreitung eines Stoffes mit einer Konzentration durch die Stoffdiffusion ist der Massenfluss aufgrund der BROWN'schen Molekularbewegung (Wärmebewegung der einzelnen Moleküle). Sie errechnet sich aus dem Produkt des Diffusionskoeffizienten und der Konzentrationsgradienten. Dieser Massenfluss ist unabhängig von der Bewegung des Grundwassers und der jeweiligen Raumrichtung. Für das Stofftransportmodell wurde aufgrund von Literaturangaben (/50/) ein für das gesamte Modellgebiet einheitlicher Diffusionskoeffizient von 10-9 m²/s gewählt.

Dispersivitäten

Die Dispersivität ist ein Maß für die hydrodynamische Dispersion, d. h. für die Verteilung und Vermischung von Inhaltsstoffen im Grundwasserstrom. Aus makroskopischer Sicht wird sie durch die Inhomogenität im Grundwasserleiter, die eine Aufteilung der Fließwege zur Folge hat, hervorgerufen. Des Weiteren spielen auch mikroskopische Effekte wie die Porenverteilung und die Korngröße eine Rolle. Die Dispersivität besteht aus 3 Komponenten, der longitudinalen (in Fließrichtung), der transversal-horizontalen (quer zur Fließrichtung horizontal) und der transversalvertikalen (quer zur Fließrichtung vertikal) Dispersivität, wobei Feflow nicht zwischen transversal-horizontaler und transversal-vertikaler Dispersivität unterscheidet. Die Dispersivität ist ein maßstabsabhängiger Parameter, der im Wesentlichen von der Fließlänge innerhalb des Modellgebiets beeinflusst wird. Die Dispersivitäten werden üblicherweise aus Diagrammen in Abhängigkeit von mittleren Fließlängen, auch als Längenskala bezeichnet, entnommen (z. B. nach Gelhar). Die longitudinale Dispersivität wurde entsprechend dem Diagramm in Abb. 68 mit 100 m festgelegt. Dabei wurden im Modell erkennbare Fließlängen von ca. 1000 bis 2000 m zugrunde gelegt. Die transversale Dispersivität wird im Allgemeinen mit 1/10 der longitudinalen Dispersivität angesetzt.



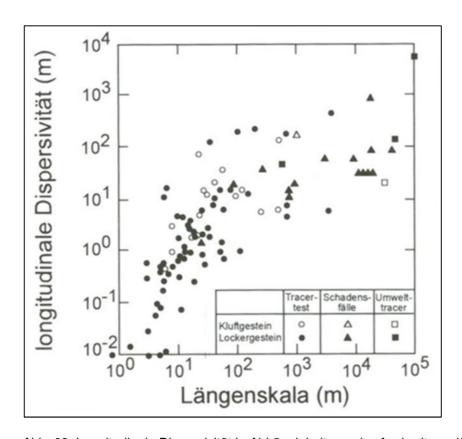


Abb. 68: Longitudinale Dispersivität in Abhängigkeit von der Ausbreitungslänge aus unterschiedlichen Feldversuchen (nach Gelhar /50/).

Effektive Porosität

Die effektive Porosität wird für die Berechnung der Abstandsgeschwindigkeit und somit für die Verfrachtung von im Grundwasser gelösten Stoffen in Folge der Mitnahme durch die einzelnen Wasserpartikel (Advektion) benötigt. Sie stellt das Verhältnis zwischen dem vom Grundwasser durchflossenen Hohlraumvolumen und dem Gesamtvolumen des Grundwasserleiters dar. Im Modell wurde für die effektive Porosität ein Wert von 0,12 angesetzt.

Dichte

Da es sich bei den Berechnungen der in Zukunft zu erwartenden Auswirkungen auf die Süß-/Salzwassergrenze um dichteabhängige Stofftransportberechnungen handelt, müssen dem Modell stoffspezifische Dichten vorgegeben werden. Als maximale Dichte wurde entsprechend einer Gesamtsalzkonzentration von Meerwasser (35 g/l) wurde 1.027 kg/m³ und als minimale Dichte (Süßwasser) 999,9 kg/m³ angenommen. Dazwischen wird von Feflow die Dichte linear interpoliert.



Randbedingungen

Randbedingungen 1. Art (Randpotenziale), wie sie z. B. am östlichen Modellrand (Jadebusen) angesetzt sind, müssen bei einem dichteabhängigen Modell auf sogenannte äquivalente Süßwasserspiegel umgerechnet werden. Die im Gelände an Grundwassermessstellen gemessenen Grundwasserstände beinhalten implizit die in Folge der Aufsalzung im Vergleich zu Süßwasser leicht erhöhte Dichte. Aus diesem Grund ist das tatsächlich wirksame Grundwasserpotenzial etwas größer als der gemessene Grundwasserstand. Diese Unterschiede sind trotz des geringen Ausmaßes bei Stofftransportberechnungen für die numerische Stabilität des Modells von Bedeutung. Aus diesem Grund wurden die am Modellrand am Jadebusen angesetzten Randpotenziale (0 mNN) für alle Schichten nach der folgenden Formel auf äquivalente Süßwasserspiegel umgerechnet:

$$h_f = \frac{\rho}{\rho_f} * h - \frac{\rho - \rho_f}{\rho_f} * z$$

mit:

h_f = äquivalenter Süßwasserspiegel [mNN]

h = Salzwasserspiegel [mNN]

 ρ_f = Dichte von Süßwasser bei 10°C [kg/m³] ρ = Dichte von Salzwasser bei 10°C [kg/m³]

z = Lagehöhe [mNN]

Dabei wurde angenommen, dass am Jadebusen der Untergrund mit Meerwasser (35 g/l Salzkonzentration) gesättigt ist. Dementsprechend wurde für die Umrechnung als Dichte von Salzwasser der Wert 1.027 kg/m³ verwendet. Wegen der mit der Teufe zunehmenden Länge der Säule an überlagerndem Salzwasser nehmen auch die äquivalenten Süßwasserspiegel mit der Teufe zu. An der freien Grundwasseroberfläche sind der gemessene Grundwasserstand, also der Salzwasserspiegel, und der äquivalente Süßwasserspiegel identisch.

Randbedingungen 3. Art (Leakage-Randbedingungen), wie sie z. B. am südlichen Modellrand (Zeteler Tief) und am nördlichen Modellrand (Upjeversches Tief) angesetzt wurden, müssen trotz einer möglichen Dichtebeeinflussung nicht umgerechnet werden.

Quellterme

Am Jadebusen muss auf Grund der überwiegend infiltrierenden Verhältnisse eine Quellkonzentration (Stoff-Randbedingung 1. Art) für Salzwasser angesetzt werden.

22.11.2018

Seite 257 von 313



Hier kommt es zu einem stetigen Eintrag von Meerwasser, so dass eine feste Konzentration von 35 g/l angesetzt wurde. Darüber hinaus wurde angenommen, dass über infiltrierende Gewässer und über die Grundwasserneubildung Süßwasser (Salzkonzentration von 0 g/l) in das Modell eingetragen wird. In Folge dieses kontinuierlichen Süßwassereintrags kommt es zu einer Aussüßung.

Salzkonzentrationsverteilung

Bei instationären Stofftransportberechnungen muss eine Anfangsbedingung als Startverteilung festgelegt werden. Als Startkonzentration wurde die heutige Salzkonzentrationsverteilung (Stand 2016) zunächst erarbeitet und dann dem Modell zugewiesen. Die Salzkonzentration von Meerwasser in der Jade/Nordsee liegt bei 35 g/l. Die Süß-/Salzwassergrenze wird bei einer Konzentration von 0,35 g/l angenommen. Die von uns abgeleitete Verteilung der Salzkonzentration basiert auf drei Grundlagen: der Süß-/Salzwassergrenze (auch als Salzwassergrenze bezeichnet) gemäß dem Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie von Niedersachsen (LBEG), teufendifferenzierten Salzkonzentrationen einer Helikopter-Geophysik des Leibniz-Instituts für Angewandte Geophysik (LIAG) in Hannover bzw. der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) in Braunschweig und Grundwasseranalysen der STORAG ETZEL von 2014 bis 2017.

In Abb. 69 sind die Süß-/Salzwassergrenze gemäß LBEG für den oberen und den unteren Bereich des Grundwasserleiters in Form von jeweils einer Linie sowie die Salzkonzentration aus der Helikopter-Geophysik in Form von Farbpunkten/-flächen (exemplarisch bei -100 mNN) dargestellt. Sowohl nach unserer Einschätzung als auch der der GRS weist die Konzentrationsverteilung Unplausibilitäten auf. Es gab offensichtlich Messaussetzer während des Fluges und die Verteilung passt nicht gut zu der auskartierten Salzwassergrenze des LBEG. Darüber hinaus werden im Küstenbereich Salzkonzentrationen bis max. ca. 25 g/l (c = \sim 0,73 entspricht \sim 25 g/l Salz) ausgewiesen. Erwartungsgemäß müsste die Salzkonzentration in einem Saum entlang der Küste bei 35 g/l (Meerwasser) liegen. Dieser Datensatz konnte also nicht unmittelbar verwendet werden. Er lieferte höchstens Hinweise auf die tatsächliche Salzkonzentrationsverteilung.

Eine Übersicht über die Grundwassermessstellen, für die Grundwasseranalysen vorlagen, ist in Abb. 70 dargestellt. Es lagen für 30 Grundwassermessstellen jährliche Grundwasseranalysen für die Jahre 2014 und 2015 sowie teilweise für 2016 und 2017 vor (Anhang 3). Für die Ableitung der Verteilung der Salzkonzentration wurden die Analysewerte von 2014 genommen, da in 2014 für alle Messstellen



Werte vorlagen und die Auswertung zudem ergeben hat, dass die Salzkonzentrationen an den Messstellen über die 4 Jahre weitestgehend stabil sind.

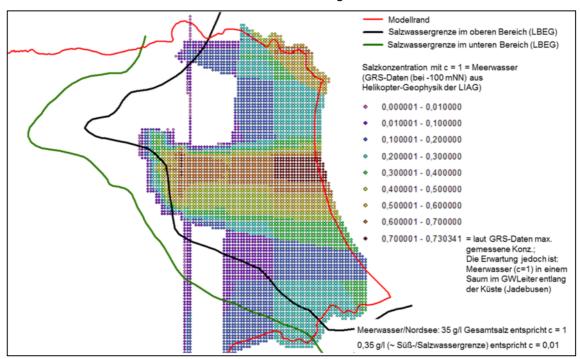


Abb. 69: Ableitung der Verteilung der Salzkonzentration

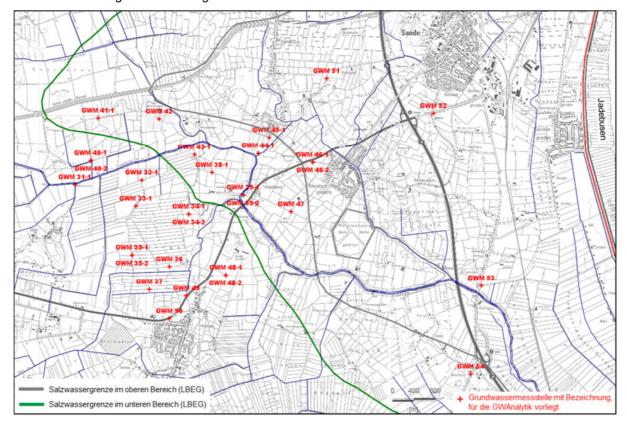


Abb. 70: Übersicht über beprobte Grundwassermessstellen



Die Abb. 71 und Abb. 72 zeigen die unter Auswertung aller drei genannten Grundlagen konstruierte Verteilung der Salzkonzentration im oberen und unteren Bereich des Grundwasserleiters in Form von Farbflächen. Zusätzlich sind die Salzkonzentrationen der Grundwasseranalysen aus 2014 sowie die Salzwassergrenzen nach LBEG abgebildet. Am Küstenverlauf wurde, abweichend von den GRS-Daten, ein schmaler Saum mit Salzkonzentration entsprechend Meerwasser (35 g/l) angenommen. Diese Annahme erscheint uns wegen größtenteils infiltrierender Verhältnisse plausibel.

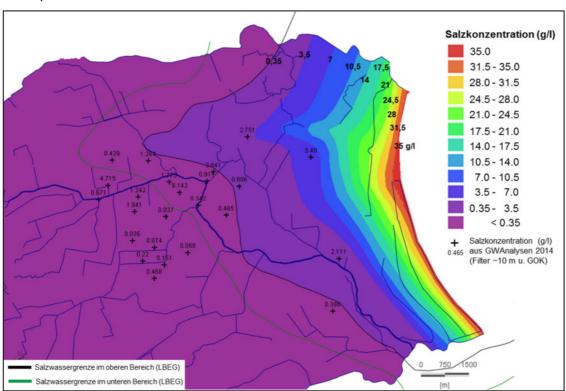


Abb. 71: Konstruierte Verteilung der Salzkonzentration im oberen Bereich des Grundwasserleiters



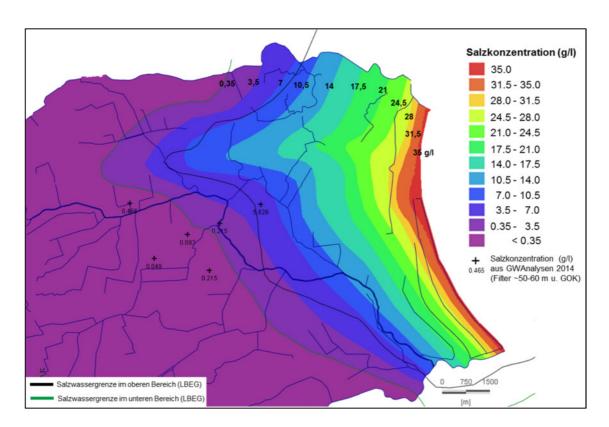


Abb. 72: Konstruierte Verteilung der Salzkonzentration im unteren Bereich des Grundwasserleiters

Bei der Konstruktion der Salzkonzentrationsverteilung konnten nicht alle Grundwasseranalysewerte aus 2014 berücksichtigt werden. In Anbetracht der inhomogenen Verteilung der analysierten Salzkonzentrationen war deutlich, dass ein genaues Treffen der Analysewerte mit der konstruierten Salzkonzentrationsverteilung nicht möglich ist. So fanden sich im oberen Teil des Grundwasserleiters insbesondere im Umfeld des Friedeburger Tiefs westlich der Süß-/Salzwassergrenze nach LBEG deutlich höhere Salzkonzentrationen (1 g/l bis 5 g/l) als weiter östlich Richtung Jadebusen, obwohl in östlicher Richtung wegen der größeren Nähe zum Jadebusen und der dort in den Grundwasserleiter einströmenden Salzwässer höhere Salzkonzentrationen zu erwarten sind. In diesem Sinne repräsentiert die konstruierte Salzkonzentrationsverteilung eine generelle geglättete Konzentrationsverteilung, ohne alle Schwankungen und Ausreißer berücksichtigen zu wollen. Die vorliegenden Erkenntnisse deuten darauf hin, dass generell die Salzkonzentrationen mit der Teufe zunehmen. Dies wird insbesondere durch die mit der Konzentration ansteigenden Dichte unterstützt und stabilisiert.

Seite 261 von 313



4.3 Plausibilitätsüberprüfung

Nach der Erstellung eines Stofftransportmodells muss es auf Plausibilität geprüft werden. Eine Modellkalibrierung in dem Sinne, dass eine durch entsprechende langjährige Analysewerte und Konzentrationsganglinien dokumentierte Entwicklung der Salzkonzentrationen mit dem numerischen Modell hinreichend gut nachgerechnet wird, konnte nicht durchgeführt werden. Dies ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass keine langen repräsentativen Zeitreihen über Salzkonzentrationen vorliegen, die Erkenntnisse über die Entwicklung der Salzkonzentrationen in den letzten Jahrzehnten ermöglichen würden. Dieses Fehlen einer Kalibrierung im strengen Sinne bedeutet keine größere Modellunsicherheit. Es wird kompensiert durch die Einhaltung der numerischen Stabilitätskriterien und einen plausiblen Ausgangszustand der Salzkonzentrationen, der mit Grundwasseranalysen, den GRS-Daten und der Süß-/Salzwassergrenze nach LBEG abgeglichen ist.

Um die numerische Stabilität des Modells zu gewährleisten und eine korrekte Stofftransportberechnung durchzuführen, müssen bei einer Stofftransportmodellierung numerische Stabilitätskriterien erfüllt sein. Es muss sowohl das Stabilitätskriterium einer ausreichenden Feinheit der Raumdiskretisierung, also des Finite-Elemente-Netzes (PECLET-Zahl) als auch der Zeitdiskretisierung (COURANT-Zahl) erfüllt werden. Die Zeitdiskretisierung wird von dem Simulator Feflow in einem vorzugebenden Rahmen (maximale Zeitschrittlänge, mit 50 Tagen definiert) nach numerischen Kriterien selbst festgelegt.

PECLET-Zahl

Die PECLET-Zahl ist ein Maß für die Güte der räumlichen Diskretisierung. Eine günstige Raumdiskretisierung ergibt sich, wenn die PECLET-Zahl kleiner 2 ist. Ist die PECLET-Zahl größer 2, kann es zu numerischen Oszillationen bei den Modellrechnungen kommen. Oszillationen sind Schwingungen bei der iterativen numerischen Lösung und werden durch von Zeitschritt zu Zeitschritt abwechselnd zu hohe oder zu niedrige Konzentrationen deutlich. Darüber hinaus kann eine ungünstige Raumdiskretisierung zu einer verstärkten Stoffausbreitung in den Modellergebnissen führen (numerische Dispersion). Der maximale Knotenabstand im Modell beträgt ~65 m. Bei der gewählten longitudinalen Dispersivität von 100 m ergibt sich für den Quotienten ein maximaler Wert von 0,65 (vgl. Abb. 73). Das Stabilitätskriterium der räumlichen Diskretisierung wird daher gut eingehalten.

Seite 262 von 313





$$P_e = \frac{L}{\alpha_L}$$
 < 2 $P_e = \frac{30 \text{ m}}{100 \text{ m}} = 0.3$ mittlerer Knotenabstand

mit:

P_e = Peclet-Zahl

L = Knotenabstand im Modell (m)

α_L = longitudinale Dispersivität (m

 $P_e = \frac{65 m}{100 m} = 0,65$ großer Knotenabstand

α_L = longitudinale Dispersivität (m) = 100 m

Abb. 73: PECLET-Zahl

COURANT-Zahl

Dieses Stabilitätskriterium prüft die zeitliche Diskretisierung, also die Größe eines Zeitschrittes, mit dem im Modell gerechnet wird. Die Wahl der Zeitschrittweite wirkt sich nicht unerheblich auf die Rechenzeit aus. Je kleiner die Zeitschrittweite, desto höher der Rechenaufwand. Die COURANT-Zahl sollte einen Wert von 1 jedoch nicht überschreiten (vgl. Abb. 74).

Die mittlere Abstandsgeschwindigkeit beträgt 4,2·10⁻⁷ m/s im oberen Grundwasserleiter. Bei einem mittleren Knotenabstand von 30 m und einer maximal gewählten Zeitschrittweite von 50 Tagen ergibt sich ein Wert von 0,06. Bei einer Grenzbetrachtung mit minimalen Knotenabständen von 2 m ergibt sich ein Wert von 0,91. Das Stabilitätskriterium der zeitlichen Diskretisierung wird bei der gewählten maximalen Zeitschrittweite von 50 Tagen gut eingehalten.

$$C_o = \frac{v_a * \Delta t}{\Delta l} \le 1$$

mit:

C_o = Courant-Zahl

v_a = Abstandsgeschwindigkeit (m/s) (= 4,2·10⁻⁷ m/s)

 Δt = Zeitschrittweite (s) (4320000 s = 50 d)

 $\Delta I = Elementlänge (m)$

$$C_o = \frac{4.2 \cdot 10^{-7} \text{ m/s} * 4320000 \text{ s}}{30 \text{ m}} = 0.06$$
 mittlerer h

mittlerer Knotenabstand

$$C_o = \frac{4.2 \cdot 10^{-7} \text{ m/s} * 4320000 \text{ s}}{2 \text{ m}} = 0.91$$

kleiner Knotenabstand

22.11.2018

Seite 263 von 313



Einschwingen des numerischen Stofftransportmodells

Aus numerischen Gründen wurde als Startpunkt für die Berechnung der Salzwasserausbreitung ein mit dem Modell berechneter Ausgangszustand gewählt, um kurzfristige und starke Änderungen in den berechneten Salzkonzentrationen zu Beginn der Stofftransportsimulation über Jahrzehnte zu meiden. Die aus den Grundlagen konstruierte Salzkonzentration (Abb. 71 und Abb. 72) wurde hierzu als Startpunkt für eine 5-jährige Modellrechnung verwendet, damit sich das Modell auf diese Situation einschwingt. Die auf diese Weise berechnete Verteilung der Salzkonzentration ist in Form von Farbflächen in Abb. 75 für den oberen Bereich und in Abb. 76 für den unteren Bereich des Grundwasserleiters dargestellt. Zudem ist die konstruierte Verteilung der Salzkonzentration in Form von schwarzen Isolinien und die Salzkonzentration der Grundwasseranalysen aus 2014 abgebildet. Die genannte numerische Einschwingung des Modells führt dazu, dass es zu einer gewissen Konzentrationsangleichung gemäß den dominierenden Stofftransportprozessen zwischen dem oberen und dem unteren Bereich des Grundwasserleiters kommt. Diese Konzentrationsangleichung führt dazu, dass sich die Konzentrationen im oberen Bereich des Grundwasserleiters überwiegend etwas erhöhen, was auf die höheren Konzentrationen im unteren Bereich zurückzuführen ist.

Nur im nordöstlichen Modellgebiet im Bereich Sande werden im oberen Teil des Grundwasserleiters deutliche Aussüßungen berechnet. Sie werden dadurch hervorgerufen, dass im Bereich Sande ein lokaler Grundwasserhochpunkt im Modell abgebildet ist und der Jadebusen in Folge dessen auf diesem Abschnitt als Vorfluter für das Grundwasser fungiert und nicht oberflächennah Salzwasser in den Grundwasserleiter hineindrückt.

Im unteren Bereich des Grundwasserleiters werden vom Modell fast ausschließlich leichte und nur bereichsweise größere Aussüßungen wie z. B. am Unterlauf des Friedeburger Tiefs berechnet.



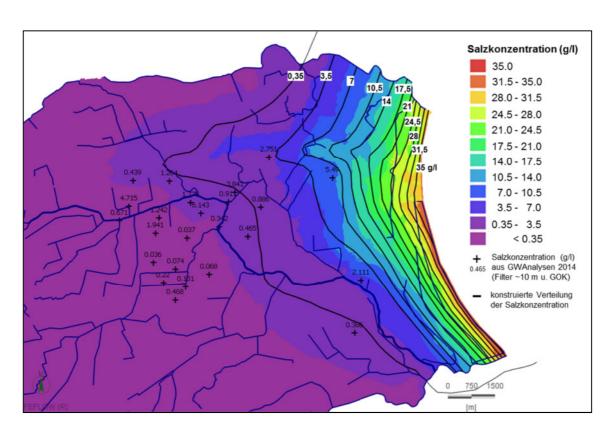


Abb. 75: Berechneter Ausgangszustand der Salzkonzentration im oberen Bereich des Grundwasserleiters

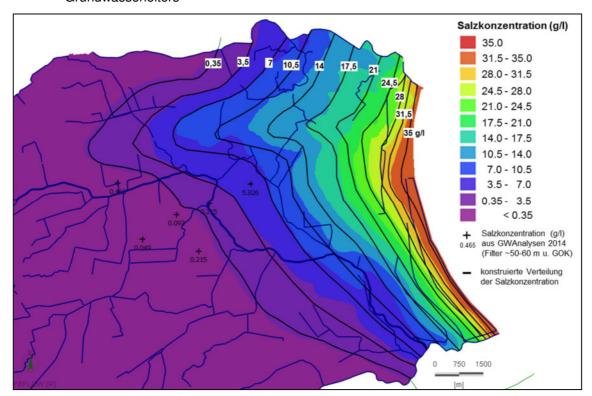


Abb. 76: Berechneter Ausgangszustand der Salzkonzentration im unteren Bereich des Grundwasserleiters



Zur Veranschaulichung der teufendifferenzierten Verteilung der Salzkonzentrationen ist in Abb. 77 die berechnete Salzkonzentration in einem W-E-Schnitt durch das Modell perspektivisch dargestellt. Gut zu erkennen ist die oben beschriebene Zunahme der Salzkonzentrationen mit der Teufe.

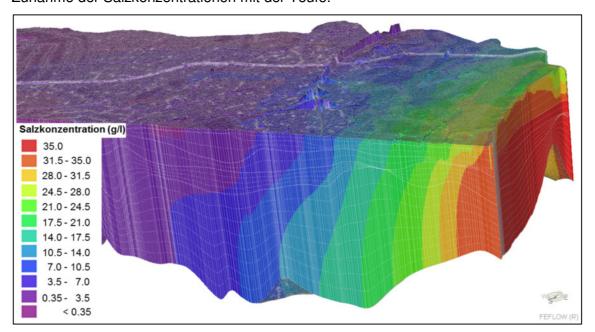


Abb. 77: Berechneter Ausgangszustand der Salzkonzentration - 3D-Ansicht

Nach den 5 Jahren Simulationsdauer hat sich eine in dem Sinne stabile Salzkonzentrationsverteilung im gesamten Grundwasserleiter eingestellt, dass unphysikalische kurzfristige und größere Konzentrationsänderungen im Zuge der weiteren Modellrechnungen ausgeschlossen sind. Außerdem stimmt die errechnete Salzkonzentrationsverteilung gut mit den vorliegenden Analysen überein.

Die berechnete Verteilung der Salzkonzentration wurde als Startverteilung für eine Prognoserechnung ohne jegliche weitere Eingriffe wie Senkungen oder Maßnahmen (also ein Weiterrechnen der heutigen Verhältnisse) und für die in Kap. 4.4 beschriebene Prognoserechnung zu den Auswirkungen der Senkungen und Maßnahmen auf die Süß-/Salzwassergrenze verwendet. Die beiden Prognosesimulationen wurden jeweils über einen Zeitraum von 150 Jahren gerechnet.

Die Ergebnisse der Prognoserechnung ohne weitere Eingriffe sind zusammen mit den Ergebnissen der Prognoserechnung mit den Senkungen in Kap. 4.4 dargestellt. Bei den Modellrechnungen zeigte sich, dass die heutigen Salzwasserverhältnisse weitestgehend stabil mit einer geringen Tendenz zur Aussüßung sind. Diese Tendenz zur Aussüßung wird durch die Grundwasserneubildung, bei der dem

22.11.2018

Seite 266 von 313



Grundwasserhaushalt kontinuierlich Süßwasser zugeführt wird, angestoßen. Dieses Ergebnis belegt ebenfalls die Plausibilität des erstellten Stofftransportmodells.

4.4 Prognoserechnungen

Die Prognoserechnungen ohne Senkungen und mit Senkungen und Maßnahmen wurden instationär ab 2016 über 150 Jahre (100 Jahre Senkungseinwirkung und 50 Jahre darüber hinaus) durchgeführt. Bei den Prognoserechnungen mit Senkungen und Maßnahmen wurden die über 100 Jahre andauernden Senkungen nicht kontinuierlich, sondern zusammen mit den Maßnahmen an 5 diskreten Zeitpunkten in der Modellrechnung berücksichtigt. Diese 5 Änderungszeitpunkte orientieren sich an den 5 Zeitschnitten, zu denen die Grundwasserströmung berechnet worden ist (Kap. 3.4). Sie wurden jeweils in die Mitte des Intervalls zwischen dem Ausgangszustand und dem ersten Zeitschnitt 2038 und der vier weiteren Intervalle zwischen den 5 Zeitschnitten gelegt, um die Veränderungen (Senkungen und Maßnahmen) innerhalb der Intervalle mit möglichst geringem Zeitverzug im Modell abzubilden. Durch diesen methodischen Ansatz ergaben sich 2028, 2050, 2070, 2090 und 2110 als Änderungszeitpunkte. So wurde, um die Methode zu veranschaulichen, ab 2110 ohne weitere Senkungen und Maßnahmen bis 2166 durchgerechnet, da die restlichen Senkungen von 2110 bis 2117 schon im Änderungszeitpunkt 2110 berücksichtigt sind.

Die Ergebnisse der Prognoserechnungen mit Senkungen und Maßnahmen werden für drei ausgewählte Zeitschnitte (2050, 2090, 2166) mit dem berechneten Ausgangszustand der Salzkonzentration sowie mit den Ergebnissen der instationären Modellrechnung ohne Senkungen verglichen. Dabei werden die berechneten Konzentrationsverteilungen der Modellrechnung mit Senkungen und Maßnahmen in Form von Farbflächen, die der Modellrechnung ohne Senkungen in Form von durchgezogenen Konzentrationsisolinien und der berechnete Ausgangszustand in Form von gestrichelten Konzentrationsisolinien jeweils für den oberen und unteren Bereich des Grundwasserleiters dargestellt. Die Modellrechnung ohne Senkungen, die in Kap. 4.3 als Weiterrechnen der heutigen Verhältnisse charakterisiert wurde, wurde durchgeführt, um anhand eines Abgleichs mit der Modellrechnung mit Senkungen und Maßnahmen die Auswirkungen der Senkungen und Maßnahmen auf die Süß-/Salzwassergrenze ohne eine Überlagerung mit generellen langfristigen Tendenzen der Salzwassersituation beurteilen zu können.



Im Folgenden werden die Ergebnisse der Modellrechnungen an den 3 genannten Zeitschnitten erläutert. In Abb. 78 und Abb. 79 sind die Modellergebnisse für den Zeitschnitt 2050, in Abb. 80 und Abb. 81 die Modellergebnisse für den Zeitschnitt 2090 und in Abb. 82 und Abb. 83 die Modellergebnisse für den Zeitschnitt 2166 dargestellt. Alle Abbildungen zeigen mehr oder weniger den gleichen Ausschnitt, der die drei Orte Etzel, Horsten und Neustadtgödens umfasst und den Änderungsbereich der Süß-/Salzwassergrenze darstellt.

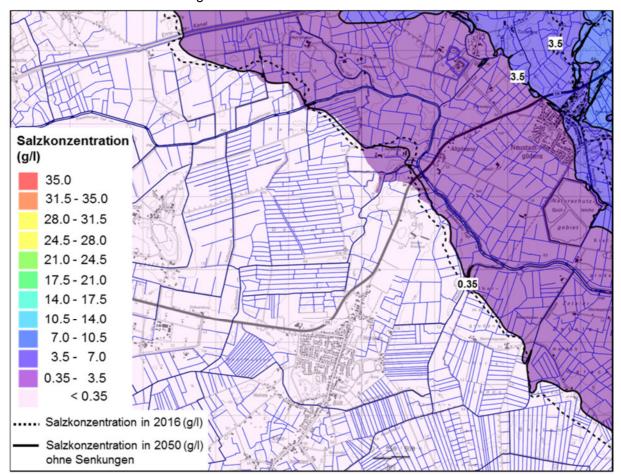


Abb. 78: Zeitschnitt 2050 - Verteilung der Salzkonzentration im oberen Bereich des Grundwasserleiters

Der Vergleich mit dem Ausgangszustand belegt, dass die Salzwassersituation generell als stabil mit einer schwachen aber kontinuierlichen Tendenz zur Aussüßung charakterisiert werden kann. Gut erkennbar sind diese Aussagen an den Ergebnisdarstellungen für den unteren Bereich des Grundwasserleiters. Über die Jahrzehnte hinweg verringern sich die berechneten Salzkonzentrationen sowohl für die Szenarien mit Senkungen und Maßnahmen als auch bei der Weiterrechnung des



Ausgangszustands. Die Konzentrationsisolinien entfernen sich kontinuierlich in östlicher Richtung von den entsprechenden Konzentrationsisolinien des Ausgangszustands. Es ist davon auszugehen, dass der für den Zeitpunkt 2166 dargestellte Zustand nicht endgültig ist, sondern dass sich die Aussüßung weiter fortsetzt. Aufgrund der schwachen Aussüßungstendenz sind Änderungen allerdings nur über Jahrzehnte hinweg beobachtbar.

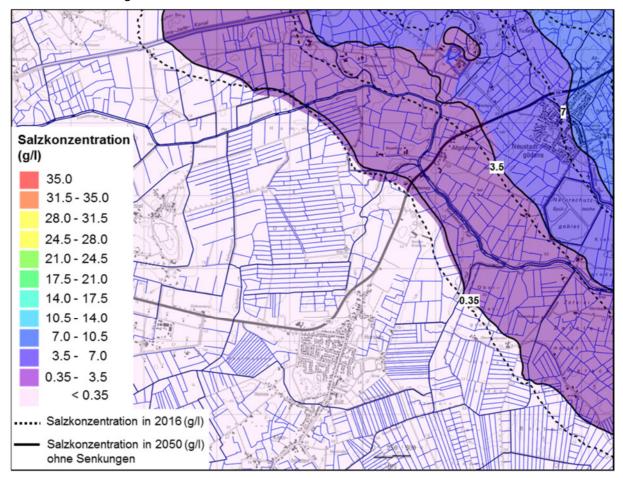


Abb. 79: Zeitschnitt 2050 - Verteilung der Salzkonzentration im unteren Bereich des Grundwasserleiters

Die schwache Aussüßungstendenz im unteren Bereich des Grundwasserleiters gilt auch generell für die Süß-/Salzwassergrenze (0,35 g/l). Nur im Bereich zwischen dem Friedeburger Tief und der Schiffsbalje und dem Umfeld ist für das Szenario mit Senkungen und Maßnahmen mit einer Ausdehnung, also mit einer Verlagerung der Süß-/Salzwassergrenze in westlicher Richtung zu rechnen.



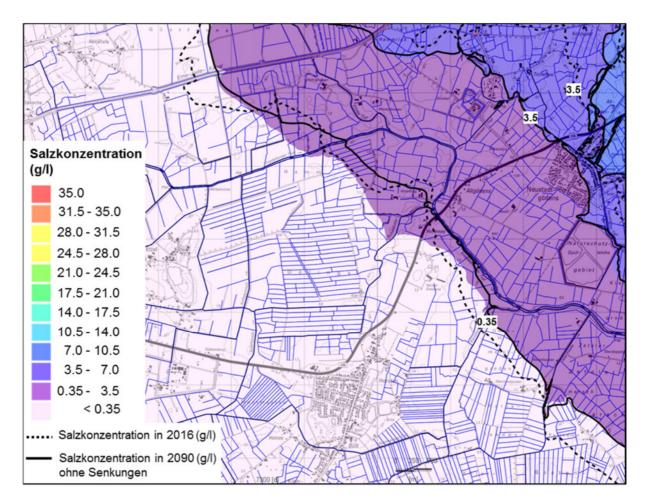


Abb. 80: Zeitschnitt 2090 - Verteilung der Salzkonzentration im oberen Bereich des Grundwasserleiters

Die Situation im oberen Bereich des Grundwasserleiters stellt sich sehr ähnlich der im unteren Bereich dar. Vereinfacht beschrieben kommt es im oberen Bereich des Grundwasserleiters zunächst zu einer schwachen Tendenz einer weiteren Aufsalzung, die auf einen Konzentrationsausgleich mit dem unteren Bereich des Grundwasserleiters zurückzuführen ist. Diese Tendenz dreht sich nach 2100 ebenfalls in eine schwache Tendenz zur Aussüßung. Im Bereich der Süß-/Salzwassergrenze kommt es wie im unteren Bereich des Grundwasserleiters kontinuierlich zu einer Ausdehnung, also Verlagerung nach Westen. Schon im Zeitschnitt 2050 kann diese Tendenz in Abb. 78 erkannt werden. In den folgenden Jahrzehnten setzt sich diese Verlagerung nach Westen weiter fort.



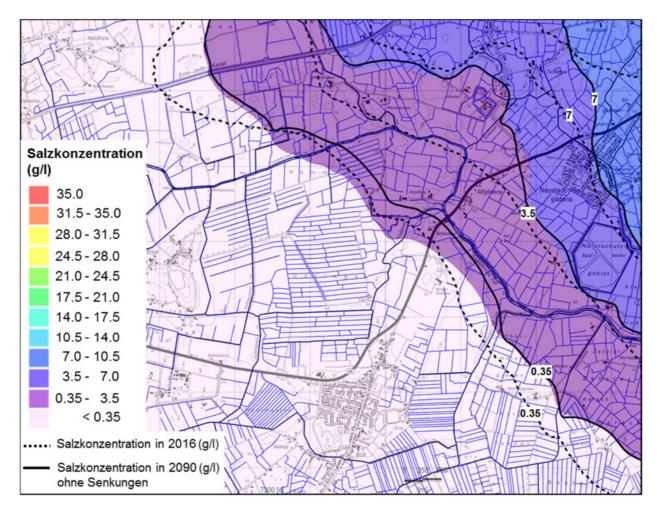


Abb. 81: Zeitschnitt 2090 - Verteilung der Salzkonzentration im unteren Bereich des Grundwasserleiters

Um die generellen Tendenzen in der Salzwasserausbreitung und den **Einfluss der Senkungen und Maßnahmen** auseinanderhalten zu können, sind die Ergebnisse der Modellrechnung mit Senkungen und Maßnahmen und die der Modellrechnung ohne Senkungen in den Abbildungen jeweils vergleichend dargestellt. Es kann festgehalten werden, dass ohne Senkungen die oben beschriebene Aussüßung in allen Zeitschnitten auch an der Süß-/Salzwassergrenze zu erwarten ist. Am Ende des simulierten Zeitraums von 150 Jahren ist die Süß-/Salzwassergrenze um mehrere hundert Meter nach Osten verschoben. Die Senkungen und Maßnahmen haben nur lokal im Bereich zwischen Friedeburger Tief und Schiffsbalje und dem Umfeld einen Einfluss auf die Süß-/Salzwassergrenze. In diesem Bereich führen die Senkungen und Maßnahmen in der Modellrechnung über 150 Jahre im Vergleich zum Ausgangszustand 2016 zu einer Ausweitung der Süß-/Salzwassergrenze um ca. 1000 m in westlicher Richtung. Diese Ausweitung ist im Wesentlichen auf die zentralen Gegenmaßnahmen, die Absenkung der Wasserspiegel am Kalbsschloot



und am heutigen Unterlauf der Schiffsbalje zurückzuführen. Durch diese Maßnahmen wird die Grundwasserströmung auf die beiden genannten Tiefpunkte so verstärkt, dass sie für die Salzwasserausbreitung lokal eine größere Wirkung entfaltet als die Aussüßungen befördernde Grundwasserneubildung. Bei der lokalen Ausweitung der Süß-/Salzwassergrenze um ca. 1000 m ist zu bedenken, dass es sich hierbei nicht um Salzkonzentrationserhöhungen in einer Größenordnung von mehreren g/l sondern um Erhöhungen um einige Zehntel g/l handelt. Die Modellrechnungen ergeben außerdem nördlich und südlich an den Ausweitungsabschnitt anschließende Bereiche, die im Norden bis an den Güstfenner Schloot West und im Süden bis an die Alte Heete reichen, in denen die Süß-/Salzwassergrenze sich im Vergleich zum Ausgangszustand 2016 in östlicher Richtung zurückzieht aber doch weiter nach Westen ausgedehnt ist als die Süß-/Salzwassergrenze der Modellrechnung ohne Senkungen. Auch in diesen beiden Bereichen ist ein gewisser Einfluss der Senkungen und Maßnahmen auf die Süß-/Salzwassergrenze erkennbar.

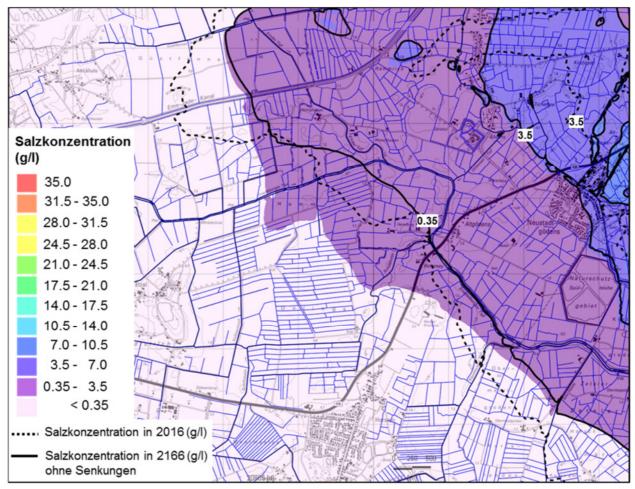


Abb. 82: Zeitschnitt 2166 - Verteilung der Salzkonzentration im oberen Bereich des Grundwasserleiters



Die Untersuchung der Grundwasserströmungsrichtungen und der damit zusammenhängenden Salzwasserausbreitungsrichtungen hat gezeigt, dass die lokale Verlagerung der Süß-/Salzwassergrenze auch in der Zeit nach 2166 keine Auswirkung auf die Grundwasserförderung Kleinhorsten hat.

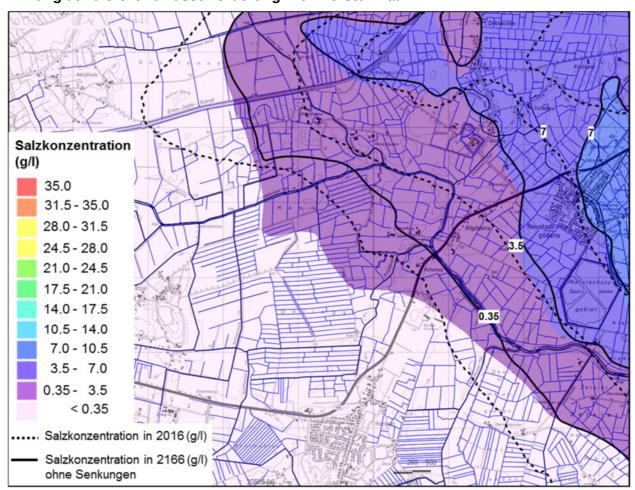


Abb. 83: Zeitschnitt 2166 - Verteilung der Salzkonzentration im unteren Bereich des Grundwasserleiters

Abschließend ist in Abb. 84 und Abb. 85 die Entwicklung der Süß-/Salzwassergrenze über die simulierten 150 Jahre für den oberen und den unteren Bereich des Grundwasserleiters dargestellt. Es ist gut zu erkennen, dass, wie oben beschrieben, nur im Bereich zwischen dem Friedeburger Tief und der Schiffsbalje und dem Umfeld im Vergleich zum Ausgangszustand eine Verlagerung der Süß-/Salzwassergrenze nach Westen zu erwarten ist. Außerhalb des o. g. Bereichs ist mit einem kontinuierlichen Zurückweichen der Süß-/Salzwassergrenze in östlicher Richtung zu rechnen.

Seite 273 von 313



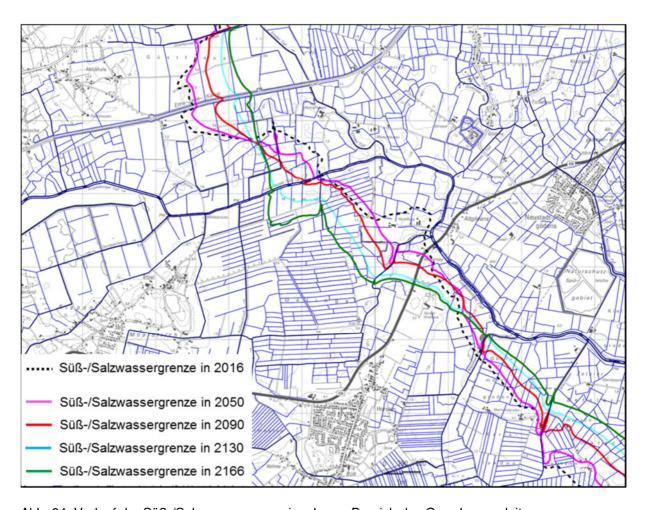


Abb. 84: Verlauf der Süß-/Salzwassergrenze im oberen Bereich des Grundwasserleiters in den kommenden 150 Jahren



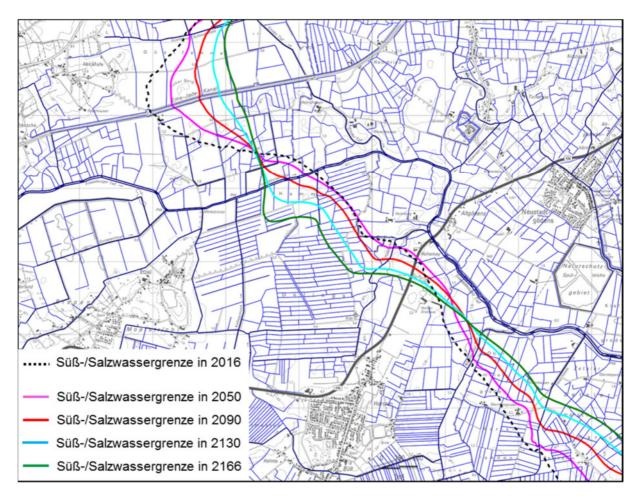


Abb. 85: Verlauf der Süß-/Salzwassergrenze im unteren Bereich des Grundwasserleiters in den kommenden 150 Jahren

Seite 275 von 313



5 Vermeidung, Minderung und Kompensation von erheblichen Umweltauswirkungen

5.1 Vermeidungs-/Minderungsmaßnahmen

Im Interesse des Natur- und Landschaftsschutzes ist es gemäß § 15 Abs. 1 des BNatSchG erforderlich, vermeidbare Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft zu unterlassen. Beeinträchtigungen sind vermeidbar, wenn zumutbare Alternativen, den mit dem Eingriff verfolgten Zweck am gleichen Ort ohne oder mit geringeren Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft zu erreichen, gegeben sind.

Im Zuge der Umsetzung von Gegenmaßnahmen (vgl. Kapitel 3.3) ist örtlich mit Eingriffen in Naturhaushalt und Landschaftsbild zu rechnen. Damit diese Eingriffe ggf. nicht die Erheblichkeitsschwelle überschreiten, werden nachfolgend aufgeführte Vermeidungs-/Minimierungsmaßnahmen Berücksichtigung finden.

5.1.1 Schutzgut Tiere und Pflanzen

- Bedarfsweises Mitwirken einer naturschutzfachlichen Baubegleitung.
- Unmittelbar vor Baubeginn werden die jeweiligen Baufelder durch die ökologische Baubegleitung in Augenschein genommen und hinsichtlich naturschutzfachlich bedeutsamer Werte und Funktionen überprüft. Ggf. vorkommende schützenswerte Tier- und/oder Pflanzenarten werden im Bedarfsfall in geeignete Ersatzhabitate umgesetzt bzw. verpflanzt.
- Standortauswahl bzw. Durchführung von Erd-/Bauarbeiten weitgehend außerhalb von bedeutsamen Brut-/Gastvogelvorkommen
- Um unnötige Beeinträchtigungen der Standortfauna zu vermeiden, sind die im Zuge der Baufeldvorbereitung notwendigen Maßnahmen möglichst außerhalb der Hauptlaich- und -brutperiode nur in der Zeit von ca. Anfang August bis Anfang März durchzuführen.
- Soweit erforderlich, erfolgen zum Schutz von Wiesenbrütern in Bereichen der Bauflächen und der Baufelder Vergrämungsmaßnahmen; die Prüfung erfolgt im Zuge der Umweltbaubegleitung.
- Baumaßnahmen im Gewässer, die zur Trübstoffbelastung führen (z. B. Sohleintiefung Schiffsbalje/Kalbsschloot), erfolgen außerhalb der Hauptlaichzeit (April bis Mitte Mai) von Fischen.
- Für die Baustelleneinrichtungsfläche und die Baufelder werden nur Flächen in Anspruch genommen, die aus naturschutzfachlicher Sicht vergleichsweise geringwertiger und ökologisch unempfindlich sind. In Abstimmung mit der Umweltbaubegleitung (UBB) und der Unteren Naturschutzbehörde können Lage und Umfang während der Bauphase bedarfsweise angepasst werden.

Seite 276 von 313



- Alle für den Baubetrieb benötigten Flächen (Baustelleinrichtungsfläche, Baufelder) werden nach Beräumung wieder so weit wie möglich in den vorherigen Zustand zurückversetzt (ggf. Tiefenlockerung) und der früheren Nutzung zugeführt (Andeckung des autochthonen Oberbodens und ggf. Ansaat/Bepflanzung) bzw. nach den Vorgaben der landschaftspflegerischen Begleitplanung entwickelt.
- Baustoffe, Baumaschinen und Aushub sind so zu lagern, dass sie bei einem Hochwasser nicht überflutet oder abgetrieben werden können (d. h. vorrangig auf der Baustelleneinrichtungsfläche). Baustoffe und Aushub dürfen nicht in die Gewässer eingebracht oder am Ufer gelagert werden.
- Schutz angrenzender Biotop- und Gehölzflächen durch Errichtung von an die jeweilige Geländesituation angepassten Schutzeinrichtungen (z. B. Bauzäune) in Abstimmung mit der Umweltbaubegleitung vor Ort.
- Abhängig von Bodenfeuchte und Witterung sind bei der Befahrung von Biotopflächen Schutzmaßnahmen durchzuführen (z. B. Baggermatratzen) in Abstimmung mit der Umweltbaubegleitung vor Ort.
- Notwendige Arbeitsstreifen an ökologisch empfindlichen Bereichen (z. B. Gehölzbestände, Biotopflächen, Wiesenbereiche, feuchte Geländemulden, etc.) sind so schmal wie möglich zu halten. Lager-/Stellflächen sind außerhalb dieser Bereiche herzustellen.
- Der bei Bauarbeiten anfallende Oberboden (Mutterboden) wird schonend behandelt und einer sinnvollen Folgenutzung zugeführt. Auf die DIN 18915 zum Schutz des Bodens durch fachgerechten Abtrag und Lagerung des belebten Oberbodens vor Beginn der Baumaßnahmen wird hingewiesen. Überschüssiges Aushubmaterial ist ordnungsgemäß zu entsorgen und darf auch nicht in angrenzenden ökologisch wertvollen Bereichen abgelagert und aufgefüllt werden.
- Gehölzfällungsarbeiten/ Gehölzschnittmaßnahmen und Mahd von Röhrichten und Staudenfluren erfolgen im Zeitraum vom 1. Oktober bis 28./29. Februar außerhalb der Brut- bzw. Vegetationszeit (in Anlehnung an § 39 Abs. 5 BNatSchG i. V. m. Art. 16 Abs. 1 BayNatSchG), vorbehaltlich einer ausnahmsweisen Verlängerung bei besonderen Witterungsverhältnissen und nach örtlichen Angaben im Rahmen der Umweltbaubegleitung.

5.1.2 Schutzgut Boden

- Einsatz einer bodenkundlichen Baubegleitung.
- Erstellung eines Bodenschutzkonzeptes im Vorfeld der Baumaßnahmen, das insbesondere den Umgang mit den im Bereich der Baufelder verbreitet vorkommenden potentiell sulfatsauren Böden berücksichtigt
- Reduzierung der Größe von Baufeldern auf das technisch unbedingt notwendige Maß und entsprechend minimierte Nutzung von Böden durch Befahren, Ablagerungen o. ä. außerhalb der eigentlichen Eingriffsfläche
- Durchführung von Erdarbeiten soweit möglich mit leichtem Gerät. Wenn schwere Geräte eingesetzt werden müssen, dann nur in trockenen Perioden

Seite 277 von 313



- Verminderung des spezifischen Bodendrucks während der Bautätigkeit/Befahrung, z. B. durch Einsatz von Breit-, Terra-Zwillingsreifen oder vermindertem Reifendruck
- Bei Arbeiten auf minder tragfähigem Boden ggf. Einsatz von Vlies/Baggermatten zum Schutz des Bodengefüges.
- Reduzierung des Versiegelungsgrades bzw. Verwendung versickerungsfähiger Beläge
- Ordnungsgemäße Wartung und Instandhaltung der Baufahrzeuge und Maschinen (Hydraulikbagger, Lkw, Traktoren, Dumper etc.) zur Vermeidung von Tropfverlusten bzw. schädlichen Bodenveränderungen durch Eintrag von betriebsnotwendigen Treib- und Schmierstoffen
- Lagerung von boden- und wassergefährdenden Stoffen nur auf Flächen mit entsprechenden Schutzvorkehrungen
- Für den Schadensfall mit wassergefährdenden Stoffen werden Ölbindemittel vorgehalten. Kontaminierte Böden werden fachgerecht entsorgt
- Schulung des Personals hinsichtlich des ordnungsgemäßen Verhaltens und der notwendigen Arbeiten bei etwaigen Havariefällen (z. B. Ölaustritt)
- Keine Lagerung oder Verwertung von Fremdböden im Baustellenbereich
- Durchführung der Oberboden- und Erdarbeiten gemäß DIN 18 300/DIN 18 915, mit Zwischenlagerung unterschiedlicher Bodentypen auf gesonderten Haldenflächen
- Nach Beendigung der Baumaßnahmen Bodenlockerung innerhalb baubedingt stark verdichteter Bereiche mit dafür geeigneten Geräten (z. B. Tiefspätenfräsen, Stechhub-Lockerern, Tiefenhacken oder Zweischichtenpflüge)
- Bei baubedingter temporärer Inanspruchnahme von landwirtschaftlichen Nutzflächen geht der Baustelleneinrichtung und -räumung jeweils eine Beweissicherung durch einen landwirtschaftlichen Sachverständigen voraus
- Separater sowie schonender Bodenaushub und getrennte Lagerung von Bodenschichten mit stark divergierenden Eigenschaften. Bei längerer Lagerung Begrünung der Bodenschichten durch Einsaat von z. B. Lupinen
- Sicherung der Funktionalität des abgelagerten Bodens, insbesondere durch Schutz vor Erosion, Schadverdichtung und Vernässung

5.1.3 Schutzgut Landschaft

Baumaßnahmen erfolgen weitgehend nur in solchen Bereichen, in denen landschaftsbildprägende Elemente, wie z. B. naturnahe Gewässerufer, einzeln stehende Bäume oder Gehölzgruppen mit strukturierender Funktion, fehlen.

- Sichtbeziehungen und Ensemblewirkungen bleiben erhalten
- Bei der Ertüchtigung des Pumpwerkes "Kalbsschloot" erfolgt eine landschafts- und ortsbildbezogene Gestaltung der baulichen Anlage unter Verwendung regionaltypischer Baumaterialien

Seite 278 von 313



 Aufgrund der Standortwahl sind natürliche Oberflächenformen oder kulturhistorisch bedeutsame Landschaftselemente nicht betroffen

5.2 Eingriffsregelung/Kompensationserfordernisse

Auch unter Berücksichtigung der in Kapitel 5.1 beschriebenen Vermeidungs-/Minimierungsmaßnahmen kommt es im Zuge der Umsetzung von Gegenmaßnahmen (vgl. Kapitel 3.3) örtlich zu erheblichen Beeinträchtigungen von Naturhaushalt und Landschaftsbild, die im Sinne von § 14 BNatSchG als Eingriffe zu bewerten sind. Insofern sind hierfür letztendlich auch Kompensationsmaßnahmen vorzusehen. Nachfolgend werden die eingriffsrelevanten Maßnahmen aufgeführt, der sich daraus ergebende voraussichtliche Kompensationsbedarf überschlägig ermittelt und Möglichkeiten zur konkreten Umsetzung von Kompensationsmaßnahmen aufgezeigt.

5.2.1 Darstellung kompensationsbedürftiger Eingriffe

5.2.1.1 Schutzgut Tiere und Pflanzen

Beim Schutzgut "Tiere und Pflanzen" liegt i. d. R. eine erhebliche Beeinträchtigung und damit ein kompensationsbedürftiger Eingriff vor, wenn Vorkommen von Pflanzen- und Tierarten der Wertstufen V - III betroffen sind und diese bau-, anlagenoder betriebsbedingt zerstört oder durch Fernwirkungen wie Grundwasserstandsänderungen oder Emissionen geschädigt werden.

Im Zusammenhang mit den hier geplanten Maßnahmen sind diesbezüglich voraussichtlich relevant:

- Transport-/Arbeitsverkehr und Anwesenheit von Menschen während der Bauphase (Scheuchwirkung/u. a. Beeinträchtigung von Brut-/Rastplätzen)
- Individuenverluste durch Fahrbetrieb in Gebieten mit Wechselbeziehungen zwischen Tierlebensräumen (z. B. zwischen Brutplatz und Nahrungshabitat)
- Temporäre Flächeninanspruchnahme durch Anlage von Zuwegungen und Lagerflächen (Flächenentzug, Barrierewirkung, Biotpverluste, Verlust von Brut-/Rastplätzen)
- Dauerhafte Flächeninanspruchnahme durch Überbauung und Übererdung/Errichtung von Verkehrsflächen und baulichen Anlagen (Flächenentzug, Barrierewirkung, Biotopverluste, Verlust von Brut-/Rastplätzen)
- Unterbrechung von Flächen mit Biotopverbundfunktion durch die Bautätigkeit, Fahrwege sowie durch begleitende, nicht passierbare Anlagen

Seite 279 von 313



 Zerstörung oder Beeinträchtigung von Gewässerbiozönosen durch baubedingten Sedimentabtrag (z. B. Sohlanpassungen Kalbsschloot/Schiffsbalje)

5.2.1.2 Schutzgut Boden

Beim Schutzgut "Boden" liegt grundsätzlich eine erhebliche Beeinträchtigung und damit ein kompensationsbedürftiger Eingriff vor, wenn Böden der Wertstufe V/IV abgetragen oder durch Fernwirkungen (Grundwasserstandsänderungen) betroffen werden. Bei Böden der Wertstufe III kann eine erhebliche Beeinträchtigung vorliegen, wenn ihre natürlichen Funktionen (Lebensraumfunktion, Regelungsfunktion, Filter und Pufferfunktion) erheblich beeinträchtigt oder zerstört werden.

Im Zusammenhang mit den hier geplanten Maßnahmen sind diesbezüglich voraussichtlich relevant:

- Verlust von Bodenfunktionen (Speicher-, Regler-, Filter- und Pufferfunktion, biotische Lebensraumfunktion, natürliche Ertragsfunktion) durch Überbauung und Versiegelung (hier: Errichtung baulicher Anlagen sowie temporärer und dauerhafter Verkehrsflächen)
- Verlust von Bodenfunktionen (Speicher-, Regler-, Filter- und Pufferfunktion, biotische Lebensraumfunktion, natürliche Ertragsfunktion) aufgrund von Gewässerausbaumaßnahmen (u. a. Eintiefung und Aufweitung Kalbsschloot, Durchstiche Schiffsbalje und Geestrandgraben)
- Örtlich Bodenüberprägungen, Aufschüttungen sowie Überformung des vorhandenen Bodenkörpers einhergehend mit Veränderung des Bodengefüges bei verdichtungs- und druckempfindlichen Böden
- Boden-/Wasser-/Winderosion auf exponierten vegetationsfreien Flächen

5.2.1.3 Schutzgut Landschaft

Beim Schutzgut "Landschaft" liegt i. d. R. eine erhebliche Beeinträchtigung und damit ein kompensationsbedürftiger Eingriff vor, wenn Gebiete der Wertstufe V/IV auf Wertstufe III oder II/I bzw. von Wertstufe III auf Wertstufe II/I verschlechtert werden.

Im Zusammenhang mit den hier geplanten Maßnahmen sind diesbezüglich voraussichtlich relevant:

- Errichtung von Verwallungen bzw. baulichen Anlagen in der freien Landschaft und dadurch Beeinträchtigungen von Sichtbeziehungen sowie des Landschaftserlebens i. A.
- Örtlich Verlust bzw. Abschirmung von prägenden Landschaftselementen (hier: Verwallung von Teilstrecken des Friedeburger Tiefs)
- Überformung von strukturarmer und leicht einsehbarer, offener Landschaft (arm an optisch gliedernden und belebenden Landschaftsteilen) durch



Fahrwege, Nebenanlagen und Erdbauwerke sowie Bautätigkeit und Fahrbetrieb

 Flächeninanspruchnahme innerhalb eines ruhigen Landschaftsraumes (frei von nennenswerten, ortsunüblichen Lärmbelastungen wie Verkehrs- oder Industrielärm)

5.2.2 Überschlägige Ermittlung des Kompensationsbedarfs

Auf der Grundlage des derzeitigen Kenntnisstandes wird nachfolgend der aus der Umsetzung von Gegenmaßnahmen resultierende Kompensationsbedarf überschlägig hergeleitet. Eine genauere Ermittlung von Art und Umfang der Kompensation kann erst Gegenstand einer konkreten Ausführungsplanung sein, für welche die Rahmenbedingungen im Einzelnen noch festzulegen sind.

5.2.2.1 Kompensationsgrundsätze

5.2.2.1.1 Schutzgut Arten und Lebensgemeinschaften

Für Arten und Lebensgemeinschaften gelten nach /38/ (vgl. /8/ /9/) die folgenden Grundsätze:

- Für Biotoptypen der Wertstufen V und IV, die zerstört oder sonst erheblich beeinträchtigt werden, ist die Entwicklung möglichst der gleichen Biotoptypen in gleicher Ausprägung (Naturnähestufe) erforderlich. Hierfür sind möglichst Flächen mit Biotoptypen der Wertstufen I oder II zu verwenden.
- Sind Biotoptypen der Wertstufe V und IV im vom Eingriff betroffenen Raum in der entsprechenden Ausprägung mittelfristig (bis 25 Jahre) nicht wiederherstellbar (schwer regenerierbare Biotope "*" (25 bis 150 Jahre Regenerationszeit) bzw. kaum oder nicht regenerierbare Biotope "*" (mehr als 150 Jahre Regenerationszeit) im Teil B 2.3), vergrößert sich der Flächenbedarf
- im Verhältnis 1:2 bei schwer regenerierbaren Biotopen,
- im Verhältnis 1: 3 bei kaum oder nicht regenerierbaren Biotopen.
- Werden Biotoptypen der Wertstufe III zerstört oder sonst erheblich beeinträchtigt, genügt die Entwicklung des betroffenen Biotoptypes auf gleicher Flächengröße auf Biotoptypen der Wertstufe I oder II. Nach Möglichkeit sollte eine naturnähere Ausprägung entwickelt werden.
- Weitergehende Kompensationsanforderungen können sich ergeben, wenn gefährdete Pflanzen- und Tierarten vom Eingriff betroffen sind. Diese sind lebensraum- und populationsspezifisch zu ermitteln (/46/).



5.2.2.1.2 Schutzgut Boden

Nach /9/ gelten im Eingriffsfall für die Ermittlung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen für erhebliche Beeinträchtigungen des Bodens folgende Kompensationsgrundsätze:

- Eingriffe in Böden mit besonderer Bedeutung erfordern ein Kompensationsverhältnis von 1:1
- Eingriffe in sonstige Böden erfordern ein Kompensationsverhältnis von 1:0,5
- Die Kompensationsmaßnahmen für erhebliche Beeinträchtigungen durch Bodenversiegelungen sind auf den Kompensationsbedarf für das Schutzgut "Arten und Biotope" nicht anrechenbar

5.2.2.1.3 Schutzgut Landschaft

Eine Kompensation von erheblichen Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes ist nach § 15 Abs. 2 Satz 2 BNatSchG nur durch landschaftsgerechte Wiederherstellung oder Neugestaltung möglich.

Wiederhergestellt ist das Landschaftsbild dann, wenn ein Zustand erreicht wird, der in gleicher Art und mit gleichen Funktionen den Zustand vor dem Eingriff weitestgehend fortführt. Dies ist meist jedoch nicht mehr möglich, da das Landschaftsbild durch den Eingriff bedingt ein verändertes Erscheinungsbild hat. Eine Neugestaltung wird hingegen bereits erreicht, wenn die Ausgleichsfläche an die übrige Landschaft angepasst wird und ein durchschnittlicher Betrachter diese Anpassung nicht als Fremdkörper empfindet.

Eine Neugestaltung ist allerdings, auch wenn sie landschaftsgerecht erfolgt, nicht denkbar, ohne dass sie optisch wahrnehmbar sein wird. Jedoch steht die fortdauernde optische Wahrnehmbarkeit einer Veränderung dem Ausgleich eines Eingriffs nicht notwendig entgegen.

5.2.2.2 Maßnahmen- und schutzgutbezogene Kompensationserfordernisse

Unter Berücksichtigung der o. g. Kompensationsgrundsätze wird der für die Durchführung von Gegenmaßnahmen erforderliche Kompensationsbedarf nachfolgend, soweit zum derzeitigen Kenntnisstand möglich, für ausgewählte Schutzgüter ermittelt. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die in Kapitel 5.2.1 näher beschriebenen Eingriffe in Biotoptypen, Brut-/Gastvogellebensräume sowie die



Schutzgüter Boden und Landschaft relevant. Im Rahmen geplanter Sohleintiefungen bei vorhandenen Gewässern ist zudem die Limnofauna sowie die submerse (untergetauchte) Vegetation zu berücksichtigen.

5.2.2.2.1 Anlage von Verwallungen am Friedeburger Tief

Verwallungen am Friedeburger Tief sind nach derzeitigem Kenntnisstand mit einer Breite von ca. 5 m und einer Höhe von max. 1,5 m über eine Gesamtlänge von ca. 3,8 km geplant. Einschließlich des rd. 3 m breiten Deichverteidigungsweges ergibt sich daraus ein Flächenverbrauch von rd. 30.400 m².

Biotoptypen

Die im Rahmen von Gegenmaßnahmen geplanten Verwallungen auf Teilstrecken der südlichen Uferzone des Friedeburger Tief sowie die damit verbundene Anlage eines Deichverteidigungsweges betreffen in den von /63/ kartierten Bereichen ausschließlich Ackerflächen und feuchtes Intensivgrünland der Wertstufen I bzw. II. Eingriffe in diese Biotoptypen sind gemäß o. g. Bilanzierungsgrundsätzen nicht kompensationsbedürftig.

Auch für bisher nicht kartierte Bereiche kann gemäß Luftbildauswertung davon ausgegangen werden, dass es sich bei den von Baumaßnahmen betroffenen Bereichen um intensive landwirtschaftliche Nutzflächen handelt, für die hinsichtlich erheblicher Beeinträchtigungen von Biotoptypen kein Kompensationsbedarf besteht.

Brut-/Gastvögel

Eine Fläche von rd. 30.400 m² geht als Brut-/Gastvogellebensraum verloren bzw. kann nur noch eingeschränkt genutzt werden. Als worst-case Annahme ist davon auszugehen, dass diesbezüglich eine Kompensation im Flächenverhältnis 1 : 1 zu erfolgen hat, demnach also gut 3 ha Kompensationsfläche für den Brut- und Gastvogelschutz bereitzustellen sind.

Fledermäuse

Die für eine Verwallung vorgesehenen Teilstrecken am Friedeburger Tief sind Bestandteil des FFH-Gebietes DE 2312-331 "Teichfledermaus-Habitate im Raum Wilhelmshaven". Ob bzw. inwiefern dadurch erhebliche Beeinträchtigungen von Teichfledermäusen bzw. des NATURA-2000-Gebietes resultieren, lässt sich mangels entsprechender Erfassungsdaten zurzeit nicht ermitteln. Aktuell lassen die Landkreise Friesland und Wittmund jedoch fledermauskundliche Untersuchungen u. a. am Friedeburger Tief durchführen. Anhand der damit vorliegenden Bestandsdaten



wird sich die bau- und anlagenbedingte Betroffenheit des FFH-Gebietes im Rahmen einer erforderlichen FFH-Verträglichkeitsprüfung demnächst genauer darstellen lassen.

Sofern sich daraus das Erfordernis fledermausspezifischer Kompensations- bzw. Kohärenzmaßnahmen ergibt, können diese ggf. am Gewässer selbst durch naturnahe Gestaltung von Gewässerteilstrecken bereitgestellt werden.

Boden

Vorhabenbedingt sind keine Böden von besonderer Bedeutung betroffen. Vielmehr ist den im Eingriffsbereich verbreitet vorkommenden Marschböden lediglich eine allgemeine Bedeutung zuzuordnen. Demzufolge sind Eingriffe in diesen Bodentyp in einem Flächenverhältnis von 1:0,5 zu kompensieren. Bei einem vorhabenbedingten Flächenverbrauch von rd. 30.400 m² (s. o.) ergibt sich daraus ein Bedarf von gut 1,5 ha. Da hier in Verbindung mit der Ausweisung von Brut-/Gastvogelkompensationsflächen jedoch die Möglichkeit der Mehrfachkompensation auf einer gemeinsamen Fläche besteht, sind zusätzliche Kompensationsmaßnahmen für das Schutzgut Boden nicht erforderlich.

Landschaft

Die Anlage des Hochwasserschutzwalles als sichtbares Bauwerk im offenen Grünlandbereich erfolgt in einer Marschenlandschaft, in welcher derartige linienförmige Strukturelemente landschaftstypisch sind. Aufgrund der nur sehr geringen Höhe von max. 1,5 m sind erhebliche Auswirkungen auf das Landschaftsbild aufgrund visueller Beeinträchtigungen nicht zu prognostizieren.

Sofern Baum-/Gehölzbestand von Baumaßnahmen betroffen sein sollte, was sich aufgrund z. T. unvollständiger Kartierdaten nicht gänzlich ausschließen lässt, sind diese, das Landschaftsbild ggf. örtlich prägenden Einzelelemente, in adäquater Weise zu ersetzen.

Fazit

Für vorhabenbedingte Eingriffe in Verbindung mit der Verwallung von Gewässerteilstrecken am Friedeburger Tief ist nach derzeitigem Kenntnisstand ein Kompensationsbedarf von <u>rd. 3 ha</u> einzuplanen. Zur Verbesserung der Lebensraumbedingungen insbesondere für Wiesenbrutvögel sind hierfür Acker- oder Grünlandbiotope der Wertstufe I oder II in eine extensive Bewirtschaftung zu überführen und ein Grünlandbiotop der Wertstufe ≥ III zu entwickeln.

Seite 284 von 313



Der Verlust landschaftsbildprägender Einzelelemente (Bäume, Gehölzgruppen) ist ggf. durch Neupflanzungen in adäguater Weise zu ersetzen.

5.2.2.2 Durchstiche Geestrandgraben/Kalbsschloot sowie Schiffsbalje/Kalbsschloot

Gemäß derzeitigem Kenntnisstand erfolgt der als Gegenmaßnahme geplante Durchstich vom Geestrandgraben zum Kalbsschloot auf einer Breite von ca. 16 m sowie über eine Länge von ca. 580 m (=> Gesamtfläche ca. 9.280 m²).

Für den Durchstich Schiffsbalje zum Kalbsschloot ist eine Einschnittbreite von ca. 14 m über eine Länge von ca. 145 m geplant (=> Gesamtfläche 2.030 m²).

Biotoptypen

Von den o. g. Maßnahmen ist gemäß Kartierung (/63/) ausschließlich Intensivgrünland auf Moorböden (GIM) der Wertstufe II betroffen. Eingriffe in diesen Biotoptyp sind gemäß o. g. Bilanzierungsgrundsätzen nicht kompensationsbedürftig.

Brut-/Gastvögel

Eine Fläche von insgesamt rd. 11.310 m² geht als Brut-/Gastvogellebensraum für terrestrische Arten irreversibel verloren. Als worst-case Annahme ist davon auszugehen, dass diesbezüglich eine Kompensation im Flächenverhältnis 1 : 1 zu erfolgen hat, demnach also gut 1,1 ha Kompensationsfläche für den Brut- und Gastvogelschutz bereitzustellen sind.

Boden

Betroffen sind Erd-Niedermoorböden und Kleimarsch von allgemeiner Bedeutung, für die bei Eingriffen gewöhnlich im Flächenverhältnis 1:0,5 zu kompensieren ist. In Verbindung mit einer für Verluste von Brut-/ Gastvogellebensraum erforderlichen Grünlandextensivierung ist jedoch eine Mehrfachkompensation möglich und ein zusätzlicher Kompensationsbedarf für das Schutzgut Boden demzufolge nicht erforderlich.

Davon unabhängig sind die freikommenden Bodenmassen einer ordnungsgemäßen Verwendung zuzuführen.

Landschaft

Die Durchstiche und die damit verbundenen Verlängerungen der o. g. Gräben erfolgen in einem Gebiet, das durch ein kleingliedriges Entwässerungssystem ge-



prägt ist. Zudem entstehen dabei keine vertikal wirksamen Strukturelemente. Nachhaltig wahrnehmbare Beeinträchtigungen werden für einen durchschnittlichen Beobachter damit nicht verbunden sein, so dass der Eingriff in das Landschaftsbild die Erheblichkeitsschwelle nicht überschreiten wird. Kompensationsmaßnahmen sind nicht erforderlich.

Fazit

Für vorhabenbedingte Eingriffe in Verbindung mit geplanten Durchstichen zur Zusammenführung von Entwässerungsgräben ist nach derzeitigem Kenntnisstand ein Kompensationsbedarf von <u>rd. 1,1 ha</u> einzuplanen. Zur Verbesserung der Lebensraumbedingungen insbesondere für Wiesenbrutvögel sind hierfür Acker- oder Grünlandbiotope der Wertstufe I oder II in eine extensive Bewirtschaftung zu überführen und ein Grünlandbiotop der Wertstufe ≥ III zu entwickeln.

5.2.2.2.3 Ertüchtigung Schöpfwerk Kalbsschloot

Zum derzeitigen Kenntnisstand geht der Fachgutachter (Rieger mdl.) davon aus, dass die bestehenden baulichen Anlagen des Schöpfwerkes Kalbsschloot lediglich um rd. 100 m² Baufläche erweitert werden müssen. Dabei wird vorausgesetzt, dass vorhandene Infrastruktur weiter genutzt werden kann.

Biotoptypen

Gemäß Biotoptypenkartierung (/63/) ist das Umfeld des Schöpfwerkes Kalbsschloot von Einsaat-Grünland und feuchtem Intensivgrünland geprägt. Eingriffe in diese Biotoptypen der Wertstufen I bzw. II sind gemäß o. g. Bilanzierungsgrundsätzen nicht kompensationsbedürftig.

Brut-/Gastvögel

Das Schöpfwerk und seine unmittelbare Umgebung sind aufgrund der von ihm ausgehenden Störwirkung für die Brut- und Gastvogelfauna aktuell ohne Bedeutung. Eine Vergrößerung des bereits heute vorhandenen Störradius ist aufgrund der nur geringfügig zu erweiternden baulichen Anlage nicht zu erwarten. Der Eingriff ist bzgl. des Schutzgutes Brut-/Gastvögel dementsprechend nicht kompensationsbedürftig.

Boden

Betroffen ist Kleimarsch von allgemeiner Bedeutung. Die vorhabenbedingte Versiegelung diese Bodentyps erfordert eine Kompensation im Flächenverhältnis von



1:0,5, die gemäß o. g. Kompensationsgrundsätzen auch nicht über Mehrfachkompensation abgedeckt wird. Für das Schutzgut Boden ist aufgrund der notwendigen Ertüchtigung des Schöpfwerkes daher ein Kompensationsbedarf von ca. 50 m² einzuplanen.

Landschaft

Bei einer geringfügigen baulichen Erweiterung von lediglich ca. 100 m² kann davon ausgegangen werden, dass die damit verbundenen Veränderungen des Landschaftsbildes von einem durchschnittlichen Beobachter nicht wahrgenommen werden. Demnach läge kein Eingriff in das Landschaftsbild vor und ein Kompensationsbedarf entstünde nicht.

Fazit

Vorhabenbedingte Eingriffe in Verbindung mit der Ertüchtigung des Schöpfwerkes Kalbsschloot ergeben sich in sehr geringem Maße lediglich für das Schutzgut Boden. Dafür ist nach derzeitigem Kenntnisstand eine Kompensationsfläche von rd. 50 m² bereitzustellen, die bestmöglich mit anderen Grünland-Kompensationsflächen zusammenzulegen ist.

5.2.2.2.4 Eintiefung und Aufweitung Kalbsschloot

Im Zuge der Umsetzung von Gegenmaßnahmen erfolgt die Eintiefung und Aufweitung des Kalbsschloots - ausgehen vom Schöpfwerk - über eine Gesamtlänge von ca. 1,8 km. Abzüglich einer aktuellen Gewässerbreite von ca. 3 m wird die durchschnittliche Einschnittbreite auf dieser Strecke rd. 22 m betragen. Demzufolge wird sich der Flächenverbrauch bzw. die abzugrabende Fläche auf rd. 39.600 m² belaufen. Um auf Verwallungen verzichten zu können, ist langfristig (2120) zudem eine Eintiefung um 0,5 m bei km 1,8 vorgesehen.

Biotoptypen

Von den o. g. Maßnahmen sind gemäß Kartierung (/63/) auf einer Fläche von rd. 21.600 m² Grünland-Einsaaten (GA), Intensivgrünland auf Moorböden (GIM), sonstiges feuchtes Intensivgrünland (GIF) sowie nährstoffreiche Gräben der Wertstufen I und II betroffen. Eingriffe in diese Biotoptypen sind gemäß o. g. Bilanzierungsgrundsätzen nicht kompensationsbedürftig.

Des Weiteren finden sich am Ufer des Kalbsschloots örtlich auch halbruderale Gras- und Staudenfluren feuchter Standorte (UHF), Schilf-Landröhricht (NRS) und sonstiges naturnahes Sukzessionsgebüsch (BRS) der Wertstufen III und IV. Die

Seite 287 von 313



davon betroffene Fläche ergibt sich in etwa aus den 5 m breiten und beidseitig des Kalbsschloots verlaufenden Räumstreifen. Über den gesamten Aufweitungsbereich von rd. 1,8 km ist demnach mit dem Verlust von Biotoptypen der Wertstufe ≥ III auf einer Fläche von ca. 18.000 m² auszugehen. Diese Fläche ist durch entsprechende Aufwertungsmaßnahmen auf Biotoptypen der Wertstufe I oder II zu kompensieren.

Brut-/Gastvögel

Mit dem Verlust der o. g. Grünlandbiotope gehen auch rd. 21.600 m² aktuellen und potenziellen Brut- und Gastvogellebensraumes für Wat- und Wiesenvögel sowie nordische Wildgänse verloren. Des Weiteren werden rd. 18.000 m² Brutvogellebensraum für Ufer-/Röhricht- und Gebüschbrüter erheblich beeinträchtigt bzw. gehen irreversibel verloren.

Als worst-case Annahme ist davon auszugehen, dass diesbezüglich eine Kompensation im Flächenverhältnis 1 :1 zu erfolgen hat, demnach also insgesamt knapp 4 ha Kompensationsfläche für den Brut- und Gastvogelschutz bereitzustellen sind.

Boden

Betroffen ist Kleimarsch von allgemeiner Bedeutung, was bei Eingriffen eine Kompensation im Flächenverhältnis von 1:0,5 erfordert. In Verbindung mit einer für Verluste von Brut-/Gastvogellebensraum umzusetzenden Grünland-extensivierung sowie sonstigen Kompensationsmaßnahmen ist jedoch eine Mehrfachkompensation möglich und ein zusätzlicher Kompensationsbedarf für das Schutzgut Boden demzufolge nicht erforderlich.

Landschaft

Gleichwohl die Einschnitte im Unterlauf des Kalbsschloots erheblich sind, gilt auch hier, dass ein durchschnittlicher Beobachter dies innerhalb einer durch anthropogen gesteuerte Entwässerungsmaßnahmen geprägten Landschaft nicht als nachteilig wahrnehmen wird. Neue vertikale Strukturelemente entstehen innerhalb des offenen Grünlandareals nicht.

Die Erheblichkeitsschwelle der Beeinträchtigung wird auch hier nicht überschritten, zumal es sich um einen unbesiedelten Bereich handelt. Ein Kompensationsbedarf ergibt sich nach hiesiger Einschätzung nicht.

Fazit



Für Maßnahmen im Rahmen der Aufweitung und Eintiefung des Kalbsschloots ist nach derzeitigem Kenntnisstand aufgrund erheblicher Beeinträchtigungen von für Brut- und Gastvögel potenziell und auch aktuell bedeutsamen Flächen ein Kompensationsflächenbedarf von rd. 4 ha anzunehmen. In diesem Zusammenhang wird angeregt, den davon auf Ufer- /Röhricht- und Gebüschbrüter entfallenden Flächenbedarf von rd. 1,8 ha über den naturnahen Ausbau (z. B. Gewässeraufweitungen) von Gewässerteilstrecken des Kalbsschloots abzudecken. Die dabei neu entstehenden Ufer- und Flachwasserzonen dienen nicht nur den o. g. Brutvögeln als Lebensraum, sondern können aufgrund der sich entwickelnden Biotopstruktur auch diversen anderen Artengruppen des aquatischen und semi-aquatischen Bereiches Lebensraum bieten. Insofern wären derartige Maßnahmen auch geeignet, Eingriffe in die Gewässersohle des Kalbsschloot, die erst zu einem sehr späten Zeitpunkt notwendig werden, zu kompensieren.

Grundsätzlich kann der Bedarf aber auch durch die Extensivierung von landwirtschaftlicher Nutzfläche gedeckt werden, indem daraus artenreiche Feucht- und Nassgrünländer entwickelt werden.

5.2.2.5 Sohlvertiefung Schiffsbalje

Im Rahmen der Anbindung der Schiffsbalje an den Kalbsschloot ist die Gewässersohle der Schiffsbalje auf einer Länge von rd. 3,75 km um durchschnittlich ca. 0,35 m zu vertiefen.

Biotoptypen

Die Schiffsbalje selbst wurde von /63/ als überwiegend mäßig ausgebauter und streckenweise naturnaher Marschbach (Wertstufe III/V) erfasst. Z. T. liegt auch ein stark ausgebauter Gewässerzustand vor.

Nachhaltige Eingriffe in die Biotopstruktur sind nicht zu erwarten, da Veränderungen der Uferzonen im Rahmen der Sohleintiefung nach derzeitigem Kenntnisstand nicht erfolgen. Demzufolge wären Kompensationsmaßnahmen nicht erforderlich.

Limnofauna/submerse Vegetation

Mit der Sohleintiefung gehen erhebliche Beeinträchtigungen der benthischen Lebewelt, aber auch sonstiger Lebensgemeinschaften des Freiwassers und der aquatischen Uferzonen einher. Mangels Daten zur Limnofauna und Gewässervegetation kann der Eingriff derzeit allerdings nicht näher beschrieben und bewertet werden.



Eine deutliche Vorbelastung aufgrund regelmäßiger Unterhaltungsarbeiten kann zwar unterstellt werden, gleichwohl verbleiben nachhaltige Auswirkungen insofern, als eine vollständige Regeneration der Lebewelt vermutlich erst innerhalb mehrerer Jahre vollzogen wird. Vorbehaltlich der Ergebnisse einer zu gegebener Zeit durchzuführenden Bestandsaufnahme wird davon ausgegangen, dass der Eingriff über den für das Schutzgut Boden ermittelten Kompensationsbedarf mit abgedeckt werden kann.

Boden

Durch Sediment-/Bodenentnahme wird ein unterhalb der derzeitigen Gewässersohle liegender, gewachsener Bodenkörper abgetragen. Dabei handelt es sich um Kleimarsch von allgemeiner Bedeutung, die bei Eingriffen im Flächenverhältnis 1:0,5 zu kompensieren sind. Bei einer Vertiefungsstrecke von rd. 3.750 m und einer durchschnittlichen Sohlbreite von ca. 2 m ergibt sich ein Kompensationsbedarf von ca. 0,38 ha.

Davon unabhängig ist das freikommende Sediment einer ordnungsgemäßen Verwendung zuzuführen.

Landschaft

Die äußere Gestalt der Schiffsbalje und ihrer Ufer ist von den Maßnahmen nicht betroffen. Ein Eingriff in das Landschaftsbild findet mithin nicht statt.

Fazit

Die Sohleintiefung der Schiffsbalje geht mit Sediment-/Bodenentnahmen einher, für die ein Kompensationsflächenbedarf von rd. 0,75 ha vorzuhalten ist. Vorbehaltlich einer Bestandsaufnahme der Gewässerlebewelt ist davon auszugehen, dass damit auch Eingriffe in das Schutzgut Arten und Lebensgemeinschaften mit abgedeckt werden können.

Als Kompensationsmaßnahmen sollten auf o. g. Fläche entlang der beeinträchtigten Gewässerstrecke an mehreren Stellen Gewässeraufweitungen und Maßnahmen zur naturnahen Ufergestaltung erfolgen. Damit verbunden wären dann örtliche Aufwertungen der Entwicklungsbedingungen und Lebensräume für verschiedene Schutzgüter.

Seite 290 von 313



5.2.2.2.6 Abtrennung von Schiffsbalje und Geestrandgraben sowie Errichtung von Auf- und Abstiegsbauwerken

Zu Art und Umfang baulicher Maßnahmen, die mit den geplanten Gewässerabtrennungen und der dann zeitgleichen Errichtung von Auf- und Abstiegsbauwerken verbunden sind, liegen derzeit noch keine konkreten Angaben vor. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die jeweils geplanten Ausbaumaßnahmen, den wasserrechtlichen Anforderungen entsprechend, grundsätzlich naturnah erfolgen, so dass ein Kompensationsbedarf i. d. R. vermieden werden kann bzw. dieser vor Ort unmittelbar im Zusammenhang mit der Baumaßnahme umgesetzt wird (z. B. abschließend naturnähere Gestaltung der von Eingriffen betroffenen Bereiche). Die Notwendigkeit zusätzlicher Kompensationsmaßnahmen dürfte demnach nicht erforderlich sein.

5.2.2.2.7 Zusätzliche Gegenmaßnahmen

Zur Vermeidung nachteiliger Auswirkungen werden längerfristig ergänzende Gegenmaßnahmen notwendig, mit denen örtlich auftretenden Vernässungen oder Abtrocknungen begegnet werden kann. Nach derzeitigem Kenntnisstand sind in diesem Zusammenhang Gewässerausbaumaßnahmen in Form von kleinräumigen Grabenerweiterungen/-vertiefungen oder Aufstaumaßnahmen erforderlich.

Dem wasserrechtlichen Grundsatz gemäß § 67 WHG Abs. 1 folgend, wonach Gewässer naturnah auszubauen sind, kann davon ausgegangen werden, dass sich die damit verbundenen kleinräumigen Eingriffe in den Naturhaushalt in sich selbst kompensieren. Sofern auszubauende Grabenstrecken entsprechend naturnah gestaltet werden, wären zusätzliche Kompensationsmaßnahmen demnach nicht erforderlich.

5.2.2.3 Zusammenfassende tabellarische Aufstellung der Kompensationserfordernisse

In nachfolgender Tab. 33 werden die Ergebnisse der Kompensationsbedarfsermittlung des Kapitel 5.2.2 zusammenfassend dargestellt.

Seite 291 von 313



Tab. 33: Zusammenfassende tabellarische Aufstellung der maßnahmen- und schutzgutbezogenen Kompensationserfordernisse

Baumaßnahme/ Wirkfaktor	Betroffenes Schutzgut	Beeinträchtigung	Kompensations- bedarf *
Verwallung Friedeburger Tief	Biotoptypen	Verlust von Grünlandbiotopen der Wertstufe II.	- entfällt -
	Brut-/Gastvögel	Verlust aktuellen und potenziell bedeutsamen Lebensraumes.	ca. 3 ha
	Boden	(Teil-)Versiegelung und Über- bauung von Böden allgemeiner Bedeutung (hier: Kleimarsch).	(ca. 1,5 ha) Mehrfachkompensation
	Landschaft	- i. A. unerheblich - (möglicherweise Verlust von Einzelbäumen/Gehölzen)	- entfällt - (ggf. Ersatz von Gehölzver- lusten)
Durchstich Schiffs- balje/Kalbsschloot	Biotoptypen	Verlust von Grünlandbiotopen der Wertstufe II.	- entfällt -
	Brut-/Gastvögel	Verlust aktuell und potenziell be- deutsamen Lebensraumes für Wiesenvögel.	ca. 0,2 ha
	Boden	Abgrabung von Böden allgemei- ner Bedeutung (hier: Klei- marsch).	(ca. 0,1 ha) Mehrfachkompensation
	Landschaft	- unerheblich -	- entfällt -
Durchstich Geestrand- graben/Kalbsschloot	Biotoptypen	Verlust von Grünlandbiotopen der Wertstufe II.	- entfällt -
	Brut-/Gastvögel	Verlust aktuell und potenziell be- deutsamen Lebensraumes für Wiesenvögel.	ca. 0,9 ha
	Boden	Abgrabung von Böden allgemei- ner Bedeutung (hier: Klei- marsch).	(ca. 0,45 ha) (Mehrfachkompensation)
	Landschaft	- unerheblich -	- entfällt -
Ertüchtigung Schöpf- werk Kalbsschloot	Biotoptypen	Verlust von Grünlandbiotopen der Wertstufe II.	- entfällt -
	Brut-/Gastvögel	- unerheblich -	- entfällt -

Seite 292 von 313



Baumaßnahme/ Wirkfaktor	Betroffenes Schutzgut	Beeinträchtigung	Kompensations- bedarf *
	Boden	Versiegelung und Überbauung von Böden allgemeiner Bedeu- tung (hier:Kleimarsch)	ca. 50 m²
	Landschaft	- unerheblich -	- entfällt -
Eintiefung/Aufweitung Kalbsschloot	Biotoptypen	Verlust von Grünlandbiotopen und Teilstrecken nährstoffreicher Gräben der Wertstufe II Verlust von halbruderalen Grasund Staudenfluren feuchter Standorte, Schilf-Landröhricht und naturnahem Sukzessionsgebüsch der Wertstufen III und IV)	(ca. 1,8 ha) Mehrfachkompensation
	Brut-/Gastvögel	Verlust aktuell und potenziell bedeutsamen Lebensraumes für Wiesenvögel sowie Ufer-/Röhricht- und Gebüschbrüter.	Ca. 4 ha
	Boden	Abgrabung von Böden allgemei- ner Bedeutung (hier: Klei- marsch).	ca. 2 ha (Mehrfachkompensation)
	Landschaft	- unerheblich -	- entfällt -
Sohlvertiefung Schiffsbalje	Biotoptypen	- unerheblich -	- entfällt -
	Limnofauna/sub- merse Vegeta- tion	Nach Datenlage derzeit nicht hinreichend ermittelbar	?
	Boden	Abgrabung von Böden allgemei- ner Bedeutung (hier: Klei- marsch).	ca. 0,38 ha
	Landschaft	- unerheblich -	- entfällt -
Abtrennung Schiffs- balje/Geestrandgraben vom Friedeburger Tief sowie Errichtung von Auf- und Abstiegsbau-	Biotoptypen Limnofauna/sub- merse Vegeta- tion Boden	Nach Datenlage derzeit nicht näher ermittelbar.	- entfällt - (bzw. kann im Zuge naturna- her Ausbaumaßnahmen ab- gedeckt werden)

Seite 293 von 313



Baumaßnahme/	Betroffenes	Beeinträchtigung	Kompensations-
Wirkfaktor	Schutzgut		bedarf *
werken am Kalbs- schloot und an der Schiffsbalje	Landschaft		
Zusätzliche Gegen- maßnahmen (Grabenertüchtigungen, Grabenaufstau)	Biotoptypen Limnofauna/sub- merse Vegeta- tion Boden Landschaft	Nach Datenlage derzeit nicht näher ermittelbar.	- entfällt (bzw. kann im Zuge naturna- her Ausbaumaßnahmen ab- gedeckt werden)

^{*} überschlägige Ermittlung auf Basis des derzeitigen grobplanerischen Kenntnisstandes. Eine belastbare Angabe bedarf einer konkreten Ausführungsplanung.

5.2.3 Mögliche Kompensationsmaßnahmen

5.2.3.1 Arten und Lebensgemeinschaften

Wesentliches Kriterium zur Kompensation von erheblichen Eingriffen in das Schutzgut Tiere und Pflanzen ist die Wiederherstellung/Optimierung/Neuschaffung der Habitate der betroffenen Art in dem vom Eingriff betroffenen populations- bzw. artspezifischen Funktionsraum unter Berücksichtigung von

- Reviergrößen/Minimalarealen der betroffenen Art,
- Aktionsräumen der betroffenen Art/Population,
- artspezifischen Habitatstrukturen (entsprechend den beeinträchtigten Schlüsselhabitaten, wie Fortpflanzungs- und Ruhestätten, Jagdhabitate) und deren zeitlicher Wiederherstellbarkeit.

Für die von senkungsbedingten Auswirkungen potenziell betroffenen Arten ergeben sich insofern folgende Kompensationsmöglichkeiten:

Seite 294 von 313



5.2.3.1.1 Brut-/Gastvögel

Im vorliegenden Fall sind aufgrund der Standorte der für Gegenmaßnahmen geplanten baulichen Anlagen bzw. durchzuführenden Tiefbaumaßnahmen insbesondere Arten des Offenlandes und in diesem Zusammenhang vor allem die dort als Brut- und Gastvögel auftretenden Limikolen und Wiesenvögel betroffen. Die Bereitstellung von Extensiv- und/oder Feuchtgrünland stellt in diesem Zusammenhang eine geeignete Art der Kompensation dar, sofern hierbei folgende wiesenvogelfreundliche Bewirtschaftungsauflagen dauerhaft Berücksichtigung finden:

- Keine zusätzlichen Entwässerungsmaßnahmen.
- Keine Erneuerung der Grünlandnarbe.
 Ausnahmen sind im begründeten Einzelfall in Abstimmung mit der UNB in Form von Striegeln und Übersaat mit zertifiziertem Regiosaatgut möglich.
- Kein Walzen und/ oder Schleppen zwischen 15. März und 15. Juni eines Jahres.
- Keine Anwendung von Pflanzenschutzmitteln.
 Eine Bekämpfung folgender Pflanzen ist vor der Blüte mit der Rückenspritze erlaubt: Ackerkratzdistel, Rainfarn, stumpfblättriger Ampfer, Flatterbinsen und Jakobskreuzkraut. Der Bewirtschafter ist für die Bekämpfung der o. g. "Problemkräuter" zuständig. Er muss diese durch Mahd und Pflegemaßnahmen bereits in einem frühen Ausbreitungsstadium bekämpfen.
 Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln für o. g. Zwecke ist der Unteren Naturschutzbehörde vorher telefonisch anzuzeigen. Das Amt wird den Einsatz von Pflan-

zenschutzmitteln stichprobenartig überprüfen und bei Bedarf begleiten.

Keine Düngung.

Der Bewirtschafter hat dennoch im Abstand von 3 Jahren auf seine Kosten eine Nährstoff- und pH-Wert Analyse des Bodens der Pachtfläche erstellen zu lassen und der UNB vorzulegen. Sofern gravierende Mangelerscheinungen auftreten, kann bei Bedarf in Abstimmung mit der UNB nachgesteuert werden.

<u>Mahd</u>

- Keine Mahd vor dem 01. Juli.
 Nach vorheriger telefonischer Abstimmung mit der UNB kann eine frühere Mahd
 um maximal 10 Tage im Ausnahmefall zugelassen werden, wenn vom Betreuungsteam bestätigt wird, dass sich weder Gelege noch Jungtiere besonders geschützter oder streng geschützter Arten oder des Niederwildes auf der Fläche befinden.
- Der Bewirtschafter stellt durch die Wahl des zweiten Mahdtermins sicher, dass die Flächen kurzrasig in den Winter gehen. Blänken sind bei ausreichend trockener Witterung (i. d. R. bei der zweiten Mahd) mit zu mähen, um die Entwicklung von Gehölzen zu vermeiden.
- Auf der Fläche ist an jährlich wechselnden Stellen pro ha ein 10 m breiter Fluchtstreifen zu belassen.

Seite 295 von 313



- Am Abend vor der Mahd sind vom Bewirtschafter oder von ihm beauftragten Personen, z. B. Jäger, Naturschutzvereinigung, etc., Vergrämungsmaßnahmen verpflichtend durchzuführen. Dazu sind pro Hektar mindestens 5 z. B. an Stäben befestigte Kunststofftüten, längere Flatterbänder oder ähnliche Vorrichtungen über die gesamte Fläche zu verteilen, so dass durch die Mahd gefährdete Tiere in Nachbarflächen ausweichen. Die Verantwortung zur Durchführung der Maßnahme verbleibt beim Bewirtschafter, auch wenn er die Aufgabe Dritten übertragen hat. Wurde die Maßnahme nicht durchgeführt, ist eine Mahd unzulässig.
- Das Befahren und Bearbeiten der Fläche erfolgt mit Fahrzeugen mit einer maximalen Arbeitsbreite von 3,00 m. Maximale Fahrgeschwindigkeit insbesondere bei der Mahd 8,0 km/h.
- Die Mahd erfolgt von innen nach außen.

Optionale Beweidung:

- Beweidung mit Rindern mit max. zwei Tieren/ ha ist nach dem 2. Schnitt zulässig. Voraussetzung für die Beweidung ist die Trittfestigkeit der Narbe. Nach dem 15. Juni kann sich der Viehbestand am Futterdargebot der Fläche orientieren. Bei nicht mehr ausreichendem Futterdargebot sind die Tiere zu entfernen.
- Keine Zufütterung der Tiere (ganzjährig). Lockfutter in Handportionen sind erlaubt.
- Bei einer Beweidung ist überständige Vegetation spätestens zum 30. September zu mulchen. Das Mulchgut kann auf der Fläche verbleiben.

Die o. g. Bewirtschaftungsauflagen entsprechen dem derzeitigen Kenntnisstand an eine, aus naturschutzfachlicher Sicht, für die hier betroffenen Wiesenvögel ausgerichtete Bewirtschaftung. Bei Erkenntnisgewinn in Bezug auf eine naturschutzfachlich optimale Bewirtschaftung, können in Abstimmung mit der UNB Anpassungen vorgenommen werden.

5.2.3.1.2 Sonstige Arten

Die in Kapitel 5.2.3.1.1 aufgeführten Entwicklungs- und Extensivierungsmaßnahmen von Feuchtgrünland sind gleichermaßen geeignet, um auch für Amphibien und Heuschrecken verbesserte Lebensraumbedingungen zu schaffen.

Für aquatische bzw. temporär aquatische Arten der Fisch- und Libellenfauna, für die im Rahmen von Gewässerausbaumaßnahmen in Kalbsschloot und Schiffsbalje mit Beeinträchtigungen zu rechnen ist, müssen zur Kompensation von Eingriffen hingegen auch zwingend aquatische Biotope neu geschaffen bzw. bereitgestellt

Seite 296 von 313



werden. In diesem Zusammenhang würde sich u. a. die naturnahe Gestaltung von Gewässerteilstrecken in Form von örtlichen Gewässeraufweitungen mit Flachzonengestaltung anbieten.

Im besten Fall erfolgen diese mehr oder weniger zeitgleich mit dem im Zuge der Umsetzung von Gegenmaßnahmen geplanten Gewässerausbau an Schiffsbalje und Kalbsschloot. Auf diese Weise könnten Eingriffe in die Gewässer insgesamt minimiert und zudem Kosten eingespart werden.

5.2.3.2 Boden

Die in Kapitel 5.2.3.1.1 aufgeführte Bereitstellung von Extensiv-/ Feuchtgrünland und in diesem Zusammenhang erforderliche Bewirtschaftungsauflagen bzw. Begleitmaßnahmen sind gleichermaßen zur Kompensation erheblicher Beeinträchtigungen des Schutzgutes "Boden" geeignet. Auf diese Weise können die natürlichen Bodenfunktionen (Lebensraumfunktion, Regelungsfunktion, Filter und Pufferfunktion) an anderer Stelle gefördert und langfristig wiederhergestellt werden.

Darüberhinausgehend sind zur Aufwertung von Bodenfunktionen i. A. folgende Maßnahmen geeignet:

- Entsiegelung von derzeit voll- oder teilversiegelten Flächen
- Auf bisher intensiv genutzten Böden Sukzession oder Anlage von Dauervegetation zur Abflussverringerung
- Wiedervernässung entwässerter Böden oder Aushagerung eutrophierter Böden (zur Wiederherstellung von Extremstandorten)

5.2.3.3 Landschaftsbild

Erhebliche und somit kompensationsbedürftige Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes sind gemäß derzeitigem Kenntnistand nicht zu erwarten. Sofern sich anhand der konkreten Ausführungsplanung diesbezüglich doch ein Kompensationsbedarf ergeben sollte, hat die Wahl der Kompensationsmaßnahme unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten, den besonderen Funktionen des Landschaftsraumes sowie den durch den Eingriff verursachten Beeinträchtigungen zu erfolgen. Zur Kompensation von Eingriffen in das Schutzgut Landschaft können in Abhängigkeit vom Eingriffsstandort folgende Maßnahmen durchgeführt werden:

Seite 297 von 313



- Entsiegelung und Rekultivierung bislang versiegelter Flächen (z. B. Gebäudeabbruch und anschließende Nutzung als Grünland)
- Entfernung landschafts-/naturraumuntypischer vertikaler Strukturelemente (z. B. Baumreihen und Gehölzgruppen im Marschenbereich, Windenergieanlagen)
- Anpflanzung von Einzelbäumen, Baumgruppen, freiwachsenden Hecken oder Feldgehölzen aus standortheimischen Arten
- Ein Teil der geplanten Anpflanzungen sollte zur landschaftsgerechten Eingrünung des jeweiligen Vorhabens in dessen Nähe gelegen sein. Aus den Planunterlagen sollten die Gehölzarten, deren Anzahl bzw. die Größe der Pflanzfläche zu entnehmen sein.
- Anlage von Uferrandstreifen oder Brachflächen
- Bei diesen Flächen können nachträgliche Pflegemaßnahmen wie z. B. Mahd erforderlich sein. Weiterhin ist eine Sicherung der jeweiligen Fläche durch Einfriedung (Eichenspaltpfähle mit Glattdraht) erforderlich.
- Anlage von naturnahen Kleingewässern an geeigneten Standorten, die ausschließlich dem Arten- und Biotopschutz dienen
- Hinweis: Für die Neuanlage eines Gewässers ist eine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich und dafür ein entsprechender Antrag bei der Unteren Wasserbehörde rechtzeitig einzureichen.

6 Monitoringprogramme

6.1 Bebauung und Infrastruktur

Seit den frühen 1970er Jahren werden kontinuierlich Höhenmessungen im Bereich des Senkungstroges durchgeführt. Die Auswertung dieser Höhenmessungen ermöglicht den Abgleich zwischen den tatsächlichen Senkungen und den prognostizierten Senkungen. Basierend hierauf kann das Modell, das der Senkungsprognose zugrunde liegt, entsprechend dem tatsächlichen Ausbau des Kavernenfeldes und der daraus resultierenden Bodenbewegungen angepasst werden. Aufgrund der langsam stattfindenden Bodenbewegungen, ist die rechtzeitige Anpassung des Bodenbewegungsmodells jederzeit gegeben.



6.1.1 Gebäude

Insgesamt sind 23 Gebäude außerhalb der Betriebsflächen möglicherweise von schädigenden Bodenbewegungen betroffen. Grundsätzlich sollte mit der Überwachung von Gebäuden einige Jahre vor Erreichen der Grenzwerte der jeweiligen Objektkategorien begonnen werden. In fast allen Fällen werden die Grenzwerte erst ab dem Jahre 2075 überschritten.

STOTAG ETZEL hat im Jahr 2015 begonnen Gebäude auf Bodenbewegungen zu überwachen. Insgesamt werden mittlerweile 36 Objekte im Einflussbereich des Kavernenfeldes überwacht. Hierzu gehören neben Wohn- und Geschäftsgebäuden auch die beiden Kirchen in Etzel und Horsten, der Kindergarten in Etzel, die Mühle in Horsten sowie das Wasserwerk Kleinhorsten. Auch die räumliche Verteilung im Einflussgebiet (u.a. Ortslagen Etzel, Horsten, Moorstricher Weg, Conradsweg) ist für die Überwachung geeignet.

Insgesamt ist das bis jetzt aufgebaute Monitoring-Programm der Gebäude für die nächsten Jahrzehnte ausreichend und angemessen. In Abhängigkeit von der tatsächlichen Entwicklung der Bodenbewegungen können in weiterer Zukunft noch einzelne Objekte, wie z.B. die beiden in Kapitel 2.2.3 genannten Brücken, hinzugenommen werden.

6.1.2 Öffentliche Ver- und Entsorgung

Durch die jährlich stattfindenden Höhenmessungen ist eine kontinuierliche Überwachung der tatsächlich auftretenden Senkungen und damit ein Abgleich mit der Senkungsprognose gewährleistet. Räumliche und betragsmäßige Veränderungen der Bodenbewegungen - und damit des Einwirkungsbereiches auf die öffentliche Ver- und Entsorgung - können damit rechtzeitig erkannt werden.

Es empfiehlt sich die Hauptleitungen durch eine Kamerabefahrung aufzunehmen, um Vorschädigungen zu erkennen und um den Zustand zu einem späteren Zeitpunkt mit der Ausgangssituation vergleichen zu können. Das gleiche Vorgehen wird auch für die Brunnen des Wasserwerkes in Kleinhorsten empfohlen.

Die EWE Gasleitungen, die durch den in Kapitel 2.2.6.3 beschriebenen Bereich verlaufen, sollten durch den Einbau von Dehnmessstreifen überwacht werden. Hierdurch werden die tatsächlich auftretenden Längenänderungen an den Leitungen erfasst und der geeignete Zeitpunkt für den Einbau von Ausgleichselementen ist rechtzeitig erkennbar.

Seite 299 von 313



6.2 Oberflächengewässer

Für die Oberflächengewässer ist ein Monitoring zu betreiben. Das bestehende Pegelsystem im Untersuchungsgebiet soll weiter genutzt und in das Monitoringprogramm einbezogen werden. Besonders wichtig sind der Schreibpegel Friedeburg sowie die Lattenpegel OP3.1 an der Schiffsbalje und OP05 am Kalbsschloot, die nicht vom Rückstau aus der Sielbewirtschaftung betroffen sind. Im Rahmen weiterer Untersuchungen ist zu prüfen, inwieweit die Pegel ggf. durch lokale Kulturstaueinrichtungen beeinflusst werden und ob dies geändert werden kann.

Das bestehende Pegelsystem (vgl. Anlage 1) ist problemorientiert zu erweitern. Durch ein Monitoring zu überwachen sind vor allem die von Senkungen und Gegenmaßnahmen betroffenen Fließgewässer Schiffsbalje und Kalbsschloot.

Bislang ist das System Bitze/Schiffsbalje noch nicht mit einem Schreibpegel ausgestattet. Die geplante Fließrichtungsumkehr von km 0,0 bis km 3,5 führt dazu, dass die höchsten Abflüsse aus dem größeren Teileinzugsgebiet aus dem Oberlauf am Zusammenfluss mit dem durch Fließumkehr veränderten Gewässerabschnitt zu erwarten sind. Somit wird bei km 3,6 ein Schreibpegel vorgesehen.

Der Kalbsschloot wird in Folge der Zuleitung schließlich aller Abflüsse der Bitze/Schiffsbalje sowie etwa ab 2050 auch des Geestrandgrabens eine zentrale Funktion zur Entwässerung des Untersuchungsgebiets bekommen. Um die Wasserspiegellagen trotz des Rückstaus am Schöpfwerk möglichst zuverlässig zu erfassen, ist ein weiterer Schreibpegel an km 1,33 unterhalb der alternativen Einmündung des Geestrandgrabens in den Kalbsschloot (vgl. Anlage 7) zu installieren. Die Schreibpegel sind, wie die bereits existierenden in Friedeburg und Hohemey, dauerhaft zu betreiben und die Daten bez. Wasserstand und Abfluss auf der Grundlage einer W/Q-Beziehung (aus Abflussmessungen) auszuwerten. Die Datenreihen an den Schreibpegeln in hoher Auflösung ermöglichen die Erfassung von Niedrig-, Mittel- und Hochwasserabflüssen.

Der bisherige Unterlauf der Schiffsbalje von km 0,0 bis km 3,5 wird auf Dauer vom Friedeburger Tief abgetrennt und entwässert infolge senkungsbedingter Fließumkehr zum Tiefpunkt bei km 3,5 und dort durch einen geplanten Durchstich zum Kalbsschloot. Es wird in diesem Abschnitt bedeutend weniger Abfluss als bisher erwartet. Auch wird der Wasserstand der Schiffsbalje nicht mehr von sielbewirtschaftungsbedingtem Rückstau beeinflusst werden. Um den Wasserstand zumindest im Überblick zu überwachen, ist ein monatlich abzulesender Lattenpegel bei km 3,4 einzurichten. Es sind dabei v.a. Werte zu MW und MQ (auf Basis einer zu



erstellenden W/Q-Beziehung) auf Monatsbasis zu erzeugen. Detailliertere hydrologisch/hydraulische Untersuchungen, wie sie als Grundlage der wasserbaulichen Planung erforderlich werden, können eine Optimierung des zusätzlichen Pegelstandortes erforderlich machen.

Das Stillgewässer am Moorstricher Weg ist von allen Stillgewässern am stärksten von den Senkungen betroffen. Auch wenn eine wasserwirtschaftliche oder ökologische Schädigung dadurch nicht zu erwarten ist, sollte hier die Entwicklung des Wasserstandes unter Senkungsbedingungen vom Monitoring erfasst und dokumentiert werden. Ein monatlich abzulesender Lattenpegel ist dort einzurichten.

6.3 Grundwasser

Um die Auswirkungen der Senkungen und Maßnahmen auf die Grundwassersituation bzw. Flurabstände erfassen und beurteilen zu können, empfehlen wir die Grundwasserstände an ausgewählten Grundwassermessstellen des vorhandenen Messnetzes monatlich zu messen. Da das vorhandene Messstellennetz ausreichend dicht ist, kann für dieses flächendeckende Grundwassermonitoring von der Errichtung neuer Messstellen abgesehen werden. Ziel des Grundwassermonitorings ist die Erfassung der tatsächlichen Flurabstandsveränderungen. Es umfasst die Messung von Grundwasserständen sowohl zur Steuerung von zusätzlichen Gegenmaßnahmen als auch zur Beweissicherung.

In Anlage 18 sind die im Rahmen des Grundwassermonitorings zu messenden GWM dargestellt. Die zu messenden GWM wurden so ausgewählt, dass sie ein möglichst gleichmäßig dichtes Netz über das Senkungsgebiet bilden und die Bereiche, für die vom Grundwassermodell Auswirkungen auf die Grundwassersituation berechnet wurden, abgedeckt werden. Zunächst ist die Erfassung der Grundwasserstände an 49 Messstellen vorgesehen. Davon liegen 6 GWM im näheren Umfeld der Brunnen der Grundwasserförderung Kleinhorsten, um zu belegen, dass die Brunnen von Senkungen und Maßnahmen nicht beeinflusst werden. Unter den zu messenden GWM liegt eine 3-fach Messstelle im Bereich der Süß-/Salzwassergrenze am Friedeburger Tief bei Hohemey. Hier kann ggf. zusätzlich eine jährliche Grundwasseranalytik durchgeführt werden. Ab ca. 2080 soll das Monitoring um 18 GWM erweitert werden, die sich auf dem Rand des Senkungstrogs verteilen. Mit ihnen sollen die in diesem Bereich erst in einigen Jahrzehnten zu erwartenden Flurabstandsveränderungen überwacht werden. Im Rahmen des landwirtschaftlichbodenkundlichen Beweissicherungskonzepts wird empfohlen, an ausgewiesenen



Stellen gezielt flache GWM zu errichten und an ihnen die Grundwasserstände zu beobachten. Wir empfehlen, die beiden Grundwassermonitorings mit einander zu verbinden. Wir halten es für sinnvoll, dass die Grundwasserstandsmesswerte georeferenziert in einem gemeinsamen Datenbanksystem gespeichert werden, das Visualisierungen und Datenauswertungen ermöglicht.

Bei diesen Empfehlungen gehen wir davon aus, dass alle Grundwassermessstellen wie auch die Schreib- und Lattenpegel einmal jährlich eingemessen werden.

6.4 Landwirtschaftlich-bodenkundliches Beweissicherungskonzept

Da infolge der Bodensenkungen beim Grundwasser auch bei frühzeitiger Einleitung von Gegenmaßnahmen in Teilen des Untersuchungsgebietes gegenüber dem Ausgangszustand mit signifikanten Flurabstandsänderungen zu rechnen ist, besteht auf Seiten der Landwirtschaft ein Interesse daran, den sich daraus möglicherweise ergebenden Einfluss auf den Ertrag landwirtschaftlicher Nutzflächen zu ermitteln.

Dies soll im Rahmen einer landwirtschaftlichen Beweissicherung erfolgen, die sich methodisch an die im Rahmen von Grundwasserentnahmen gängige Herangehensweise anlehnt. Die Abgrenzung des Bearbeitungsgebietes sollte dabei auf der Grundlage des Grundwassermodells in Abstimmung mit landwirtschaftlichen Interessenvertretern erfolgen. Innerhalb des einvernehmlich festgelegten Untersuchungsgebietes sind sodann folgende Grundlagendaten zu ermitteln bzw. Maßnahmen durchzuführen:

1. Bodenverbreitung/Standortbeschreibung

- => Ermittlung der im Untersuchungsgebiet vorhandenen Böden nach Kartieranleitung (/1/ bzw. /14/), dabei Einbeziehung bereits vorliegender Ergebnisse (z. B. Bodenschätzung, Geologie, Historische Karten etc.)
- => Ermittlung des derzeitigen und früheren Wasserhaushaltes der erfassten Böden
- => Erstellung eines bodenkundlichen Fachgutachtens

2. Ermittlung des Beeinträchtigungsrisikos für das Schutzgut Boden und die landwirtschaftliche Nutzung

=> Abschätzung des potenziellen Einflusses der Flurabstandsverringerung/-vergrößerung auf den Bodenwasserhaushalt (nutzbare Feldkapazität, kapillarer Seite 302 von 313



Aufstieg von Grundwasser, erforderliche Grundwasserstände, Durchwurzelungstiefe)

- => Prüfung, inwieweit die nutzungsrelevanten Bodenfunktionen durch Flurabstandsveränderungen eingeschränkt bzw. ganz unterbunden werden
- => Bewertung landwirtschaftlich genutzter Flächen hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit gegenüber Flurabstandsänderungen zum Nullzustand
- => Erstellung einer nach Auswirkungsgraden differenzierten Prognosekarte der Betroffenheit landwirtschaftlicher Nutzflächen

3. Ausweisung von Beweis- und Vergleichsflächen

=> Anhand der Bodenkartierung werden zur Kennzeichnung der Ertragsverhältnisse von Acker und Grünland Beweisflächen (innerhalb) und Vergleichsflächen (außerhalb) des Untersuchungsgebietes festgelegt. Als Beweisflächen sind dabei solche Flächen auszuwählen, für die Ertragsverluste aufgrund senkungsbedingter Flurabstandsveränderungen mit hoher Wahrscheinlichkeit anzunehmen sind. Für die Vergleichsflächen bedeutet dies im Umkehrschluss, dass diese von senkungsbedingten Einflüssen frei sein müssen.

Aus bodenkundlicher Sicht muss dabei gewährleistet sein, dass

- die Auswahl der Beweisflächen repräsentativ ist,
- der Boden innerhalb der Beweis- und Vergleichsfläche möglichst homogen ist,
- die Vergleichsflächen (außerhalb) möglichst gleiche Bodenverhältnisse hinsichtlich des Substrates aufweisen müssen. Lediglich der Grundwasserflurabstand soll von der Senkung unbeeinflusst sein. Bei der Auswertung der Ertragsmessungen kann der Grundwassereinfluss auf den Ertrag durch einen Vergleich zwischen "innen" und "außen" ermittelt werden, wobei die Bewirtschaftung, die Fruchtfolge, die Düngung und der Erntetermin auf den "innen" und "außen" liegenden Flächen gleich gestaltet werden muss.
- · die Flächen zugänglich sind,
- flache Grundwassermessstellen eingerichtet werden können.

4. Errichtung flacher Grundwassermessstellen

=> Einrichtung eines Grundwassermessnetzes zur Erfassung der oberflächennahen Grundwasserstände auf ausgewählten repräsentativen Beweis- bzw. Ver-

Seite 303 von 313



- gleichsflächen in Abstimmung mit der landwirtschaftlichen Interessenvertretung. Dabei ist ggf. ein Einfluss der Grabenentwässerung auf den Grundwasserstand in den Böden zu berücksichtigen.
- => Das Grundwassermessnetz muss eine ausreichend genaue Ermittlung der senkungsbedingten Veränderungen der GW-Stände auch in ihrer räumlichen Ausdehnung sicherstellen. Hier spielen insbesondere die Lage der Messstellen, die Lage der Filter und gegebenenfalls oberflächennahe Deck- und Trennschichten eine Rolle.

5. Messung und Auswertung der Grundwasserstände

=> Über die oberflächennahen Grundwasserganglinien ist der Verlauf der Flurabstandsveränderungen im Senkungsbereich zu ermitteln. Abweichungen der tatsächlich beobachteten Veränderungen von den modellierten sowie jahreszeitlichen Schwankungen der Grundwasseroberfläche sind zu dokumentieren. Hierzu sollten an den neu eingerichteten flachen GW-Messstellen die Grundwasserstände mindestens monatlich gemessen und die Daten in das vorhandene Grundwasserinformationssystem eingepflegt werden. Die für die landwirtschaftliche Beweissicherung relevanten Daten zu Klimaverhältnissen (Klimastation Friedeburg-Horsten des DWD), Grundwasserstandsmesswerte der landwirtschaftlichen Beweissicherung sowie ggf. auch Abflüsse sind ebenfalls zu ermitteln.

6. Auswertung und Dokumentation

Erstellung von Jahresberichten, in denen

- auf Basis der jeweils jahrspezifischen hydrogeologischen Gegebenheiten und der klimatischen Wasserbilanz eine jährliche nutzungsdifferenzierte Bewertung der ggf. betroffenen landwirtschaftlich genutzten Flächen vorgenommen wird,
- die Minderertragsauswirkung eines ggf. übermäßigen oder verringerten kapillaren Grundwasserdargebotes auf die jeweilig festgestellte Nutzung/Kultur unter Berücksichtigung der bodenkundlichen Verhältnisse beurteilt wird,
- eine monetäre Minderertrags- und Ausgleichsberechnung unter Einbeziehung von jahresspezifischen Ertrags- und Marktdaten der LWK Niedersachsen erfolgt (Berechnung der Entschädigung aus % Ertragsverlust und mittlerem Ertragsniveau).



6.5 Naturschutz und Landschaftspflege

Innerhalb des Untersuchungs- bzw. des zentralen Senkungsgebietes finden sich Bereiche, die aufgrund ihrer aktuellen Bestandssituation von besonderer Bedeutung für Naturschutz und Landschaftspflege sind. Für diese Bereiche wurden über kommunale sowie vorhabenspezifische Landschaftsplanungen z. T. konkrete Entwicklungsziele festgelegt, die mittelfristig erreicht werden sollen.

Um nunmehr Fehlentwicklungen, die ggf. aus senkungsbedingten Auswirkungen resultieren, zu vermeiden, können bzw. sollten entsprechende Flächen einer regelmäßigen Überprüfung unterzogen werden. Nachfolgend werden solche Bereiche aufgeführt, für die nach hiesiger Auffassung ein entsprechendes Monitoring in Betracht zu ziehen ist.

6.5.1 Kompensationsflächenpool "Moormaaten"

Für den östlich der Betriebsflächen der STORAG ETZEL gelegenen Kompensationsflächenpool "Moormaaten" sieht das Kompensationskonzept der /26/ die Entwicklung von Intensivgrünland in mesophiles, teils Feucht-/Nassgrünland vor.

Dieses Ziel wurde mangels hinreichender Flächenbewirtschaftung und -pflege bisher nur bedingt erreicht. In Abstimmung mit Fachbehörden und Naturschutzverbänden wird für den Flächenkomplex zurzeit daher ein Kompensationskonzept neu erarbeitet sowie mittelfristig auch ein Pflege- und Entwicklungsplan aufgestellt.

Es ist davon auszugehen, dass diese Planung auch ein konkretes Flächenmonitoring vorsieht, dessen Ergebnis dann ggf. auch eine Bewertung etwaiger senkungsbedingter Einflüsse auf die Verwirklichung von Kompensationszielen zulässt.

6.5.2 Kompensationsflächenpool "Bitzenland"

Der östlich bzw. südöstlich der Betriebsflächen der STORAG ETZEL gelegene Kompensationsflächenpool "Bitzenland" besteht aus mehreren Maßnahmenkomplexen bzw. Teilflächen. Gemäß Kompensationskonzept (/48/) ist dort zur Verbesserung oder langfristigen Sicherung des Raumes als Wiesenvogelhabitat weiträumig die Umwandlung von Acker- bzw. Intensivgrünlandflächen in mesophiles Grünland vorzunehmen.

Seite 305 von 313



Auch für diesen Flächenpool wird zurzeit eine Anpassung des o. g. Kompensationskonzeptes durchgeführt, um durch ergänzende Maßnahmen den Kompensationserfolg insgesamt verbessern zu können. Wie im Falle "Moormaaten" (vgl. Kapitel 6.5.1) werden in diesem Zusammenhang auch Monitoringmaßnahmen erarbeitet, über die ggf. auch senkungsbedingte Auswirkungen mit erfasst und bewertet werden können.

6.5.3 Kompensationsflächen "Nordfeld" (Grünlandareal nördlich der B 436)

Die landschaftspflegerische Begleitplanung sieht für die nördlich der B 436 im sogenannten Nordfeld und im Bereich der Etzeler Marsch gelegenen Verteilerplätze i. d. R. Maßnahmen zur Verbesserung der Habitatbedingungen für Limikolen vor. Diese beinhalten neben der Anlage von temporären Wasserflächen (Blänken) meist auch die Entwicklung von feuchten, nassen oder mesophilen Grünländereien, also extensiver genutzter Grünlandstandorte.

Kompensationsflächenspezifische Pflege- und Entwicklungspläne liegen nach unserem Kenntnisstand nicht vor. Zur Gewährleistung des Kompensationserfolges bzw. zur Verwirklichung der angestrebten Kompensationsziele sollte daher insbesondere hinsichtlich der noch einer landwirtschaftlichen Nutzung unterliegenden Kompensationsbereiche eine regelmäßige jährliche Überprüfung des Flächenbzw. Bewirtschaftungszustandes durchgeführt werden. In Abhängigkeit der Ergebnisse dieser Fremdüberwachung ist in Abstimmung mit STORAG ETZEL und beteiligten Landwirten ggf. ein Bewirtschaftungskonzept zu erstellen, das die Belange des hier vorrangig zu berücksichtigenden Wiesenvogelschutzes entsprechend aufgreift.

Als Fremdüberwachungsmaßnahmen, die ohne großen Kostenaufwand durchzuführen sind, haben sich bewährt:

- Einmalige Inaugenscheinnahme im Zeitraum Mai bis Mitte Juni zwecks Kontrolle der Einhaltung einer extensiven Flächenbewirtschaftung (Viehbesatz, Mahdzeitpunkt, Vegetationszustand, Düngezustand, Ausbreitung störender Weideunkräuter)
- Einmalige Inaugenscheinnahme im Zeitraum Oktober/November zwecks Kontrolle des Entwässerungszustandes sowie der erwünschten Kurzrasigkeit der Flächen
- Ermitteln der Notwendigkeit des Entfernens aufkommenden Gehölzbestandes, insbesondere an den Grabenböschungen

Seite 306 von 313



Regelmäßige flächendeckende Biotoptypenkartierung nach /16/ bzw. Vegetationsaufnahme nach /7/ im zeitlichen Abstand von ca. 5 Jahren, zwecks Dokumentation/Nachweis der extensiven Flächennutzung

6.5.4 Sonstige Kompensationsflächen der STORAG ETZEL GmbH

Bei den sonstigen, zur Kompensation von Eingriffen in Naturhaushalt und Landschaftsbild ausgewiesenen Bereichen, handelt es sich i. d. R. um Flächen für landschaftsgerechte Anpflanzungen mit sichtverschattender Wirkung, die zur bestmöglichen Einpassung des Industriekomplexes bzw. industrieller Anlagen in die Landschaft beitragen sollen.

Durch Vernässung können die Wurzeln der eingebrachten Gehölze geschädigt werden, was u. U. bis zum Absterben betroffener Gehölze führen kann. Da es sich dabei um einen eher langfristigen Prozess handelt, wird eine Begutachtung der Gehölzbestände in einem 5-jährigen Überprüfungsrhythmus empfohlen. In diesem Zusammenhang sollen etwaige Nässeschäden in einem Ergebnisbericht dokumentiert und zum Erhalt der Kompensationsfunktion ggf. erforderliche Gegenmaßnahmen vorgeschlagen werden.

7 Zusammenfassung

Die STORAG ETZEL GmbH (STORAG ETZEL) betreibt im Kavernenfeld Etzel zurzeit 75 Öl- und Gaskavernen, die ab den frühen 1970er Jahren im Salzstock Etzel im Solverfahren erstellt wurden. Darüber hinaus besteht eine Ausbaureserve von 24 Kavernen auf insgesamt 99 genehmigte Kavernenstandorte. Für diese Anzahl von existierenden und potentiell baufähigen Kavernen wurde ein Betriebsmodell bis zum Jahr 2117 entwickelt, das die Basis für eine Senkungsprognose bildet. Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) hat im November 2016 eine Senkungsprognose unter Berücksichtigung aller 99 Kavernen mit einer Betriebszeit von jeweils maximal 100 Jahren und einer anschließenden Verwahrungsdauer von weiteren 200 Jahren, d.h. bis zum Jahr 2317, vorgelegt. Aus dieser Senkungsprognose ergibt sich aufgrund der Kavernenkonvergenz eine Senkungsmulde über dem Kavernenfeld, die im Jahr 2117 einen maximalen Senkungswert von ca. 2,5 m bezogen auf den Beginn der Senkungen etwa in 1973 im Zentrum der Mulde aufweist. Im Verwahrungszeitraum von 2117 bis 2317 kommen nur noch sehr geringe, praktisch vernachlässigbare Senkungen hinzu.



STORAG ETZEL hat die DMT GmbH & Co. KG (DMT) mit der Erarbeitung einer Auswirkungsanalyse bis zum Verwahrungszeitpunkt beauftragt. DMT wurde von den beiden Büros Lippe Wassertechnik GmbH (LW) und H&M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG (H&M) fachlich unterstützt. LW bearbeitete die hydrologischen Aufgaben und H&M war der Fachgutachter für die Ökologie.

Die DMT hat mit den beiden Partner-Büros die zu erwartenden Auswirkungen der Senkungen und der übrigen Bodenbewegungen wie Schiefstellung, Längenänderung (Zerrung/Pressung) und Krümmung auf die folgenden Schutzgüter untersucht:

- · Bebauung und Infrastruktur,
- Oberflächengewässer,
- Grundwässer und damit auch die Süß-/Salzwassergrenze und
- Ökologie (Natur und Landschaft),

wobei sich Schiefstellung, Längenänderung und Krümmung auf Bebauung und Infrastruktur und Senkungen auf die übrigen Schutzgüter auswirken.

Für die Bearbeitung der natürlichen Schutzgüter wurde ein numerisches Grundwasserströmungsmodell als zentrales Werkzeug verwendet, das die Hydrogeologie mit der Hydrologie/Hydraulik (Oberflächengewässer) und der Ökologie verbindet. Durch eine Reihe von Geländeuntersuchungen wie z. B. Vermessung von Profilen, Wasserspiegeln und Abflüssen in den Oberflächengewässern und Auswertungen von Zeitreihen der Grundwasserstände und Grundwasserförderraten wurde das numerische Grundwasserströmungsmodell deutlich verbessert und auf einen Modellstand 2016 aktualisiert. Mit diesem Grundwasserströmungsmodell wurden die in Folge der Senkungen und geeigneter Maßnahmen zu erwartenden Auswirkungen auf die Grundwassersituation und insbesondere auf die Flurabstände berechnet. Über die Flurabstände wirken sich die Senkungen u. a. auf die Ökologie, die landwirtschaftliche Nutzung sowie auf bestehende Planungen (z. B. Regional-/Landschaftsplanung) aus.

Ein zentrales Anliegen der hydrologisch/hydraulischen Untersuchungen und Berechnungen wie auch der Grundwassermodellierung war die Findung geeigneter, an die Landschaft angepasster Maßnahmen, um eine ungehinderte Nutzung des Senkungsbereichs weitgehend zu erhalten. Bei diesen Maßnahmen waren die Einflüsse auf Natur und Landschaft zu berücksichtigen.

Um die in Zukunft zu erwartenden Auswirkungen auf die Süß-/Salzwassergrenze zu untersuchen, wurde das numerische Grundwasserströmungsmodell zu einem

Seite 308 von 313



instationären Stofftransportmodell erweitert, das die Ausbreitung der im Grundwasser gelösten Salze berechnet.

Bei der Auswirkungsanalyse handelt es sich um szenarienhafte Untersuchungen, die auf Basis der Senkungsprognose der BGR (2016) und deren Rahmenbedingungen erstellt wurde. Ob der Ausbau- und Betriebszustand – 99 Standorte und maximal 100 Jahre Betriebszeit – mit seinen Senkungsfolgen tatsächlich erreicht wird, ist vor dem Hintergrund energiepolitischer und wirtschaftlicher Veränderungen heute nicht absehbar. Aufgrund der berücksichtigten Modellparameter können die Senkungen und damit auch die Untersuchungsergebnisse als konservativ, das heißt "auf der sicheren Seite liegend", angesehen werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn nicht die Zeitentwicklung, sondern die Gesamtsenkung als Maßstab für das Handeln und Einleiten von Gegenmaßnahmen angesetzt wird.

Alle **Bebauungs- und Infrastruktur**objekte wurden in eine der fünf Objektkategorien 0 bis IV einsortiert. Die Objektkategorien repräsentieren eine bestimmte Empfindlichkeit von Bebauungs- bzw. Infrastrukturtypen gegen bergbauliche Einwirkungen, wobei die Empfindlichkeit mit ansteigender Kategorie abnimmt. In die Kategorie 0 gehören sehr empfindliche Bauwerke und Anlagen wie z. B. historische Gebäude, Chemieanlagen und Großkraftwerke. In diese Kategorie wurden vorsorglich die Kirchen Etzel und Horsten, das Wasserschloss Gödens und die Mühle Horsten aufgenommen. Für die einzelnen Kategorien liegen aus langjährigen bergbaulichen Kenntnissen Erfahrungswerte für Grenzen, ab denen grundsätzlich überhaupt Auswirkungen zu erwarten sind, vor. Die Objekte der einzelnen Kategorien wurden mit den von der BGR prognostizierten Bodenbewegungen verglichen und die Zeiträume erwartbarer Überschreitungen der Grenzwerte ermittelt. Durch diese Verschneidung wurden Objekte identifiziert, an denen möglicherweise Schäden auftreten können.

Es kann festgehalten werden, dass nur wenige Schäden an Gebäuden und keine Schäden an Straßen und Wegen zu erwarten sind, da die größten Bodenbewegungen außerhalb der geschlossenen Ortschaften auftreten.

Die Schäden an den Ver- und Entsorgungsleitungen werden gering sein und können bei rechtzeitiger Durchführung von Gegenmaßnahmen gemindert oder sogar vermieden werden. Als Gegenmaßnahmen können Ausgleichselemente wie Dehner, U-Bögen oder Lyrabögen, Polsterungen oder Freilegungen eingesetzt werden. Bei den Freilegungen wird die Übertragung der Bodenbewegungen auf die Leitungen generell vermieden.

Kavernenspeicher Etzel Auswirkungsanalyse für insgesamt 99 Kavernen DMT-Bearbeitungs-Nr.: GEE5-2016-00558

22.11.2018

Seite 309 von 313



Die konsequente Fortsetzung des laufenden Monitoringprogramms zur Überwachung von Gebäuden wird empfohlen.

Die Untersuchung des Einflusses der Senkungen von 2017 bis 2117 oder genauer bis 2120 auf die **Oberflächengewässer** diente der Berechnung von Wasserspiegellagen für das Grundwassermodell und der Findung einer Vorzugsvariante zur Trockenhaltung des Senkungstrogs. Bei der Trockenhaltung ging es um die Vermeidung von Überschwemmungen oder Gewässerausuferungen bei Mittel- und Hochwasser durch Gegenmaßnahmen. Die Gegenmaßnahmen wurden so dimensioniert, dass Hochwässer bis HQ₁₀₀ beherrschbar bleiben und schadlos abgeführt werden können.

Bei den Stillgewässern findet nur eine geringe Verkippung statt, die keine Maßnahmen erfordert. Der Ems-Jade-Kanal erfährt maximale Senkungen bis 0,08 m in 2120. Hier sind gleichfalls keine Maßnahmen erforderlich.

In Abstimmung mit den Unteren Wasserbehörden der betroffenen Kreise Wittmund und Friesland, dem NLWKN und der Sielacht wurde als Vorzugsvariante die Umleitung der von den Senkungen am stärksten betroffenen Bitze/Schiffsbalje bei km 3,5 (Senkungsmaximum) durch den Kalbsschloot zum Schöpfwerk Kalbsschloot gewählt, das, wie der Kalbsschloot selbst, auf ein Bemessungshochwasser zu ertüchtigen ist. Dies bedeutet eine Fließumkehr im Unterlauf der Schiffsbalje und die Einrichtung eines Überleitungsgerinnes zum Kalbsschloot. Etwa in 2050 wird voraussichtlich auch der Geestrandgraben mit einem Überleitungsgerinne an den Kalbsschloot angeschlossen. Die Schiffsbalje und der Geestrandgraben werden vom Friedeburger Tief abgesperrt. Diese Absperrungen heben den Rückstaueinfluss aus der Sielbewirtschaftung des Friedeburger Tiefs auf. Die ökologische Durchgängigkeit wird durch Aufstiegsanlagen vom Kalbsschloot bzw. von der Schiffsbalje zum Friedeburger Tief verbessert bzw. gewahrt.

Die Maßnahmen beginnen mit Planungen zum Kalbsschloot und zum Schöpfwerk Kalbsschloot Anfang der 20er Jahre und ziehen sich bis etwa 2050 hin, wenn abschließend der Geestrandgraben an den Kalbsschloot angeschlossen wird. In den darauf folgenden Jahrzehnten sind voraussichtlich Erhaltungsmaßnahmen und Sohlregulierungen am zentralen Entwässerungssystem erforderlich. Im Zuge der Modellrechnungen wurde deutlich, dass im Laufe der Jahrzehnte verschiedene Gräben ertüchtigt und einige Gräben neu errichtet werden müssen.

Kavernenspeicher Etzel Auswirkungsanalyse für insgesamt 99 Kavernen DMT-Bearbeitungs-Nr.: GEE5-2016-00558

22.11.2018

Seite 310 von 313



Am Friedeburger Tief sind senkungsabhängig abschnittsweise Verwallungen vorzusehen, deren genaue Bemessung durch weitere Modellierungsschritte zum Hochwasserschutz festzustellen ist.

Die angewandte Methodik ermöglicht eine schlüssige Konzeption, die zeigt, dass die Folgen der Senkungen für die Oberflächengewässer im Untersuchungsraum beherrschbar und durch Maßnahmen sicher zu steuern sind. Grundlage der folgenden, wasserbaulichen Planungsschritte muss eine tiefergehende Recherche der Randbedingungen wie z.B. des Baugrundes und eine deterministische hydrologische Modellierung des Abflussgeschehens sein. Bisher kamen bei den hydrologischen Berechnungen empirische Ansätze zur Anwendung, die für eine Auswirkungsprognose hinreichend sind.

Es wird ein Monitoring an den Oberflächengewässern empfohlen, für das am Oberlauf der Schiffsbalje und am Kalbsschloot zusätzliche Schreibpegel und am Unterlauf der Schiffsbalje wie auch am "Teich am Moorstricher Weg" als am stärksten betroffenem Stillgewässer zusätzliche Lattenpegel eingerichtet werden sollen.

Mit dem numerischen Grundwasserströmungsmodell wurden die in Folge der Senkungen und geplanten Gegenmaßnahmen zu erwartenden Grundwasserverhältnisse und Flurabstände berechnet. Dabei wurden nicht die 100 Jahre bis 2120 in einem Zeitraum instationär simuliert, vielmehr wurden die 100 Jahre in 5 Abschnitte zu je 20 Jahre unterteilt und es wurde die Grundwassersituation jeweils zum Ende der 20-Jahre-Zeiträume stationär berechnet. Die Vorzugsvariante zur Trockenhaltung des Senkungstrogs wurde schrittweise je nach Zeitpunkt der vorgesehenen Umsetzung einer Teilmaßnahme in den Zeitschnitten abgebildet. In der Zeit ab etwa 2080 ist damit zu rechnen, dass weitere Maßnahmen zusätzlich zur Vorzugsvariante zur Trockenhaltung des Senkungstrogs erforderlich werden, um die Flurabstände im heutigen Schwankungsbereich zu halten. Dabei geht es um Ertüchtigungen, Sohlkorrekturen und Eintiefungen im Sinne von Erhaltungsmaßnahmen an einigen Gräben nördlich und südlich der Bundesstraße B436 zwischen dem Kalbsschloot und Horsten. Erst ab 2100 wurde im Laufe der Modellrechnungen deutlich, dass auch Gräben neu angelegt werden müssen, um die Flurabstände zu stabilisieren. Diese neuen Gräben fokussieren sich auf drei Abschnitte längs der Bundesstraße B436 westlich von Horsten.



Generell ist mit geringen Auswirkungen auf die Flurabstände zu rechnen, wobei die Flurabstandsverringerungen eher im Senkungstrog und die Flurabstandsvergrößerungen eher im Randbereich anzutreffen sind. Nur in wenigen Bereichen gehen die Flurabstandsveränderungen über 0,25 m hinaus.

Großflächige Flurabstandsverringerungen > 0,25 m sind auf die Bereiche Moormaaten und Delings beschränkt. Selbst diese geringen Flurabstandsveränderungen können falls erforderlich durch Maßnahmen vermieden werden. In Bebauungsbereichen werden Flurabstandsverringerungen > 0,25 m vermieden.

Flurabstandsvergrößerungen > 0,25 m sind nur im Bereich des heutigen Unterlaufs der Schiffsbalje und des Kalbsschloots zu erwarten. Sie sind auf die Rückläufigkeit, die mit einer deutlichen Verringerung der Wassertiefe verbunden ist, bzw. auf die gezielte Eintiefung zurückzuführen. Diese Abtrocknungen können durch Maßnahmen gemindert werden.

Ausuferungen der Gewässer werden bei Mittelwasserverhältnissen durch die geplanten Maßnahmen vollständig vermieden. Insgesamt wird der Hochwasserschutz deutlich verbessert, was zu einem Teil auch auf die Abtrennung des Geestrandgrabens und der Schiffsbalje vom Friedeburger Tief zurückzuführen ist, so dass die heute in Folge der Sielbewirtschaftung verschiedentlich auftretenden Wasserspiegelanstiege nicht mehr in den Senkungsraum hineinwirken können.

Die Grundwasserförderung Kleinhorsten wird von den Senkungen nicht beeinflusst.

Die Durchführung eines Grundwassermonitorings wird empfohlen. Zunächst ist die Erfassung der Grundwasserstände an 49 Messstellen vorgesehen. Davon liegen 6 GWM im näheren Umfeld der Brunnen der Grundwasserförderung Kleinhorsten, um zu belegen, dass die Brunnen von Senkungen und Maßnahmen nicht beeinflusst werden. Ab ca. 2080 soll das Monitoring um 18 GWM erweitert werden, die sich auf dem Rand des Senkungstrogs verteilen. Mit ihnen sollen die in diesem Bereich erst in einigen Jahrzehnten zu erwartenden Flurabstandsveränderungen überwacht werden. Im Rahmen des landwirtschaftlich-bodenkundlichen Beweissicherungskonzepts wird empfohlen, an ausgewiesenen Stellen gezielt flache GWM zu errichten und an ihnen die Grundwasserstände zu beobachten. Wir empfehlen, die beiden Grundwassermonitorings miteinander zu verbinden. Wir halten es für sinnvoll, dass die Grundwasserstandsmesswerte georeferenziert in einem gemeinsamen Datenbanksystem gespeichert werden, das Visualisierungen und Datenauswertungen ermöglicht.

Kavernenspeicher Etzel Auswirkungsanalyse für insgesamt 99 Kavernen DMT-Bearbeitungs-Nr.: GEE5-2016-00558

22.11.2018

Seite 312 von 313



Bei diesen Empfehlungen gehen wir davon aus, dass alle Grundwassermessstellen wie auch die Schreib- und Lattenpegel einmal jährlich eingemessen werden.

Im Rahmen der Auswirkungsanalyse wurden die aufgrund der Senkungen und Maßnahmen zu erwartenden Auswirkungen auf die Ökologie, d. h. auf ausgewählte Schutzgüter, Nutzungen und Planungen näher untersucht. Es zeigte sich, dass erhebliche nachteilige Auswirkungen unter der Voraussetzung einer zeitnahen Umsetzung geeigneter Gegenmaßnahmen i. A. nicht zu besorgen sind. Vielmehr können solche Auswirkungen durch frühzeitige Veränderungen im vorhandenen Gewässernetz und an bestehender Infrastruktur wirksam vermieden bzw. minimiert werden. Die Situation ist auch dahingehend stets beherrschbar, dass ggf. ergänzende Maßnahmen jederzeit vorgesehen werden können.

Eingriffe in Naturhaushalt und Landschaftsbild werden dabei im Vergleich zu früheren Planungen, die u. a. den Neubau eines Hochkanals für die Bitze/Schiffsbalje zur Querung des Senkungstrogs vorsahen, gering gehalten, da die geplanten Maßnahmen weitgehend nur an Bestandsgewässern und -einrichtungen vorgenommen werden müssen.

Bezüglich einer Erfolgskontrolle wird vorgeschlagen, in Abstimmung mit Interessenvertretern des Naturschutzes und der Landwirtschaft ein Beweissicherungs-/Monitoringprogramm zu erarbeiten, dass über eine dauerhafte Beobachtung von Referenzflächen regelmäßig den Nachweis der Unbedenklichkeit von Senkungsfolgen erbringt. Außerdem beinhaltet ein solches Monitoring auch die Möglichkeit, bei sich abzeichnenden Senkungsschäden zusätzliche Gegenmaßnahmen noch rechtzeitig und einvernehmlich festzulegen.

Zur Berechnung der Auswirkungen der Senkungen und Maßnahmen auf die Süß-/Salzwassergrenze wurde das numerische Grundwasserströmungsmodell zu einem instationären Stofftransportmodell erweitert, das die Ausbreitung der im Grundwasser gelösten Salze (Gesamtsalz, d.h. Ca, Cl, K, Mg, Na, SO₄) unter Berücksichtigung des Einflusses der Dichte berechnet. Unter Verwendung verschiedener Datenquellen (Helikoptergeophysik von der LIAG, Karten zur Süß-/Salzwassergrenze des LBEG und Grundwasseranalysen der STORAG ETZEL) konnte eine plausible Verteilung der aktuellen Salzkonzentrationen im Grundwasserkörper abgeleitet werden. Die Süß-/Salzwassergrenze wurde bei einer Salzkonzentration von 0,35 g/l festgelegt. Am östlichen Rand des Modellgebiets, am Jadebusen, wurde eine Salzkonzentration von 35 g/l entsprechend Nordseewasser angesetzt. Unter Berücksichtigung der über die Jahrzehnte zunehmenden Senkungen und der

Seite 313 von 313



Gegenmaßnahmen wurde die weitere Konzentrationsentwicklung der im Grundwasser gelösten Salze über 150 Jahre bis 2166 berechnet.

Die Modellierungsergebnisse belegen, dass generell in diesem Raum über die kommenden Jahrzehnte mit einer Aussüßung zu rechnen ist. Am Ende des simulierten Zeitraums von 150 Jahren ist die Süß-/Salzwassergrenze um mehrere hundert Meter nach Osten verschoben. Die Senkungen und Maßnahmen haben nur lokal im Bereich zwischen Friedeburger Tief und Schiffsbalje und dem Umfeld westlich von Hohemey einen Einfluss auf die Süß-/Salzwassergrenze. In diesem Bereich führen die Senkungen und Maßnahmen in der Modellrechnung über 150 Jahre im Vergleich zum Ausgangszustand 2016 zu einer Ausweitung der Süß-/Salzwassergrenze um ca. 1000 m in westlicher Richtung. Diese Ausweitung ist im Wesentlichen auf die zentralen Gegenmaßnahmen, die Absenkung der Wasserspiegel am Kalbsschloot und am heutigen Unterlauf der Schiffsbalje zurückzuführen. Durch diese Maßnahmen wird die Grundwasserströmung auf die beiden genannten Tiefpunkte so verstärkt, dass sie für die Salzwasserausbreitung lokal eine größere Wirkung entfaltet als die Aussüßungen befördernde Grundwasserneubildung. Bei der lokalen Ausweitung der Süß-/Salzwassergrenze um ca. 1000 m ist zu bedenken, dass es sich hierbei nicht um Salzkonzentrationserhöhungen in einer Größenordnung von mehreren g/l sondern um Erhöhungen um einige Zehntel g/l handelt.

Insgesamt ist also mit nur geringen Auswirkungen auf die Süß-/Salzwassergrenze zu rechnen. Für die Grundwasserförderung Kleinhorsten können negative Auswirkungen durch die Senkungen und Gegenmaßnahmen ausgeschlossen werden.

Das von uns empfohlene hydraulische Grundwassermonitoring umfasst eine 3-fache Grundwassermessstelle im Bereich der Süß-/Salzwassergrenze am Friedeburger Tief bei Hohemey. Wir empfehlen, an ihr zusätzlich zu den Grundwasserstandsmessungen eine jährliche Grundwasserbeprobung durchzuführen.

Die **Ergebnisse der Auswirkungsanalyse** belegen insbesondere die Machbarkeit der Zielvorgabe "Trockenhaltung des Senkungsgebiets", die durch bewährte Maßnahmen der Wasserhaltung erreicht wird. Die erforderlichen Maßnahmen zur Beherrschung der Senkungsfolgen sind skalierbar und können während der Betriebszeit der Kavernen in Abhängigkeit vom tatsächlichen Senkungsverlauf flexibel angepasst und umgesetzt werden. Es wurde der Nachweis erbracht, dass die gesetzten Ziele für alle betrachteten Schutzgüter erreicht werden können.

