

# Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

## Abschlussbericht



Dr. K. Kalinski, Dr. H. Höper, Dr. H. Kruse-Dörgeloh, G. Lange,  
U. Schröder, A. Tegge & I. Vogel

Juni 2021

gefördert durch



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung



# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	1
1 Einleitung.....	5
2 Ziele des Projektes.....	7
3 Projektgebiet .....	9
4 Ergebnisse .....	11
4.1 AP 1 - Projektkoordination .....	11
4.2 AP 2 - Geschäftsführung der Kooperation.....	12
4.2.1 Leitlinien, Struktur und Arbeitsweise der Kooperation .....	12
4.2.2 Tätigkeit und Entwicklungsperspektiven der Kooperation .....	18
4.2.3 Umsetzbarkeit von torf- und klimaschonenden Maßnahmen.....	22
4.3 AP 3 - Gebietserfassung.....	31
4.3.1 Standorteigenschaften .....	31
4.3.2 Hydrologie.....	37
4.3.3 Nutzung.....	43
4.4 AP 4 - Zusammenstellung und Schaffung von Beratungsgrundlagen .....	45
4.5 AP 5 - Einzelbetriebliche Beratung.....	47
4.6 AP 6 – Hydrologische Modellierung .....	50
4.6.1 Modell zum Demonstrationsversuch D-05 .....	50
4.6.2 Modell zum Demonstrationsversuch D-04 (regionaler Ansatz).....	61
4.7 AP 7 - Ermittlung der Treibhausgasemissionen .....	69
4.8 AP 8 - Gebietskonzept zur optimierten Wasserführung.....	73
4.8.1 Standortbezogene Kriterien.....	74
4.8.2 Betriebsbezogene Kriterien .....	77
4.8.3 Instrumente zur Umsetzung von Maßnahmen mit Wassermanagement ....	88
4.9 AP 9 - Gruppenberatung, Veranstaltungen, Feldbegehung .....	90
4.9.1 Gruppenberatung.....	90

4.9.2	Exkursionen.....	91
4.9.3	Feldbegehungen.....	91
4.9.4	Veranstaltungen.....	92
4.9.5	Presse.....	101
4.9.6	Bildung.....	106
4.10	AP 10 - Internetauftritt.....	107
4.11	AP 11 - Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben.....	107
4.11.1	Versuchsanlage und Untersuchungsmethoden .....	107
4.11.2	Allgemeines.....	121
4.11.3	Hydrologische Jahre 2017 – 2020.....	121
4.11.4	Ergebnisse Versuche mit Grabenanstau .....	122
4.11.5	Ergebnisse Versuche zur Unterflurbewässerung.....	130
4.11.6	Ökonomische Bewertung der wasserregulierenden Maßnahmen.....	141
4.11.7	Ergebnisse Versuche mit Schwerpunkt Grünlandmanagement.....	147
5	Wichtige Erkenntnisse.....	166
5.1	Kooperation .....	166
5.2	Beratung.....	167
5.3	Demonstrationsversuche.....	168
5.4	Gebietskonzept .....	172
6	Danksagung.....	173
7	Literatur.....	174
	Anhang.....	176
A.	Geschäftsordnung .....	176
B.	Hydrologische Modellierung.....	186
C.	Modul 1 „Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben“ .....	188
D.	Modul 3 „Moorbuch“ .....	254

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Karte der Boden-/Moortypen im Gnarrenburger Moor und Grenze des Projektgebietes (Originalmaßstab 1:100.000).....	9
Abbildung 2: Projektstruktur. Innerhalb der Projektlaufzeit wurden von vier vorgeschlagenen Modulen drei bearbeitet.....	11
Abbildung 3: Struktur der Kooperation „Landwirtschaft und Moorschutz/ Klimaschutz im Gnarrenburger Moor“.....	14
Abbildung 4: Findorffsiedlungskonzept.....	20
Abbildung 5: Vermarktungsinitiative Gnarrenburger Moor; Angus- und Galloway-Rinder in Augustendorf. Foto: Bremervörder Zeitung. ....	27
Abbildung 6: Karte des DGM1 im Gnarrenburger Moor und Grenze des Projektgebietes (Originalmaßstab 1:100.000).....	32
Abbildung 7: Karte der Hochmoormächtigkeit im Gnarrenburger Moor und Grenze des Projektgebietes (Originalmaßstab 1:100.000).....	33
Abbildung 8: Karte der Weißstorfmächtigkeit im Gnarrenburger Moor und Grenze des Projektgebietes (Originalmaßstab 1:100.000).....	34
Abbildung 9: Bodenprofil (links) sowie bodenchemische Parameter pro Horizont (rechts) auf dem Demonstrationsversuch D-04.....	36
Abbildung 10: Bodenprofil (links) sowie bodenchemische Parameter pro Horizont (rechts) auf dem Demonstrationsversuch D-05.....	36
Abbildung 11: Bodenprofil (links) sowie bodenchemische Parameter pro Horizont (rechts) auf dem Demonstrationsversuch D-06.....	37
Abbildung 12: Bodenprofil (links) sowie bodenchemische Parameter pro Horizont (rechts) auf dem Demonstrationsversuch D-07.....	37
Abbildung 13: Typische Staustufe im Oste-Hamme-Kanal in der Ortschaft Langenhausen. ....	38
Abbildung 14: Oste-Hamme-Kanal Anfang September 2019 bei Klenkendorf. ....	39
Abbildung 15: Karte des Gewässernetzes und der Gräben. Für den nördlichen Teil des Gnarrenburger Moores ist der Unterhaltungsverband Obere Oste zuständig.....	40
Abbildung 16: Überschwemmungsgebiete im Gnarrenburger Moor. ....	41
Abbildung 17: Hochwasserschutzbauwerk bei Augustendorf am Graben am Kattschenweg mit Lattenpegel.....	42

Abbildung 18: Lage der Grundwasseroberfläche 1:50.000 (HK50).....	43
Abbildung 19: ATKIS 2015, Nutzungen im Gnarrenburger Moor.....	44
Abbildung 20: InVeKos 2016, Nutzungen im Gnarrenburger Moor.....	45
Abbildung 21: Modellübersicht und Randbedingungen für Demonstrationsversuch D-05. .....	51
Abbildung 22: Gemessene Wasserstände gegenüber simulierten Wasserständen der Messstelle Trans_1.....	55
Abbildung 23: Gemessene Wasserstände gegenüber simulierten Wasserständen der Messstelle UF.....	55
Abbildung 24: Gemessene Wasserstände gegenüber simulierten Wasserständen der Messstelle Trans_2.....	56
Abbildung 25: Darstellung der Wasserstände des 03. März 2019 in m ü. NN.....	57
Abbildung 26: Darstellung der Wasserstände des 03. September 2019 in m ü. NN.....	58
Abbildung 27: Simulierte Wasserstände in Bezug auf DGM_1 in m unter GOK für den 03. März 2019. ....	59
Abbildung 28: Simulierte Wasserstände in Bezug auf DGM_1 in m unter GOK für den 03. September 2019.....	60
Abbildung 29: Für das Modell Demonstrationsversuch D-04 (regionaler Ansatz) relevante Observationsmessstellen, Bohrungspunkte und Randbedingungen. ....	62
Abbildung 30: Gemessene Wasserstände gegenüber simulierten Wasserständen der Messstelle Trans_1.....	66
Abbildung 31: Gemessene Wasserstände gegenüber simulierten Wasserständen der Messstelle Trans_2.....	66
Abbildung 32: Gemessene Wasserstände gegenüber simulierten Wasserständen der Messstelle F1.....	67
Abbildung 33: Gemessene Wasserstände gegenüber simulierten Wasserständen der Messstelle F2.....	67
Abbildung 34: Simulierte Wasserstände am 29.06.2017. ....	68
Abbildung 35: Simulierte Wasserstände am 08.08.2017. ....	68
Abbildung 36: Simulierte Wasserstände am 27.09.2017. ....	69
Abbildung 37: Karte der Treibhausgasemissionen im Projektgebiet (Originalmaßstab 1:100.000).....	71

Abbildung 38: Erfassung Teilgebiete im Gnarrenburger Moor.....	75
Abbildung 39: Zusammenlegung von Teilgebieten im Projektgebiet.....	76
Abbildung 40: Absolute Fläche der Betriebe in den Teilflächen.....	78
Abbildung 41: Teilgebiet Augustendorf-Nord mit Flächen der befragten Landwirte, Grabennetz und Höhen .....	80
Abbildung 42: Mögliche Maßnahmen und Problembereiche im Teilgebiet Augustendorf- Nord.....	84
Abbildung 43: Maßnahmenart und Lage der Demonstrationsversuche. ....	108
Abbildung 44: Schema Unterflurbewässerung auf den Demonstrationsflächen (Querschnitt).....	112
Abbildung 45: Schema Unterflurbewässerung mit eingestautem Graben (Aufsicht). ....	112
Abbildung 46: Messstellen zur Wasserstands- und Grundwassererfassung im Gnarrenburger Moor.....	117
Abbildung 47: Schematische Darstellung des Aufbaus einer Moorwassermessstelle. ...	118
Abbildung 48: Höhenänderung D-04 von September 2016 bis September 2020. ....	124
Abbildung 49: Durchschnittliche Eindringwiderstände auf D-04 in 5 bis 20 cm Tiefe des Bodens und Höhe der Wasserstände im Boden, bezogen auf den Median der Geländehöhe.....	125
Abbildung 50: Trockenmasseerträge der Schnittnutzungen 2018, 2019 und 2020 auf D- 04.....	126
Abbildung 51: Jährliche Bonitur der Ertragsanteile des ersten Schnittes von 2018 bis 2020 auf D-04. ....	126
Abbildung 52: Höhenänderung D-06 von Januar 2017 bis September 2020. ....	128
Abbildung 53: Durchschnittliche Eindringwiderstände auf D-06 in 5 bis 20 cm Tiefe des Bodens und Höhe der Wasserstände im Boden, bezogen auf den Median der Geländehöhe.....	129
Abbildung 54: Trockenmasseerträge der Schnittnutzungen 2018, 2019 und 2020 auf D- 06.....	130
Abbildung 55: Jährliche Bonitur der Ertragsanteile des ersten Schnittes von 2018 bis 2020 auf D-06. ....	130
Abbildung 56: Höhenänderung D-05 von September 2016 bis September 2020. ....	132

Abbildung 57: Durchschnittliche Eindringwiderstände auf D-05 in 5 bis 20 cm Tiefe des Bodens und Höhe der Wasserstände im Boden, bezogen auf den Median der Geländehöhe.....	133
Abbildung 58: Grünlandvegetation auf dem Versuch D-05 an drei Terminen (Nov 2018, Mai 2020, Juli 2020), .....	135
Abbildung 59: Trockenmasseerträge der Schnittnutzungen 2018, 2019 und 2020 auf D-05. ....	136
Abbildung 60: Jährliche Bonitur der Ertragsanteile des ersten Schnittes von 2018 bis 2020 auf D-05. ....	136
Abbildung 61: Höhenänderung D-07 und D-08 von Januar 2017 bis September 2020. ....	138
Abbildung 62: Durchschnittliche Eindringwiderstände auf D-07 in 5 bis 20 cm Tiefe des Bodens und Höhe der Wasserstände im Boden, bezogen auf den Median der Geländehöhe.....	139
Abbildung 63: Trockenmasseerträge der Schnittnutzungen 2018, 2019 und 2020 auf D-07.....	141
Abbildung 64: Jährliche Bonitur der Ertragsanteile des ersten Schnittes von 2018 bis 2020 auf D-07. ....	141
Abbildung 65: Gewinne (positive Werte) und Verluste (negative Werte) von neun Parzellen mit Wasserregulierung im Vergleich zur jeweiligen entwässerten Referenzparzelle.....	145
Abbildung 66: Trockenmasseerträge der sechs Parzellen in den Jahren 2017 bis 2020. ....	150
Abbildung 67: Ertragsanteile einzelner Arten am ersten Schnitt.....	151
Abbildung 68: Mängelbonituren auf dem Versuch D-03. ....	151
Abbildung 69: Nährstoffgehalte im Boden der Versuchspartellen in 0-10 cm im Vergleich zur jeweiligen Referenzparzelle mit Volldüngung .....	152
Abbildung 70: Gewinne / Einsparung (positive Werte) und Verluste / Zusatzkosten (negative Werte) der drei Parzellen mit reduzierter Düngung.....	153
Abbildung 71: Abweichung der Trockenmasseerträge einer Mischung vom Mittelwert aller sechs Mischungen. ....	155
Abbildung 72: Parzellenscharfer Mäusebefall .....	156
Abbildung 73: Abweichung der Trockenmasseerträge einer Mischung vom Mittelwert aller sechs Mischungen. ....	157

Abbildung 74: Grünlandneuansaat mit Hafer als Deckfrucht .....	158
Abbildung 75: Schäden im Juli 2020 nach zwei Dürre Jahren und Mäusebefall auf Versuch D-02. ....	159
Abbildung 76: Ergebnisse der Schätzung des Trockenmasseertrages der einzelnen Arten zum ersten Schnitt. ....	162
Abbildung 77: Ergebnisse der Schätzung des Trockenmasseertrages der einzelnen Arten zum ersten Schnitt. ....	164
Abbildung 78: Durchschnittlicher Anteil am Trockenmasseertrag der einzelnen Arten zum ersten Schnitt über die Versuche D-06, D-07, D-09, D-10 und D-11. ....	164
Abbildung 79: Ergebnisse der Mängelbonituren. ....	165
Abbildung 80: Jährliche CO <sub>2</sub> -Emissionen in Abhängigkeit der mittleren Wasserstände auf Hoch- und Niedermoorstandorten unterschiedlicher Nutzung in Deutschland .....	170
Abbildung 81: Jährliche CO <sub>2</sub> -Emissionen nach GEST, Version 2, bei Grünlandnutzung .....	170

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Parametrisierung für jeden Layer im Modell zu D-05. ....	53
Tabelle 2: Parametrisierung für jeden Layer im Modell zu D-04. ....	64
Tabelle 3: Flächen in ha nach Boden- und Nutzungskategorie. ....	72
Tabelle 4: Treibhausgasemissionen nach Boden- und Nutzungskategorie.....	72
Tabelle 5: Fläche der Teilgebiete und Länge von Gräben 3. Ordnung. ....	77
Tabelle 6: Maßnahmen und Beginn der Demonstrationsversuche. ....	109
Tabelle 7: Lage der Versuchspartzen des Versuches D-03 am Ende der drei Schläge.	113
Tabelle 8: Gewichtsanteile der Arten in den Saatgutmischungen. (GI1: diploide Weidelgräser GI2: tetraploide Weidelgräser).....	115
Tabelle 9: Gräserversuche. ....	115
Tabelle 10: Evapotranspiration nach Haude (ET), Niederschlag (N) und Klimatische Wasserbilanz (KWB; Niederschlag - Evapotranspiration) in den Jahren 2017 - 2020 und im Mittel der Jahre 1998 bis 2017 in mm (Wetterstation Bremervörde, DWD).....	122
Tabelle 11: Mittlere Moorwasserstände über Geländeoberkante der Grundwassermessstellen. Wi – Winter, So – Sommer. ....	123
Tabelle 12: Gesättigte Leitfähigkeit der Torfe (bestimmt mittels Bohrlochmethode nach Van Beers, 1962) im oberen Meter von D-04.....	123
Tabelle 13: Höhenänderung D-04 von September 2016 bis September 2020 (in m).....	124
Tabelle 14: Mittlere Moorwasserstände auf D-06 (Sommer = 01.05. - 31.10., Winter = 01.11. - 30.04.).....	127
Tabelle 15: Gesättigte Leitfähigkeit der Torfe (bestimmt mittels Bohrlochmethode nach Van Beers, 1962) im oberen Meter von D-06.....	127
Tabelle 16: Höhenänderung D-06 von Januar 2017 bis September 2020 (in m).....	128
Tabelle 17: Graben- und Moorwasserstände (über MW GOK) auf D-05 (Sommer = 01.05. - 31.10., Winter = 01.11. - 30.04.).....	131
Tabelle 18: Fördermengen von D-05 in den Jahren 2018 bis 2020 und der jeweiligen Sommerperiode von 01.05. – 31.10. Fläche 0,6 ha.....	131
Tabelle 19: Gesättigte Leitfähigkeit der Torfe (bestimmt mittels Bohrlochmethode nach Van Beers, 1962) im oberen Meter von D-05.....	132

Tabelle 20: Höhenänderung D-05 von September 2016 bis September 2020 (in m). Positive Werte zeigen Höhenzunahme, negative Höhenabnahme. MW – Mittelwert.....	133
Tabelle 21: Energieertrag in GJ NEL / ha auf der Unterflurbewässerung (UFB) und der Referenz (Ref) des Versuches D-05.....	135
Tabelle 22: Graben- und Moorwasserstände über Geländeoberkante auf D-07 (Sommer = 01.05. - 31.10., Winter = 01.11. - 30.04.).....	137
Tabelle 23: Fördermengen von D-07 in den Jahren 2018 bis 2020 und der jeweiligen Sommerperiode von 01.05. – 31.10. ....	137
Tabelle 24: Höhenänderung D-07 und D-08 von Januar 2017 bis September 2020 (in m). .....	138
Tabelle 25: Energieertrag in GJ NEL / ha auf den drei Parzellen der Unterflurbewässerung und der Referenz des Versuches D-07. UFB – Unterflurbewässerung, Ref – Referenz.....	140
Tabelle 26: Kosten des Grabenanstaus.....	142
Tabelle 27: Kosten der Unterflurbewässerung.....	142
Tabelle 28: Konkrete Spezialkosten Versuch D-05.....	145
Tabelle 29: Allgemeine geschätzte Spezialkosten.....	146
Tabelle 30: Mittlere Moorwasserstände (über 2017er GOK der GW-Messstellen) auf D- 01, D-02, D-03, D-09 (Sommer = 01.05. - 31.10., Winter = 01.11. - 30.04.). .....	148
Tabelle 31: Zusammensetzung der Gewinndifferenz der drei Parzellen mit reduzierter Düngung im Vergleich zu den jeweiligen Referenzparzellen mit Volldüngung. ....	154

## Zusammenfassung

Das Ziel des Modellprojektes war es, Maßnahmen für eine klima- und torfschonende Landwirtschaft auf Moorgrünland zur Praxisreife zu entwickeln und die Akzeptanz der Landwirte für solche Maßnahmen zu fördern. Das Projektgebiet „Gnarrenburger Moor“ ist im nördlichen Niedersachsen zwischen Bremen und Bremervörde verortet und wird zu etwa 70 % landwirtschaftlich, überwiegend als Grünland, genutzt. Neben der Beratung der Landwirte zu klima- und moorschonender Landwirtschaft wurden Demonstrationsversuche zur Anhebung der Moorwasserstände, einer reduzierten Düngung und anpassungsfähiger Gräsermischungen durchgeführt. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst.

Im Modellprojekt wurde eine Kooperation, bestehend aus Vertretern der freiwillig beteiligten Landwirte, Landwirtschaftskammer (LWK), Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) sowie beratenden Akteuren aus Gemeinde, Behörden und Verbänden gegründet. Sie dient der Kommunikation sowie der Beratung und Beschlussfassung über torf- und klimaschonende Maßnahmen in der Modellregion. In der Kooperation stehen die kooperierenden Landwirte im Mittelpunkt und haben die Möglichkeit, torf- und klimaschonende Maßnahmen mit Fachbehörden unter Einbindung von Verwaltung und berufsständischen Vertretungen als Grundlage zukünftiger Förderinstrumente und landesweiter Beratung mitzugestalten. Über den Arbeitskreis der Kooperationslandwirte als assoziiertes Gremium der Kooperation haben sich 69 Bewirtschafter, Hofnachfolger und Eigentümer der Modellregion bis Ende 2020 in die Kooperationsarbeit eingebracht. Sie bewirtschaften rd. 30 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche. Dabei spielt die perspektivische Verfolgung denkbarer Fördermöglichkeiten und Finanzierungsinstrumente eine wichtige Rolle. Zur Aufrechterhaltung der hohen Akzeptanz und Teilnahmebereitschaft bedarf es hier zeitnaher Angebote an die Landwirte. Voraussetzung ist die Entwicklung eines gemeinsamen Wassermanagements. Das Folgeprojekt für ein Umsetzungskonzept fand demzufolge die breite Zustimmung der Kooperation.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Mit Blick auf die Zukunft ihres Betriebes waren viele der Landwirte aus dem Gnarrenburger Moor an den Inhalten des Modellprojektes interessiert. Bei einer individuellen Beratung auf den Betrieben konnten grundsätzliche Mechanismen der Treibhausgasemissionen und der Bodendegradation, aber auch individuelle Probleme mit dem eigenen Standort geklärt werden. Eine anfängliche Skepsis gegenüber der Notwendigkeit der klimaschutzorientierten Bewirtschaftung konnte abgebaut werden. Gleichzeitig lieferte der enge Kontakt mit den einzelnen Betrieben dem Projekt viele wertvolle Hinweise für die Entwicklung geeigneter, praxistauglicher Klimaschutzmaßnahmen. Im Gespräch konnten erste Ansätze für eine Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen auf den jeweiligen Betrieben besprochen werden, von denen manche in Demonstrationsversuchen umgesetzt wurden. Doch ohne eine ausreichende Finanzierung kann die Umsetzung zurzeit noch nicht über diese räumlich begrenzten Versuchsstandorte hinausgehen, sodass die Beratung oft bei der theoretischen Vermittlung bleibt.

Auf insgesamt 13 Flächen der Kooperationslandwirte wurden Demonstrationsversuche eingerichtet und Maßnahmen zu einem angepassten Wassermanagement (Grabenanstau und Unterflurbewässerung) und Grünlandmanagement (reduzierte Düngung und angepasste Gräsermischungen) erprobt.

Auf den Flächen der Demonstrationsversuche ohne Wassermanagement fielen die mittleren Moorwasserstände in den Sommermonaten auf 83 bis 104 cm unter Geländeoberkante. Ähnlich tief fielen die Moorwasserstände in den Demonstrationsversuchen zum Grabenanstau mit mittleren Wasserständen zwischen 53 und 105 cm unter Geländeoberkante. Das im Winter im Grabenanstau zurückgehaltene Wasser sank im Frühling schnell ab und reichte nicht aus, um den Moorwasserstand langfristig hoch zu halten. Die Moorwasserstände auf den Versuchsflächen unterschieden sich nur leicht von ihren Referenzen wie auch die Unterschiede in der Qualität der Grasnarbe und der Erträge. Die Befahrbarkeit auf den Flächen mit Grabenanstau war gut. Die Geländeoberfläche sackte im Mittel um 7 bis 18 cm ab.

In den Demonstrationsversuchen zur grabenbasierten Unterflurbewässerung wurden seit September 2018 sehr hohe Grabenwasserstände und dadurch hohe Moorwasserstände gehalten. Über die gesamte Projektlaufzeit lag der mittlere jährliche Moorwasser-

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

stand 20 bis 43 cm unter Geländeoberkante und der mittlere jährliche Sommerwasserstand 32 bis 58 cm unter Geländeoberkante. Die Grabenwasserstände auf den Flächen D-05 und D-07 mussten in den Jahren 2018 – 2020 höher eingestaut werden, um den nötigen hydraulischen Druck zu gewährleisten. Die geförderte Grundwassermenge übertraf das klimatische Wasserdefizit auf beiden Standorten, mit Fördermengen zwischen 269 und 425 mm. Hier wird deutlich, wie wichtig eine optimale Pumpensteuerung zur Minderung des Wasserverbrauchs der Unterflurbewässerung ist. Die hohen Moorwasserstände wirkten stabilisierend auf die Mooroberfläche. Diese sackte im Mittel um 8 cm auf Fläche D-07 ab und erhöhte sich im Mittel um 4 cm auf Fläche D-05. Auch auf die Ertragssicherheit wirkten sich die hohen Moorwasserstände positiv aus. Die Mäuseschäden waren viel geringer als auf der Referenz und die Erträge höher. Allerdings war die Befahrbarkeit zu manchen Zeiten geringer als in der Referenz - ein Effekt der Unterflurbewässerung, der eine entsprechend angepasste Bewirtschaftung und Technik erfordert.

In den Jahren 2018 bis 2020 führten wasserregulierenden Maßnahmen (Grabenanstau und Unterflurbewässerung) noch nicht zu einer bedeutenden Einschränkung der Bewirtschaftung. Die Versuchsjahre waren vielmehr von Dürre und einer Mäuseplage gezeichnet, sodass sich eine künstliche Wasserstandsanhhebung in den Versuchen für die Vegetationsentwicklung bisher teilweise sogar als positiv herausstellte. Dennoch können Einschränkungen der Bewirtschaftung und Ertragsrückgänge in niederschlagsreicheren Zeiten noch nicht ausgeschlossen werden.

Für den Versuch zur Unterflurbewässerung D-05 wurde mittels Modflow-2005 ein dreidimensionales, hydrologisches Modell erstellt, das die Berechnung der Moorwasserstände in der Fläche als Grundlage für die Abschätzung der Treibhausgasemissionen (THG) - Emissionen ermöglichen soll. Das Modell bildet die räumlich differenzierte Wirkung der für die Unterflurbewässerung genutzten Drainagerohre deutlich ab und zeigt eine Übereinstimmung der simulierten mit den gemessenen Wasserständen. Das vorläufige Modell unterschätzt die Sommerwasserstände und teilweise auch die Winterwasserstände leicht (um ca. 5 cm) und muss noch verbessert werden.

Für das gesamte Projektgebiet wurde eine Karte der Treibhausgasemissionen erstellt. Da die Emissionen nicht flächendeckend gemessen werden können, mussten sie anhand vorliegender kartographischer Informationen geschätzt werden. Die höchsten Emissionen

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

werden bei Ackernutzung beobachtet. Mittlere Emissionen wurden für das Moorgrünland ermittelt. Die niedrigsten Emissionen treten auf Forstflächen und renaturierten Abtorfungsflächen auf, die nach Abschluss der Rohstoffgewinnung wiedervernässt wurden. Die Treibhausgasemissionen für das Projektgebiet werden insgesamt auf 133.000 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr geschätzt. Aufgrund des hohen Flächenanteils werden 77 % davon durch die Grünlandnutzung und 16 % durch Ackernutzung verursacht. Weitere Nutzungen und Naturschutzflächen spielen mit einem Anteil von insgesamt 7 % eine untergeordnete Rolle.

Maßnahmen zur Anhebung der Moorwasserstände sind von zentraler Bedeutung für eine Reduktion der Treibhausgasemissionen und zur Erhaltung der Produktionsfunktion der Moorböden. Höhere Wasserstände können allerdings auch die Bewirtschaftung einschränken und wurden daher von vielen Landwirten kritisch gesehen. Diese Haltung hat sich im Laufe des Modellprojekts deutlich geändert. Verbessertes Moorschutz durch höhere Wasserstände und die Sicherstellung der landwirtschaftlichen Produktion überzeugten die Landwirte und führten zu einem großen Interesse an der Unterflurbewässerung. Auf den Demonstrationsversuchen zum passiven Grabenanstau dagegen fielen die Graben- und Moorwasserstände mit Einsatz der Verdunstungsperiode zu tief, als dass eine Reduktion der THG-Emissionen zu erwarten wäre. Daraus wird deutlich, dass eine klimawirksame Anhebung der Moorwasserstände im Hochmoor nur durch ausreichend Zusatzwasser möglich ist. Auf den Demonstrationsversuchen zur Unterflurbewässerung wurde das durch Grundwasser bereitgestellt. Eine entsprechende Versorgung aller landwirtschaftlichen Nutzflächen des Gnarrenburger Moores könnte aber zu einer Übernutzung des Grundwassers führen. Als Alternative bietet sich eine Rückhaltung hoher Abflüsse, besonders im Winter, und dessen Nutzung zur Versorgung der Grünlandflächen im Sommer an. Dafür wäre ein Wassermanagement erforderlich, das das komplette Einzugsgebiet im Gnarrenburger Moor umfasst. Die Entwicklung eines solchen Wassermanagements erfordert entsprechend großräumige hydrologische Untersuchungen und Einbeziehung aller Anlieger, geht damit über die Ziele des laufenden Modellprojektes Gnarrenburger Moor hinaus und wird daher in einem Folgeprojekt bearbeitet.

## 1 Einleitung

Landwirtschaftlich genutzte und zu diesem Zweck entwässerte Moore stellen mit über 10 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten eine wesentliche Quelle für Treibhausgase in Niedersachsen dar (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, 2016). Eine Reduzierung dieser Emissionen dient dem Klimaschutz und verlängert in vielen Fällen die Nutzungsdauer der Moorstandorte, indem die Torfmächtigkeitsverluste vermindert und eine Verschlechterung der Torfeigenschaften verlangsamt wird.

Das Modellprojekt hat zum Ziel, Maßnahmen für eine klima- und torfschonende Landwirtschaft auf Moorgrünland zur Praxisreife zu entwickeln und die Akzeptanz der Maßnahmen unter den Landwirten durch Information, Anschauung und Mitarbeit zu fördern.

Zunächst ging es darum, die Landwirte durch eine moorspezifische Beratung für die Thematik zu sensibilisieren und zur Mitarbeit im Projekt zu gewinnen. Die konkrete Mitarbeit erfolgte über eine Kooperation sowie über den der Kooperation angegliederten Arbeitskreis der kooperierenden Landwirte. In der Kooperation sind neben einem Sprecher der am Projekt teilnehmenden Landwirte, Vertreterinnen und Vertreter von Behörden, dem Landvolk und Wasser- und Bodenverbänden präsent.

Ein wesentliches Element des Projektes sind die Demonstrationsversuche. Sie haben zum Ziel, auf Grünlandflächen der kooperierenden landwirtschaftlichen Betriebe Maßnahmen unter Praxisbedingungen zu testen, weiterzuentwickeln und einer breiteren Öffentlichkeit vorzustellen. Im Vordergrund steht dabei die Optimierung der Wasserregulierung, da der Wasserstand einer der wichtigsten Bestimmungsfaktoren für die Torfmineralisation und die Freisetzung von Treibhausgasen ist. Hier wurde zum einen der Grabenanstau untersucht, bei dem winterliches Überschusswasser im Graben zurückgehalten wird, um den Wasserstand in den Flächen nach Ausgang des Winterhalbjahres länger hoch zu halten. Zum anderen wurde die Unterflurbewässerung getestet, ein Verfahren mit dem ganzjährig gleichmäßigere und vor allem in den Sommermonaten höhere Wasserstände eingestellt werden können als in herkömmlichen Systemen. Die Wasserregulierung in der Unterflurbewässerung erfolgt durch eng liegende Dräne auf den Flächen, die mit einem Wasserreservoir verbunden sind und einen guten Wasseraustausch zwischen Reservoir und Moorfläche gewährleisten. Dabei wird der Wasserstand im Reservoir reguliert und im Sommer durch Zusatzwasser mittels Pumpen hochgehalten. Es werden graben- und

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

schachtbasierte Unterflurbewässerungssysteme unterschieden, je nachdem, ob in einem Graben oder in einem Schacht zwischengespeichertes Wasser genutzt wird. Beide Systeme werden im Modellprojekt getestet.

Ergänzend zum Modellprojekt Gnarrenburger Moor wurde als eigenständiges Modul auf dem Standort D-12 eine schachtbasierte Unterflurbewässerung mit den Zielen installiert, die Eignung dieser Methode zur Anhebung der Moorwasserstände auf intensiv genutztem Hochmoorgrünland im Feldmaßstab zu demonstrieren und die Wirkung dieser Maßnahme auf die THG-Emissionen und Nährstoffflüsse zu untersuchen. THG-Emissionen und Nährstoffflüsse werden durch das Thünen Institut parallel auch auf einem vergleichbaren, aber tief entwässerten Hochmoorgrünland im Rahmen eines anderen Projektes untersucht. Die Ergebnisse aus diesem Projekt, das über das Ende des Modellprojektes hinaus bis zum 31.10.2022 fortgesetzt wird, werden getrennt berichtet.

Im Hinblick auf die Aufrechterhaltung der landwirtschaftlichen Grünlandnutzung galt es zu untersuchen, wie sich die wasserregulierenden Maßnahmen des Grabenanstaus und der Unterflurbewässerung auf die Bewirtschaftung und Befahrbarkeit, sowie auf die Ertragskomponenten auswirken und welche Anpassungen erforderlich und sinnvoll sind. Neben der Wasserregulierung spielen auch die Nutzungsintensität, v.a. die Höhe der Stickstoffdüngung, und die Art der Narbenerneuerung bei der Torfzersetzung und der Freisetzung von Treibhausgasen eine Rolle. Daher wurden im Modellprojekt neben den Demonstrationsversuchen zur verbesserten Wasserregulierung auch solche zum verbesserten Grünlandmanagement durchgeführt.

Insgesamt dienen die Erkenntnisse aus den Demonstrationsversuchen der Vorbereitung von Agrarumwelt- und -klimaschutzmaßnahmen und von Investitionsprogrammen, die es erlauben, geeignete Maßnahmen im Klima- und Moorschutz auf landwirtschaftlich genutzten Flächen großflächig umzusetzen. Sie können auch dazu genutzt werden, die Einbeziehung von Moorflächen zur produktionsintegrierten Kompensation für Eingriffe in den Naturhaushalt zu gestalten. Und schließlich können die Ergebnisse des Modellprojekts helfen, neue Vermarktungsansätze zu entwickeln, die den Moor- und Klimaschutz als zentrale Komponenten beinhalten.

## 2 Ziele des Projektes

Ziel des Projektes war es, Beratungsgrundlagen weiterzuentwickeln und geeignete Maßnahmen für eine zukunftsfähige, klima- und torfschonende Landwirtschaft auf Moorstandorten vorzuschlagen und umzusetzen.

Durch bekannte und noch zu entwickelnde Maßnahmen sollten die Torfmineralisation und -degradation, die Verluste an Geländehöhe und Vorflut und die Treibhausgasemissionen der Moorböden im Gnarrenburger Moor nachhaltig reduziert werden.

Gleichzeitig sollten die Existenz- und Entwicklungsmöglichkeiten der landwirtschaftlichen Betriebe sowie die Produktionsmöglichkeiten der landwirtschaftlichen Moorstandorte langfristig erhalten bleiben und weiterentwickelt werden. Daher war auch die Frage eines ggf. erforderlichen Ausgleichs für bestimmte klimaschonende Maßnahmen im Rahmen des Projekts zu betrachten.

Dabei sollten Maßnahmen entwickelt werden, welche bei einer großflächigen Umsetzung aufgrund ihrer hohen Wirksamkeit und einer guten Umsetzungsbereitschaft der Betriebe eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um mindestens 20 % erreichen können.

Die erforderliche Beratung der Betriebe sollte in Form einer Kooperation fachbehördlich konzipiert und zunächst in der Modellregion erprobt und umgesetzt werden.

Dies wurde in mehreren Stufen umgesetzt. In Stufe 1 und 2 waren keine wasserregulierenden Maßnahmen geplant, dagegen „sanfte“ Maßnahmen möglich, z.B. Reduzierung der Stickstoffdüngung, pH-Optimierung, umbruchlose Grünlanderneuerung, Rückumwandlung von Acker zu Grünland. In Stufe 3 und 4 war vorgesehen, in Abhängigkeit der Akzeptanz durch die Flächenbewirtschafter weitere Module zu beantragen im Hinblick auf eine flächenrelevante Umsetzung wasserregulierender Maßnahmen.

Stufe 1: Gebietserfassung aus standörtlicher und landwirtschaftlicher Sicht (Kapitel 4.3) (1. Jahr), Aufbau eines hydrologischen Modells (Kap. 4.6), Ermittlung des Status quo der Treibhausgasemissionen aus Moorböden (Kap. 4.7) (2. Jahr).

Stufe 2: Entwicklung und Einführung einer Beratung zur Umsetzung erster Maßnahmen im Gebiet (Kapitel 4.4 und 4.5), Gruppenberatung und Internetauftritt (Kapitel 4.9 und

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

4.10), Szenarienberechnungen zu den Auswirkungen von Maßnahmen der Wasserregulierung, Entwicklung eines Gebietskonzeptes zur optimierten Wasserführung im Gebiet (Kapitel 4.8) (2. und 3. Jahr)

Stufe 3 (Modul 1): Durchführung von (kleinflächigen) Entwicklungs- und Demonstrationsversuchen zur Untersuchung der Auswirkungen der Unterflurbewässerung auf Bewirtschaftung und Treibhausgasemissionen (Kapitel 4.11) (2. und 3. Jahr). Aufgrund der hohen Bereitschaft zur Mitarbeit durch die Landwirte konnte dieses Modul ohne zusätzliche Mittel im Projekt umgesetzt werden. Messungen der Treibhausgasemissionen waren aufgrund der hohen Kosten hierbei nicht direkt möglich, allerdings ist es möglich, die Erkenntnisse aus dem SWAMPS-Vorhaben, v.a. vom dortigen Hochmoorstandort im Ipweger Moor auf die Verhältnisse im Gnarrenburger Moor zu übertragen.

Stufe 4 (Module 2-4): Erstellung eines „Moorbuchs“, in dem die betriebswirtschaftlichen und emissionsbezogenen Auswirkungen von Maßnahmen bewertet werden (Anhang D). Hierzu wurden erste Maßnahmenblätter sowie eine mögliche Verfahrensweise zur Umsetzung von Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen mit Wasserregulierung entwickelt (siehe Anhang C). Eine flächenhafte Umsetzung von Maßnahmen der klimaschonenden Landwirtschaft im Gnarrenburger Moor, wie sie in einem zusätzlich zu beantragenden Modul angedacht war, konnte nicht vorgenommen werden. Begleituntersuchungen zu den Auswirkungen auf die Wasserqualität (4. und 5. Jahr) wurden systematisch im EFRE-Projekt „Modellprojekt Gnarrenburger Moor: Unterflurbewässerung im Praxisversuch“ (Antragsnummer ZW6-85023359), vorgenommen und dort auch berichtet.

### 3 Projektgebiet

Das Projektgebiet ist im nördlichen Niedersachsen zwischen Bremen und Bremervörde verortet und umfasst das Gnarrenburger Moor (6.120 ha) und das Rummeldeis Moor (1.020 ha). Im Folgenden wird das Projektgebiet vereinfacht als „Gnarrenburger Moor“ bezeichnet. Es besteht in weiten Teilen fast ausschließlich aus Hochmoor, mit Mächtigkeiten der Hochmoortorfe von 2-4 m auf den nicht abgetorften Flächen. Im Rummeldeis Moor betragen die Mächtigkeiten 1-2 m, abnehmend zu den Moorrändern (Abbildung 7). An den Rändern der Moorgebiete sind vereinzelt Niedermoore oder Moorgleye anstehend (Abbildung 1).

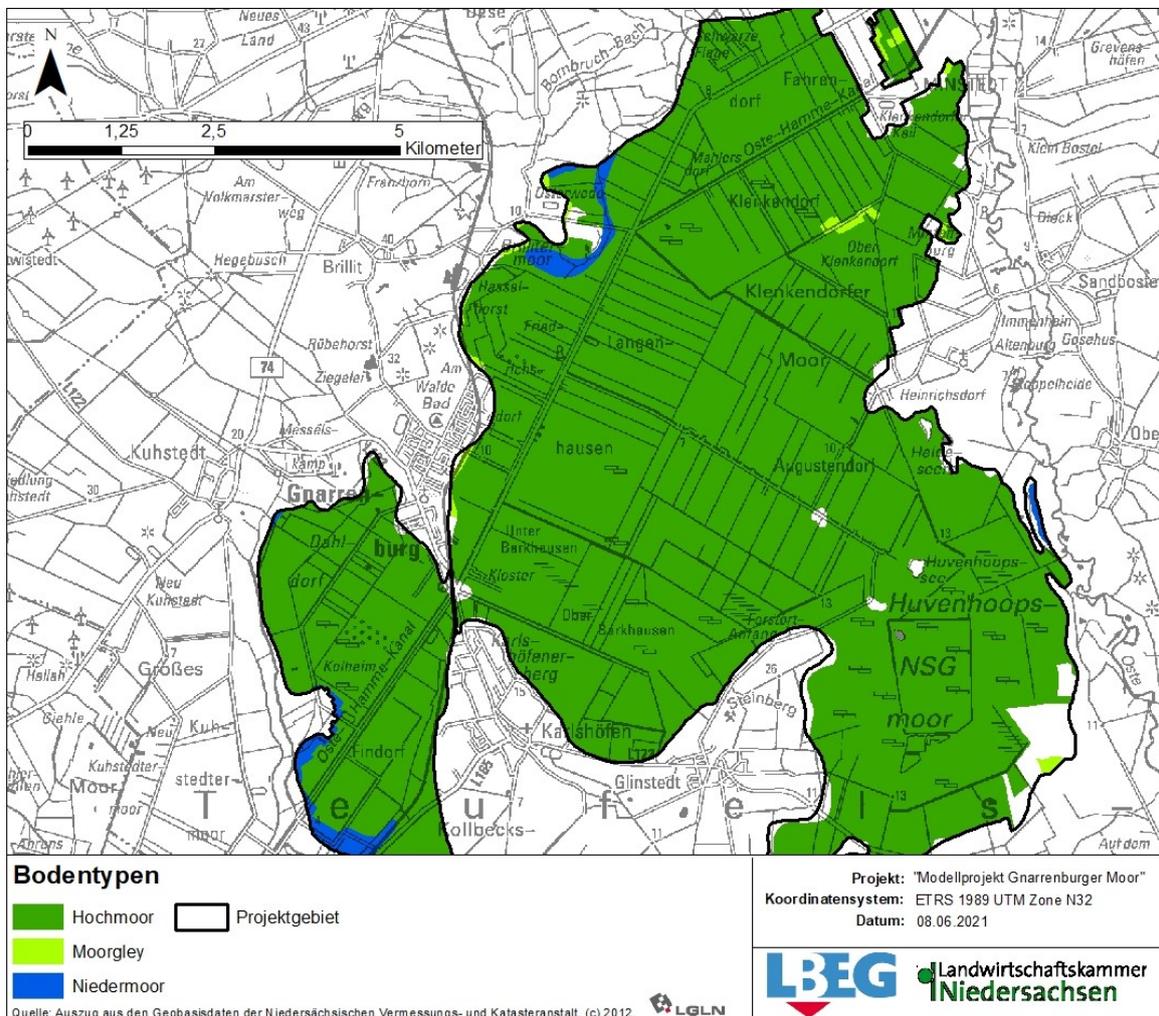


Abbildung 1: Karte der Boden-/Moortypen im Gnarrenburger Moor und Grenze des Projektgebietes (Originalmaßstab 1:100.000).

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Mehr als die Hälfte des Projektgebietes wird landwirtschaftlich genutzt, überwiegend als Grünland (78 %) teilweise auch als Ackerland. Darüber hinaus befinden sich Abtorfungsflächen sowie wiedervernässte Flächen nach Abtorfung im Gebiet, letztere vor allem im südöstlichen Teil des Gnarrenburger Moores, dem Huvenhoopsmoor. Wald nimmt nur einen geringen Flächenanteil ein.

Viele der in der Region ansässigen landwirtschaftlichen Betriebe bewirtschaften fast ausschließlich Moorböden. Im Zentrum der landwirtschaftlichen Wertschöpfung stehen die Milchviehhaltung auf Dauergrünland und der Anbau der „Moorkartoffel“, die hier eine Sonderstellung in der Wertschöpfung der Landwirtschaft einnimmt. Einige Betriebe nehmen an Agrarumweltmaßnahmen, v.a. zur extensiven Grünlandnutzung, teil.

## 4 Ergebnisse

Die Darstellung der Ergebnisse basiert auf den Arbeitspaketen AP1 – AP11, wobei AP11 sich auf die in Modul 1 als zusätzlich zu beantragend Aktivität – Durchführung von Entwicklungs- und Demovorhaben - bezieht, aber sich infolge der hohen Beteiligungsbereitschaft der Landwirte zu einem zentralen Instrument im Modellprojekt entwickelt hat.

### 4.1 AP 1 - Projektkoordination

Die Projektkoordination wurde vom Landesbetrieb für Bergbau, Energie und Geologie übernommen (siehe Abbildung 2). Die Aufgaben umfassten die Antragstellung, die Gesamtkoordination der Arbeitspakete, die Organisation der Sitzungen des Projektbeirates, die jährliche Berichterstattung (Zusammenführung der Berichte der beteiligten Institutionen und Bericht an den Projektbeirat) und das Zusammenführen und Verfassen des Abschlussberichtes.

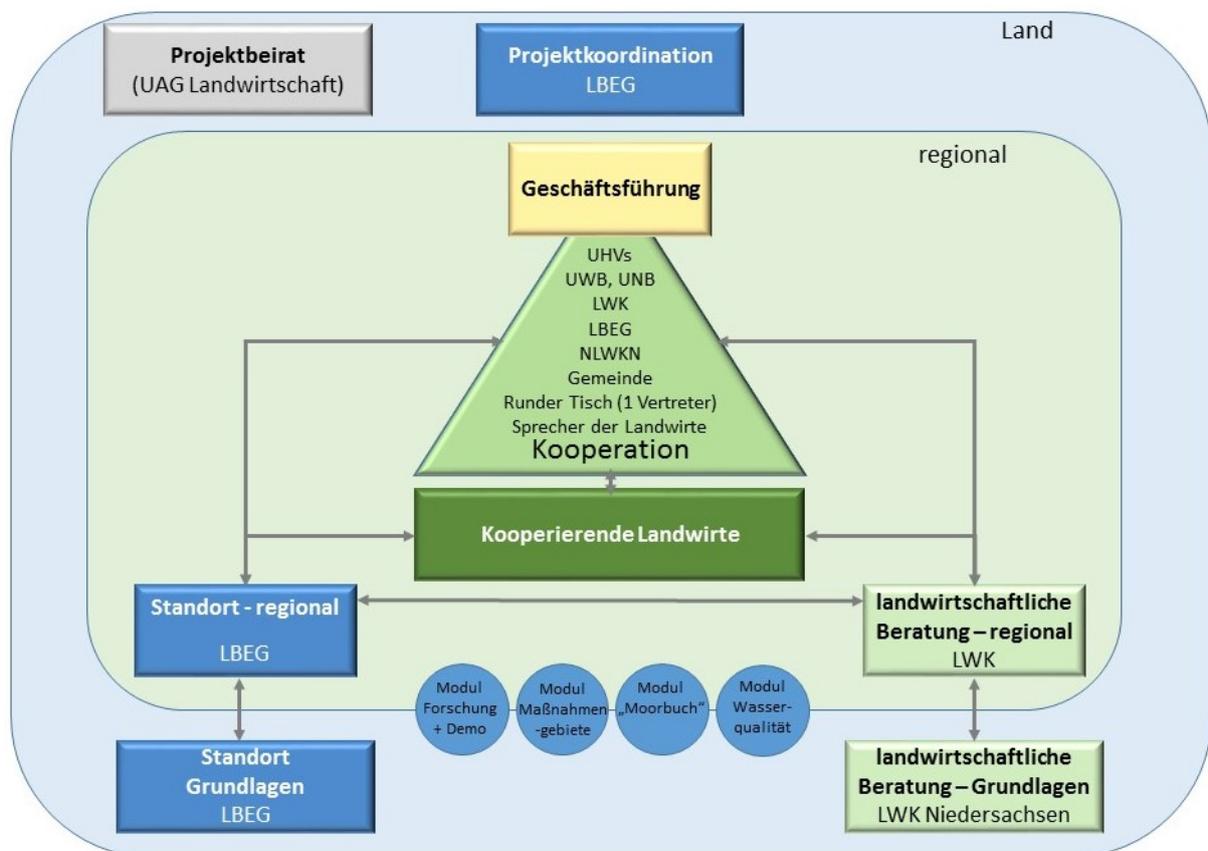


Abbildung 2: Projektstruktur. Innerhalb der Projektlaufzeit wurden von vier vorgeschlagenen Modulen drei bearbeitet.

Ziel des Projektes ‚Gnarrenburger Moor‘ war und ist es, Beratungsgrundlagen für Landwirten weiter zu entwickeln und geeignete Maßnahmen für eine zukunftsfähige, klima- und torfschonende Landwirtschaft auf Moorstandorten vorzuschlagen und umzusetzen. Aus den Ergebnissen konnten Maßnahmen zur Erreichung des Projektziels abgeleitet werden. Für die erfolgreiche Umsetzung dieser Maßnahmen bedarf es allerdings einer noch nicht vorhandenen Struktur. Die Maßnahmen müssen den Landwirten vor Ort kommuniziert und Strategien zur Umsetzung gemeinsam mit den regionalen Wasser-, Boden- und Naturschutzverbänden erarbeitet werden. Der Fokus sollte dabei auf der Erreichung einer klima- und torfschonenden Landwirtschaft liegen. Zu diesem Zweck müsste eine regionale Institution oder Verwaltungsstruktur eingerichtet werden, die als treibende Kraft für Maßnahmen fungiert und die Interessen der Landwirtschaft, der Wasserwirtschaft und des Klima- und Moorschutzes zusammenbringt. Dabei sollten die Zuständigkeiten klar definiert sein. Durch eine dauerhafte Einrichtung dieser beschriebenen Struktur, kann eine nachhaltige Umsetzung der Maßnahmen sichergestellt und eine Struktur für zukünftige Projekte geschaffen werden. An dieser Stelle ist anzumerken, dass keine ehrenamtliche Arbeit angestrebt werden sollte, sondern diese Struktur als Regional- oder auch Landesaufgabe anzusehen ist.

### **4.2 AP 2 - Geschäftsführung der Kooperation**

Die Kooperation „Landwirtschaft und Moorschutz/ Klimaschutz im Gnarrenburger Moor“ diente der Kommunikation sowie der Beratung und Beschlussfassung über torf- und klimaschonende Maßnahmen im Modellgebiet. Die Geschäftsführung wurde von der Landwirtschaftskammer Niedersachsen übernommen und wird im Folgeprojekt fortgesetzt.

#### **4.2.1 Leitlinien, Struktur und Arbeitsweise der Kooperation**

Ziele und Aufgaben der Kooperation leiten sich von denen des Modellprojektes ab. Sie umfassen einerseits die Verminderung von Torfzehrung/ -degradation und Treibhausgasemissionen auf landwirtschaftlich genutzten Moorflächen und andererseits die Sicherung der Produktionsstandorte sowie die Erhaltung und Verbesserung der Existenz- und Entwicklungsmöglichkeiten der landwirtschaftlichen Betriebe. Für deren erfolgreiche Umsetzung hat die Geschäftsführung der Kooperation im Vorfeld der Kooperationsgründung Leitlinien für die Kooperationsarbeit in Anlehnung an erprobte Kooperationen im

Grundwasserschutz formuliert. Sie bilden die Grundlage der aktuellen Geschäftsordnung der Kooperation. Da die Beteiligung der Landwirte freiwillig ist, stellte sich die zentrale Frage, wie **Anreize zur Förderung der Akzeptanz und einer aktiven Teilnahme der Landwirte** geschaffen werden können, die nicht zuletzt über für die anstehende Projektarbeit wertvolle Erfahrungswerte im Umgang mit dem Moor verfügen.

Ausgangspunkt der **Leitlinien** war demzufolge, dass ein Konzept zur Umsetzung einer klimaschutzorientierten sowie gleichzeitig existenzsichernden Landwirtschaft den Betriebszielen der Landwirte und Erfordernissen der Betriebe an die Flächenbewirtschaftung Rechnung tragen muss, ohne dabei die Klimaschutzziele aus den Augen zu verlieren. Dazu sollten spezifische Beratungsgrundlagen für eine torf- und klimaschonende Landbewirtschaftung auf Moorstandorten sowie Maßnahmen zur Reduzierung der THG-Emissionen aus der landwirtschaftlichen Moornutzung entwickelt und hinsichtlich der Beratung auch umgesetzt werden. Die Leitlinien setzen insbesondere auf das kooperative Miteinander aller Mitglieder der Kooperation verbunden mit einer ausgeprägten Umsetzungsorientierung, um über Beschlüsse zügig Entscheidungen herbeiführen zu können. Die Basis für die Zusammenarbeit in der Kooperation bilden die gegenseitige Akzeptanz und eine Verbindlichkeit durch „Zusammenarbeit auf Augenhöhe“. Die Kooperation baut auf den Leitlinien der ordnungsgemäßen Landwirtschaft auf Moorstandorten in der jeweils geltenden Fassung auf. Für die maximale Identifikation der Landwirte mit den Projektzielen wurde der gewählte Sprecher der Landwirte in der Geschäftsordnung als Vorsitzender der Kooperation bestimmt. Die Kooperation ist ein offenes Gremium, in dem immer wieder geprüft wird, welche Personen der Kooperation nutzen. Die laufende Präsenz der Beraterin bei den beteiligten Landwirten bildet das Bindeglied zur Kooperation.

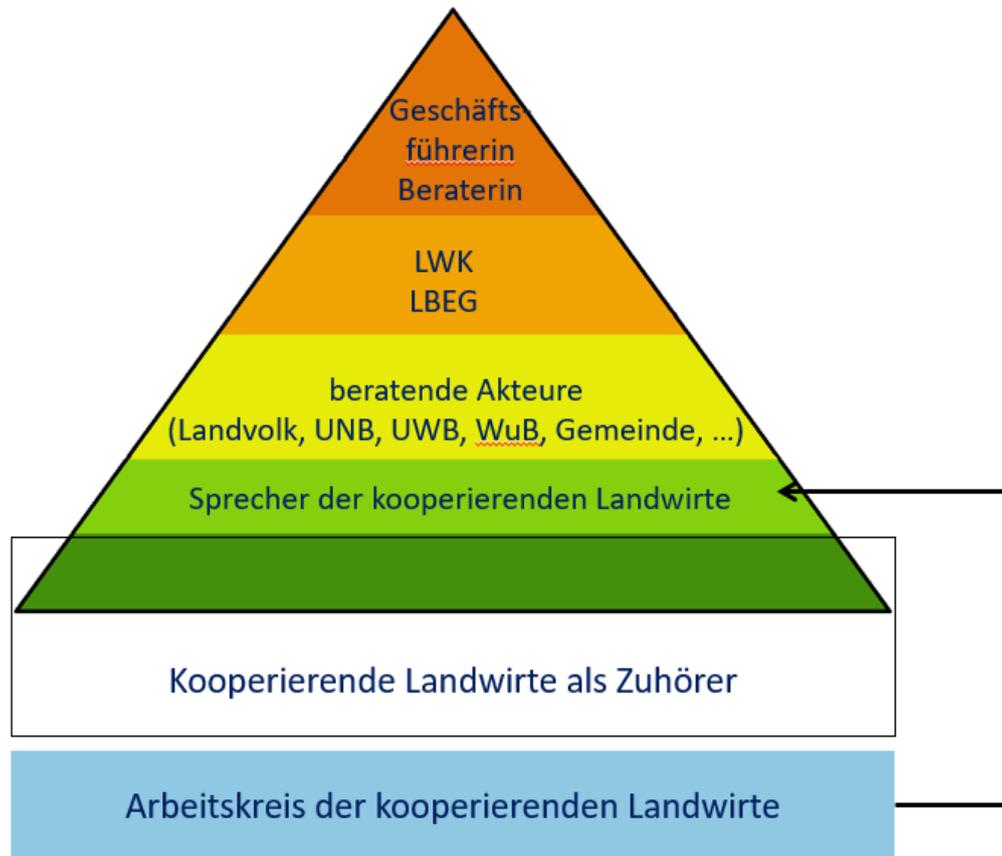


Abbildung 3: Struktur der Kooperation „Landwirtschaft und Moorschutz/ Klimaschutz im Gnarrenburger Moor“.

Zur Umsetzung der Leitlinien sieht die **Geschäftsordnung** der Kooperation vor, dass sich die Mitglieder auf torf- und klimaschonende Beratungsleistungen als kostenloses Angebot an die Landwirte sowie auf Demonstrationsvorhaben und damit verbundene Vergütungen für die Bereitstellung von Grünlandflächen und Dienstleistungen durch die Landwirtinnen und Landwirte verständigen. Letzteres schließt beispielsweise auch die Ausgestaltung von Gestattungsverträgen und die Vergütung des Einsatzes von eigenen Maschinen der Landwirte über Maschinenringsätze ein. Über die Erkenntnisse aus den Demonstrationsvorhaben entwickeln Landwirte und Fach- und Verwaltungsbehörden gemeinsam Maßnahmen für freiwillige Vereinbarungen zur torf- und klimaschonenden Landwirtschaft. Die Festlegungen umfassen dabei sowohl die inhaltliche Ausgestaltung der Maßnahmen als auch die Ableitung von Mehraufwand und/oder Mindererträgen/ -qualitäten als Grundlage für die Bemessung von Ausgleichszahlungen. Dabei wird besonders auf transparentes Vorgehen Wert gelegt. Perspektivisch entwickelt die Kooperation, flächenbezogene Konzepte zur Umsetzung von Maßnahmen einer torf- und klimaschonenden

Landwirtschaft. Auch die Verständigung über ihre Öffentlichkeitsarbeit, auf Indikatoren für die Erfolgsmessung und darüber, ob weitere Module aus der EFRE-Förderrichtlinie „Klimaschutz durch Moorentwicklung“ oder Folgeprojekte beantragt werden, erfolgte in der Kooperation.

Bereits vor jeder Kooperationsitzung bietet der **Arbeitskreis der Kooperationslandwirte** als Gremium der Kooperation beteiligten und interessierten Landwirten als wichtige akzeptanzfördernde Maßnahme in jeder Phase des Modellprojektes ein Forum an, in dem die - zumeist von den Fachbehörden erarbeiteten - Vorschläge zur Umsetzung der Ziele und Aufgaben der Kooperation vorgestellt und unter den teilnehmenden Landwirten diskutiert werden (siehe Abbildung 3). Dabei besteht auch die Gelegenheit, damit verbundene Konflikte schon im Kreis der Landwirte anzusprechen und zu lösen. Zum ersten Arbeitskreis noch vor der konstituierenden Sitzung der Kooperation lud das Landvolk Bremervörde alle grundsätzlich interessierten Landwirte ein, die in der Modellregion landwirtschaftliche Flächen bewirtschaften oder im Eigentum haben. Aus ihrer Mitte wurden ein „Sprecher der Landwirte“ und ein Stellvertreter gewählt, die die Kooperationslandwirte in den Kooperationsitzungen vertreten. Um die generelle Teilnahmebereitschaft noch weiter zu erhöhen, konnten kooperierende Landwirte als einzige öffentliche Zuhörer (ohne Stimm- und Rederecht) den Sitzungen der Kooperation beiwohnen (siehe Abbildung 3). Über die Kooperation und aktuelle Themen der torf- und klimaschonenden landwirtschaftlichen Beratung wird auf der Homepage der Landwirtschaftskammer Niedersachsen informiert. Darüber hinaus befindet sich auf der Homepage der Landwirtschaftskammer ein nichtöffentlicher Bereich, in dem neben den Kooperationsmitgliedern auch den registrierten kooperierenden Landwirten die Möglichkeit zur Einsicht in (vorläufige) Projektergebnisse und Sitzungsprotokolle gegeben wird.

**Mitglieder der Kooperation** sind die kooperierenden Landwirte, die an der torf- und klimaschonenden Beratung teilnehmen und Betriebs- und Flächeninformationen, und ggf. Flächen für Demonstrationsversuche für die Umsetzung flächenbezogener Maßnahmen bereitstellen. Das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) ist zuständig für die Gesamtkoordination des Modellprojektes, die Erhebung und Bewertung standörtlicher Daten zu Wasser, Boden, THG-Emissionen sowie die Konzeption und Umsetzung wasserregulierender Maßnahmen. Der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, die als Fachbehörde landesweite Aufgaben im Bereich der klimaschonenden Moorbewirtschaft-

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

tung beauftragt vom Niedersächsischen Ministerium für Umwelt und Klimaschutz durchgeführt, obliegt die Koordination der einzelbetrieblichen Beratung in der Modellregion und die Verständigung auf die Leitlinien der ordnungsgemäßen Landwirtschaft auf Moorstandorten hinsichtlich der in Betracht kommenden Grünlandflächen sowie der Abschluss von Gestattungsverträgen, die Regelung der Honorierungen der Mithilfe durch Landwirte bei den Demonstrationsversuchen und die Bewertung der Ausgleichsbeträge für die neu entwickelten Maßnahmen. Beratende Mitglieder der Kooperation und teilweise gleichzeitig Genehmigungsbehörden sind die im Projekt beschäftigte Beraterin, die Unterhaltungsverbände N. 68 GLV Teufelsmoor (GLV) und N. 19 Obere Oste (UHV), der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft-, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), der Landkreis Rotenburg/Wümme, die Gemeinde Gnarrenburg, das Landvolk Bremervörde und der Moorberatungsring Bremervörde Mitte e.V. Sie bewerten die Chancen und Herausforderungen der denkbaren Maßnahmen und behalten dabei besonders den Hochwasserschutz im Blick. Das Landvolk sitzt neben seiner Teilnahme an der Kooperation auch dem Arbeitskreis der Kooperationslandwirte vor. Über den Arbeitskreis ist die Kooperation jederzeit offen für alle an der Kooperation interessierten Landwirte, die landwirtschaftliche Flächen in der Modellregion bewirtschaften und/oder im Eigentum haben. Das Vorschlagsrecht zur Aufnahme weiterer relevanter Akteure in die Kooperation, die die Umsetzung des Modellprojektes aktiv beraten und begleiten, liegt bei der Geschäftsführung der Kooperation. Die Aufnahme erfolgt nach einstimmigem Beschluss der Kooperation.

Der **Vorsitzende der Kooperation** ist der gewählte Sprecher der Landwirte. Dass der Sprecher der Landwirte die Sitzungen moderierte und leitete trug angesichts der Skepsis der Landwirte gegenüber den Lösungsansätzen über Wasserstandsanhebungen - gerade in der Anfangsphase der Kooperation - wesentlich zur Vertrauensbildung bei den Landwirten bei. Die **Geschäftsführung** der Kooperation obliegt der Landwirtschaftskammer Niedersachsen. In enger Abstimmung mit dem Sprecher der Landwirte als Vorsitzender der Kooperation bereitete sie die Sitzungen vor, sicherte den Informationsfluss zwischen den Mitgliedern der Kooperation, führte Abstimmungen und Beschlüsse in der Kooperation herbei und erstellte die Protokolle der Kooperationsitzungen. Die Kooperation ist beschlussfähig, wenn die stimmberechtigten Mitglieder mehrheitlich anwesend sind. Ist die Kooperation nicht beschlussfähig, können Vorbehaltsbeschlüsse der anwesenden Mitglieder gefasst werden. Kann aufgrund dringenden Handlungsbedarfs eine Sitzung nicht

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

rechtzeitig einberufen werden, können Entscheidungen im schriftlichen Umlaufverfahren über E-Mail getroffen werden. Beides kann erforderlich sein, um technische, häufig auch witterungs- und saisonabhängige Umsetzungen nicht zu gefährden. Über den Verlauf der Sitzungen fertigte die Geschäftsführung der Kooperation Protokolle an, die an alle Mitglieder der Kooperation versandt und in die interne Benutzerseite der Kooperation auf der Homepage der Landwirtschaftskammer eingestellt wurden. Viele Kooperationslandwirte haben insbesondere in den ersten Kooperationsitzungen von der Ausnahme Gebrauch gemacht, den ansonsten nichtöffentlichen Sitzungen als Zuhörer beiwohnen zu können.

Grundlage für die **Beschlussfassungen** waren der förderrechtliche Rahmen durch die EFRE-Förderrichtlinie „Klimaschutz durch Moorentwicklung“, der Antrag und den Bewilligungsbescheid zum Modellprojekt „Umsetzung einer klimaschutzorientierten Landwirtschaft im Gnarrenburger Moor“ und durch die Allgemeinen Nebenbestimmungen zur Projektförderung (EU-Strukturfondsförderung 2014-2020) gewesen. Die Beschlussfassungen der Kooperation erfolgten mit einfacher Mehrheit, wobei sich die Stimmenanteile so auf die Mitglieder verteilten, dass der Sprecher der Landwirte und die Fachbehörden LWK und LBEG zusammen immer eine einfache Mehrheit bildeten. Allein der Sprecher der Landwirte hatte generell ein Vetorecht, das die Entscheidungen aufschieben kann. Davon wurde jedoch nicht Gebrauch gemacht. LWK und LBEG hatten aufgrund ihrer vertraglichen Verpflichtung gegenüber dem Projektgeber ein Vetorecht bei der Umsetzung der Ziele, Arbeitsplanung und des Finanzrahmens des Modellprojektes. Auch davon musste nicht Gebrauch gemacht werden. Für den Fall, dass weitere Mitglieder in die Kooperation aufgenommen werden, wäre eine Nachjustierung der Stimmenverhältnisse in der Weise vorgenommen worden, dass die Grundverhältnisse der Stimmenanteile erhalten bleiben. Entscheidungs- und Beschlussvorlagen waren in der Regel die Fachbeiträge der LWK und des LBEG. Die Geschäftsordnung der Kooperation sieht auch vor, dass auf Beschluss der **Kooperation thematische Arbeitsgruppen** eingerichtet werden können, um die Aufgaben der Kooperation unter Einbindung von externen Experten noch effizienter umzusetzen. In den thematischen Arbeitsgruppen wirken kooperierende Landwirte und bei Bedarf Mitglieder der Kooperation mit. Auf der Grundlage eines einstimmigen Beschlusses in der Kooperationsitzung am 02.10.2020 erfolgt die **Fortsetzung der Kooperation** im

Rahmen des Folgeprojekts des Modellprojektes zur Umsetzung einer klimaschutzorientierten Landwirtschaft im Gnarrenburger Moor mit einer Laufzeit vom 27.12.2020 bis 31.10.2022.

### 4.2.2 Tätigkeit und Entwicklungsperspektiven der Kooperation

In der Gründungsphase der Kooperation stand die Gewinnung von interessierten Landwirten der Modellregion für eine freiwillige Beteiligung am Modellprojekt im Vordergrund. In Informationsveranstaltungen wurden zu Projektbeginn die Herausforderungen und Chancen des Modellprojekts aufgezeigt. Das kostenlose Beratungsangebot und die Möglichkeit, Maßnahmen im Rahmen von Gestattungsverträgen aktiv mitgestalten zu können sowie die Gelegenheit der Vergütung des Einsatzes eigener Maschinen in den Demonstrationsversuchen zogen das Interesse der Landwirte nach sich. Allerdings traf die Erkenntnis, dass höhere THG-Einsparungen erst bei deutlichen Wasserstandsanhebungen und damit entsprechenden Bewirtschaftungseinschränkungen erwartet werden, zunächst auf viel Skepsis und damit verbundenen Erklärungsbedarf bei den Landwirten. Insbesondere die Erwartungen an die Unterflurbewässerung ließen jedoch einen aus Sicht von Klimaschutz und Landwirtschaft vielversprechenden möglichen Ansatz für eine Win-Win-Situation erkennen. Für die Landwirtschaft stellte sich diese so dar, dass die Unterflurbewässerung über das steuerbare Wassermanagement neben der erwarteten geringeren Torfzehrung in der Lage ist, eine bessere Wasserverfügbarkeit in trockenen Sommer zu ermöglichen, die zur Ertragssicherung und zum Erhalt der Grasnarbe beiträgt. Aus der Perspektive des Klimaschutzes wurden deutliche THG-Einsparungspotentiale durch höhere Wasserstände erwartet. Im Modellprojekt konnte der Nachweis erbracht werden, dass gesteuerte Anhebungen von Wasserständen mittels Unterflurbewässerung funktionieren. Zu den THG-Emissionen bei Wasserstandsanhebungen liegen derzeit noch keine abschließenden Messergebnisse vor.

An der Gründung des Arbeitskreises der Kooperationslandwirte als Gremium der Kooperation am 02.02.2017 beteiligten sich bereits 34 Landwirte, die aus ihrer Mitte einen Sprecher und einen stellvertretenden Sprecher wählten. Der Sprecher der Kooperationslandwirte vermarktet seine Milch seit 25 Jahren direkt. Die **konstituierende Sitzung der Kooperation und im Anschluss die erste Kooperationsitzung** fanden am 24.02.2017 statt. Weder seitens der Kooperationslandwirte im Arbeitskreis noch in der Kooperation

bestanden Einwände zu den Entwürfen der Geschäftsordnung und der Gestattungsverträge sowie zu den zehn bis dahin geplanten Demo-Vorhaben (0,5 ha bis ca. 1,5 ha), die ihren Fokus zumeist auf wasserregulierenden Maßnahmen mit geringen bis mittleren Nutzungsintensitäten mittels eines Grabenanstaus oder mit einer hohen Nutzungsintensität mittels einer Unterflurbewässerung hatten. Wichtige Voraussetzungen für den Abschluss von Gestattungsverträgen für die Durchführung von Demoversuchen waren aus Sicht der Kooperationslandwirte die Finanzierung eines etwaigen Rückbaus der installierten Anlagen sowie die Möglichkeit zu Nutzungsrechtübertragungen auf Eigentümer und Pächter. Im Zentrum des Interesses der Kooperationslandwirte standen die Unterflurbewässerung und infolgedessen auch Erkenntnisse aus Unterflurbewässerung-Langzeitversuchen in den Niederlanden mit einer grabenwasserstandunabhängigen Steuerung der Wasserzu- und -abfuhr über einen Schacht mit Pumpeinrichtung und Sammler im Boden. Nachbarflächen erfahren auf diese Weise keine Beeinträchtigung durch die Wasserstandsanhörungen. Von entsprechenden Versuchseinrichtungen konnten sich die Landwirte 2018 auf zwei Exkursionen in die Niederlande selbst ein Bild machen.

Die Arbeitskreisberichte der mitgereisten Kooperationslandwirte bildeten den Auftakt für die Sammlung von Ideen, wie die Erkenntnisse aus den Demonstrationsversuchen des Modellprojekts flächen- und betriebsübergreifend in einem **gebietsbezogenen Wassermanagement** zur Steuerung von Wasserständen - ggf. verbunden mit einer aktiven Wasserrückhaltung in der Landschaft - umgesetzt werden könnten. Dazu wurden über Feldbegehungen bei Kooperationslandwirten beispielhaft für zwei Milchviehbetriebe im Haupterwerb und zwei Nebenerwerbsbetriebe mit Bio-Robustrinderhaltung wichtige Anknüpfungspunkte für ein flächen- und betriebsübergreifendes Wassermanagement und die Möglichkeiten einer angepassten Bewirtschaftung in der Modellregion gefunden (Kapitel 4.8.2). So könnte beispielsweise mit dem auf den regionaltypischen Schlag- und Gewässerstrukturen aufbauenden „Findorffsiedlungskonzept“ die (extensive) Robustrinderhaltung unterstützt werden. Bei diesem Konzept befinden sich die Weiden für die Mutterkuhhaltung in Hofstellennähe: zwei langgestreckte durch einen Wirtschaftsweg getrennte Flurstücke hinter den Hofstellen werden durch sie einschließende Gräben in Richtung Hofstelle und Vorfluter entwässert. Über Wehre können in diesen Gräben unterschiedliche Einstauhöhen eingestellt werden, die in Hofstellennähe vergleichsweise gering sind, um hier die notwendige Trittfestigkeit zu gewährleisten. Mit zunehmender Ent-

fernung von der Hofstelle nimmt die Einstauhöhe gekoppelt an entsprechende Ausgleichszahlungen für verringerte Futtermengen und –qualitäten aus Anreizprogrammen zu. Der Grasaufwuchs dient der Zu- und Winterfütterung der Robustrinder und wird mit leichter angepasster Maschinenteknik geerntet (Abbildung 4).

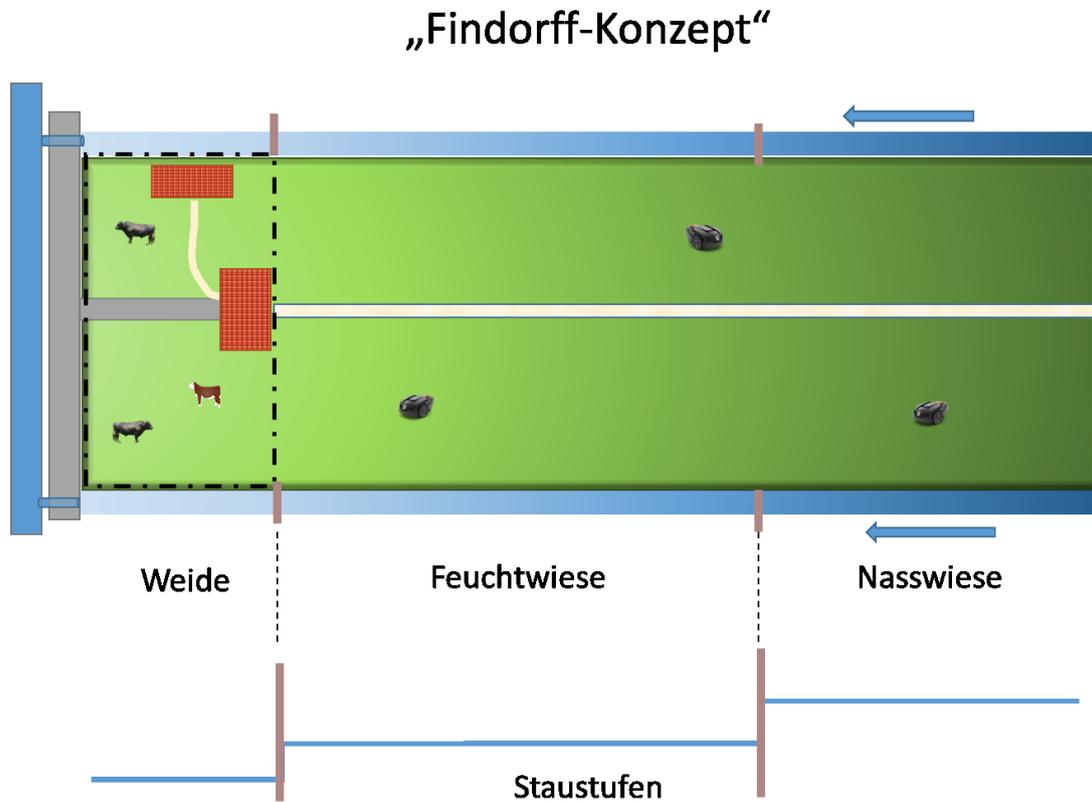


Abbildung 4: Findorffsiedlungskonzept: Mit zunehmender Entfernung von der Hofstelle nimmt die Einstauhöhe in den Gräben zu. Die verringerten Futtermengen und –qualitäten werden durch Ausgleichszahlungen kompensiert. Die Aufwuchsverwertung erfolgt über Premiumfleisch weiter auf dem landwirtschaftlichen Betrieb.

Neben der technischen Machbarkeit der Maßnahmenansätze lag das Interesse der Kooperationslandwirte stets auch bei ihren **ökonomischen Auswirkungen**. So konnten die Höhenverluste auf den Standorten der Demonstrationsversuche durch die Wasserstandsanhörungen der Unterflurbewässerung im Sinne der Sicherung des Produktionsstandortes verringert werden, in dem Sackungen und Schrumpfung sich verminderten und teilweise sogar umkehrten. Gemäß den bislang vorliegenden Untersuchungsergebnissen können aber nur bei einer Abnahme der oxidativen Torfsubstanzzehrung die Höhenverluste langfristig reduziert werden. Ob das erreicht werden kann, soll auch die Weiterführung der Messungen von THG-Emissionen im Folgeprojekt zeigen. Hierzu wird der Praxisversuch

D-12 (3,8 ha) einer schachtbasierten Unterflurbewässerung für eine grabenunabhängige Wasserregulierung auf drei Bewässerungsebenen fortgeführt, in dem im Modellprojekt zum ersten Mal **THG-Messungen** bei angehobenen Wasserständen vorgenommen wurden. Die bei der Neuanlage der Grünlandfläche festgestellten erhöhten THG-Emissionen werden weiter untersucht. Betriebswirtschaftlich willkommene Nebeneffekte der Wasserstandsanehebungen für die Landwirtschaft waren - insbesondere in den extrem trockenen Sommern 2018 und 2019 - die nachgewiesenen positiven Auswirkungen auf die Sicherung der Erträge und den Erhalt der Grünlandnarben auf den Demonstrationsflächen. Diese Klimafolgenanpassung stellte einen zusätzlichen, wirksamen ökonomischen Anreiz und „Hebel“ für die Beteiligung der Landwirte an der Kooperation dar.

Angesichts der individuellen Beobachtungen von offensichtlichen Klimafolgen nach den Trockenjahren 2018 und 2019 diskutierten die Mitglieder im Arbeitskreis der Kooperationslandwirte und in der Kooperation mehr denn je die Frage nach der Wasserverfügbarkeit im Sommer und damit nach den Möglichkeiten zur **Wasserrückhaltung in der Landschaft**. Dies wurde als gleichermaßen erforderlich angesehen für die Minderung der THG-Emissionen über praxistaugliche landwirtschaftliche Nutzungen als auch zur Existenzsicherung der landwirtschaftlichen Betriebe über verringerte Bodensackungen, die Sicherung von Erträgen und den Erhalt der Grasnarben. Um praxistaugliche Maßnahmen großflächig umsetzen zu können, rückte die Frage nach den Möglichkeiten der Einrichtung einer verlässlichen Gewässerinfrastruktur, die das Wasser für geeignete Landnutzungen reguliert in die Fläche bringt, nunmehr in den Fokus der Kooperationsarbeit. Wichtig war den Landwirten, dass das Wassermanagement regulierbar gestaltet wird, sodass je nach Dürre/ Starkregen Wasser zu- bzw. abgeführt werden kann um angepasste Bewirtschaftungsbedingungen zu schaffen. Die Wasser- und Bodenverbänden könnten das Wassermanagement und den Hochwasserschutz koordinieren, während die Landwirte die Möglichkeit haben, ihre Wehre zu steuern, um kurzfristig auf Trockenheit und Starkregen zu reagieren.

Da zukünftig in Abhängigkeit von innovativen Produktions- und Verwertungstechnologien sowie neuen Vermarktungswegen auch **noch nassere Nutzungsformen** und Wertschöpfungsketten im Hochmoor Verbreitung finden könnten, sollte die Wasserbereitstellung auch der Etablierung von Paludikulturen dienen können. Darüber überhinaus eröffnet das Wassermanagement einer torf- und klimaschonenden Landwirtschaft auch Möglichkeiten für die **Ziele des Artenschutzes und des Wasserschutzes**. Beispielsweise

können dies die besseren Bedingungen für feuchte- und nässeliebende Arten im Umfeld von Gräben und über Wasserrückhaltungsvorrichtungen sein. Außerdem könnte der Abtransport von Nährstoffen über den Niederschlag, der bislang aus den Wassereinzugsgebieten abgeleitet wird, verringert werden. Regionale Ansätze für entsprechende Synergien müssen allerdings noch herausgearbeitet werden.

Das gestiegene Interesse der Landwirte an Maßnahmen zur Wasserstandsanhebung und die vertrauensvolle Zusammenarbeit in der Kooperation bildeten gute Voraussetzungen dafür, in einem Folgeprojekt ein Umsetzungskonzept für ein einzugsgebietsbezogenes Wassermanagement zu entwickeln. Mit Beschluss vom 02.10.2020 setzt die Kooperation ihre Arbeit als zentrales Beratungs- und Entscheidungsgremium seit dem 01.01.2021 im Folgeprojekt fort. Dabei wurde deutlich, dass die **Anforderungen an die zukünftige Kooperationsarbeit** mit der Aufgabe wachsen, die Erkenntnisse aus den Demonstrationsversuchen mit allen standortspezifischen, betrieblich/sozioökonomischen und technischen Einzelanforderungen betriebsübergreifend und großflächig umzusetzen. Damit sich Cluster interessierter Bewirtschafter und Eigentümer mit ähnlichen Nutzungsvorstellungen bilden können, muss die Kooperationsarbeit mehr denn je einen hohen integrativen und lösungsorientierten Charakter haben. Dabei werden Workshops unter Einbindung der Wasser- und Bodenverbände eine zentrale Rolle spielen und auch Synergien und Anforderungen weiterer potentieller Nutzungen wie Paludikulturen, Naturschutz und Infrastruktursicherung Berücksichtigung finden.

### 4.2.3 Umsetzbarkeit von torf- und klimaschonenden Maßnahmen

Entscheidend für den Vertrauensgewinn bei den Landwirten ist ihre freiwillige Beteiligung an Maßnahmen zur Umsetzung einer klimaschutzorientierten Landwirtschaft, die ihnen wirtschaftliche Perspektiven aufzeigen und Planungssicherheit auch für nachfolgenden Generationen bieten. Die **Teilnahmebereitschaft** ist demzufolge eng korreliert mit Ausgleichszahlungen und ökonomischen Anreizen. Diese bestimmen die Umsetzbarkeit von torf- und klimaschonenden Maßnahmen maßgeblich mit. Das Angebot einer kostenlosen torf- und klimaschutzspezifischen Beratung, von Ausgleichszahlungen bei Ertrags- und Qualitätseinbußen und Vergütungen eigener Arbeit über Maschinenringsätze in den Versuchen sowie die Aussicht auf die gemeinsame Entwicklung von Finanzierungsinstrumenten und Fördermöglichkeiten in der Kooperation angesichts der erheblichen

finanziellen Aufwendungen und Risiken bei der Einrichtung und Wartung flächenbezogener Maßnahmen hat die Landwirte der Modellregion in erheblichem Maße mobilisiert. Nicht alle interessierten Landwirte konnten an Versuchen teilnehmen. Auswahlkriterien waren insbesondere solche, die eine Doppelung von Versuchsdesigns ausschlossen. Die Diskrepanz zwischen der grundsätzlichen Bereitschaft vieler Landwirte der Modellregion zu zeitnahen Bewirtschaftungsanpassungen an Maßnahmen mit Unterflurbewässerung und Grabenanstau und den noch nicht vorliegenden abschließenden Ergebnissen zu deren Klimaschutzrelevanz ließ die anfänglich hohe Dynamik teilweise etwas erlahmen. Hinzu kam, dass ein zeitnahes Angebot von Förderprogrammen noch nicht zu erwarten war. Nach den Ergebnissen einer Studie von Latacz-Lohmann et al. (2019, S. 70ff) zur Teilnahmebereitschaft von Landwirten auf Hochmoorstandorten dürften Landwirte für Wasserstandsanehebungen bis 20 cm unter Flur im Winter und 40 cm im Sommer sowie ein Umbruchverbot bei Grünlanderneuerung vergleichsweise leicht zu gewinnen sein. Sie hängt jedoch wesentlich davon ab, dass die Bewirtschafter ihre Flächen weiterhin düngen dürfen. Für ein vollständiges Düngungsverbot erwarteten die Befragten der Studie sehr hohe Kompensationen, die bei einer begrenzten Wasserstandsanehebung im Mittel 1400 bis 1500 Euro/ha\*a betragen. Bei Wasserständen von 10 cm unter Flur müssten bei vollständigem Düngungsverbot fast 2.000 Euro/ ha\*a gezahlt werden und somit mehr als der Deckungsbeitrag, der üblicherweise erwirtschaftet wird (Latacz-Lohmann et al. 2019, S 61f). Ein Verbot allein der mineralischen Düngung wäre mit einer Ausgleichzahlung von 466 Euro/ ha\*a verbunden (Latacz-Lohmann et al. 2019, S 65f). Nachvollziehbar ist, dass im Gnarrenburger Moor als Produktionsstandort mit überdurchschnittlich vielen Milchviehbetrieben und mit Betrieben mit mehr Ackerland im Moor als der Durchschnittsbetrieb die Teilnahmebereitschaft zum Zeitpunkt der Studierhebungen geringer gewesen sein dürfte als z.B. in der Eider-Treene-Sorge-Niederung, wo die Betriebe viele Mastriinder halten, höhere Pachtpreise für Ackerland, aber niedrigere Pachtpreise für Grünland zahlen und einen höheren Anteil an Moorgrünlandflächen mit ausgeprägten Sackungs- und damit Bewirtschaftungsproblemen besitzen. Anders als in der Studie von Latacz-Lohmann et al., wo längere Vertragslaufzeiten seitens der Landwirte kritisch gesehen werden und Kompensationen von 323 €/ ha\*a bei 5 Jahren Laufzeit bzw. 1.069 €/ ha\*a bei 20 Jahren Laufzeit erforderlich werden (Latacz-Lohmann et al. 2019, S 67), sind viele Kooperationslandwirte im Gnarrenburger Moor zu langfristigen Umstellungen bereit, wenn auch eine langfristige Förderung gewährleistet wird, da ihnen Planungssicherheit wichtig

ist. Die Arbeit mit den Kooperationslandwirten im Gnarrenburger Moor nahm wieder Fahrt auf, als in den Dürre Jahren 2018 und 2019 die Erkenntnis hinzukam, dass als Voraussetzung für Maßnahmen zur nachhaltigen Wasserstandsanhhebung zeitnah ein Umsetzungskonzept für ein einzugsgebietsbezogenes Wassermanagement entwickelt werden muss. Die Einrichtung eines Wassermanagements sollte als No-Regret-Maßnahme gewertet werden, weil sie Landwirtschaft, Naturschutz und Infrastruktursicherung gleichermaßen als Anpassungsstrategie dienen kann.

Zur Herstellung der Akzeptanz torf- und klimaschonender Bewirtschaftungen bei den Landwirten und Eigentümern der Modellregion ist die perspektivische Verfolgung von **Ansätzen denkbarer Finanzierungsinstrumente und Fördermöglichkeiten** zur deren Umsetzung parallel zu den Untersuchungen der technischen Umsetzbarkeit von Maßnahmen für eine angepasste Bewirtschaftung bei angehobenen Wasserständen von ausschlaggebender Bedeutung. Denn die Beschäftigung mit Finanzierungsinstrumenten und Fördermöglichkeiten, an deren Entwicklung die Landwirte im Rahmen der Kooperation mitwirken können, liefert den Betriebsleitern Informationen für ihre sich laufend aktualisierende individuelle Abschätzung der jeweiligen betrieblichen und damit auch sozio-ökonomischen Auswirkungen. Besonderes Interesse zeigten die Kooperationslandwirte bei marktbasierter Finanzierung, z.B. über Produktentwicklungen unter Klimaschutzaspekten, nicht zuletzt, um die betriebswirtschaftlichen Abhängigkeiten von Förderprogrammen möglichst gering zu halten.

Um eine möglichst hohe Teilnahmebereitschaft der Landwirte und demzufolge die Umsetzbarkeit torf- und klimaschonender Maßnahmen zu erreichen, werden im Arbeitskreis der Kooperationslandwirte und in der Kooperation laufend infrage kommende Finanzierungsinstrumente und Fördermöglichkeiten für vorwiegend gebietsbezogene Maßnahmen diskutiert:

**Produktionsintegrierte Kompensationen (PIK)** könnten aufgrund des naturschutzbezogenen Aufwertungspotenzials intensiv genutzter landwirtschaftlicher Fläche über den Moorbodenschutz für den Landwirt einen Beitrag zur Finanzierung wasserstandsregulierender Maßnahmen leisten. Dazu bedarf es allerdings einer naturschutzfachlichen Anerkennung. Für die Bewertung von PIK zur Finanzierung von Verfahren mit dem Ziel der Minderung von Torfzehrung sollte ein Bewertungsmodell zur Anwendung kommen, dass

alle Schutzgüter einbezieht. Eine einfache Gegenüberstellung von Ausgangs- und Zielbiotopen stellte sich als nicht zielführend heraus. Nach den vorläufigen Ergebnissen einer Untersuchung bei der LWK bilden die bestehenden Kompensationsmodelle die Anforderungen an die Betrachtung der verschiedenen Schutzgüter heute noch nicht ab.<sup>1</sup> Demnach wäre die Eingliederung von Teilen des Baden-Württembergischen Modells in die Niedersächsischen Modelle zur umfangreicheren Bewertung der Schutzgüter Boden, Wasser und Klima ein lohnenswerter Ansatz und könnte die zum Teil sehr unzureichenden Wertstufensysteme ergänzen. Um zu prüfen, ob das Aufwertungspotenzial erheblich ist, bedarf es zunächst ausreichender Datenerhebungen. Ansätze für die Nutzung von Wasser für den Naturschutz und der entsprechenden Synergien mit der Landwirtschaft müssten herausgearbeitet werden. Hinreichende Datensammlungen und Bewertungen der Auswirkungen auf Austräge von Bodennährstoffen, die bislang über den Niederschlag aus den Wassereinzugsgebieten abgeleitet wurden, durch Wasserrückhaltung aber möglicherweise in der Fläche zurückgehalten werden könnten, sowie auf die Lebensbedingungen für feuchte- und nässeliebende Arten sprengen jedoch die Grenzen des Modellprojektes und müssten in ergänzenden Studien erfolgen.

Sollten entsprechende Anknüpfungen an PIK gelingen, kann dies ein Ansatz sein, Ökosystemdienstleistungen durch Landwirte auf Grünlandstandorten im Hochmoor über Kompensationsmaßnahmen auf der Basis von Ökopunkten zu finanzieren. Solch eine direkte marktbasierende Einkommenserzielung der Landwirte würde den Bedarf öffentlicher Fördermittel verringern bzw. ersetzen. Zudem vermindert sich die Flächennutzungskonkurrenz, wenn durch Anwendung von PIK weniger Flächen zu Kompensationszwecken aus der Produktion genommen werden müssen, und es bleiben mehr wertvolle Offenlandstrukturen erhalten. Bei einer möglichen Neufassung der Eingriffsregelung nach dem Bundesnaturschutzgesetz ist darauf zu achten, dass die Nachhaltigkeit der Maßnahmen, z.B. über die Grundbucheintragung der vertraglichen Verpflichtungen, gesichert sein muss. Gleichzeitig wird eine langfristige Planungssicherheit für die landwirtschaftlichen Unternehmer ermöglicht. Dass die Erkenntnisse des Modellprojektes zum Moorbodenschutz über PIK in der Praxis bereits aufgegriffen werden, zeigt beispielsweise das Projekt

---

<sup>1</sup> Niklas Czarnetzki, Modellprojekt Gnarrenburger Moor – Möglichkeiten des Einsatzes der naturschutzfachlichen Eingriffsregelung für die Finanzierung von Verfahren zur Minimierung der Torfzehrung. Ausarbeitung der Ergebnisse des Arbeitsauftrags im Rahmen des Kontaktpraktikums vom 12.02.2018 bis 13.04.2018 im Fachbereich 3.12 der LWK, Oldenburg, S. 14

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

des geplanten Gewerbegebiets Achim-West. Unter Beteiligung der Stadt Achim, des Landkreises Verden und Vertretern der Landwirtschaft ist dort zur Deckung des Kompensationsbedarfs für das Schutzgut Boden als Ausgleichsmaßnahme die Reduzierung der Torfzehrung durch Wasserstandsanhebungen angedacht, weil bodenbezogene Kompensationsmaßnahmen nach derzeitigem Stand nicht in unmittelbarer räumlicher Nähe des geplanten Gewerbegebiets umzusetzen sind. Dazu wird derzeit eine Agrarstrukturelle Potential- und Verträglichkeitsanalyse durch die LWK Bezirksstelle Bremervörde durchgeführt.

Die Einrichtung einer **Arbeitsgruppe Regionale Vermarktung** unter der Leitung des Landvolks über die Lenkungsgruppe „Initiative Gnarrenburger Moor“ (Lenkungsgruppe „Gnarrenburger Initiative“ 2016) hatte zum Ziel, über Premiumfleisch von Robustrindern zusätzliches Einkommenspotential für die Region Gnarrenburger Moor zu erschließen. Die Gruppe legte Vermarktungskriterien fest, die insbesondere die Regionalität der Produkte, das Tierwohl und einen kontrollierten Futtermittelleinsatz einschließen. Zukünftig will sie bei der Vermarktung zudem auf den Klimaschutz setzen. Denn sollten die Maßnahmen des Modellprojektes großflächig Anwendung finden und die Weidetiere auf wasserregulierten Grünlandflächen in der Modellregion gehalten werden, könnte das Vermarktungskriterium Klimaschutz an Bedeutung gewinnen und eine größere Zahlungsbereitschaft der Verbraucher sowie demzufolge steigende betriebliche Einkommen nach sich ziehen. Damit könnten Einkommensverluste durch die Bewirtschaftungerschwernis bei wasserregulierenden Maßnahmen kompensiert werden. Nach Erhebungsdaten von Prof. Dr. Achim Spiller an der Universität Göttingen hat der Ernährungsstil einen wesentlichen Einfluss auf das Klima. Gleichzeitig sind die Verbraucher jedoch häufig noch verunsichert, wie Klimaschutz über ihre Lebensmittel erfolgen kann. Ein Klimalabel kann hier hilfreich sein.<sup>2</sup> Der Klimaschutz auf dem Moorstandort kann demzufolge über den Markt mitfinanziert werden. Mit zunächst nur wenigen Landwirten soll der Vermarktungsansatz für Premium-Rindfleisch entwickelt und die Produktion langsam mit den regionalen Absatzmöglichkeiten gesteigert werden. Angestrebt wird eine Absatzförderung von landwirtschaftlichen Erzeugnissen und Lebensmitteln mit spezifischen Qualitätsmerkmalen, die ein qualitätsrelevantes verändertes Verbraucherbewusstsein – wie Klimaschutzbe-

---

<sup>2</sup> Andreas Beckhove, top agrar online (14.01.2021), Prof. Spiller will Klimalabel für Lebensmittel

wusstsein - voraussetzt und darauf abzielt, den Aufbau regionaler Vermarktungsstrukturen zu unterstützen.<sup>3</sup> Landwirte, zwei Fleischer und zwei regionale Schlachtereien haben eine Reihe von Testschlachtungen durchgeführt, um die logistischen Abläufe und die Einhaltung der selbst gesetzten Kriterien zu den Qualitätsanforderungen beim Fleisch zu erproben. Insbesondere Probleme und Folgen noch schwankender Fleischqualitäten erfordern aber eine Konzeptüberarbeitung. Im Weiteren bedarf es der Unterstützung durch einen fachlichen Koordinator vor Ort, gefördert aus der Absatzförderung des ML. Agrar- (umwelt- und) -klimaschutzmaßnahmen A(U)KM können zu gegebener Zeit weitere Finanzierungsbausteine sein. Insbesondere die wirtschaftliche Gestaltung der Wertschöpfungskette ist angesichts der Kleinteiligkeit der Einzellieferungen und der Anforderungen an die noch weiter zu entwickelnde Logistik bislang nicht abgeschlossen. Das Produkt traf z.B. als „GnarrenBurger“ bei den Bürgern der Region bereits auf große Resonanz<sup>4</sup>. Aktuell wird überlegt, die Vermarktung auf weitere Produkte der Region einschließlich der Dienstleistungen des Tourismus auszudehnen (Abbildung 5).



Abbildung 5: Vermarktungsinitiative Gnarrenburger Moor; Angus- und Galloway-Rinder in Augustendorf. Foto: Bremervörder Zeitung.

<sup>3</sup> Nds. MBl. 2015 Nr. 10, S. 277

<sup>4</sup> Bremervörder Zeitung (17.08.2019), Trendsetter mit dem „GnarrenBurger“, S. 15

**A(U)KM** sind in der Regel einzelflächenbezogene Fördermaßnahmen, die von Flächenbesitzern für eine begrenzte Zeit beantragt und umgesetzt werden. Zentral wäre hier die Umsetzung wasserregulierender Maßnahmen. Dies ist auf Einzelflächen häufig nicht möglich. Daher sind hier zumeist vorab gebietsbezogene Maßnahmen über Eigentümergemeinschaften oder Wasser – und Bodenverbände umzusetzen. Erst dann können einzelflächenbezogene Maßnahmen beantragt und aktiviert werden.

Seit Januar 2018 wirkte die Geschäftsführung der Kooperation bei der Beantwortung der Frage mit, ob sich die Erkenntnisse des Modellprojektes im Zuge des in der Vorplanung befindlichen **Flurbereinigungsverfahrens** auf das Ahlen-Falkenbergermoor übertragen lassen. Auf diese Weise soll auch für die Modellregion geklärt werden, ob eine Förderung der gemeinschaftlich genutzten Einrichtungen des Wassermanagements über ein Flurbereinigungsverfahren in Frage kommen kann. Grundsätzlich bieten sich Flurbereinigungsverfahren als Instrument zur agrarstrukturellen Verbesserung der Produktionsstandorte auf Hochmoor durch reguliertes Wassermanagement an. Denn analog zur Förderung z.B. des Wegebbaus bedarf es bei der Einrichtung eines gebietsbezogenen Wassermanagements ebenfalls umfangreicher gemeinschaftlich genutzter Anlagen (z.B. vorgelagerte Wehre, Wasserrückhaltungsvorrichtungen, Pumpen und Stromversorgung). Klima- und Naturschutz sollten dabei immer mitgedacht werden. Darüber hinaus empfiehlt es sich zu prüfen, ob das Wassermanagement auch unter dem Aspekt der Klimafolgenanpassung zur agrarstrukturellen Verbesserung und damit zur Sicherung der Produktionsstandorte Berücksichtigung finden sollte. Im Rahmen der Agrarstrukturellen Erhebung durch die LWK haben sich ca. 70 % der Landwirte der Teilnehmergeinschaft im Ahlen-Falkenbergermoor nach der Vorplanung für die Fortsetzung des Flurbereinigungsverfahrens in Verbindung mit der Einrichtung von Unterflurbewässerung im Rahmen eines Wassermanagements ausgesprochen. Bezogen auf das Folgeprojekt im Gnarrenburger Moor sieht der lokale Moorberatungsring auch gute Chancen für einen freiwilligen vereinfachten Landtausch, wo sich schrittweise das erforderliche Vertrauen herausbildet. Bewirtschafter und Eigentümer von z.B. Haupt- und Nebenerwerbsbetrieben könnten über entsprechende Grundbucheintragungen bei kostenlosen Schlagzusammenlegungen zu den erforderlichen Strukturverbesserungen beitragen, die für eine effektive Wasserregulierung nötig wären. Das alleinige Angebot von Erfolgsboni, die den Landwirten zusätzlich zu Ausgleichszahlungen angeboten werden könnten, hat nach den Erkenntnissen von Latacz-Lohmann et al. keine signifikanten Auswirkungen auf die Bereitschaft der Betriebe zum

Zusammenschluss in erforderliche einheitlich gesteuerte Gebiete (Cluster) für ein Wassermanagement.<sup>5</sup> Dem liegen die Annahmen eines Nachbarschaftsbonus von 100 Euro/ha, wenn zwei benachbarte Landwirte mehr als 15 ha Fläche zusammenhängend unter Moorbodenschutz stellen, und eines Gebietsbonus von 75 Euro/ha, wenn über mehrere Betriebe hinweg mindestens 20 % des Moorgebietes unter Moorbodenschutz gestellt werden können, zugrunde. Für die Clusterbildung setzt das Folgeprojekt auf den vielversprechenden Ansatz moderierter Workshops mit den Landwirten und Eigentümern aus den Suchgebieten in der Modellregion und den Wasser- und Bodenverbänden, die zusammen ein Umsetzungskonzept für ein gemeinsames Wassermanagement entwickeln sollen.

In die Zeit der Entwicklung von geeigneten Maßnahmen zur torf- und klimaschutzorientierten Landwirtschaft fielen **weitere Anfragen von Wasser – und Bodenverbänden und lokalen Runden Tischen**, die für das Team des Modellprojektes von Interesse waren. Im Kehdinger Land erfordern geänderte wasserwirtschaftliche Anforderungen (u.a. Wasserbedarfe, Entwässerungsthemen) eine vorausschauende Planung der handelnden Wasser- und Bodenverbände. Politische Zielsetzung des Landes Niedersachsen ist ein zielgerichtetes Wassermengenmanagement. Ein Förderantrag des UHV Kehdingen zur Erstellung einer Machbarkeitsstudie für ein Verbindungsgewässer von der Oste in das Gebiet des UHV Kehdingen wurde im Herbst 2020 positiv beschieden. Worauf bei der Schaffung von Gewässern geachtet werden muss bzw. wie sich die Machbarkeit insgesamt darstellt, können auch Aufschluss hinsichtlich möglicher Fragestellungen im Gnarrenburger Moor zur Wasserbereitstellung über zu schaffende Fließgewässerstrukturen geben. Des Weiteren handelt es sich mit den Kehdinger Mooren um einen interessanten Betrachtungsraum, aus dem aus den Reihen der dort wirtschaftenden Betriebe bereits öffentlichkeitswirksam im Stader Tageblatt das Erfordernis nach höheren Flächenwasserständen zur Standorterhaltung formuliert wurde. Zudem gibt es projektseitig Ideen, Flächen aus dem Kehdinger Moor zur Zwischenspeicherung von Wasser zu nutzen. In großen Teilgebieten der Hammeniederung sowie in einem Niedermoorgebiet in Ostendorf bei Bremervörde besteht darüber hinaus großes Interesse an einer standortangepassten Steuerung des Wasserhaushalts mit Hilfe von Flächenwasserstandsmessstellen und Gewässer-

---

<sup>5</sup> Vgl. Latacz-Lohmann, U. et al., a.a.O., S. 59

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

messstellen mit automatischer Datenübertragung. Die Anstöße und Ideen dazu resultieren aus den Versuchen im Modellprojekt. Darüber hinaus besteht ein hoher Informationsbedarf zum Ort der Positionierung und der Funktionsweise der Messstellen und – im Falle von Ostendorf – die Frage nach Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten.

Gelegenheit zu **gemeinsamer Arbeit und Diskussion mit Moorschutz-Akteuren** über die Umsetzbarkeit möglicher Maßnahmen für eine torf- und klimaschonende Nutzung von Grünland auf Hochmoorstandorten boten Informations- und Workshop-Veranstaltungen auf Landes- und Bundesebene zum Thema Klimaschutz durch Moorentwicklung. Hervorzuheben sind dabei Expertenworkshops für eine Moorschutzstrategie des Bundes im September und November 2019 sowie die Projektbegleitenden Arbeitsgruppen (PAG) zur Realisierung von praxistauglichen Lösungen mit Landnutzern, in denen die Zwischenergebnisse eines breiten Spektrums denkbarer Ansätze zur Nutzung von Moorgrünland zusammengetragen wurden. In den begleitenden Arbeitsgruppensitzungen einer Machbarkeitsstudie der Succow-Stiftung zur **Aufwuchsverwertung auf nasseren Moorstandorten** und Biodiversität bot sich die Gelegenheit für einen Abgleich zwischen den Nutzungsformen der stofflichen Nutzung über den Rindermagen, wie sie in der Modellregion verfolgt wird, und den Ideen zu Aufwuchsverwertungen mit thermischen und stofflichen Ansätzen, wie sie die Studie der Succow-Stiftung für die Hammeniederung vorschlägt. Der „Tag des Moores 2020“ in der Hammeniederung stand im Zeichen der Realisierbarkeit praxistauglicher Ansätze für die Landnutzung. Hier konnten sich die Teilnehmer aus der Landwirtschaft auf der Grundlage der Zwischenergebnisse der Machbarkeitsstudie und des Modellprojektes im Gnarrenburger Moor über potentielle Maßnahmen zur Aufwuchsverwertung auf nasserem Moor informieren und diskutieren. Während für die überwiegend thermischen und industriellen Verwertungsideen der Machbarkeitsstudie erst noch geeignete Nutzungsformen und Wertschöpfungsketten entwickelt und erprobt werden müssen, setzt das Modellprojekt bei der Weiterentwicklung bereits vorhandener Produktions- und Verarbeitungstechnologien und bestehender Märkte an. Dabei misst es wegen der verminderten Flächenbefahrbarkeit der Entwicklung und Erprobung geeigneter Maschinenteknik besondere Bedeutung bei.

Insgesamt stimmen die Kooperationsmitglieder darin überein, im weiteren die Möglichkeiten für großflächige Erprobungen nasserer Bewirtschaftungsformen im Rahmen eines Wassermanagements mit den Landwirten der Modellregion nutzen zu wollen. Deshalb findet das **Folgeprojekt für ein Umsetzungskonzept** eines einzugsgebietsbezogenen

Wassermanagements die breite Zustimmung in der Kooperation. Hier soll der Nachweis dafür erbracht werden, was in wasserbaulicher und –wirtschaftlicher Hinsicht einschließlich einer Wasserrückhaltung in der Landschaft möglich ist. Die zweite zentrale Frage des Folgeprojekts ist, welche daran anschließenden flächen- und betriebsübergreifenden Cluster ähnlicher Nutzungen denkbar sind, die die Landwirte sich unter der Voraussetzung vorstellen können, dass damit ein hinreichendes Familieneinkommen über entsprechende Anreizprogramme und bei entsprechender Planungssicherheit erzielbar ist. Angesichts zunehmender Wetterextreme und damit verbunden der steigenden Bedeutung der Wasserverfügbarkeit - auch für den Naturschutz – ist eine geeignete Gewässerinfrastruktur mit Möglichkeiten zur Wasserrückhaltung in der Landschaft zudem unter dem Aspekt der Klimafolgenanpassung von maßgeblicher Bedeutung.

### **4.3 AP 3 - Gebietserfassung**

#### **4.3.1 Standorteigenschaften**

Die Karte der **Geländehöhen** zeigt, dass das Gnarrenburger Moor von Ost nach West und Nordwest abfällt (Abbildung 6). Die höchsten Geländehöhen findet man am südöstlich Rand, hier vor allem aufgrund des höher liegenden mineralischen Untergrunds. Im Bereich des Klenkendorfer Moores fällt das Gebiet von einer höheren Lage in die Richtungen Nord, West und Ost ab.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

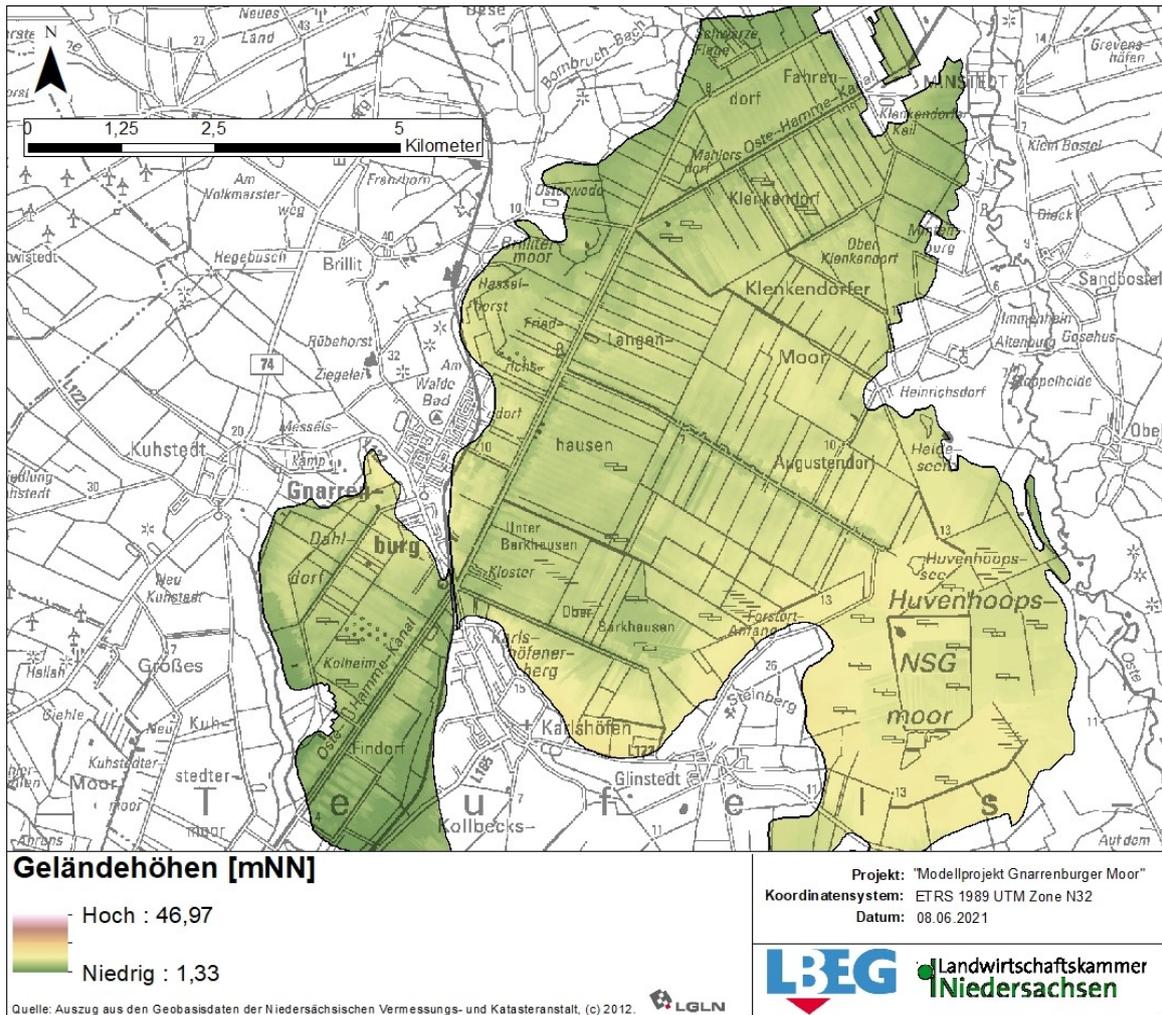


Abbildung 6: Karte des DGM1 im Gnarrenburger Moor und Grenze des Projektgebietes (Originalmaßstab 1:100.000).

Die **Hochmoormächtigkeit** stellt ein Maß für den Kohlenstoffvorrat dar, der potenziell in Zukunft zu Kohlendioxid abgebaut werden könnte und der durch Wassermanagement vor Mineralisation geschützt werden kann. Im Gnarrenburger Moor sind Torfmächtigkeiten zwischen 0-50 cm und über 600 cm zu finden (Abbildung 7). Höhere Mächtigkeiten findet man im Klenkendorfer Moor, nördlich von Augustendorf sowie im Bereich Barkhausen und westlich des Huvenhoopsmoors. In der Karte lassen sich auch gut Flächen mit geringen Torfauflagen an den ausstreichenden Moorrändern, auf den ehemaligen Torfabauflächen und in den Randbereichen der Moorkanäle mit historischer Abtorfung erkennen.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

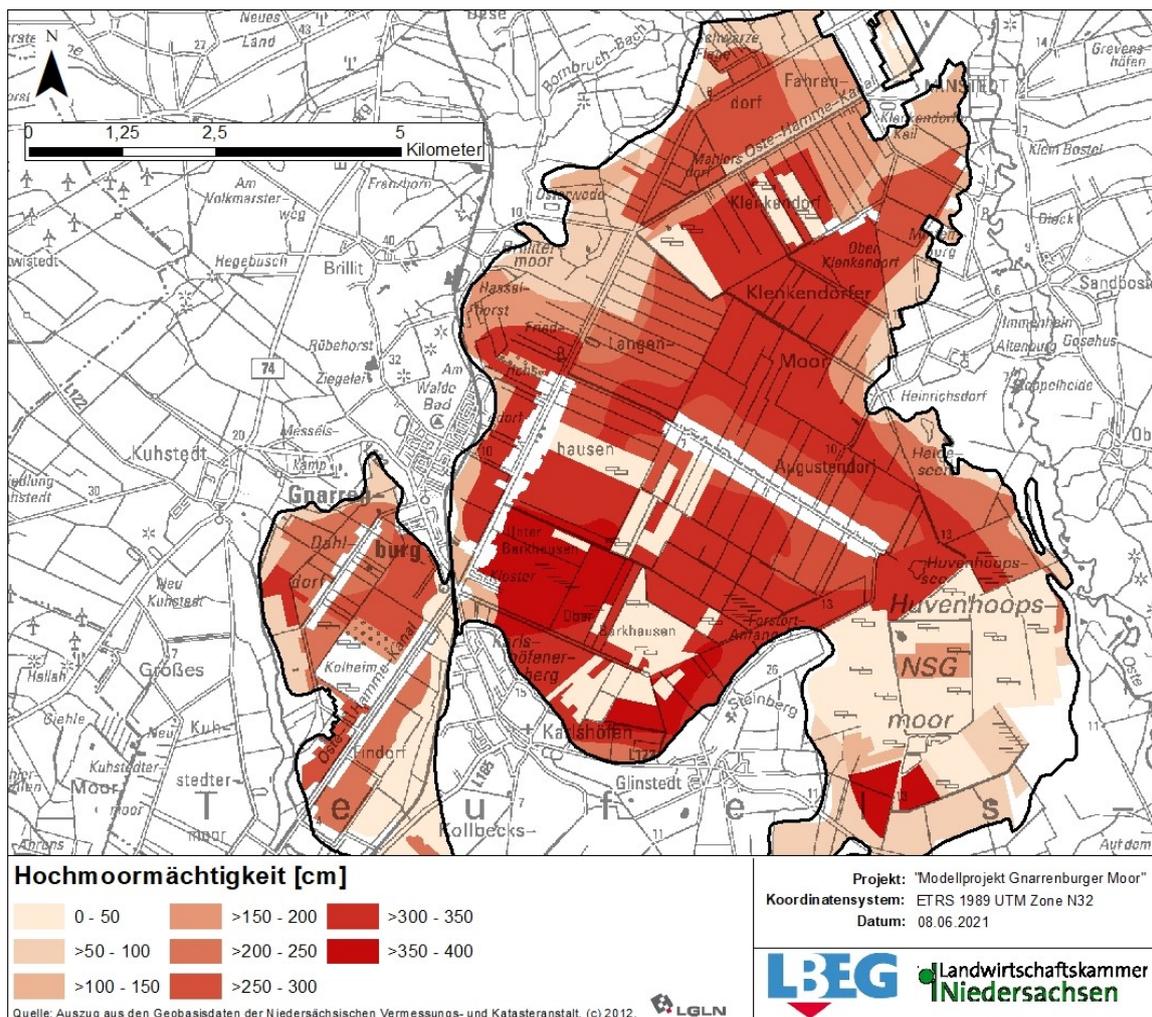


Abbildung 7: Karte der Hochmoormächtigkeit im Gnarrenburger Moor und Grenze des Projektgebietes (Originalmaßstab 1:100.000).

**Weißtorf** ist aufgrund der Entstehungsbedingungen weniger zersetzt als Schwarztorf und weist mit seinen gut erhaltenen Pflanzenbestandteilen eine gute Struktur auf. Daher leitet Weißtorf auch das Wasser relativ gut. Für eine Deutsche Hochmoorkultur, d.h. Grünland auf Hochmoor, wurde bei der Erstanlage der Fläche vor z. T. mehr als einhundert Jahren eine Weißtorfmächtigkeit von 1 m als Grundvoraussetzung gesehen. Im Laufe der Jahre haben die Weißtorfmächtigkeiten unter der Deutschen Hochmoorkultur deutlich abgenommen. Die Torfe haben sich zudem verdichtet, so dass die Wasserleitfähigkeit zurückgegangen ist. Im zentralen Bereichen des Gnarrenburger Moores befinden sich Weißtorfmächtigkeiten von 100 bis 150 cm. In weiteren Bereichen, z.B. nördlich von Klenkendorf liegen die Mächtigkeiten zwischen 50 und 100 cm. Im Bereich Barkhausen gibt es Flächen mit Weißtorfmächtigkeiten über 200 cm (Abbildung 8).

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

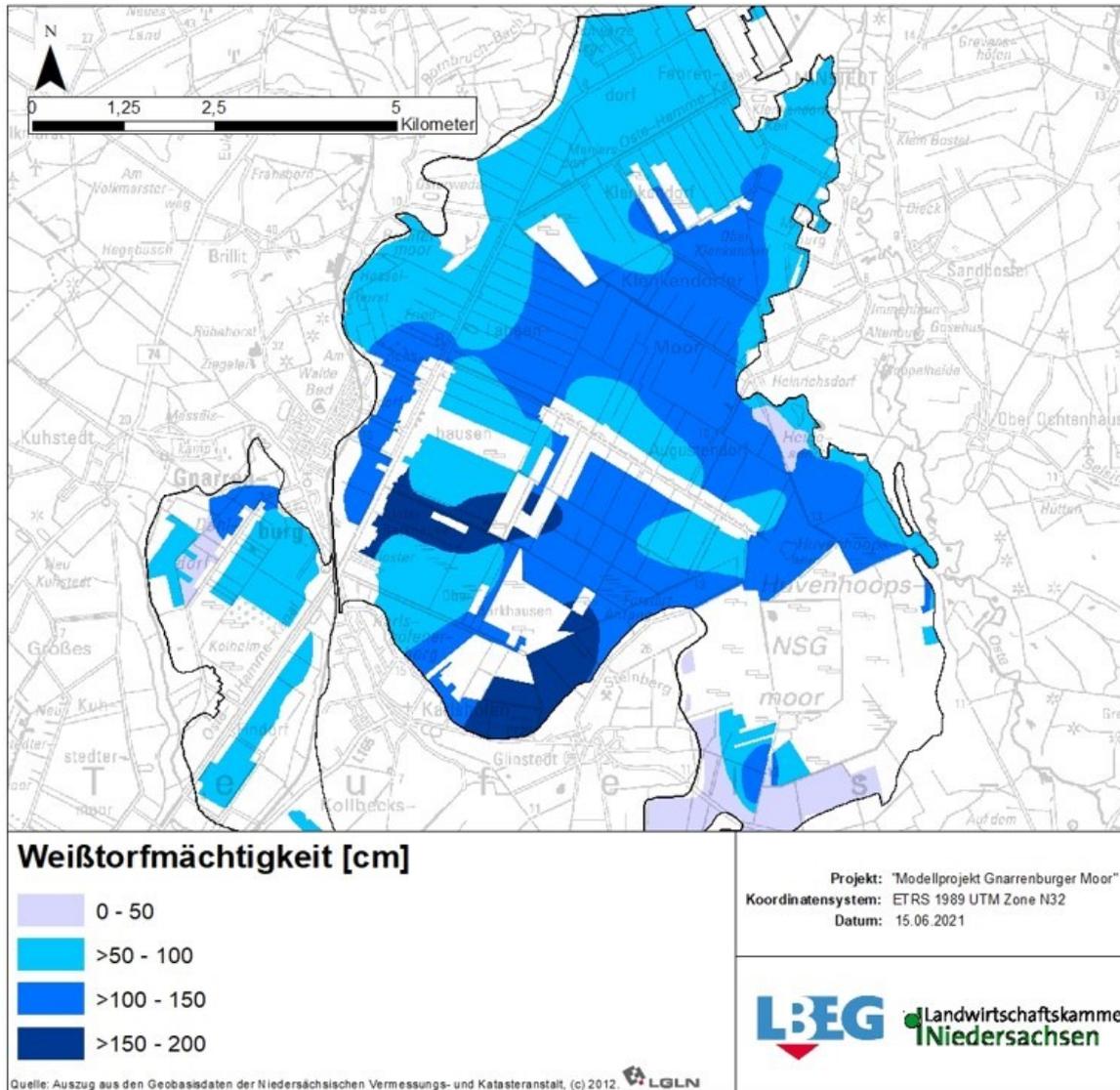


Abbildung 8: Karte der Weißtorfmächtigkeit im Gnarrenburger Moor und Grenze des Projektgebietes (Originalmaßstab 1:100.000).

Innerhalb der Projektlaufzeit wurden auf den Flächen der Demonstrationsversuche mit wasserregulierenden Maßnahmen **Bodenprofile** bis in 100 cm Tiefe angelegt und bodenkundlich beschrieben. Darüber hinaus wurden horizontweise Proben zur chemischen (eine Mischprobe pro Horizont) und physikalischen (ca. 28 Stechzylinder pro Horizont) Charakterisierung der Torfe genommen. Daten zur gesättigten Wasserleitfähigkeit befinden sich im Anhang C (Tabelle 14.3 und Tabelle 14.4). Zur chemischen Charakterisierung wurden der Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt sowie der pH-Wert des Torfes bestimmt.

Standorte D-04, D-05, D-06 und D-07 zeigen ein charakteristisches Hochmoorprofil. Unter einem vererdeten Oberbodenhorizont folgen die schwach und stark zersetzten Hochmoortorfhorizonte. Durch Mineralisations- und Anreicherungsprozesse ist der Oberbodenhorizont im Vergleich zu den Unterbodenhorizonten durch einen geringeren prozentualen Kohlenstoffgehalt und eine höhere Trockenrohdichte (TRD) gekennzeichnet. Düngung und Kalkung führen zusätzlich zu einem Anheben des pH-Wertes sowie einer Anreicherung von Stickstoff im Oberbodenhorizont. Im Vergleich zu den Schwarztorfen (Hochmoortorfe mit einem Humositätsgrad  $> 5$  nach v. Post) sind die Weißtorfe auf Grund ihrer Struktur durch höhere gesättigte Wasserleitfähigkeiten gekennzeichnet. Dies konnten Untersuchungen der gesättigten Leitfähigkeit durch Studierende der Universität Osnabrück im Jahr 2017 zeigen. Ergebnisse von Leitfähigkeitsmessungen finden sich auch in Kapitel 4.11.

Auf dem Versuchsstandort D-04 (Grabenanstau) ist eine Weißtorflage mit einer Mächtigkeit von  $> 1$  m anzutreffen. In dem oberen Meter ist ca. 584 t/ha Kohlenstoff enthalten (Abbildung 9). Standort D-05 besitzt eine mächtige Weißtorfschicht von ca. 1,20 m. Als Torfarten konnten Acutifolia-Torf und nicht weiter differenzierbare Bleichmoostorfe bestimmt (Abbildung 10). Innerhalb des ersten Meters speichert Standort D-05 ebenfalls 584 t C/ha. Auf diesem Standort wurde eine Unterflurbewässerung eingerichtet. Die Weißtorfmächtigkeit an Standort D-06 beträgt ca. 55 cm. Als Torfarten wurden Acutifolia-Torf und Bleichmoostorf bestimmt (Abbildung 11). Im oberen Meter sind 797 t/ha Kohlenstoff enthalten. Eine erhöhte Lagerungsdichte der Torfe sowie der höhere Kohlenstoffgehalt der Schwarztorfe an diesem Standort führt zu den erhöhten Kohlenstoffvorräten. Als wasserregulierende Maßnahme wurde an diesem Standort der Grabenstau eingerichtet. Standort D-07 besitzt eine Weißtorfmächtigkeit von ca. 42 cm. Cymbifolia-Torf, allgemein Bleichmoostorfe und eine verdichtete Cuspidata-Schicht wurden als Torfarten ausgewiesen (Abbildung 12). Innerhalb des ersten Meters sind 796 t C/ha gespeichert. Die deutlich höheren Kohlenstoffvorräte auf D-07 sind auf die höheren Kohlenstoffgehalte sowie auf eine erhöhte Lagerungsdichte zurückzuführen. In den Schwarztorfen auf D-05 und D-07 hat sich durch eine etwas stärker ausgeprägte Humifizierung Kohlenstoff in den Torfen angereichert. Gleichzeitig kann ein besserer Ausbau der Vorflut und die dadurch beschleunigte Vererdung und Schrumpfung der Torfe sowie eine Bearbeitung der Flächen mit schwereren Maschinen in der Vergangenheit, die höhere Trockenrohdichte auf dem Standort D-07 erklären.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

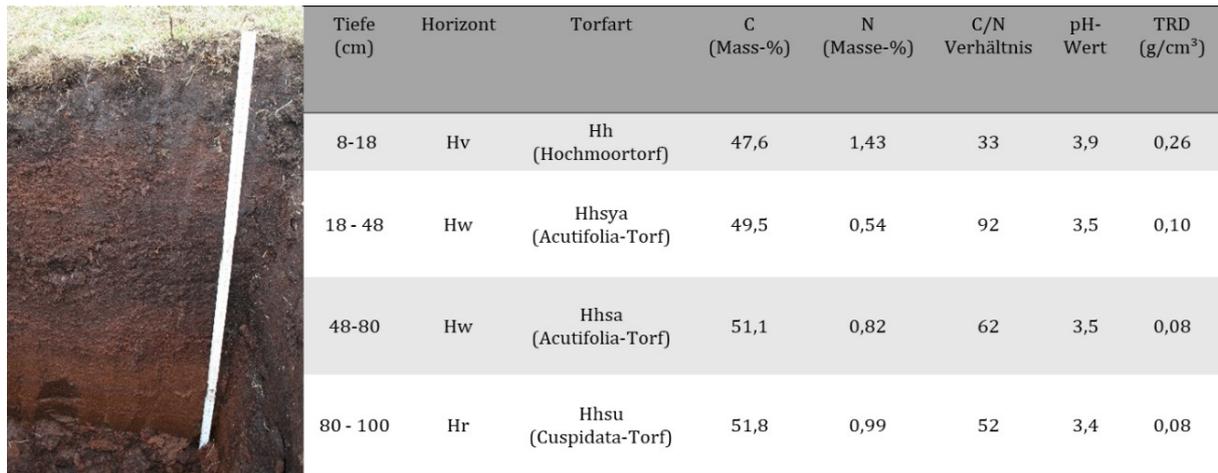


Abbildung 9: Bodenprofil (links) sowie bodenchemische Parameter pro Horizont (rechts) auf dem Demonstrationsversuch D-04 (Profil angesprochen nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung, KA5).



Abbildung 10: Bodenprofil (links) sowie bodenchemische Parameter pro Horizont (rechts) auf dem Demonstrationsversuch D-05 (Profil angesprochen nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung, KA5).

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“



Tiefe (cm)	Horizont	Torfart	C (Mass-%)	N (Masse-%)	C/N Verhältnis	pH-Wert	TRD (g/cm <sup>3</sup> )
0 – 20	Hvp	Ha (amorpher Torf)	48,8	2,1	23	4,1	0,26
20 – 25	Hw	Hhsa (Acutifolia-Torf)	55,2	1,3	43	3,6	0,17
25 – 55	Hw	Hhsa (Acutifolia-Torf)	55,7	1,2	46	3,7	0,13
55 – 90	Hw	Hhs (Bleichmoostorf)	56,6	1,1	51	3,5	0,11
90 - 100	Hr	Hhs (Bleichmoostorf)	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Abbildung 11: Bodenprofil (links) sowie bodenchemische Parameter pro Horizont (rechts) auf dem Demonstrationsversuch D-06 (Profil angesprochen nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung, KA5).



Tiefe (cm)	Horizont	Torfart	C (Mass-%)	N (Masse-%)	C/N Verhältnis	pH-Wert	TRD (g/cm <sup>3</sup> )
0 – 16	Hv	Ha (amorpher Torf)	42,1	2,2	19	4,5	0,39
16 – 42	Hw	Hhsy (Cymbifolia-Torf)	51,2	1,0	51	3,8	0,12
42 – 62	Hw	Hhs (Bleichmoostorf)	56,5	1,4	40	3,6	0,12
62 – 80	Hr	Hhsu (Cuspidata-Torf)	56,6	1,2	47	3,7	0,11
80 - 100	Hr	Hhs (Bleichmoostorf)	57,2	1,2	48	3,5	0,11

Abbildung 12: Bodenprofil (links) sowie bodenchemische Parameter pro Horizont (rechts) auf dem Demonstrationsversuch D-07 (Profil angesprochen nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung, KA5).

### 4.3.2 Hydrologie

Das **Gewässer und Grabennetz** ist in Abbildung 15 dargestellt. Die unterschiedlichen Einzugsgebiete werden durch die Abgrenzung zwischen den beiden Wasser- und Bodenverbänden Gewässer- und Landschaftspflegeverbandes (GLV) Teufelsmoor und Unterhaltungsverband Obere Oste gekennzeichnet.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Im Projektgebiet liegen ca. 62 km Gräben der Kategorie 2. Ordnung und ca. 390 km Gräben der Kategorie 3. Ordnung. Charakteristisch für das Projektgebiet sind die Moorkanäle (2. Ordnung) entlang der Siedlungen im Moor. Typisch für die Kanäle sind ihr zum Teil tief in das Gelände einschneidendes V-Profil. An vielen Stellen dürften diese Kanäle durch die Moorbasis auf den mineralischen Untergrund schneiden. Die Kanäle werden jährlich geräumt und sind im Vergleich zu den typischen Moorgräben stark ausgebaut. Eine typische Ausbaustufe der Moorkanäle ist in Abbildung 13 dargestellt. Der Oste-Hamme-Kanal ist als Landschaftsdenkmal eingestuft. In den Jahren 2018 und 2019 ist der Kanal weitestgehend trockengefallen (Abbildung 14). Im Jahr 2017 hingegen waren die Niederschläge im Oktober so hoch, dass einige Stauwehre des Oste-Hamme-Kanals bis über die seitlichen Befestigungen der Böschung überströmt wurden.



Abbildung 13: Typische Staustufe im Oste-Hamme-Kanal in der Ortschaft Langenhausen.



Abbildung 14: Oste-Hamme-Kanal Anfang September 2019 bei Klenkendorf.

Den größten Anteil der Gewässer im Moor bilden die Gewässer 3. Ordnung. Typisch für diese Gräben sind schmale Böschungskronen von 0,5 m bis selten mehr als 1,5 Meter und ein Kastenprofil von 1-2 m Tiefe. Nach Berichten der Landwirte wird durch die schmale Böschungskrone der Lichteinfall in den Gräben und damit der Bewuchs im Graben verringert. Aus der Klassifizierung als Gewässer 3. Ordnung wird nicht deutlich, ob es sich bei den Gräben um Schaugräben oder Entwässerungsgräben der landwirtschaftlich genutzten Fläche handelt. Schaugräben werden jährlich durch die Unterhaltungsverbände geräumt und weisen daher einen stärkeren Ausbau der Profilierung auf. Die reinen Entwässerungsgräben werden nur nach Bedarf durch die Bewirtschafter der Flächen geräumt und markieren häufig Schlaggrenzen.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

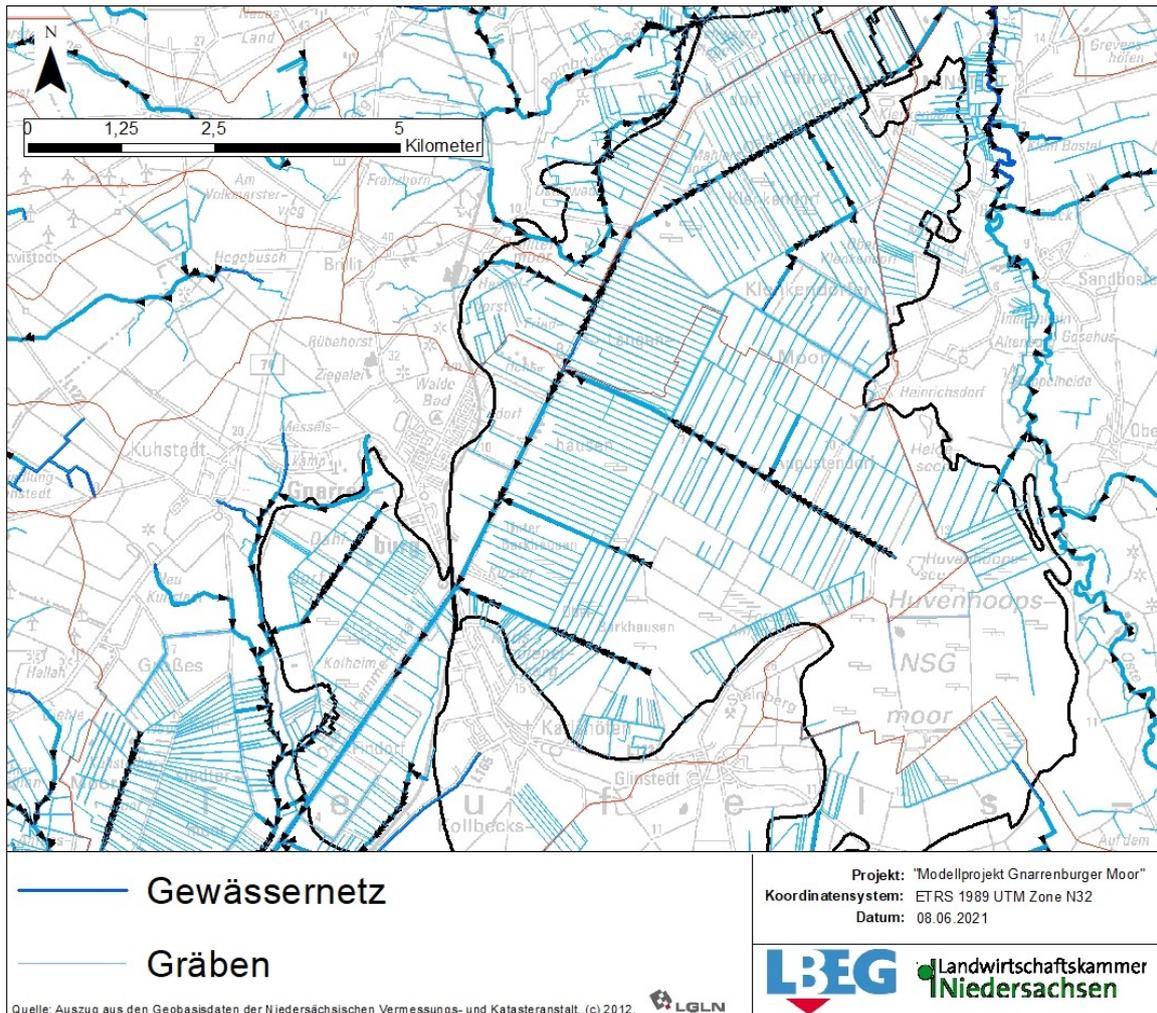


Abbildung 15: Karte des Gewässernetzes und der Gräben. Für den nördlichen Teil des Gnarrenburger Moores ist der Unterhaltungsverband Obere Oste zuständig. © 2021, geodaten@nlwkn-dir.niedersachsen.de.

Während der Projektlaufzeit hat sich gezeigt, dass die genaue Lage der Gewässer 3. Ordnung nach aktuellem Datensatz für das Projektgebiet nur bedingt zu der derzeitigen Ausbausituation der Gräben passt. Eine qualitative Aufarbeitung dieses Datensatzes wurde für das Projektgebiet, mangels technischer und zeitlicher Kapazität, nicht unternommen. Für zukünftige Planungen, insbesondere für Eingriffe in den Wasserhaushalt durch großskalige Maßnahmen in den Vorflutern des Projektgebiets, sollte eine genaue Erfassung der Gräben erfolgen.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

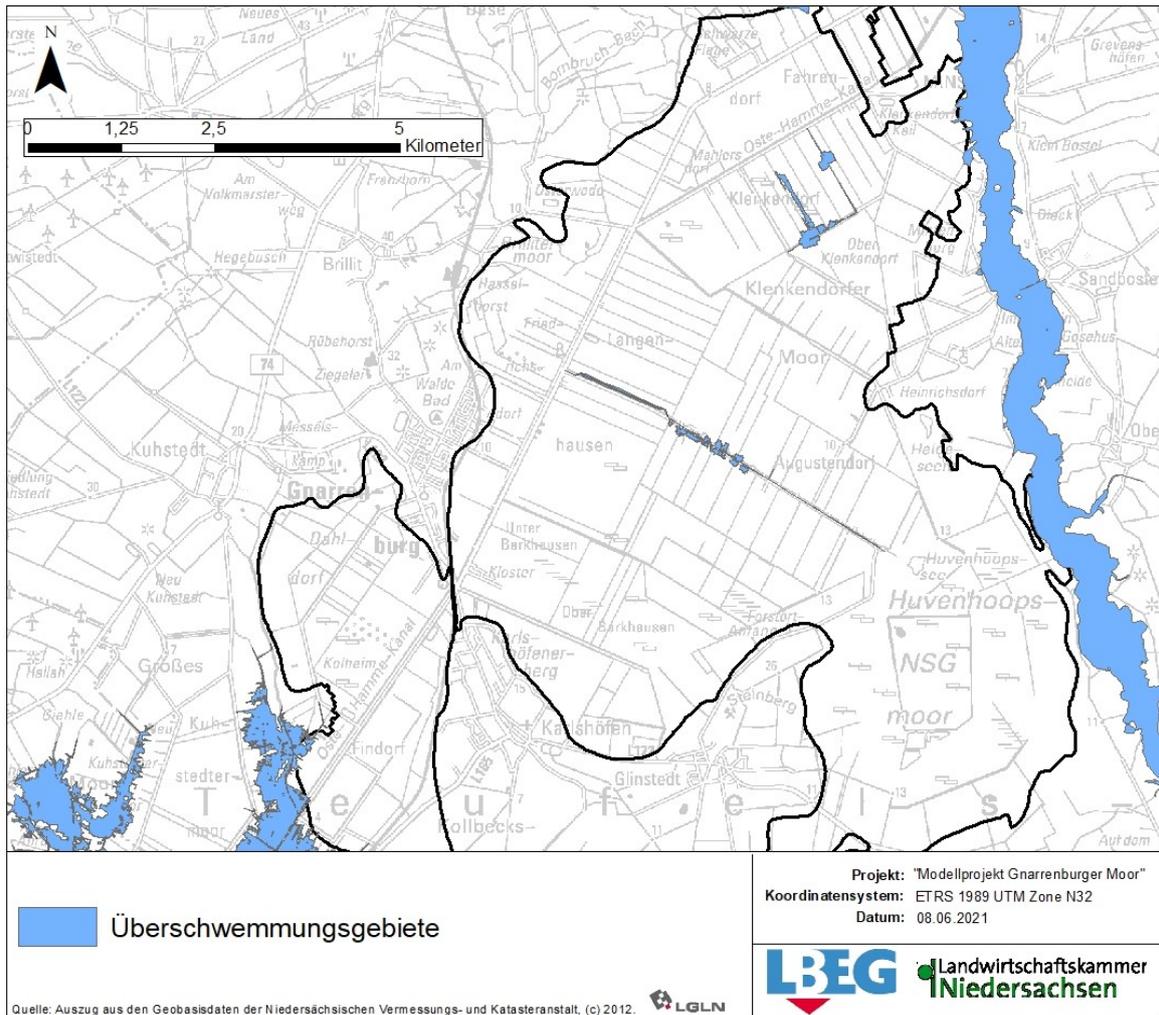


Abbildung 16: Überschwemmungsgebiete im Gnarrenburger Moor. © 2021, geodaten@nlwkn-dir.niedersachsen.de.

Auf Grundlage des Niedersächsischen Wassergesetzes (2007) wurden zum vorbeugenden Hochwasserschutz **Überschwemmungsgebiete** ausgewiesen. Diese basieren auf der Fläche eines 100-jährigen Überschwemmungsereignisses. Im Gnarrenburger Moor sind zwei Überschwemmungsgebiete in der Nähe von Klenkendorf und Augustendorf verortet (Abbildung 16).

Abbildung 17 zeigt ein händisch betriebenes Hochwasserschutzbauwerk in Augustendorf. Dies ist das einzige Bauwerk dieser Art im Projektgebiet. Während eines Hochwasserereignisses können an dieser Stelle Wehrschütze eingesetzt werden. Wasser, welches aus dem nördlich gelegenen Moor strömt, kann somit in dem Oberhalb des Wehres gelegenen Graben mit V-Profil gehalten werden. Dies soll die Hochwasserproblematik in der

Ortschaft Augustendorf mindern. In Bereichen mit Hochwassergefahr wurden an einigen Stellen Lattenpegel installiert, welche nach Bedarf abgelesen werden.



Abbildung 17: Hochwasserschutzbauwerk bei Augustendorf am Graben am Kattschenweg mit Lattenpegel.

Die Lage der **Grundwasseroberfläche** liegt unter dem Gnarrenburger Moor nach Hydrologischer Karte (1 : 50000) zwischen 0 und 15 mNN. Im nördlichen und südwestlichen Teil liegt die Grundwasseroberfläche bei 0 bis 2,5 mNN und im Bereich Huvenhoopsmoor bei 12,5 bis 15 mNN (Abbildung 18). Die Wasserstände im Moor werden in dieser Karte nicht berücksichtigt. Das Grundwasser unter dem Gnarrenburger Moor strömt je nach Lage entweder südwestlich Richtung Hamme oder nordöstlich Richtung Oste und exfiltriert mitunter dort in die jeweilige Vorflut.

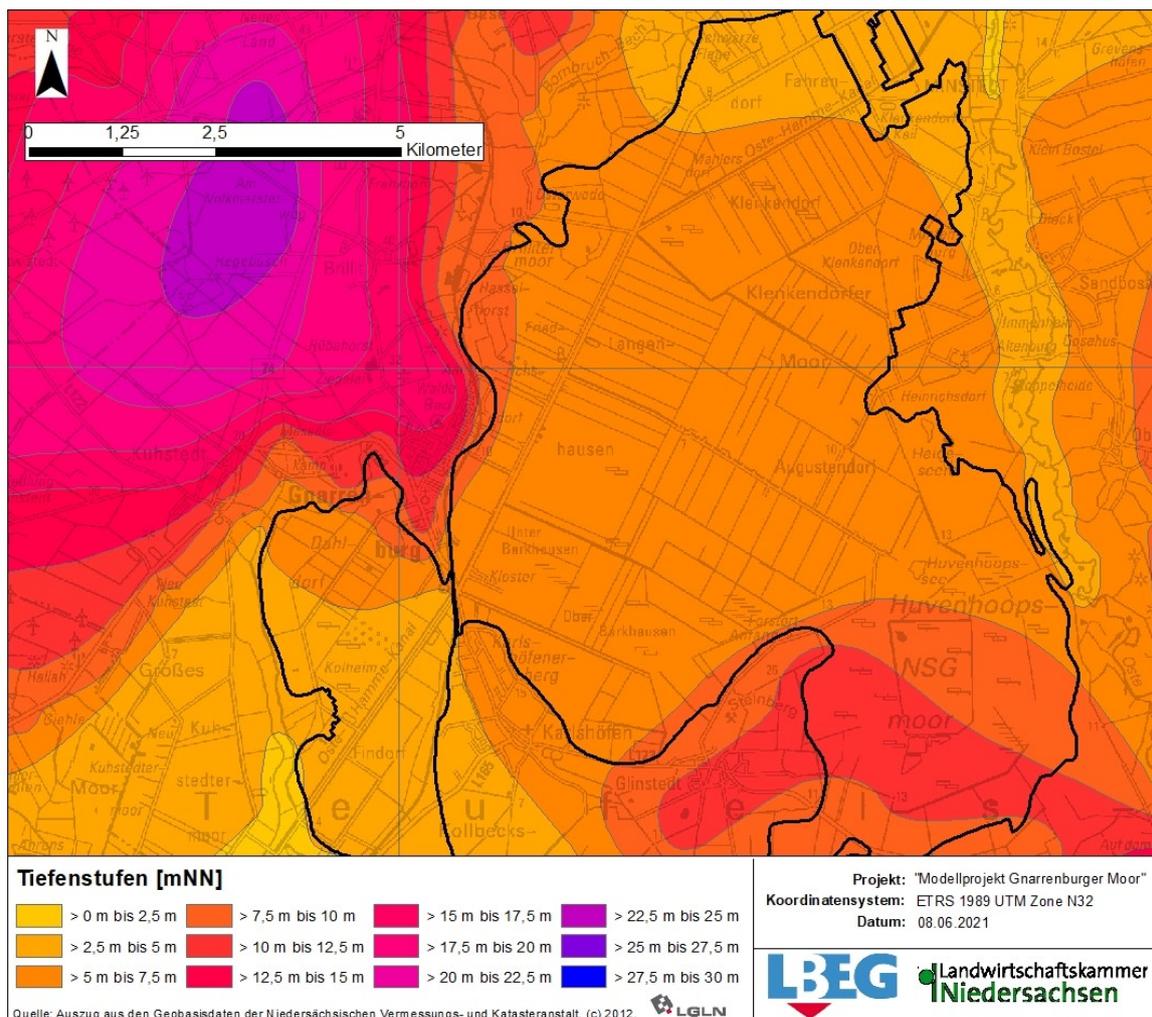


Abbildung 18: Lage der Grundwasseroberfläche 1:50.000 (HK50).

### 4.3.3 Nutzung

Die Auswertung der **ATKIS** Daten aus dem Jahr 2015 ergaben, dass die Fläche des Projektgebietes hauptsächlich landwirtschaftlich genutzt wird. Landwirtschaftlich genutzte Flächen werden primär als Grünland (4.213 ha) und sekundär als Ackerland (695 ha) genutzt. Torfabbau<sup>6</sup> (768 ha), offene/halboffene Moorlandschaften (723 ha) sowie sonstige Nutzungsformen (545 ha; Siedlung/Gewässer/Verkehr etc.) sind im Projektgebiet ebenfalls von flächenmäßiger Bedeutung (Abbildung 19). **InVeKoS** Auswertungen aus dem Jahr 2016 verdeutlichen im Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“ ebenfalls die Dominanz

<sup>6</sup> Die ATKIS-Angaben zum Torfabbau sind nicht weiter qualifiziert. In einigen Bereichen ist der Torfabbau bereits abgeschlossen, z.B. in Teilen des Huvenhoopsmoores oder bei Barkhausen, und es wurden Renaturierungsmaßnahmen umgesetzt, in anderen Gebieten findet noch Torfabbau statt.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

der Grünlandnutzung im Projektgebiet (3.152 ha), zeigen aber darüber hinaus, dass Grünlandflächen in den ATKIS Daten überrepräsentiert werden (Abbildung 20).

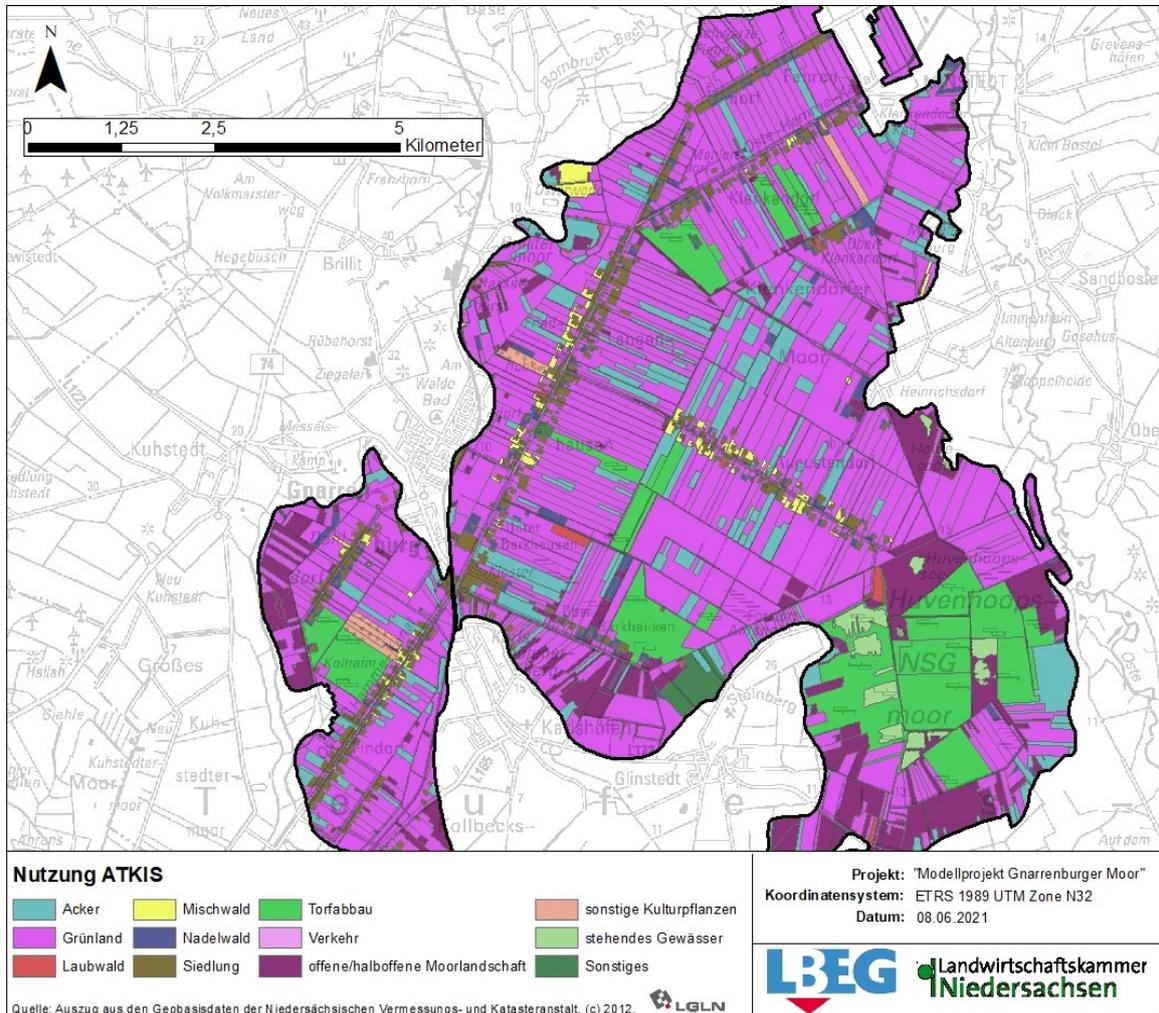


Abbildung 19: ATKIS 2015, Nutzungen im Gnarrenburger Moor.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

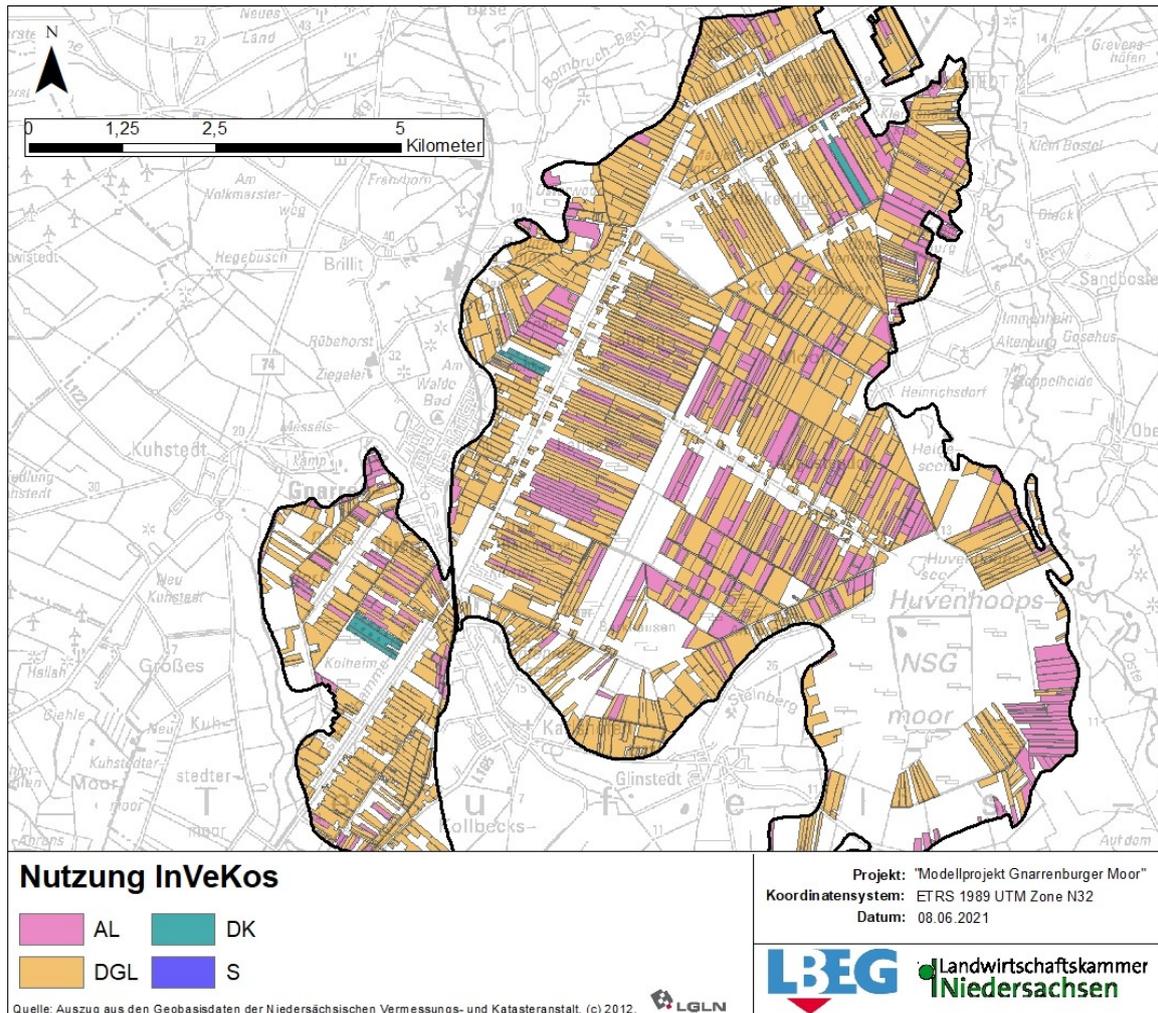


Abbildung 20: InVeKos 2016, Nutzungen im Gnarrenburger Moor. AL: Ackerland, DGL: Dauergrünland, DK: Dauerkultur und S: Sonstiges.

### 4.4 AP 4 - Zusammenstellung und Schaffung von Beratungsgrundlagen

Als wesentlicher Bestandteil des Modellprojektes wurden Grundlagen für die Beratung der Landwirte hinsichtlich Umsetzung von Maßnahmen zum Moor- und Klimaschutz und dem Umgang mit den sich daraus ergebenden veränderten Bewirtschaftungsbedingungen erstellt. Die Beratungsinhalte leiten sich in erster Linie aus den Erfahrungen der Demonstrationsversuche ab. Weiter wurden sie ergänzt durch Praxiserfahrungen und Forschungsergebnisse aus anderen Moor- und Klimaschutzprojekten.

Die Beratung ist in zwei Bereiche geteilt.

### 1. Information und Vorbereitung:

Die Funktionsweise und Durchführung der Maßnahmen zum Moor- und Klimaschutz müssen vermittelt werden. Dies beinhaltet die Vorbereitung und Installation der Wasserregulierung inklusive der nötigen Antragsverfahren, sowie die anschließende Steuerung (Grabenanstau, -einstau oder Unterflurbewässerung). Aber auch weitere Parameter, wie eine reduzierte Nährstoffzufuhr, die Artenzusammensetzung der Grünlandbestände (geeignete Gräser) oder eine verminderte bzw. unterlassene Bodenbearbeitung werden variiert. Außerdem muss die Beratung dem Landwirt die Abgrenzung zu anderen Maßnahmen mit potenziellem Klimaschutz aufzeigen, wie z.B. Landschaftspflege, Wiedervernäsung und Paludikultur.

### 2. Begleitung:

Nach erfolgreich eingerichteter Maßnahme muss der Umgang mit den neuen Bewirtschaftungsbedingungen begleitet und bewertet werden. Die Klimaschutzmaßnahmen verändern die Eigenschaften des Produktionsstandortes, sodass der Landwirt mit Anpassungsmaßnahmen sowohl schlagbezogen als auch auf betrieblicher Ebene reagieren muss.

Die Versuchsergebnisse aus den Demonstrationsversuchen der beiden Bereiche bilden zusammen mit Ergebnissen aus anderen Forschungsprojekten die Grundlage für die Beratung zur klimaschonenden Moorflächenbewirtschaftung. Die gesammelten Beratungsgrundlagen und Empfehlungen zum Umgang mit landwirtschaftlich genutzten Mooren sollen in einem Beratungshandbuch zusammengeführt werden. Sobald alle notwendigen Instrumente wie Investitions- und Beratungsförderung und ein finanzieller Ausgleich von Bewirtschaftungseinschränkungen auf den Weg gebracht wurden, soll es Beratern in Niedersachsen zur Verfügung gestellt werden um Maßnahmen in der Zielkulisse anbieten und umsetzen zu können.

Viele der im Projekt gewonnenen Beratungsgrundlagen sind den Versuchsergebnissen in Kapitel 4.11 zu entnehmen.

Es muss betont werden, dass während der Schaffung der Beratungsinhalte bereits eine Beratung im Projektgebiet stattfand, sodass die erarbeiteten Grundlagen sofort mit den Landwirten hinsichtlich ihrer Praxisnähe diskutiert werden konnten. Die Sammlung von Beratungsinhalten ist zum Projektende jedoch keinesfalls abgeschlossen, da weitere Jahre

mit unterschiedlicher Witterung und erweitertem Versuchsdesign weitere Erkenntnisse bringen werden und die Klimawirkung der möglichen Maßnahmen noch nicht abschließend geklärt werden konnte.

### **4.5 AP 5 - Einzelbetriebliche Beratung**

In der Modellregion beteiligten sich bisher insgesamt 69 Landwirte, Flächeneigentümer und Anwohner am Arbeitskreis der Kooperation <sup>(7)</sup>. Davon leiten 44 einen landwirtschaftlichen Betrieb im Voll- oder Nebenerwerb. Dies sind ca. 23 % der im Moor wirtschaftenden Betriebe. Da große Betriebe überproportional in der Kooperation vertreten sind, bewirtschaften sie ca. 30 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche im Modellgebiet. Von den 44 Betrieben haben 27 Betriebe eine einzelbetriebliche Beratung erbeten. Die Betriebe bewirtschaften ausgedehnte Grünlandflächen vor allem zur Produktion von Milch mit hochleistenden Holstein-Friesian-Milchkühen oder zur Rindfleischerzeugung durch Mutterkuhhaltung und Bullenmast mit unterschiedlichen Rinderrassen. Die Intensität der Grünlandbewirtschaftung wird hauptsächlich in Abhängigkeit vom Produktionsverfahren der Tierhaltung geprägt und reicht von extensiv genutzten Wiesen mit einem Schnitt pro Jahr und geringer bzw. keiner Düngung bis hin zu intensiv genutzten Flächen mit bis zu 5 Schnitten und intensiver Düngung im Rahmen der Bundes-Düngeverordnung in intensiven Milchviehbetrieben. Daneben spielen auch der Silomaisanbau als Ergänzung der Grundfütterration in der Milchviehhaltung sowie der Kartoffelanbau als Marktfrucht auf den Moorstandorten für viele Betriebe eine wichtige betriebswirtschaftliche Rolle. Bei den beratenen Betrieben machen diese Kulturen bis zu 13% (Kartoffel) bzw. 38% (Mais) der Betriebsfläche aus.

Erste Beratungen auf den Betrieben begannen im Mai 2016. Durch die Informationsveranstaltungen am 06.06.2016 und 03.11.2016 wurde bei vielen weiteren Landwirten Interesse geweckt. Auch der örtliche Moorberatungsring vermittelte Teilnehmer für Beratungen. Zu Projektbeginn bestand großes Interesse bei den Betrieben sich über die Vorstellungen und Pläne des Modellprojektes zu informieren. Dazu trugen auch die damaligen Konflikte mit dem Nutzungskonkurrenten Torfabbau bei.

---

<sup>7</sup> Der Arbeitskreis ist bewusst offengehalten. Eine offizielle Mitgliedschaft ist nicht vorgesehen. Als Teilnehmer werden an dieser Stelle gezählt, wer an einer sich durch Teilnahme an einer Arbeitskreissitzung, Beratung, Feldbegehung oder Demoversuch eingebracht hat

Teilweise bestand zu Beginn des Projektes Skepsis, ob Torfzersetzung und Treibhausgasemissionen tatsächlich ein so großes Problem darstellten wie von Projekt und Politik behauptet. Das Problem der Sackungen und Höhenverluste wurde dagegen allgemein anerkannt. Die Beratung und weitere Veranstaltungen konnten hier das Verständnis für die Notwendigkeit des Moorbodenschutzes stärken. Spätestens in den extrem trockenen Sommern 2018 und 2019, in denen Höhenverluste durch Moorsackungen zu vielen Schäden an Straßen und Gebäuden sowie zu erheblichen Ertragseinbußen im Grünland führten, war man sich einig, dass der Klimawandel unerwünschte Auswirkungen auf die Landwirtschaft hat und die entwässerungsbasierte Landwirtschaft überdacht werden sollte.

Eine Motivation zur Nutzung des Beratungsangebotes war auch der Wunsch, an der Gestaltung zukünftiger Vorgaben zur Landwirtschaft auf Mooren mitzuwirken um diese möglichst praxisnah zu gestalten. Ein großer Teil der Landwirte erhofft sich von der Teilnahme am Projekt auch die Entwicklung eines neuen Förderprogrammes zur klimaschonenden Moorbewirtschaftung, wobei hier vor allem Möglichkeiten zur Extensivierung und zum Ausstieg aus der Milchviehhaltung gesucht werden. Bei manchen besteht auch die Hoffnung auf ein Klimazertifikat zum besseren Absatz von klimaschonend produzierten Produkten.

Mehrere Gespräche ergaben, dass ein Teil der Landwirte zu einer Anhebung der Wasserstände bereit sind und diese auch gerne zügig umsetzen würden, z.B. durch den selbständigen Bau von Stauvorrichtungen in Gräben dritter Ordnung. Während viele Landwirte jahrelange Erfahrung mit dem Abflussverhalten ihrer Gräben und eigene Ideen zur Umsetzung einer gezielten Wasserregulierung haben, erschweren entgegenstehende Vorgaben, wie die Satzungen der Unterhaltungsverbände, eine Umsetzung. Auch formale Hürden mindern die Initiative der Landwirte, z.B. die Beantragung von Wasserrechten für Staumaßnahme bei der Unteren Wasserbehörde. Dieser Aufwand macht eine Maßnahme für den einzelnen Landwirt unattraktiv, auch wenn die räumlichen Gegebenheiten vielleicht günstig sind. Es fehlt ein abgestimmtes Verfahren zur Einrichtung von Einzelflächen oder größeren Gebieten. Daher konzentriert sich die Beratung zurzeit auf die Entwicklung der Maßnahmen und Beratungsgrundlagen und die theoretische Erläuterung möglicher Maßnahmen.

Aufgrund der hohen Bereitschaft der Landwirte konnte bereits früher als erwartet mit der Entwicklung von wasserregulierenden Maßnahmen in Demoversuchen begonnen

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

werden (Kapitel 4.11). Der Fokus lag auf der Entwicklung und Erprobung im engen Austausch mit den Versuchsbetrieben. Gleichzeitig konnten die Demoversuche aber auch als Anschauung für die Beratung, z.B. in Feldbegehungen, genutzt werden.

Mit der zunehmenden öffentlichen Thematisierung des Klimaschutzes in der Öffentlichkeit, Dürre- und Mäuseschäden ab Mitte der Projektlaufzeit konnte die Beratung Spannungen aufgreifen und die Vorteile des Wassermanagements im Moor vermitteln. Durch die beobachtete Sicherung des Pflanzenertrages und reduzierten Mäusebefall durch Unterflurbewässerung stieg das Interesse der Landwirte, da neben finanziellen Aspekten (welche ohne Förderung zurzeit noch fehlen) auch praktische Vorteile wichtig für das Interesse an Maßnahmen sind.

Nach dem sehr trockenen Sommer 2018, als viele Moorflächen deutlich an Geländehöhe verloren, stieg besonders das Interesse bei Betrieben mit geringer Bewirtschaftungsintensität (1-3 Grünlandschnitte) an Möglichkeiten einer Wasserrückhaltung durch Grabenanstau. Auch die Umsetzung einer Unterflurbewässerung wurde nachgefragt, wird jedoch vom Modellprojekte aufgrund höherer Investitionskosten eher für Betriebe mit höherer Nutzungsintensität angedacht.

Neben den Erstberatungen wurden weitere Beratungen durchgeführt, meist im Zusammenhang mit dem Thema der Tragfähigkeit der Böden oder zu Möglichkeiten einer Wasserstandsanhhebung mit ersten Untersuchungen zur Standortcharakterisierung, jedoch ohne Umsetzung der Wasserregulierung, da ohne vorliegendes Gebietskonzept zurzeit nur auf den Demonstrationsversuchen Maßnahmen umgesetzt werden. Telefonisch wurden Fragen von Landwirten aus ganz Niedersachsen zu Themen wie Drainage, Wiedervernässung, Paludikultur, Sonderkulturen und Möglichkeiten der Beweidung beantwortet.

Auf 12 Kooperationsbetrieben laufen zurzeit Demonstrationsversuche. Dort findet eine laufende Beratung und Absprache zur Bewirtschaftung der Versuchs- und Referenzflächen statt.

Themen der Erstberatung:

- Erwartungen der Landwirte an das Projekt
- Probleme bei der aktuellen Bewirtschaftung der Moorböden

- Gewinnen von Landwirten für die Kooperation und Teilnahme an Demoversuchen
- Ursachen und Folgen der Treibhausgasemissionen auf bewirtschafteten Mooren sowie Folgen für den Betrieb durch Sackung, Schrumpfung, die Entstehung von Stau- und Haftnässe sowie von Höhenverlusten, Diskussion möglicher Klimaschutzmaßnahmen
- Tragfähigkeit der Grasnarbe, Ausdauer der Gräser und Futterqualität
- Maschinenteknik bei geringerer Tragfähigkeit der Böden
- Düngung, Ausbringungszeitpunkt, -menge, und -technik

#### **4.6 AP 6 – Hydrologische Modellierung**

Für die technische Erstellung des Modells wurde die Bedienoberfläche ModelMuse (Winston, 2009) und das Geoinformationssystem ArcGis 10.6.1 verwendet. Ziel der Modelle ist die Simulation der Ist-Zustands-Wasserstände auf einem Versuch zur Unterflurbewässerung (D-05) und einem Versuch mit Grabenanstau (D-04) und Umgebung.

##### **4.6.1 Modell zum Demonstrationsversuch D-05**

###### ***Modellerstellung***

Es wurde ein instationäres, hydrologisches Modell des Modelversuchs D-05 erstellt. Als Input-Daten wurden Tagesmittel des Jahres 2019 aus Niederschlag, Verdunstung und auf D-05 gemessene Graben- und Torfwasserstände (m ü. NN) genutzt. Das Modell besteht aus zwei Schichten, einer oberen, die der Weißtorfschicht, und einer unteren, die der Schwarztorfschicht entspricht. Für die modelltechnische Parametrisierung dieser Schichten wurde der Torf auf der Versuchsfläche stratigraphisch in Bohrungen angesprochen und die Mächtigkeit der Schwarz- und Weißtorfschichten zwischen den Bohrungen mit ArcGis interpoliert. Durch Verrechnung mit dem DGM 1 wurden die Tiefenlage und die Schichtmächtigkeiten für das Modell bezogen auf die absolute Geländehöhe (in m ü. NN)

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

parametrisiert. Abbildung 21 gibt eine Übersicht der im Modell zum Demonstrationsversuch D-05 eingestellten Druck-Randbedingungen

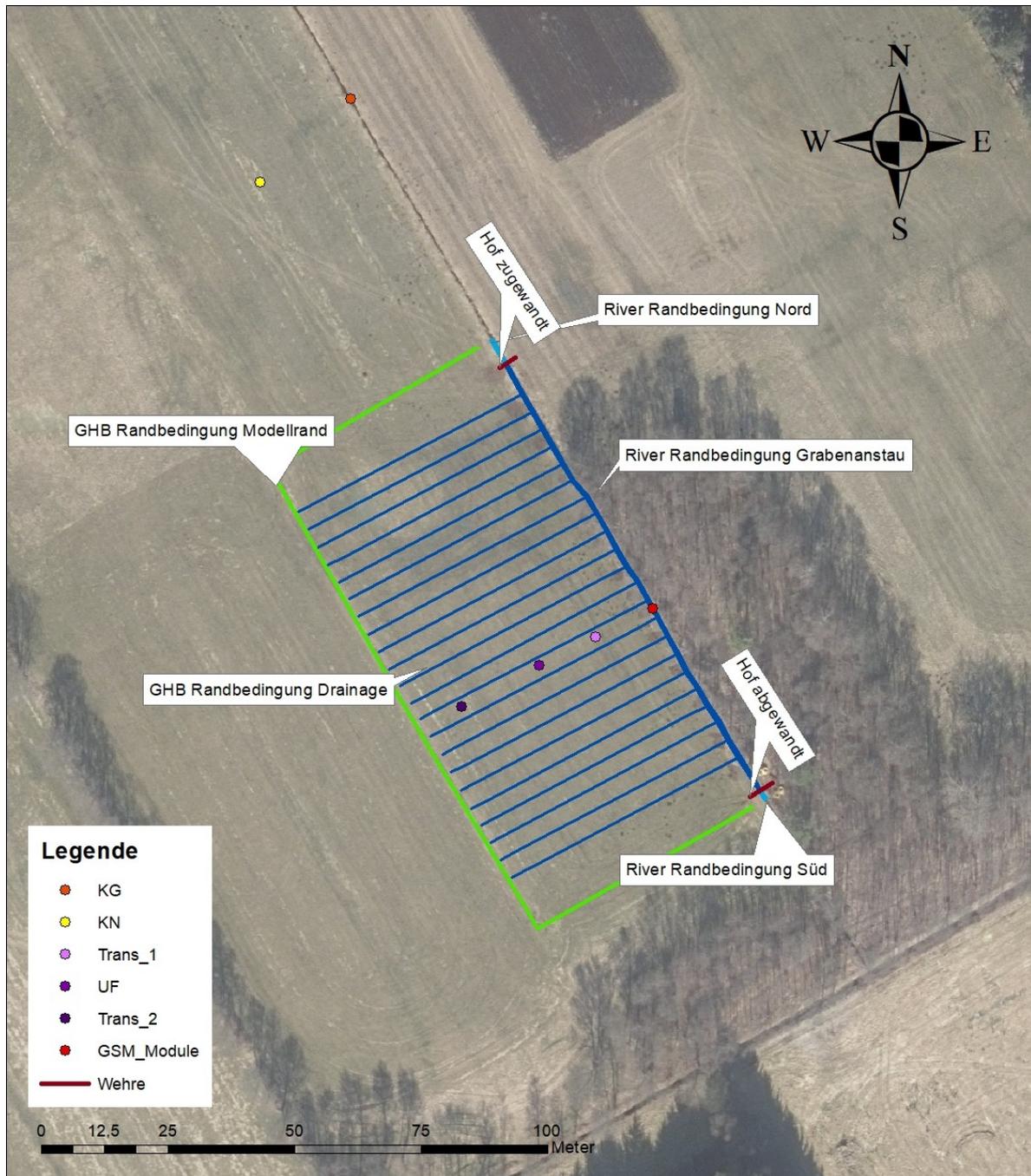


Abbildung 21: Modellübersicht und Randbedingungen für Demonstrationsversuch D-05.

Für den östlich verlaufenden Graben wurde im Modell die River Randbedingung eingestellt. Als Input-Daten wurden für den Grabeneinstau die entsprechenden Daten des Gra-

benpegels GSM\_Module als Tagesmittel verwendet. Für die Input-Daten der River-Randbedingung unterhalb der Wehre (Nord und Süd) wurden Tagesmittel der Grabenwasserstände des Pegels KG genutzt. Für die Drainage wurde die GHB-Randbedingung (General Head Boundary) gewählt und entsprechend der River-Randbedingung Grabeneinstau mit gemittelten Tagesdaten des Grabenpegels GSM\_Module versehen. Die GHB-Randbedingung der Drainage gilt nur für Layer 1 (Weißtorfschicht). Alle anderen Druck-Randbedingungen gelten für Layer 1 und 2. Die River- und GHB-Randbedingungen wurden neben dem Druck pro Zeitschritt auch mit einer gesättigten Wasserleitfähigkeit versehen.

Durch die Unterflurbewässerung ist davon auszugehen, dass sich die Wasserstände innerhalb der Versuchsfläche von denen auf der benachbarten Fläche unterscheiden. Daher wurde als Modellrand eine GHB-Randbedingung mit Tagesmitteln aus den Wasserständen der Messstelle KN eingestellt. Dies ermöglicht Zu- und Abfluss am Modellrand durch die Torfe.

Als atmosphärische Randbedingungen sind über die Verwendung des „evapotranspiration package“ und des „recharge package“ Niederschlags- und Verdunstungsdaten (Haude) der Wetterstation Bremervörde des DWD in das Modell eingeflossen. Die atmosphärischen Randbedingungen gelten für das ganze Modell.

Anhand der Messstellen Trans\_1, UF und Trans\_2 wurde das Modell kalibriert. Für die Qualitätskontrolle wurde das „Head Observation package“ verwendet.

Das Modell rechnet mit einem „Mesh“ in einer Kachelgröße von 0,25 m und in den Einheiten Meter, Tagen und Gramm. Die Berechnungen des Modells wurde mit dem „Layer Property Flow package“ (LPF) und dem „Preconditioned Conjugate Gradient package“ (PCG) durchgeführt.

### ***Parametrisierung des Modells***

In Tabelle 1 sind die gesetzten Parameter für beide Layer dargestellt. Der Weißtorf, Layer 1, ist durchschnittlich 1,28 m mächtig und der Schwarztorf, Layer 2, 2,47 m. Die Leitfähigkeit für den Weißtorf wurde durch die Bohrlochmethode ermittelt und lag für das Jahr 2019 zwischen 3 m/d und 13 m/d. Die Leitfähigkeit für Layer 2 wurde nach Bodenkundlicher Kartieranleitung (AG Boden, 2005) für Torfe mit einem hohen Zersetzungsgrad (z4 bis z5) und einem hohen Substanzvolumen geschätzt. Der Initial Head entspricht dem

gemessenen Wasserstand der Messstellen Trans\_1, Trans\_2 und UF vom 1.1.2019. Specific Storage (definiert als das Verhältnis von freiwerdendem oder aufgenommenem Wasservolumen zum Gesamtvolumen unter Berücksichtigung der entsprechenden Zu- oder Abnahme des Drucks) und Specific yield (kleiner oder gleich der effektiven Porosität, beschreibt das Verhältnis des Wasservolumens, welches durch Gravitation aus einer gesättigten Probe entweicht) entsprechen keinen realen Werten und wurden während der Kalibration heruntergesetzt. Vertical und Horizontal Anisotropy wurden auf Modflow Standardeinstellung belassen.

Die Leitfähigkeit der GHB-Randbedingung, welche die Drainage simulieren, wurde angepasst. Für den modellierten Zeitraum beträgt die Leitfähigkeit 0,05 m/d. Die Leitfähigkeit der anderen Druck-Randbedingungen wurde auf 0,13 m/d gesetzt.

Im dargestellten Rechendurchlauf wurde die vertikale Leitfähigkeit mit einem Faktor 3 versehen.

Tabelle 1: Parametrisierung für jeden Layer im Modell zu D-05.

	Layer 1	Layer 2
Horizontale Leitfähigkeit Kx	0,075 m/d	0,01 m/d
Horizontale Leitfähigkeit Ky	0,075 m/d	0,01 m/d
Vertikale Leitfähigkeit Kz	0,225 m/d	0,01 m/d
Modflow Initial Head	9,44 mNN	9,44 mNN
Specific Storage	1E-8 [-]	1E-10 [-]
Specific Yield	0,01 [-]	0,005 [-]
Vertical Anisotropy	If((Kz = 0), 0, (Kx / Kz)	If((Kz = 0), 0, (Kx / Kz)
Horizontal Anisotropy	If((Kx = 0), 1, (Ky / Kx)	If((Kx = 0), 1, (Ky / Kx)

## **Ergebnisse**

Abbildung bis Abbildung zeigen die modellierten Wasserstände gegenüber den gemessenen Wasserständen. Das Modell bildet die Dynamik der gemessenen Wasserstände aller drei Messstellen mäßig gut ab. Die Unterschiede zwischen dem Sommer- und dem Winterhalbjahr sowie die Monate mit starkem Abfallen oder Ansteigen der Wasserstände werden widergegeben. Allerdings werden die gemessenen Tiefstwasserstände im Modell-

zeitraum durch das Modell überschätzt. Die Differenz zwischen gemessenen und modellierten Werten beträgt im Sommerhalbjahr ca. -0,05 bis zum Teil -0,2 m. Das Modell simuliert für die Sommermonate einen zu hohen Wasserstand. Im November und Dezember des Modelzeitraums werden die gemessenen Wasserstände vom Modell unterschätzt. Durch wiederholtes Rechnen des Modells und Veränderung einiger Parameter hat sich gezeigt, dass die Leifähigkeiten der GHB-Randbedingung für die Drainage, die Specific Storage, der Specific Yield und das Verhältnis von vertikaler zu horizontaler Leifähigkeit Einfluss auf die Modellergebnisse haben. Wird die Leitfähigkeit der GHB-Randbedingung der Drainagen heraufgesetzt, ergeben sich höhere Wasserstände im Modell im Vergleich zu den gemessenen Werten. Grund dafür dürfte ein zu starker Einfluss der GHB-Randbedingung auf das Modell im Allgemeinen sein. Die Drücke der GHB-Randbedingung gelten für jede Zelle des Layer 1, die vom entsprechenden Objekt geschnitten wird. Die Oberfläche, mit der die im Modell betrachteten Zellen an benachbarte Zellen grenzen, ist deutlich größer als die Oberfläche der Drainagerohre im betrachteten Bodenvolumen. Dieser Modelleffekt verursacht einen höheren Fluss, indem bei gleicher Leitfähigkeit (0,075 m/d) eine größere durchflossene Fläche in die Berechnungen eingeht. Das Modell unterschätzte in diesem Fall die Sommerwasserstände, da sich infolge höherer Flussraten die Wasserstände im Torf und im Dränrohr/Graben schneller ausgleichen.

Die dargestellten Ergebnisse entsprechen dem bisher besten erzielten Rechendurchlauf. Die Qualitätskontrolle erfolgte durch Berechnung des root mean squared error (RMSE) und des Nash-Sutcliff efficiency coefficient (NSE). Der RMSE ist eine Maßzahl zur Bewertung der Prognosegüte der simulierten Werte gegenüber den gemessenen Werten und beschreibt je näher an 0 liegend eine gute Datenanpassung. Der NSE beschreibt je näher an 1 liegend die Vorhersagefähigkeit der simulierten Werte gegenüber den gemessenen Werten. Die Kalibrationsmessstellen befinden sich innerhalb der Unterflurbewässerung zwischen zwei Drainagen. Die räumliche Nähe zur GHB-Randbedingung führt zu einer Kalibrierung des Modells, welche am ehesten den Druckbedingungen der jeweiligen Messstellen entspricht. Anfang Oktober zeigen die simulierten Wasserstände, bedingt durch Niederschlag, eine Wasserstandspitze mit unrealistischer Höhe. Die im Modell eingestellte Porosität für den 1. Layer ist zu gering, um das Wasser im Modell aufzunehmen. Die Folge ist simulierter Überstau. Die Drücke für den Tag 03.03.2019 und 03.09.2019 sind in Abbildung und Abbildung exemplarisch in müNN dargestellt. Diese simulierten Drücke wurden mit der Geländeoberkante des DGM1 verrechnet und sind für den 03.03.2019 und 03.09.2019 in Abbildung und Abbildung dargestellt.

# Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

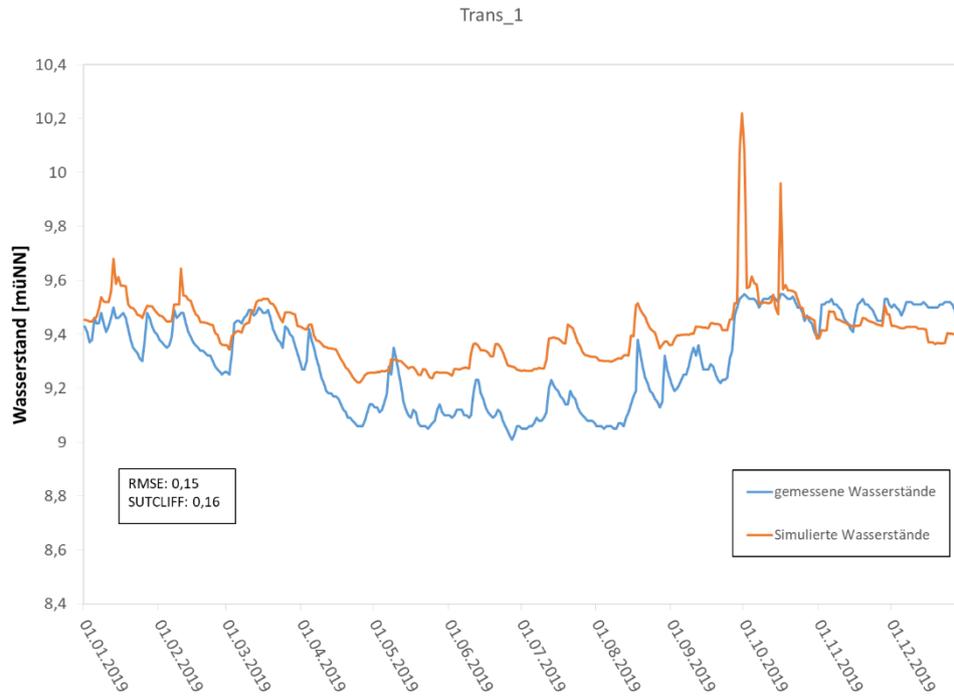


Abbildung 22: Gemessene Wasserstände gegenüber simulierten Wasserständen der Messtelle Trans\_1.

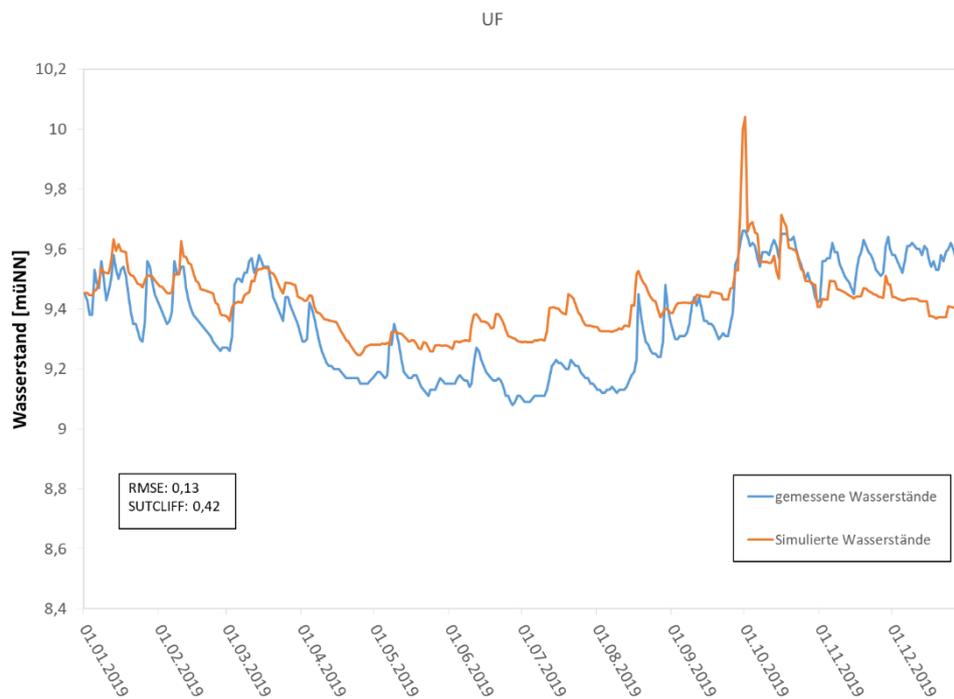


Abbildung 23: Gemessene Wasserstände gegenüber simulierten Wasserständen der Messtelle UF.

# Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

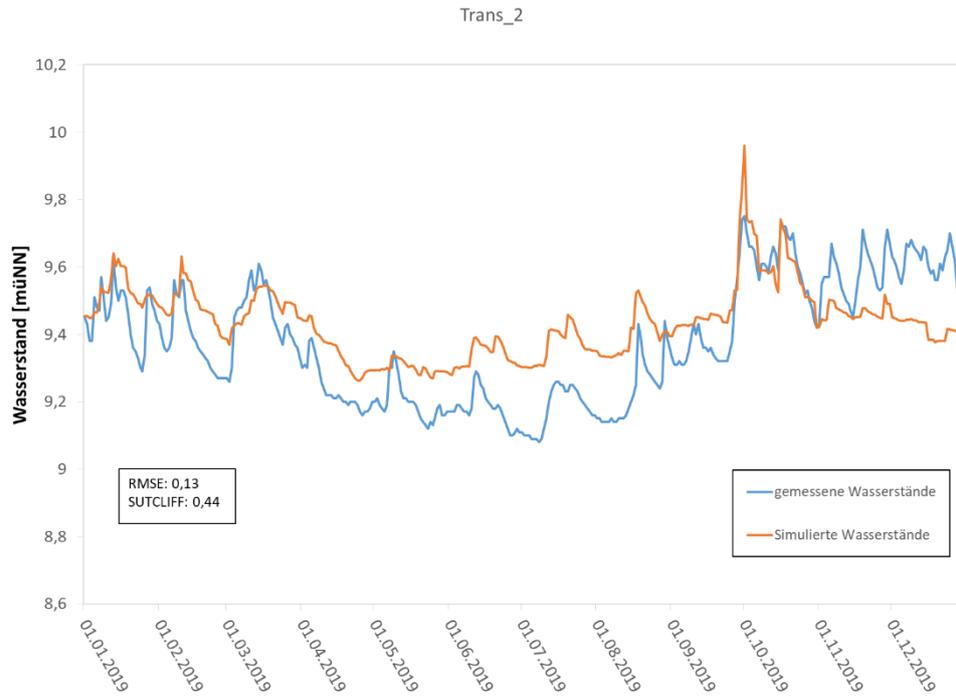


Abbildung 24: Gemessene Wasserstände gegenüber simulierten Wasserständen der Messtelle Trans\_2.

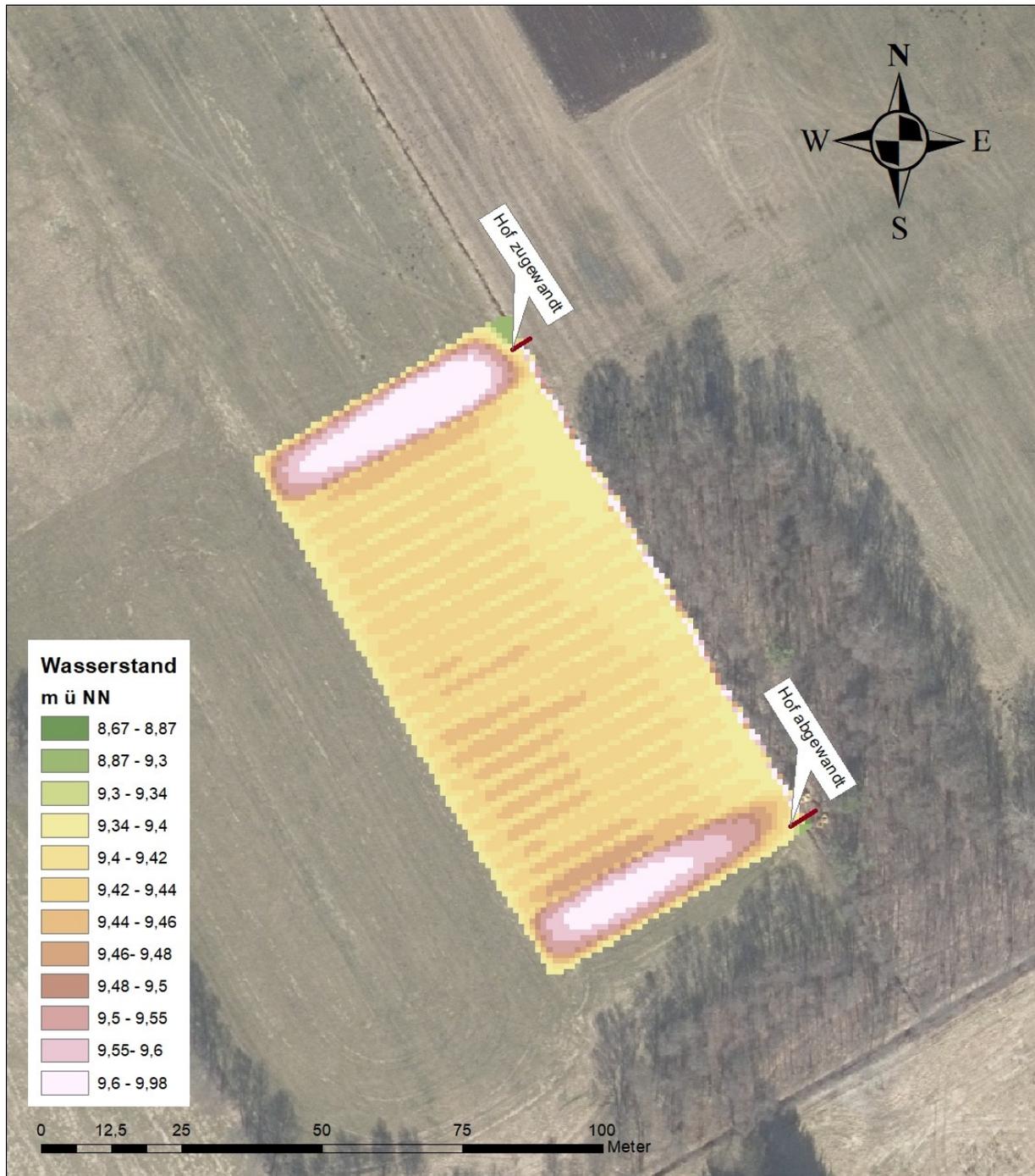


Abbildung 25: Darstellung der Wasserstände des 03. März 2019 in m ü. NN.

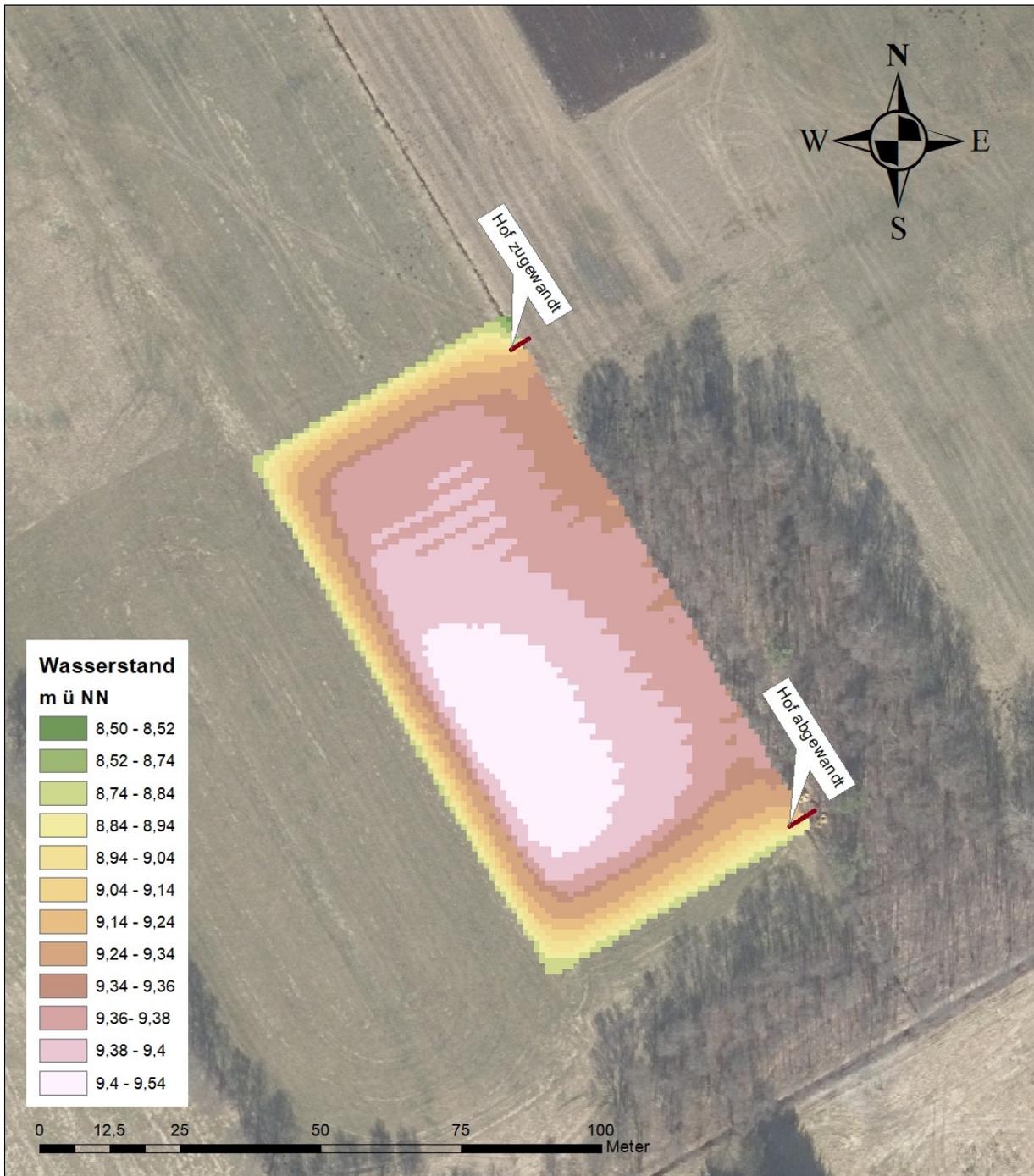


Abbildung 26: Darstellung der Wasserstände des 03. September 2019 in m ü. NN.

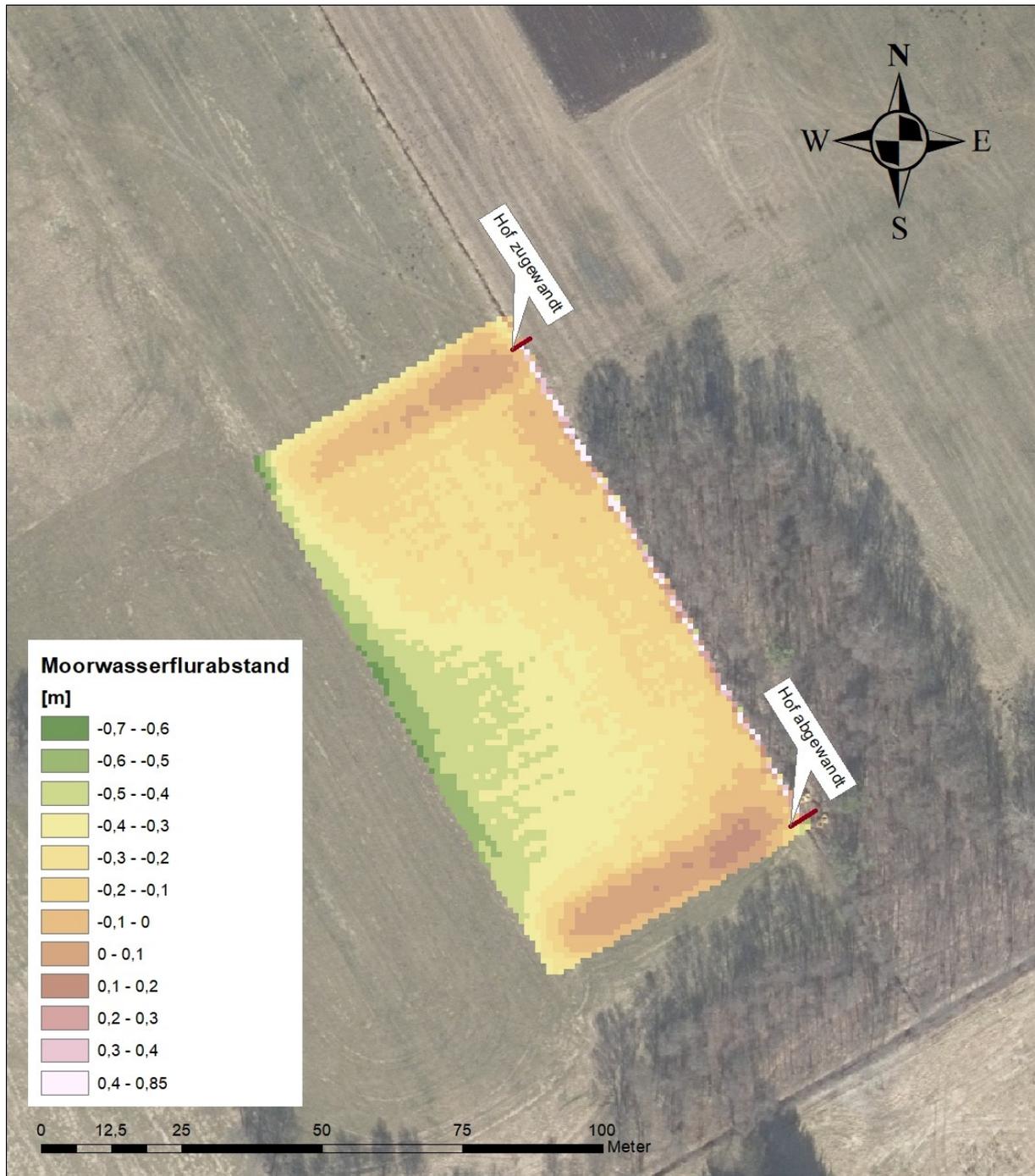


Abbildung 27: Simulierte Wasserstände in Bezug auf DGM\_1 in m unter GOK für den 03. März 2019.

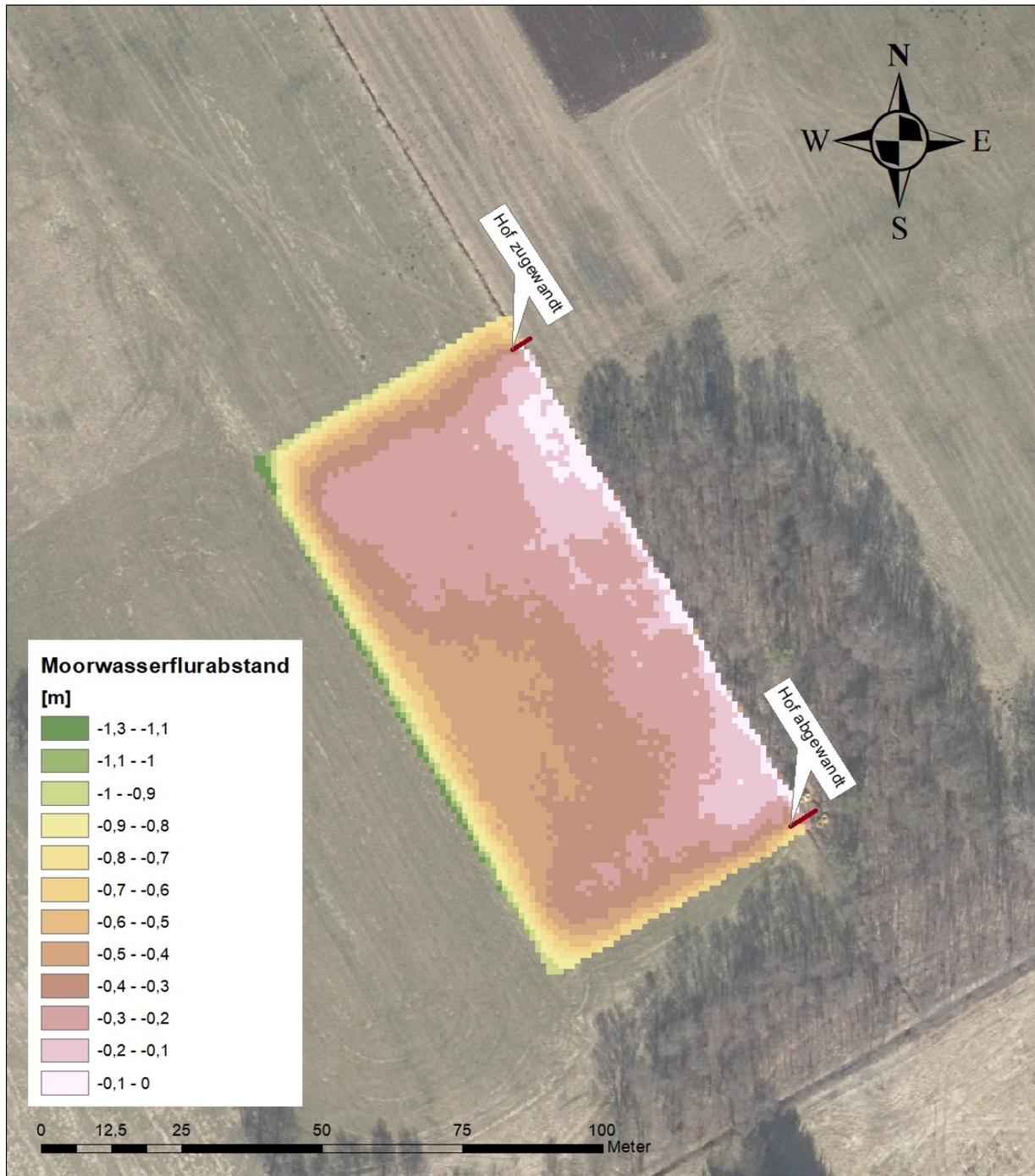


Abbildung 28: Simulierte Wasserstände in Bezug auf DGM\_1 in m unter GOK für den 03. September 2019.

#### **4.6.2 Modell zum Demonstrationsversuch D-04 (regionaler Ansatz)**

##### ***Modellerstellung***

Es wurde ein instationäres, hydrologisches Modell des Modelversuchs D-04 und des umliegenden Grünlands erstellt. Als Input-Daten wurden Tagesmittel von 20.06.2017 bis 27.09.2017 aus Niederschlag, Verdunstung und auf D-04 und in der Umgebung gemessene Graben- und Torfwasserstände (m ü. NN) genutzt. Die Daten für Niederschlag und Verdunstung nach Haude stammen von der DWD-Station 704 Bremervörde. Das Modell besteht aus zwei Schichten, einer oberen, die der Weißtorfschicht, und einer unteren, die der Schwarztorfschicht entspricht. Als Datengrundlage der Schichtmächtigkeiten wurde auf Bohrungen der Revisionsbohrung 2008 aus der Bohrdatenbank des LBEG und eignen Bohrungen zurückgegriffen und mit ArcGis ein Schichtenmodell interpoliert. Durch Verrechnung mit dem DGM 1 wurden die Tiefenlage und die Schichtmächtigkeiten für das Modell bezogen auf die absolute Geländehöhe (in m ü. NN) parametrisiert. Abbildung 29 stellt die für das Modell zum Demonstrationsversuch D-04 (regionaler Ansatz) relevanten Observationsmessstellen, Bohrungspunkte und Randbedingungen dar.



Abbildung 29: Für das Modell Demonstrationsversuch D-04 (regionaler Ansatz) relevante Observationsmessstellen, Bohrungspunkte und Randbedingungen.

Für die östlich und westlich verlaufenden Gräben wurde im Modell die General Head Boundary Randbedingung (GHB-Randbedingung) eingestellt. Die nördliche GHB-Randbedingung wurde über die gesamte Länge mit den Wasserständen der Messstelle F4 versehen. Als Input-Daten wurden für den Grabeneinstau die entsprechenden Daten des Grabenpegels GA als Tagesmittel verwendet. Für die Input-Daten der GHB-Randbedingung

unterhalb des Wehrs wurden Tagesmittel der Grabenwasserstände des Pegels GK genutzt. Die GHB-Randbedingung für Graben\_Anstau und Graben\_Kontrolle gelten nur für Layer 1 (Weißtorfschicht). Alle anderen Druck-Randbedingungen gelten für Layer 1 und 2. GHB-Randbedingungen wurden neben dem Druck pro Zeitschritt auch mit einer gesättigten Wasserleitfähigkeit versehen.

Als atmosphärische Randbedingungen sind über die Verwendung des „evapotranspiration package“ und des „recharge package“ Niederschlags- und Verdunstungsdaten (Haude) der Wetterstation Bremervörde des DWD in das Modell eingeflossen. Die atmosphärischen Randbedingungen gelten für das ganze Modell.

Anhand der Messstellen Trans\_1, Trans\_2, Trans\_3, AO, KO, KW, F1 und F2 wurde das Modell kalibriert. Für die Qualitätskontrolle wurde das „Head Observation package“ verwendet und Gemessene Wasserstände mit simulierten Wasserständen zu den entsprechenden Zeitschritten miteinander verglichen.

Das Modell rechnet mit einem „Mesh“ in einer Kachelgröße von 10 m und in den Einheiten Meter, Tagen und Gramm. Die Berechnungen des Modells wurde mit dem „Layer Property Flow package“ (LPF) und dem „Preconditioned Conjugate Gradient package“ (PCG) durchgeführt.

### ***Parametrisierung***

In Tabelle 2 sind die gesetzten Parameter für beide Layer dargestellt. Der Weißtorf, Layer 1, ist im Modellraum durchschnittlich 0,89 m und der Schwarztorf, Layer 2, 1,88 m mächtig. Die Leitfähigkeit für den Weißtorf wurde während der Kalibrierung des Modells auf 0,5 m/d gesetzt. Die Leitfähigkeit für den Schwarztorf wurde während der Kalibrierung des Modells auf 0,03 m/d angepasst. Der Initial Head wurde anhand der Wasserstände der Messstellen im Modellgebiet und der mittleren Mächtigkeit des Weißtorfes geschätzt und mit einem hydraulischen Druck der Schichtgrenze Weißtorf-Schwarztorf plus 30 cm Wassersäule definiert. Daraus resultiert, unter der Annahme eines am 20.06.2017 mit Wasser gesättigten Schwarztorf, ein hydraulischer Druck entsprechend der Schwarztorfmächtigkeit addiert mit 0,3 m Wassersäule für die Berechnung des ersten Zeitschritts im gesamten Modellraum. Specific Yield und Specific Storage repräsentieren keine realen Werte und wurden während der Kalibration angepasst. Vertical und Horizontal Anisotropy wurden auf Modflow Standardeinstellung belassen.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Die Leitfähigkeit der GHB-Randbedingung, welche die Gräben am östlichen und westlichen Rand des Modellraums simulieren, wurde angepasst. Für den modellierten Zeitraum beträgt die Leitfähigkeit 0,06 m/d.

Tabelle 2: Parametrisierung für jeden Layer im Modell zu D-04.

	<b>Layer 1</b>	<b>Layer 2</b>
Horizontale Leitfähigkeit Kx	0,5 m/d	0,03 m/d
Horizontale Leitfähigkeit Ky	0,5 m/d	0,03 m/d
Vertikale Leitfähigkeit Kz	0,5 m/d	0,03 m/d
Modflow Initial Head	Layer 2 + 0,3 mNN	Layer 2 + 0,3 mNN
Specific Storage	0,068 [-]	0,058 [-]
Specific Yield	0,8 [-]	0,04 [-]
Vertical Anisotropy	If((Kz = 0), 0, (Kx / Kz))	If((Kz = 0), 0, (Kx / Kz))
Horizontal Anisotropy	If((Kx = 0), 1, (Ky / Kx))	If((Kx = 0), 1, (Ky / Kx))

### **Ergebnisse**

Abbildung 30 bis Abbildung 33 zeigen die modellierten Wasserstände gegenüber den gemessenen Wasserständen. Das Modell bildet die Dynamik der gemessenen Wasserstände nur mäßig ab. Die Definition des Initial Head erwies sich lediglich für die Messstelle F1 als plausibel. Die anderen Messstellen ergeben zu Beginn der Modellrechnung entweder überschätzte oder unterschätzte Wasserstände. Die Simulation scheint mit Blick auf die Messstelle F1 zu Beginn der Zeitreihe qualitativ besser zu sein, als im gesamten Rest der Zeitreihe. Daher wurde zur Visualisierung der Flächenwasserstände der 10. Zeitschritt, welcher dem 29.06.2017 entspricht, ausgewählt. Das Modell überschätzt die gemessenen Wasserstände, besonders Tiefstwasserstände, zum Teil gravierend. Als besonders sensitive Parameter haben sich während der Kalibration Specific Yield und Specific Storage herausgestellt und weniger die gesättigte Leitfähigkeit von Layer 1 und Layer 2. Unterschreitet die Leitfähigkeit des Layer 2 den Wert 2 m/d errechnet das Modell für einige Bereiche nicht darstellbare Wasserstände (Artefakte).

Die beste Anpassung simulierter gegenüber gemessener Wasserstände über die ganze Zeitreihe zeigt Abbildung 31 an der Messstelle Trans\_2. Es wurde keine Anpassung ähnlicher Qualität an weiteren Messstellen erreicht. Da mit einem 10 m Mesh gerechnet wurde,

sei hervorgehoben, dass sich die Messstellen Trans\_1 und Trans\_2 in derselben Kachel befinden. Für die Messstelle Trans\_1, welche nur einige Meter vom Graben\_Anstau entfernt lag, ergeben die simulierten Werte keine gute Anpassung des Modells. An dieser Stelle müsste bei weiteren Modellrechnungen die räumliche Diskretisierung verfeinert werden.

Die räumlich dargestellten simulierten Wasserstände in Abbildung 34, Abbildung 35 und Abbildung 36 zeigen, dass besonders im Westen und Südosten des Modells die Wasserstände höher sind, als im Zentrum des Modellbereichs. Bezüglich des westlichen Bereichs im Modell sollte die nördliche Randbedingung angepasst werden, da es in diesem Bereich real zu Abflüssen aus dem Modellgebiet in nördliche Richtung kommt, welche das Modell derzeit nicht abbildet. Der südöstliche Bereich scheint zumindest zu Beginn der Simulation noch realistische Wasserstände zu ergeben.

Das Modell sollte für das Erreichen besserer Ergebnisse mit weiteren GHB-Randbedingungen, wie z.B. weiteren Gräben innerhalb des Modellgebiets ausgestattet werden. Die dargestellte Zeitreihe entspricht nicht der Länge der verfügbaren Eingangsdaten. Das Modell kann derzeit nur Sommerperioden abbilden. Berechnungen mit längeren Zeitreihen zeigten, dass es für Winterhalbjahre deutlich Überstau simuliert (nicht abgebildet). Dies ist darin begründet, dass das Modell keinen Oberflächenabfluss simulieren kann. Es wäre möglich das Modell mit einem „imaginären“ Layer, mit sehr hoher Leitfähigkeit, oberhalb des Layer 1 auszustatten.

Für die Berechnung der Flächenwasserstände muss der gesamte Messzeitraum entsprechend der Abnahme der Geländehöhe zerlegt werden, da es mit der verwendeten Software nicht möglich ist während eines Modelldurchlaufs durch Sackung veränderte Geländehöhen mit ein zu beziehen.

# Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

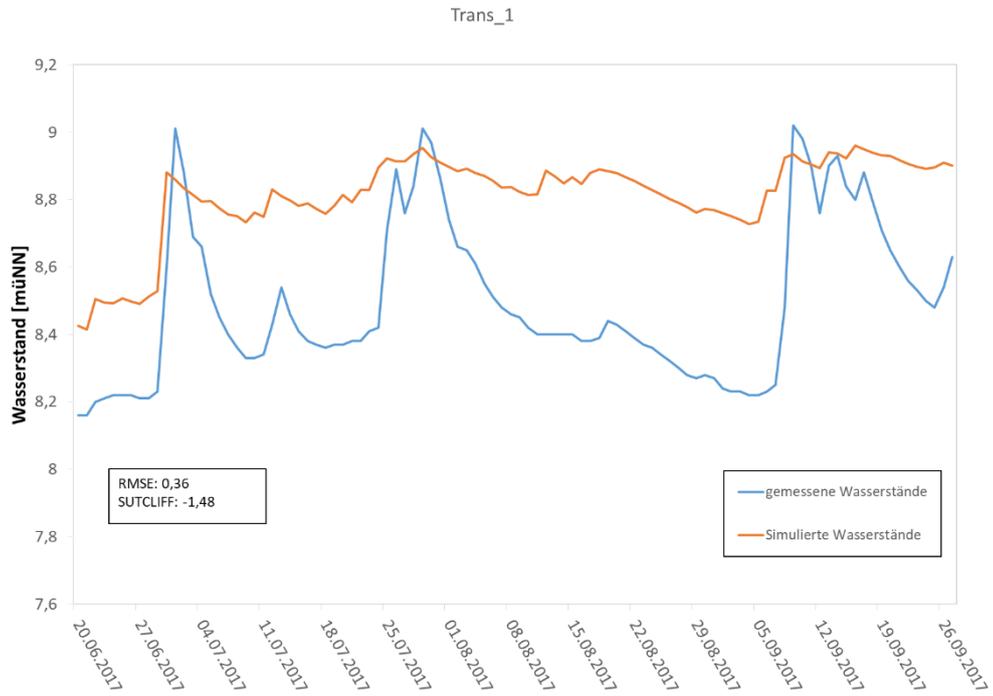


Abbildung 30: Gemessene Wasserstände gegenüber simulierten Wasserständen der Messtelle Trans\_1.

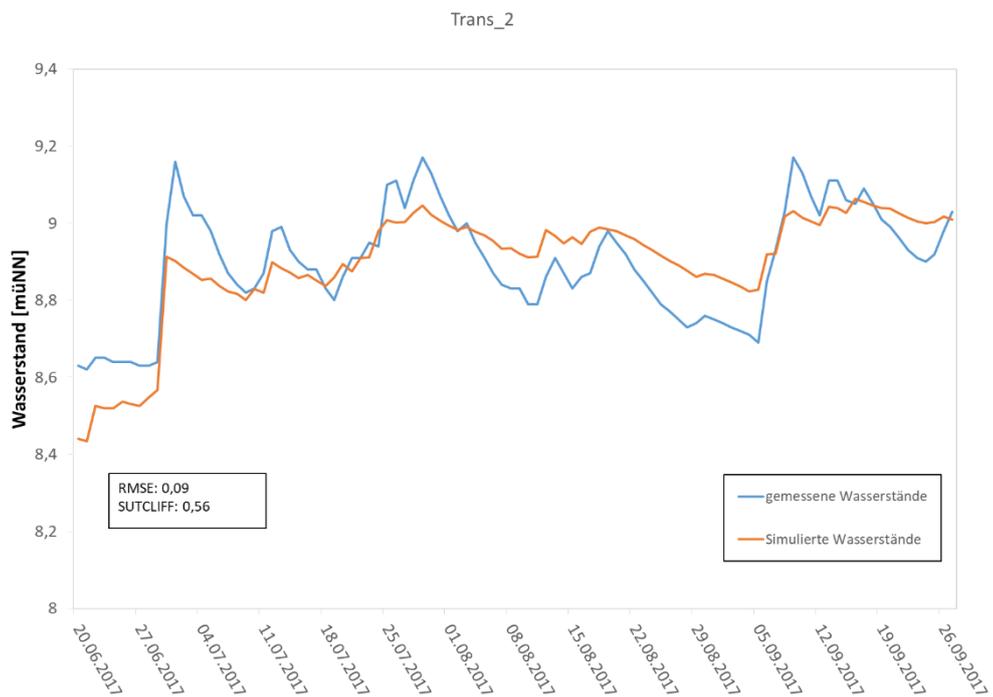


Abbildung 31: Gemessene Wasserstände gegenüber simulierten Wasserständen der Messtelle Trans\_2.

# Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“



Abbildung 32: Gemessene Wasserstände gegenüber simulierten Wasserständen der Messtelle F1.

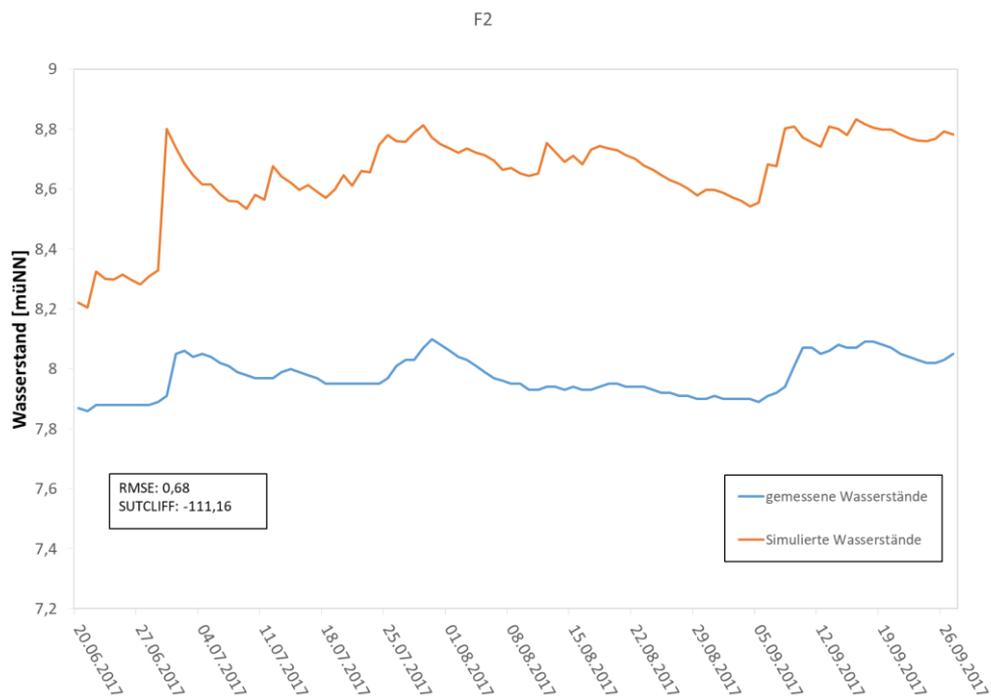


Abbildung 33: Gemessene Wasserstände gegenüber simulierten Wasserständen der Messtelle F2.

# Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

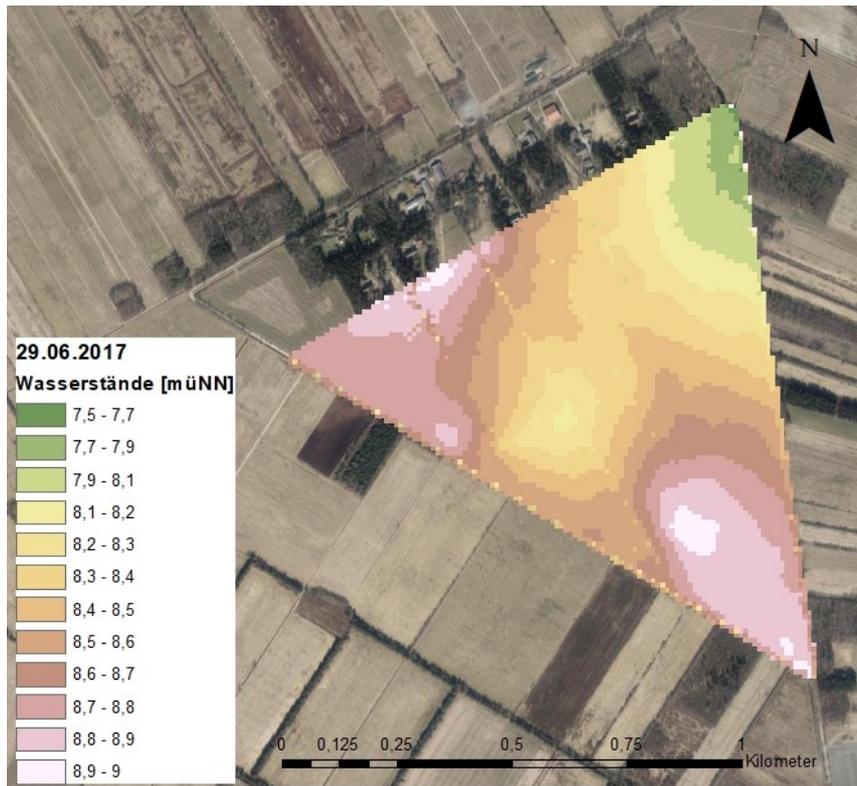


Abbildung 34: Simulierte Wasserstände am 29.06.2017.

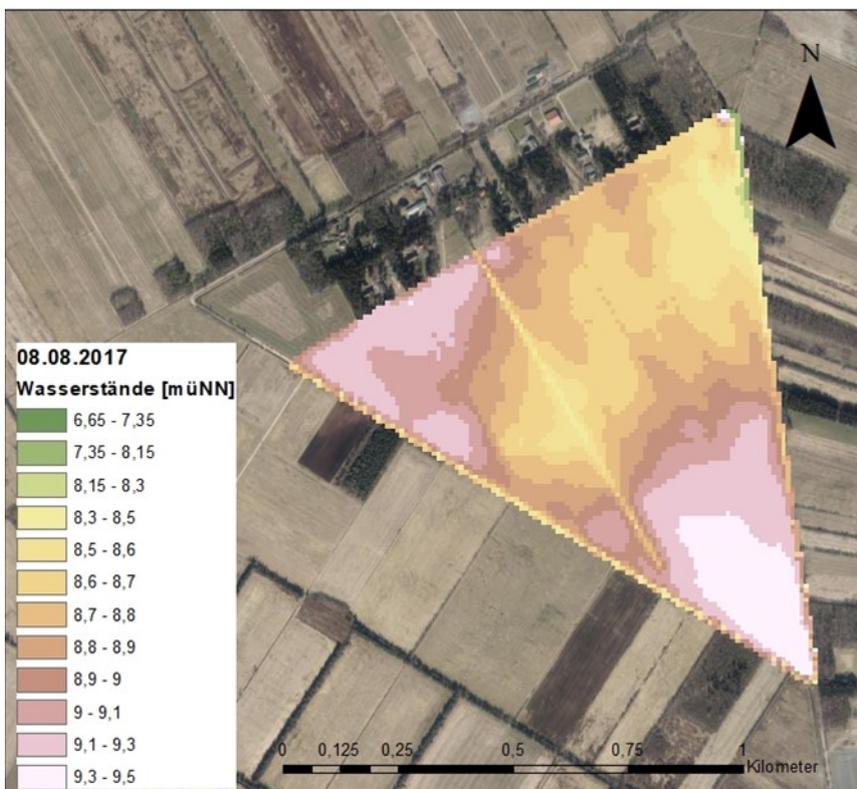


Abbildung 35: Simulierte Wasserstände am 08.08.2017.

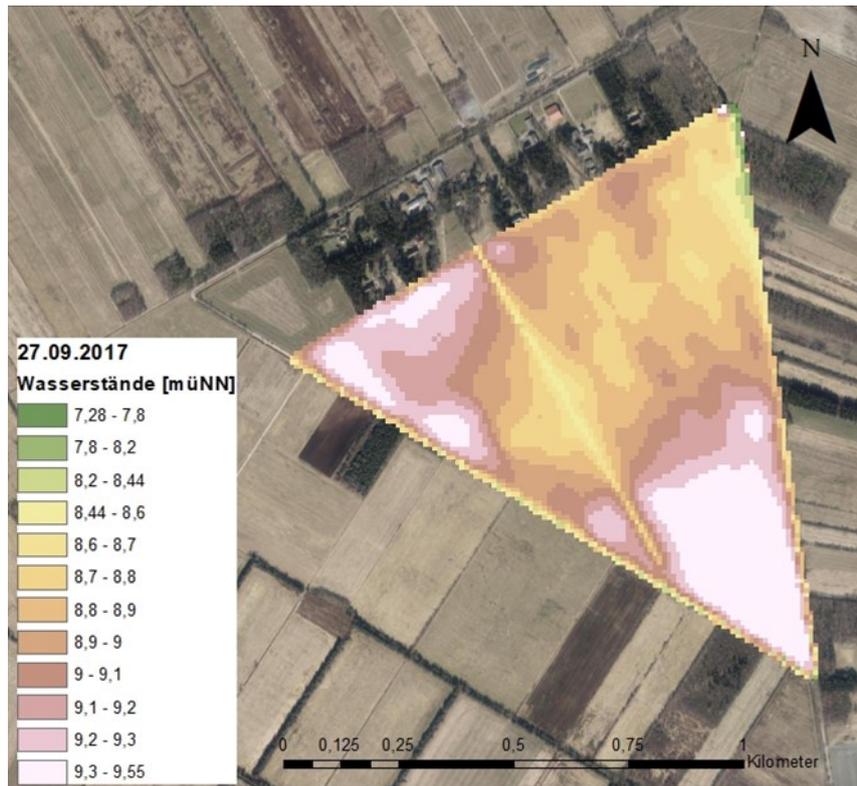


Abbildung 36: Simulierte Wasserstände am 27.09.2017.

#### 4.7 AP 7 - Ermittlung der Treibhausgasemissionen

Es sollte eine Karte der Treibhausgasemissionen für das Projektgebiet erstellt werden. Da die Emissionen auch nicht ansatzweise flächendeckend gemessen werden können, müssen sie anhand vorliegender kartographischer Informationen geschätzt werden. Hierbei wurden folgende Informationen bezogen auf das Projektgebiet verarbeitet:

- Karte der kohlenstoffreichen Böden mit Klimaschutzfunktion im Maßstab 1:50.000 ohne Gebiete mit einem Versiegelungsgrad über 30 %. Im Projektgebiet ist vor allem die Bodenkategorie „Hochmoor“, in geringerem Umfang auch Niedermoor und Moor-gley relevant.
- Landnutzung auf Grundlage des Basis-DLM im Maßstab 1:25.000. Folgende Landnutzungen werden ausgewiesen:
  - Ackerland: VEG01\_F\_Landwirtschaft; AX\_Landwirtschaft; VEG=1010, 1030, 1031, 1050
  - Grünland: VEG01\_F\_Landwirtschaft; AX\_Landwirtschaft; VEG=1020
  - Forst: VEG02\_Forstwirtschaft; AX\_Wald; VEG=alle

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

- offene/halboffene Moorlandschaft: VEG03\_F\_Vegetationsflaechen; AX\_Moor, AX\_Gehoelz, AX\_Heide
- Sonstiges: SIE02\_F\_baul\_gepr\_Flaechen: AX\_TagebauGrubeSteinbruch; AGT=4010; AX\_UnlandVegetationsloseFlaeche; AX\_UnlandVegetationsloseFlaeche
- Gewässerbereiche werden nicht bewertet.
- Naturschutzgebiete
- Emissionsfaktoren nach Boden/Moortyp und Nutzung gemäß Anlage 2 der Richtlinie „Klimaschutz durch Moorentwicklung“ (MU, 2015)

Da eine flächendeckende Karte der Biotoptypen für das Projektgebiet nicht vorlag, wurden vereinfachte Annahmen zum Zustand der Vegetation getroffen. So wurde Grünland (nach ATKIS) im Naturschutzgebiet generell als „extensiv, feucht“ eingestuft und mit dem Emissionsfaktor 11 t CO<sub>2</sub>-Äq./ha/Jahr bewertet.

Abbildung 37 gibt einen Überblick über die flächenspezifischen Treibhausgasemissionen im Projektgebiet. Die höchsten Emissionen werden bei Ackernutzung beobachtet, wobei die Karte nur die Flächennutzung im Jahr der ATKIS-Erhebung widerspiegelt. Die roten Flächen geben dabei vor allem den relativen Anteil der ackerbaulich genutzten Flächen wider, die flächenscharfe Zuordnung kann sich aber von Jahr zu Jahr ändern, da häufig zwischen Acker- und Grünlandnutzung gewechselt werden kann. Dies gilt v.a. für den Umbruch von Grünland im Abstand von 5 Jahren zur Erhaltung des Ackerstatus sowie für eine Wechsellnutzung von Grünland und Ackerland zur Einhaltung von Fruchtfolgeanforderungen beim Anbau von Moorkartoffeln. Orange kennzeichnet die Emissionen des Moorgrünlandes. Die niedrigsten Emissionen treten auf Forstflächen und renaturierten Abtorfungsflächen auf, die nach Abschluss der Rohstoffgewinnung wiedervernässt wurden, v.a. im Gnarrenburger Moor aber auch im Bereich von Barkhausen und Kolheim. Auch aktuell abgetorfte Flächen weisen aufgrund der abgetragenen Vegetation und der hohen Trockenheit geringe Emissionen auf der Fläche auf (siehe auch MU, 2015). Weiße Flächen sind entweder versiegelt (Versiegelungsgrad über 30 %), Gewässer oder keine kohlenstoffreichen Böden mit Bedeutung für den Klimaschutz.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

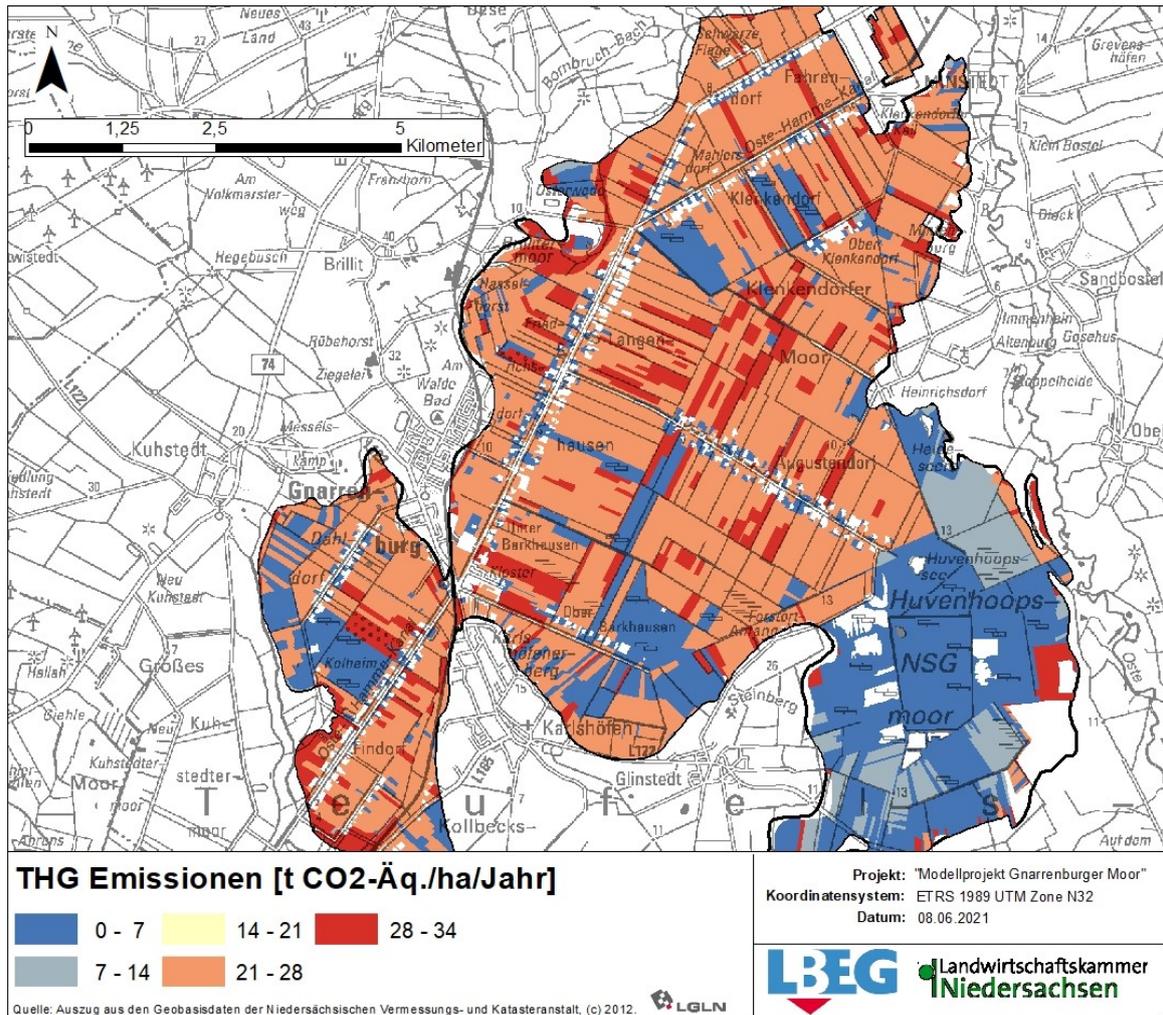


Abbildung 37: Karte der Treibhausgasemissionen im Projektgebiet (Originalmaßstab 1:100.000).

Die Verteilung der Standorte im Projektgebiet nach Boden und Nutzung ergibt sich aus Tabelle 3. Danach dominieren Hochmoorstandorte mit knapp 98 %. Die Ackernutzung macht ca. 10 %, die Grünlandnutzung 63 % aus. Forst nimmt einen Anteil von 3 %, offene/halboffene Moorlandschaften von 11 % ein. Unter Sonstiges findet man auch die Flächen, die nach ATKIS abgetorft werden.

Tabelle 3: Flächen in ha nach Boden- und Nutzungskategorie.

<b>Fläche (ha)</b>	<b>Hoch- moor</b>	<b>Nieder- moor</b>	<b>Moor- gley</b>	<b>Summe (Nutzung)</b>
Ackerland	642	8	9	<b>659</b>
Forst	219	4	4	<b>227</b>
Grünland	4.018	90	18	<b>4.126</b>
offene/halboffene Moor- landschaft	688	6	1	<b>695</b>
Sonstiges	831	0	0	<b>832</b>
<b>Summe (Boden)</b>	<b>6.399</b>	<b>109</b>	<b>31</b>	<b>6.539</b>

Die Treibhausgasemissionen für das Projektgebiet werden auf gut 133.000 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr geschätzt (Tabelle 4). Aufgrund des hohen Flächenanteils werden 77 % davon durch die Grünlandnutzung und 16 % durch Ackernutzung verursacht. Weitere Nutzungen und Naturschutzflächen spielen mit einem Anteil von insgesamt 7 % eine untergeordnete Rolle.

Tabelle 4: Treibhausgasemissionen nach Boden- und Nutzungskategorie.

<b>Treibhausgasemissionen (t CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr)</b>	<b>Hoch- moor</b>	<b>Nieder- moor</b>	<b>Moor- gley</b>	<b>Summe (Nutzung)</b>
Ackerland	21.192	281	296	<b>21.768</b>
Forst	1.534	56	53	<b>1.643</b>
Grünland	99.785	2.785	551	<b>103.121</b>
offene/halboffene Moor- landschaft	3.426	46	10	<b>3.483</b>
Sonstiges	3.458	4	1	<b>3.463</b>
<b>Summe (Boden)</b>	<b>129.396</b>	<b>3.171</b>	<b>911</b>	<b>133.478</b>

Da im Rahmen des Modellprojektes Demonstrationsflächen zur Wasserregulierung lediglich in geringem Flächenumfang eingerichtet worden sind, kann eine nennenswerte Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht erreicht werden.

Während der Projektlaufzeit ist eine novellierte Düngeverordnung (DüV, 2020) in Kraft getreten, die für Hochmoorstandorte bei der Düngebedarfsermittlung einen Abschlag für die Stickstoffnachlieferung aus dem Bodenvorrat von 50 kg Stickstoff von den ertragsabhängigen Stickstoffbedarfswerten vorsieht. Nach Leppelt et al. (2014) sind die Lachgasemissionen abhängig von der Stickstoffdüngung. Eine Minderung der Stickstoffdüngung um 50 kg N/ha/Jahr führt nach ihren Berechnungen zu einer Minderung der Lachgasfreisetzung, unter Berücksichtigung der Klimarelevanz von Lachgas, von 1,9 t CO<sub>2</sub>-Äq./ha/Jahr. Infolge der intensiven Beratung im Gebiet, unterstützt durch die moorspezifische Beratung durch die Projektmitarbeiterin, kann davon ausgegangen werden, dass diese Gesetzesanforderung auch umgesetzt wurde. Einerseits haben einige Landwirte bereits vor der Gesetzesumstellung weniger gedüngt (Extensivgrünland), so dass hier kein Einsparpotenzial realisiert werden konnte. Andererseits wurde der Aspekt der bedarfsgerechten Düngung durch die Beratung deutlich stärker thematisiert und auch die N-Fixierung durch Leguminosen beim Düngebedarf in Abzug gebracht. Eine Minderung im o.a. angenommenen Umfang ist daher plausibel. Für die landwirtschaftlich genutzte Fläche bedeutet dies eine Minderung um 9.090 t CO<sub>2</sub>-Äq./Jahr oder 7 % bezogen auf den Ausgangszustand. Der Wert ist allerdings mit einer hohen Ungenauigkeit behaftet, da Lachgasemissionen vielfältigen Einflussfaktoren unterliegen und nur schwer vorherzusagen sind.

### **4.8 AP 8 - Gebietskonzept zur optimierten Wasserführung**

Für die Umsetzung von Maßnahmen des Wassermanagements sind Einzelflächen nur bedingt geeignet. Deshalb ist häufig ein gebietsbezogenes Wassermanagement erforderlich. Hierbei müssen standortbezogene und betriebliche Aspekte berücksichtigt werden. Darüber hinaus spielt die Frage der Umsetzung solcher Konzepte eine entscheidende Rolle. Im Rahmen des Modellprojektes wurden hierzu einige Ansätze zusammengetragen, ohne jedoch ein abschließendes Konzept zu erstellen.

#### **4.8.1 Standortbezogene Kriterien**

##### ***Torfmächtigkeiten und -eigenschaften***

Für die Unterflurbewässerung ist eine ausreichende Weißtorfmächtigkeit ein entscheidendes Kriterium. Die Dränrohre dürfen nicht im Schwarztorf verlegt werden, bestenfalls auf der Schwarztorfoberfläche. Eine Weißtorfmächtigkeit von mindestens 50 cm, besser 70 cm, wird als erforderlich angesehen. Diese Voraussetzung ist im zentralen Teil des Gnarrenburger Moors (bis 150 cm), nördlich von Klenkendorf (bis 100 cm) und bei Barkhausen (bis 200 cm) gegeben (Abbildung 8).

##### ***Geländehöhen und hydrologische Kriterien***

Für die Ausweisung von Teilgebieten spielen aus hydrologischer Sicht die zusammenhängenden Einzugsgebiete der Oberflächengewässer und natürliche oder künstlich geschaffene Grenzen (u.a. Moorkanäle und Abtorfungsflächen) eine Rolle. Für Tiefenlagen mit Siedlungen bestehen besondere Herausforderungen zur Vermeidung von Hochwasserereignissen. Die Geländeneigung ist bei der Anlage von Staustufen zu berücksichtigen. Kleinräumige Höhenunterschiede erschweren Vernässungsmaßnahmen, da Teilbereiche zu nass werden können, und dann nicht mehr befahrbar sind oder beweidet werden können, andere dagegen zu trocken, so dass eine ausreichende Klimawirkung erzielt werden kann.

Das Gewässer- und Grabennetz folgt in seiner Fließrichtung der Geländetopografie (Abbildung 15). Die Entwässerung im Gnarrenburger Moor ist im Wesentlichen in Richtung Westen und dann in Richtung Norden oder Süden ausgerichtet, wobei die Wasserscheide Nord-Süd etwa im Bereich der Einmündung des Augustendorfer Kanals in den Oste-Hamme-Kanal liegt.

Abbildung 39 und Tabelle 5 geben einen Überblick über 25 Teilgebiete, die anhand hydrologisch-topographischer Aspekte abgeleitet wurden.

Die Teilgebiete weisen eine Fläche von 3,5 bis 980 ha auf und werden durch Gräben dritter Ordnung in einer Länge von 0-85 km entwässert, die Grabendichte beträgt im Mittel 0,1 km Graben je Hektar. Das größte Teilgebiet „Moor Zentrum“ verfügt über ca. 2 km Ge-

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

wässer 2. Ordnung. Dabei handelt es sich um den Oberklenkendorfer Kanal, welcher nord-östlich in die Oste, und den Graben am Kattschen Weg, welcher südwestlich in den Augustendorfer Kanal entwässert. Für die Region Gnarrenburger Moor üblich sind ausgebaute Kanäle in Siedlungsnähe, welche als Gewässer 2. Ordnung eingestuft sind.

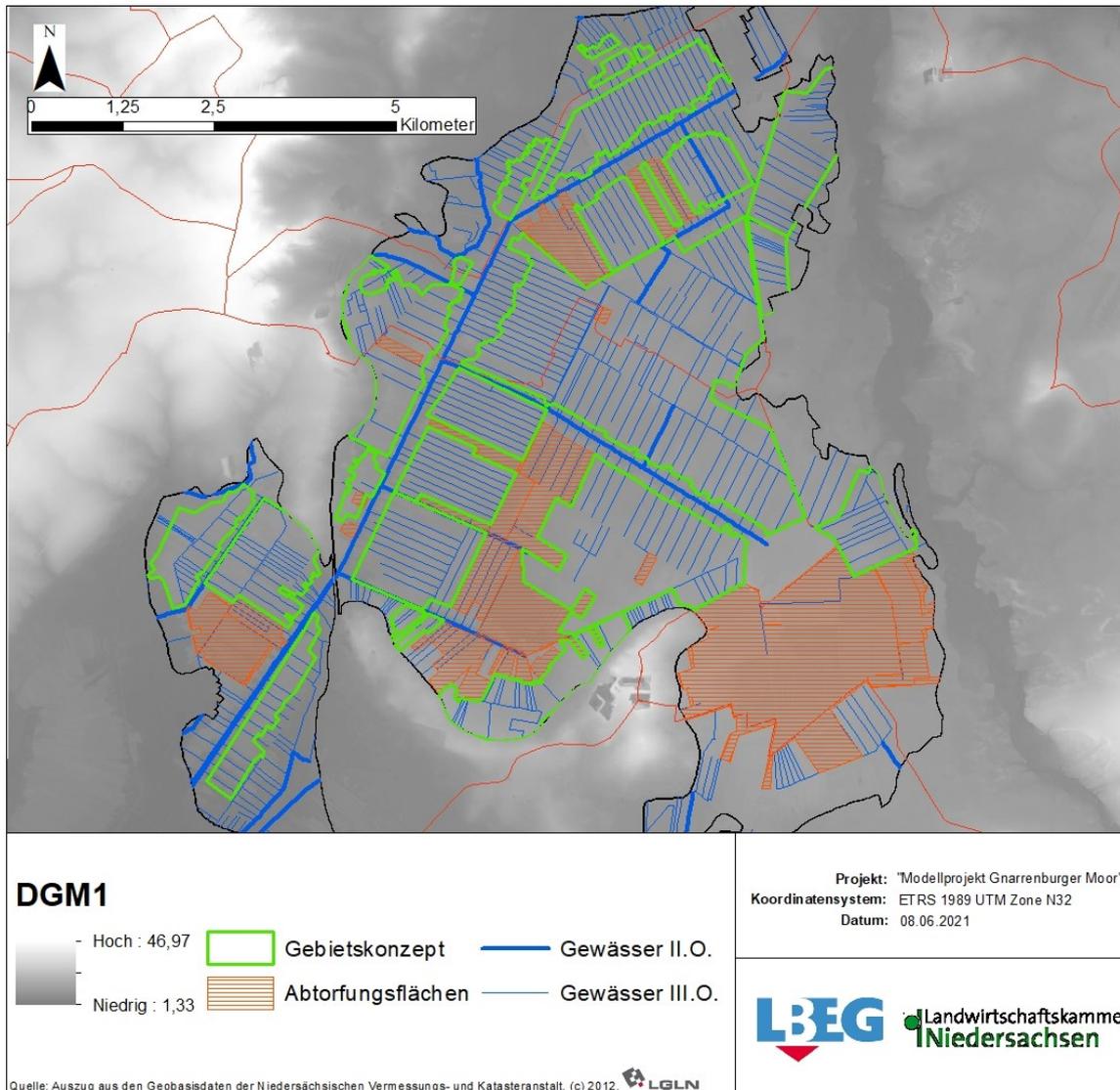


Abbildung 38: Erfassung Teilgebiete im Gnarrenburger Moor.

# Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

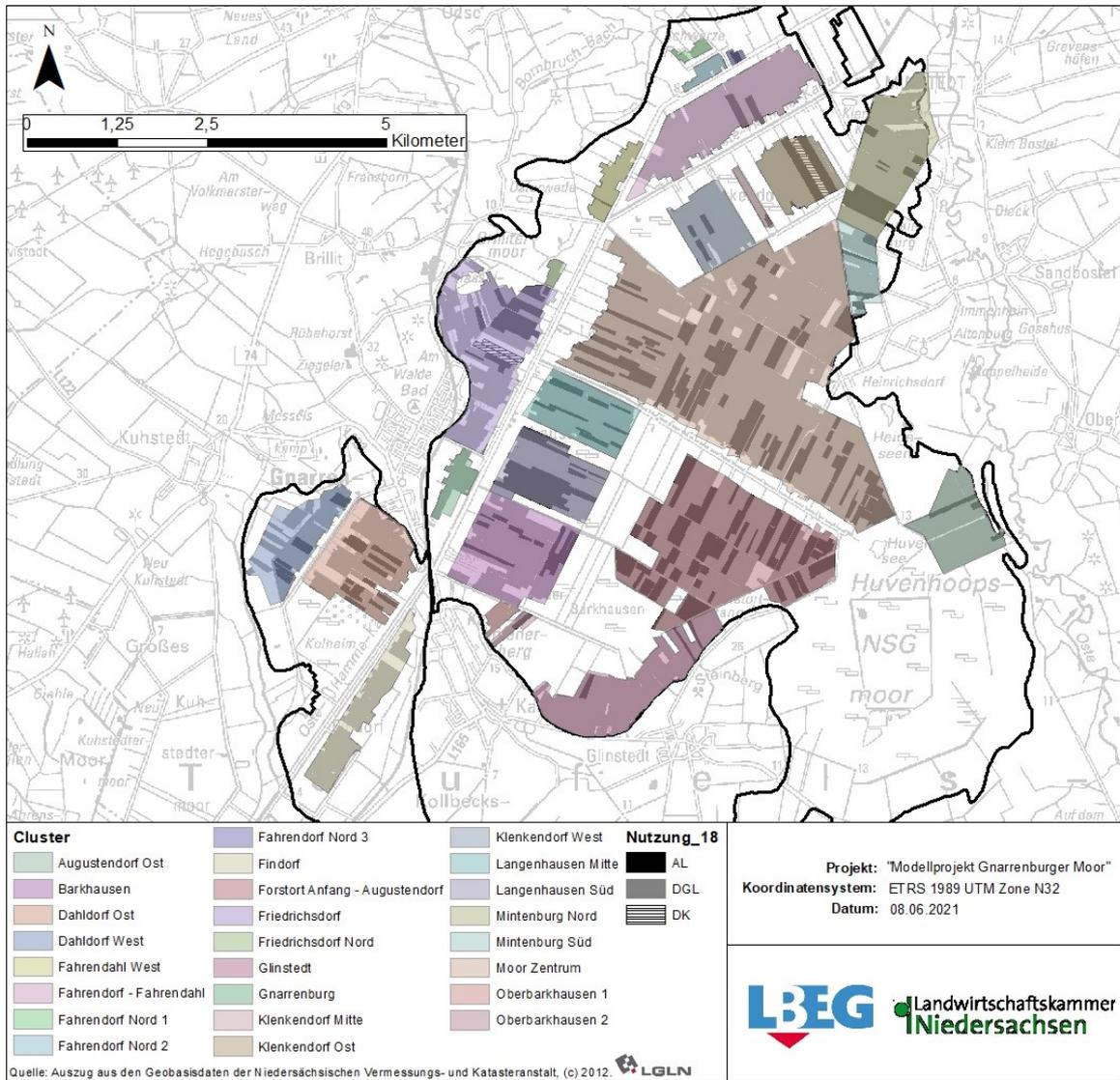


Abbildung 39: Zusammenlegung von Teilgebieten im Projektgebiet.

Tabelle 5: Fläche der Teilgebiete und Länge von Gräben 3. Ordnung.

<b>Teilgebiete</b>	<b>Fläche [ha]</b>	<b>Gräben 3. Ordnung [km]</b>
Moor Zentrum	980,2	85,0
Fahrendorf Süd	183,6	25,5
Friedrichsdorf Süd	126,3	15,0
Gnarrenburg	29,0	0,8
Dahldorf West	104,5	9,5
Findorf Ost	89,4	7,1
Klenkendorf West	9,5	0,0
Klenkendorf Mitte	84,9	10,6
Klenkendorf Ost	82,9	12,5
Mintenburg Nord	174,2	17,3
Mintenburg Süd	51,4	4,5
Dahldorf Ost	154,8	15,9
Forstort Anfang Augustendorf	412,6	23,7
Langenhausen Mitte	107,6	11,4
Langenhausen Süd	120,9	13,6
Barkhausen	178,9	11,8
Oberbarkhausen 1	11,0	2,3
Oberbarkhausen 2	9,1	1,4
Augustendorf Ost	101,2	11,8
Friedrichsdorf Nord	6,6	0,6
Fahrendorf West	31,8	6,4
Fahrendorf Nord 1	7,3	2,4
Fahrendorf Nord 2	12,5	1,2
Fahrendorf Nord 3	3,5	0,3
Glinstedt Nord	160,3	11,1

#### 4.8.2 Betriebsbezogene Kriterien

Bei den betriebsbezogenen Kriterien spielen viele Aspekte eine Rolle. Aus der Sicht eines Planers ist die Anzahl der in einem Teilgebiet liegenden Betriebe und die von ihnen bewirtschaftete Fläche von Interesse, da sich darin die Anzahl der möglichen Akteure und die Vielfalt der Interessen widerspiegelt. Aus der Sicht der Betriebe kommen weitere Aspekte dazu.

##### *Anzahl der Betriebe in einem Teilgebiet*

Insgesamt besitzen 195 Betriebe Schläge im Projektgebiet, davon haben 135 Betriebe Schläge in einem oder mehreren der o.a. Teilgebiete (69 %). 4154 ha landwirtschaftlich

genutzte Fläche liegt im Projektgebiet, 2808 ha liegen in den Teilgebieten (68 %). In einigen, meist kleinen Teilgebieten (< 50 ha) wirtschaften nur wenige Betriebe, während in den mittleren oder großen Teilgebieten (> 100 ha) entsprechend mehr Betriebe mit unterschiedlichen Flächengrößen aktiv sind. Es gibt aber auch Teilgebiete von etwa 100 ha mit wenigen Bewirtschaftern (z.B. Langenhausen Mitte oder Süd). Manche Betriebe bewirtschaften auch Flächen in mehreren Teilgebieten.

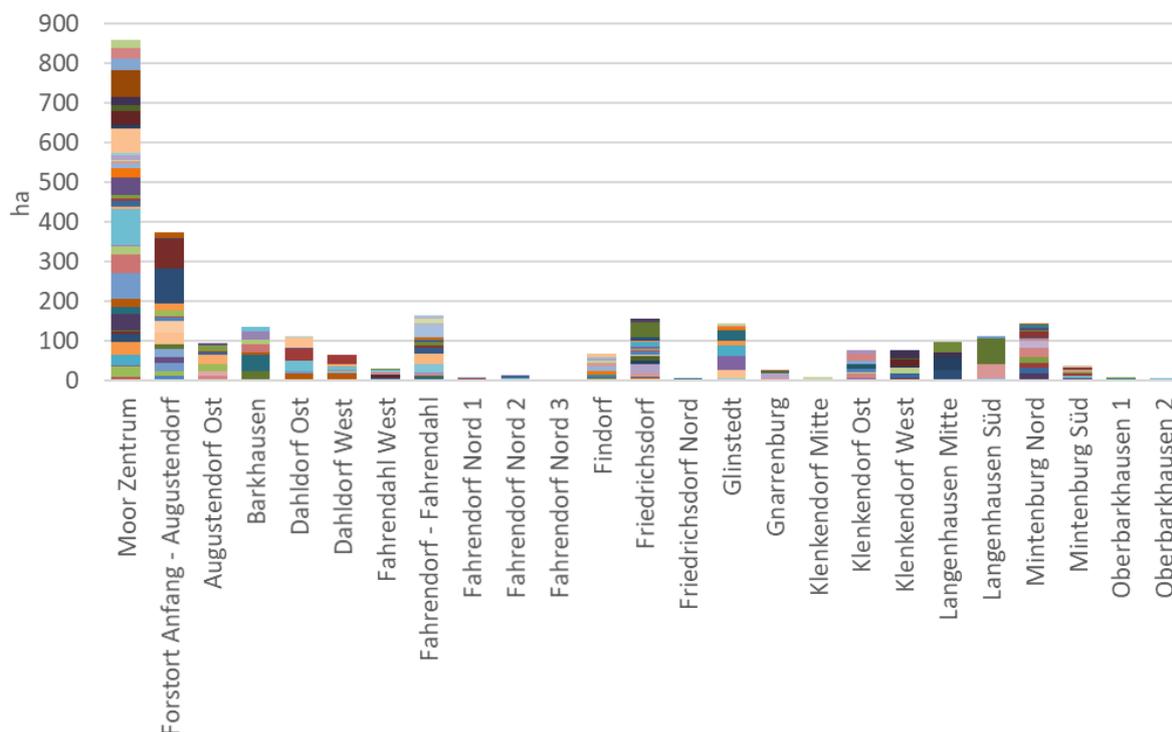


Abbildung 40: Absolute Fläche der Betriebe in den Teilflächen.

### ***Betriebsbezogene Kriterien – einzelbetrieblich***

Um die Perspektive der Landwirte auf die Gestaltung der Teilgebiete zu bekommen, wurden im Herbst 2018 Geländebegehungen mit einzelnen Landwirten im südlichen Bereich des Teilgebietes Moor-Zentrum, direkt nördlich des Augustendorfer Kanals, vorgenommen. Da dabei viele Details in die Betrachtung einbezogen werden müssen, wird die Situation im Folgenden eingehend beschrieben.

### ***Landwirt 1: Situationsbeschreibung***

Landwirt 1 ist ein Nebenerwerbslandwirt, der auf dem Grünland eine Rinderweidemast nach EG-Öko-Verordnung<sup>8</sup> derzeit mit einer „bunten“ Herde, d.h. ohne Präferenz für besondere Rinderrassen, betreibt. Die Flächen sind in Eigentum und liegen in unmittelbarer Nähe der Hofstelle. Die betriebseigenen Flächen befinden sich überwiegend auf Moor.

Die Flächen des Landwirts liegen beidseits eines Grabens, der von Nord nach Süd fließt (Abbildung 41). Der südliche Teil der Schläge liegt in der Gemarkung Augustendorf. Die Flächen haben etwa eine Breite von 80 m in Ost-West-Richtung. Sie weisen kleinräumig eine hohe Unebenheit auf und haben etwa ein Gefälle von 0,6, teilweise 1,0 m auf 600 m. Die TK25 zeigt eine deutliche Geländestufe (10 m NN Höhenlinie) im oberen Drittel der Fläche. Die im Norden anschließenden Flächen und der Graben liegen in der Gemarkung Heinrichsdorf (Gemeinde Sandbostel), wo die Bodenoberfläche grabenparallel kaum noch ansteigt. Dagegen ist hier quer zum Graben ein Gefälle von 0,5 m auf 100 m gegeben.

Die Flächen sind in Ost-West-Richtung mit einem Dränabstand von 8-10 m gedränt, teilweise wurde Zwischendräne verlegt. Die Fläche nördlich der Gemarkungsgrenze wurde in den 1960er Jahren erstmals gedränt.

Alle Flächen werden als Grünland genutzt. In Hofnähe findet vorwiegend Beweidung (westlich des Grabens) aber auch Wiesennutzung (östlich des Grabens) mit bis zu 3 Schnitten statt. Für Pflege- (Schleppen und Walzen) und Düngemaßnahmen wird vom Landwirt eine gute Befahrbarkeit im März für erforderlich gehalten. Der Weideauftrieb erfolgt etwa Ende April, in Abhängigkeit der Witterung. Der erste Schnitt findet Ende Mai / Anfang Juni statt. Die Grünlanderträge auf dem Hochmoor sind infolge der guten Wasserverfügbarkeit häufig gut. Auf den hoffernen Flächen wird das Grünland als Wiese genutzt.

---

<sup>8</sup> Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates vom 28. Juni 2007 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91

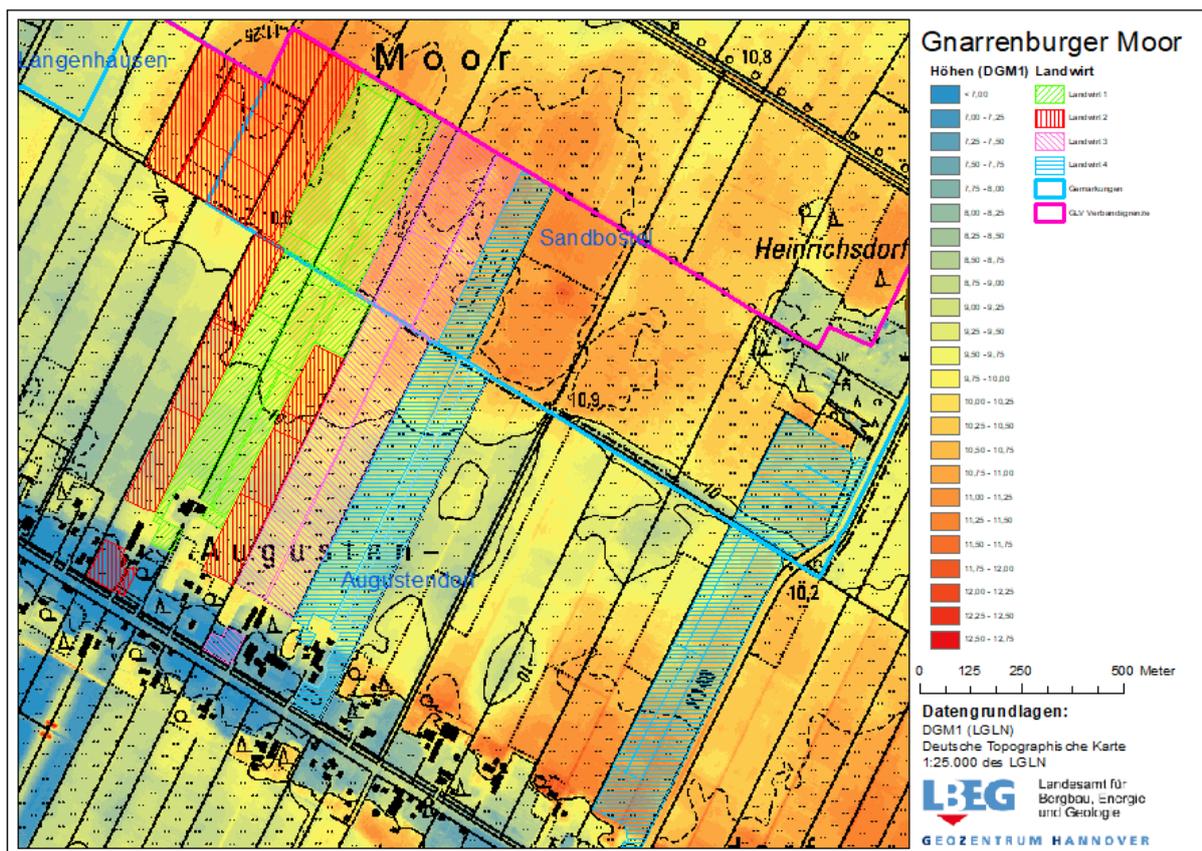


Abbildung 41: Teilgebiet Augustendorf-Nord mit Flächen der befragten Landwirte, Grabennetz und Höhen (rosa Linie: nördliche Grenze des Verbandsgebietes des GLV Teufelsmoor; hellblaue Linie: Gemarkungsgrenze zwischen Augustendorf im Süden, Gemarkung Heinrichsdorf der Gemeinde Sandböstel im Norden und Langenhausen als kleiner Zipfel im Nordwesten).

### **Landwirt 1: Mögliche Maßnahmen**

Aufgrund der geringeren Nutzungsintensität mit Rinderweidmast und Gewinnung von Winterfutter auf den Wiesen kommt für den Betrieb am ehesten der kostengünstigere Grabenanstau in Frage<sup>9</sup>. Von Vorteil ist, dass die Flächen beidseits des Grabens vom selben Landwirt bewirtschaftet werden (Abbildung 42). Bei einer Staustufe auf 0,3 m Höhenunterschied sind im Graben in Nord-Südrichtung 2-3 Staustufen erforderlich.

Höhere Wasserstände in den Sommermonaten wären möglich, wenn Zusatzwasser, z.B. aus benachbarten Unterflurbewässerungen, genutzt werden könnte. Über die vorhandenen Dräne könnten dann ebenfalls höhere Moorwasserstände erreicht werden. Hierfür

<sup>9</sup> Eine abschließende Bewertung des Grabenanstaus im Hinblick auf Umsetzbarkeit, Akzeptanz und Klimawirkung wurde hier nicht vorgenommen.

sind jedoch Nivellierungsarbeiten erforderlich, um die kleinräumigen Unebenheiten auszugleichen.

Die Grabenanstauhöhe bzw. die Dauer des Grabenanstaus könnte von Süd nach Nord erhöht werden. Auf den südlichen Flächen müsste für die Beweidung der Anstau möglicherweise schon zum 01.04. abgesenkt werden (z.B. auf 0,5 m unter Flur), während dieses im nördlichen Bereich zum 01.05. oder später möglich wäre. Für den Betrieb wäre ein Konzept zu erstellen, wieviel Winterfutter benötigt wird, wieviel Schnitte von welcher Fläche dafür erforderlich sind und wie lange folglich welche Teilfläche angestaut werden könnte.

### ***Landwirt 2: Situationsbeschreibung***

Landwirt 2 ist ein Hauptideberberbslandwirt mit einem jungen Hofnachsfolger. Schwerepunkt des Familienbetriebes ist die Milchwirtschaft. Dabei ist das Bestreben, aus der begrenzten Eigentumsfläche das wirtschaftseigene Futter über eine hohe Nutzungsintensität selbst zu erzeugen. Neben der Grünlandnutzung als Wiesen mit 3-4 Schnitten wird dabei auf begrenzter Fläche auch Silomais angebaut, um den Energiebedarf der Milchkühe mit eigenem Futter weitgehend abzudecken. Eine Verlagerung der Ackernutzung auf Mineralböden ist theoretisch möglich, jedoch mit höheren Kosten infolge Transportkosten und Zeitbedarf verbunden.

Die Flächen südlich der Gemarkungsgrenze Augustendorf-Heinrichsdorf liegen nur zur einen Seite eines Grabens, so dass für eine eventuelle Anhebung des Grabenwasserstandes auch der andere Anlieger einzubeziehen ist. Nördlich der Gemarkungsgrenze schließen sich mehrere von Landwirt 2 bearbeitete Flächen beidseits von Gräben an. Hier werden die höchsten Geländehöhen erreicht, so dass keine Oberlieger durch wasserregulierende Maßnahmen in den Gräben betroffen wären. Der Abfluss findet insgesamt im Einzugsbereich des GLV Teufelsmoor in Richtung Süden, zum Augustendorfer Kanal, statt. Im Bereich südlich der Gemarkungsgrenze ist ein Gefälle von 1 m auf 700 m in Nord-Süd-Richtung festzustellen. Nördlich der Gemarkungsgrenze ist am östlichen Graben ein Gefälle von 0,7 m auf 450 m und am westlichen Graben von 0,6 m auf 300 m zu verzeichnen. Auf der TK25 sind ebenfalls deutliche Geländestufen zu erkennen (alte 10 und 11 m-NN-

Höhenlinie). Das Geländegefälle quer zum Graben ist weniger auffällig, wenngleich immer mit kleinräumigen Unebenheiten zu rechnen ist.

Inwieweit die Flächen gedrängt sind, ist nicht bekannt.

### ***Landwirt 2: Mögliche Maßnahmen***

Der Betrieb ist bei aktueller Ausrichtung auf Milchwirtschaft auf eine hohe Nutzungsdensität, vor allem in Verbindung mit Wiesennutzung, angewiesen. Als Maßnahme würde daher eine Unterflurbewässerung<sup>10</sup> in Frage kommen. Südlich der Gemarkungsgrenze liegen die Flächen des Betriebes nur zu einer Seite des Grabens, so dass hier entweder für den Nachbarn westlich des Grabens ebenfalls eine Unterflurbewässerung vom Graben aus oder für Landwirt 2 eine Unterflurbewässerung im grabenunabhängigen Schachtverfahren gewählt werden sollte. Beim Schachtverfahren ist zu beachten, dass bei inselartigen Lösungen ein höherer Wasserbedarf infolge lateraler Wasserverluste besteht.

### ***Landwirt 3: Situationsbeschreibung***

Landwirt 3 betreibt im Nebenerwerb eine Rinderweidemaß mit Angus-Rindern nach EG-Öko-Verordnung. Die Flächen sind in Eigentum und befinden sich in Hofnähe. Der Betrieb wirtschaftet ausschließlich auf Moorflächen.

Die Flächen südlich der Gemarkungsgrenze liegen zwischen 2 Gräben, die jeweils an andere Flächennutzer bzw. –eigentümer grenzen. Wasserregulierende Maßnahmen in diesem Bereich sind nur möglich, wenn diese mit den Landwirten 1 und 2 im Westen und Landwirt 4 im Osten abgestimmt werden. Es kommt hinzu, dass Landwirt 2 auf einem Teil dieser Flächen Ackerbau betreibt, so dass hier höhere Anforderungen an die Befahrbarkeit zu stellen sind. Das Gefälle in diesem Bereich entlang des Grabens beträgt 0,8 m auf 750 m Länge. Quer zum Graben ist das Gefälle gering, allerdings sind kleinräumige Geländeunebenheiten zu berücksichtigen.

---

<sup>10</sup> Auch bei der Unterflurbewässerung steht eine abschließende Bewertung im Hinblick auf Umsetzbarkeit, Akzeptanz und Klimawirkung aus.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Nördlich der Gemarkungsgrenze liegen die Flächen von Landwirt 3 beidseits von Gräben, so dass ein Grabenanstau ohne Beeinträchtigung von Anliegern erfolgen kann. Auch handelt es sich um relativ hoch gelegene Flächen, so dass keine Oberlieger betroffen sein können. Das Gefälle entlang der Gräben beträgt hier etwa 0,7 m auf 475 m. Teilweise, z.B. auf der östlichen Fläche, ist auch quer zu den Gräben ein Gefälle von 0,5 m auf 70 m festzustellen.

Die Flächen werden nur als Grünland genutzt. Eine Weidenutzung findet vor allem auf den hofnahen Flächen statt. Hofferne, teilweise auch höhergelegene Flächen werden als Mähweide, mit zunehmender Entfernung auch als Wiese zur Gewinnung von Winterfutter, genutzt. Im Bereich nördlich der Gemarkungsgrenze (Gemarkung Heinrichsdorf) nimmt der Landwirt auf einer Teilfläche an einer AUM mit Bodenruhe bis Anfang Juni teil. Hier könnte auch ein Grabenanstau mit entsprechend später Öffnung des Staus platziert werden.

Eine Entwässerung der Flächen findet derzeit allein über die Gräben statt.

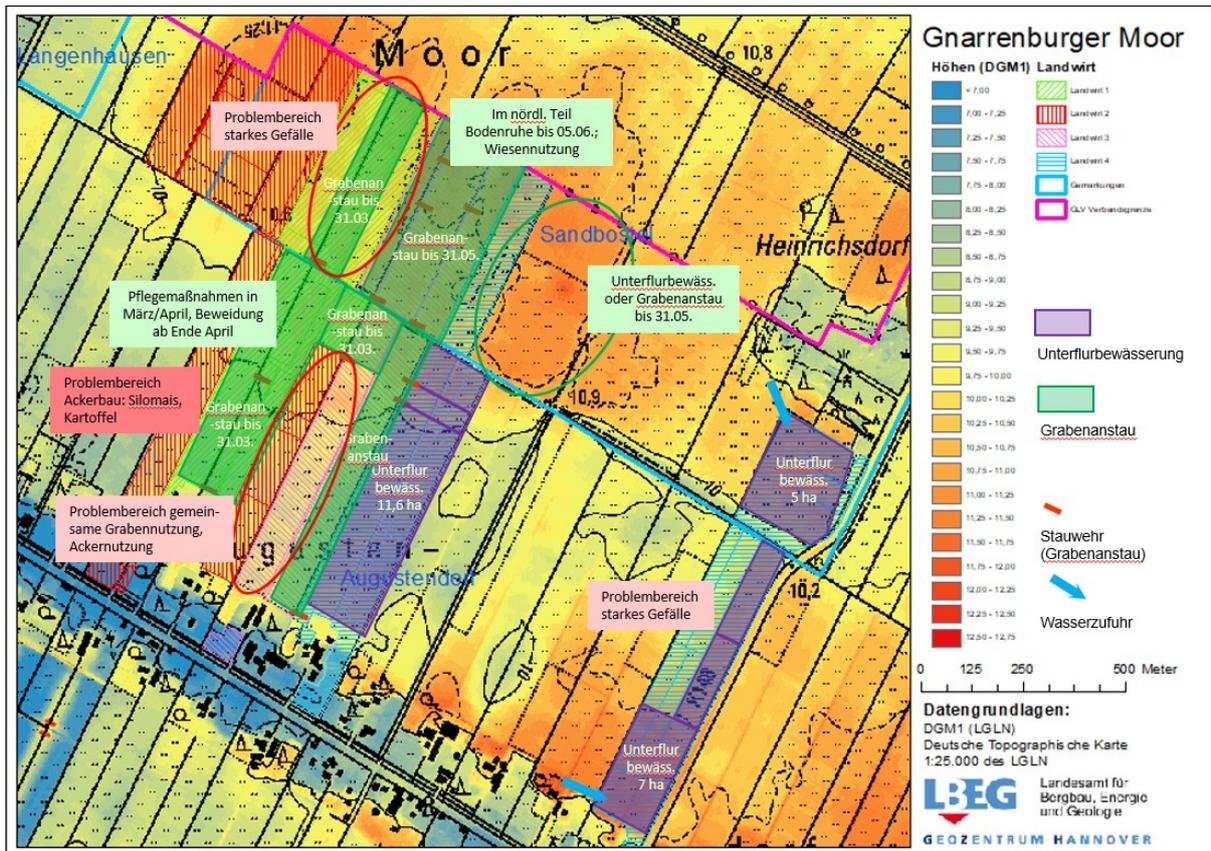


Abbildung 42: Mögliche Maßnahmen und Problembereiche im Teilgebiet Augustendorf-Nord.

### Landwirt 3: Mögliche Maßnahmen

Infolge der relativ extensiven Nutzung als Weidemastbetrieb mit Wiesennutzung zur Gewinnung von Winterfutter käme für diesen Betrieb der Grabenanstau<sup>9</sup> als Maßnahme in Frage (Abbildung 42). Auf einer Strecke von ca. 150 m direkt südlich der Gemarkungsgrenze könnte im westlichen Graben in Abstimmung mit Landwirt 1 ein Grabenanstau installiert werden (Stauwehr an der Südgrenze dieses Bereichs). Der Anstau könnte hier bis zum 01.04., nach weiterer Absprache auch bis zum 01.05. erfolgen, bevor der Grabenwasserstand auf 0,5 m unter Flur abgesenkt wird. Im östlichen Graben könnte ein Grabenanstau erfolgen, sollte Landwirt 4 die u.a. Maßnahmen (s.u.) seinerseits umsetzen.

Im Bereich nördlich der Gemarkungsgrenze könnten 2-3 Staustufen in den Gräben etabliert werden und ein Anstau bis zum 01.05. oder später, ggf. auch gebietsdifferenziert, z.B. als Grabenanstau im südlichen Abschnitt bis zum 01.05. und im nördlichen Abschnitt bis zum 01.06. eines Jahres.

#### **Landwirt 4: Situationsbeschreibung**

Landwirt 4 betreibt als junger Hofnachfolger einen Grünlandbetrieb mit Milchwirtschaft. Die Flächen werden in Eigentum und in Pacht bewirtschaftet und liegen nur teilweise in unmittelbarer Hofnähe. Der Betrieb wirtschaftet zu einem hohen Anteil auf Moorflächen.

Es wurden 2 Teilbereiche betrachtet, ein Bereich westlich des Kattschen Grabens und ein Bereich im Osten des Teilgebietes Augustendorf-Nord.

Westlich des Kattschen Grabens werden 2 Flächen, eine nördlich und eine südlich der Gemarkungsgrenze, genutzt. Die südliche hat ein Nord-Süd-Gefälle von 1 m auf 720 m, wobei dieser Bereich in 2 Staustufen eingeteilt werden kann. Das Gefälle in Ost-West-Richtung ist hier relativ gering. Der Graben im Westen der Fläche wird durch Landwirt 3 der Graben im Osten durch einen weiteren Anlieger genutzt, so dass hier eine Abstimmung der Maßnahmen erforderlich ist. Die Fläche ist mit einem Abstand von 8-10 m gedränt, jeweils vom Sandweg zu den Gräben westlich und östlich der Fläche. Nördlich der Gemarkungsgrenze entwässert die Fläche von Landwirt 4 in einen östlich gelegenen Graben mit einem weiteren Anlieger.

Die Fläche im Osten des Teilgebietes Augustendorf-Nord ist auf der östlichen Seite von der Kreisstraße K148 und einem Seitengraben begrenzt. Auf der westlichen Seite liegt ein Graben mit einem weiteren Anlieger. Nördlich der Gemarkungsgrenze liegt eine Fläche von gut 5 ha, die eine relativ einheitliche Geländehöhe hat und daher gut für eine Unterflurbewässerung geeignet wäre. Die Fläche südlich der Gemarkungsgrenze weist im Gegensatz zu allen weiter westlich gelegenen ein Süd-Nord-Gefälle auf, entwässert also nach Norden. Der nordwestliche Teil dieser Fläche ist infolge starker Neigung von Ost nach West (0,5 m auf 80 m) kaum für wasserregulierende Maßnahmen geeignet.

Die Flächen werden als Wiese mit 3 bis 4 Schnitten genutzt, streifenweise findet auch eine Ackernutzung statt.

#### **Landwirt 4: Mögliche Maßnahmen**

Aufgrund der intensiven Grünlandnutzung für die Milchwirtschaft könnte eine Unterflurbewässerung<sup>10</sup> auf den Moorflächen dieses Landwirts in Frage kommen (Abbildung 42). Da häufig eine gemeinsame Grabennutzung mit anderen Anliegern gegeben ist, wäre das grabenunabhängige Schachtverfahren in Betracht zu ziehen.

Im westlichen Abschnitt südlich der Gemarkungsgrenze (Gemarkung Augustendorf) könnte Wasser an der Gemarkungsgrenze eingespeist und dem Gefälle folgend über ein bis zwei Stufen der Unterflurbewässerung in Richtung Süden fließen. Bevor es in den Augustendorfer Kanal einfließt, könnte es ggf. zum Einstauen benachbarter Grabenanstaulächen benutzt werden. Dies erfordert jedoch das Einspeisen von entsprechend mehr Wasser, als die Unterflurbewässerung direkt benötigt.

Im östlichen Abschnitt, nahe der Kreisstraße, könnten zwei Systeme der Unterflurbewässerung eingerichtet werden, eines im nördlichen Bereich mit Wassereinspeisung auf der Höhe von Heinrichsdorf und eines im Süden mit Einspeisung vom Süden (nahe des Augustendorfer Kanals) und Abfluss in Richtung Norden.

#### ***Überbetriebliche Aspekte: Grabenanstau***

Der Grabenanstau kann eine Nutzungseinschränkung und eine Erschwernis der Bewirtschaftung zur Folge haben. Je nach Dauer des Anstaus wird die nutzbare Vegetationsperiode verkürzt, Pflege- und Düngemaßnahmen sowie Weideauftrieb können später erfolgen. Witterungsabhängig, z.B. bei längeren Regenperioden, kann es auch in den Sommermonaten zu Einschränkungen bei der Befahrung und zu Trittschäden kommen.

Die Erschwernis der Bewirtschaftung sowie Einbußen bei Ertrag und Futterqualität müssen im Rahmen von Agrarumwelt- und -klimaschutzmaßnahmen ausgeglichen werden. Der Ausgleich muss umso höher ausfallen, je länger der Grabenwasserstand hochgehalten wird. Er kann geringer sein, wenn keine Einschränkung im Hinblick auf die bedarfsgerechte Düngung nach den Vorgaben der Düngeverordnung (DüV 2020) erfolgt.

Die Kontrolle der Staumaßnahmen kann durch automatische Wasserstandsmessstellen an den Stauvorrichtungen vorgenommen werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass

witterungsbedingt die Grabenwasserstände ab Mai oder Juni infolge des klimatischen Wasserdefizits abfallen, ohne dass dies vom Landwirt beeinflusst werden kann.

Wie die Ergebnisse der Demoversuche zum Grabenanstau gezeigt haben, konnte zumindest in den untersuchten Jahren der Graben- und der Moorwasserstand im Mittel nicht signifikant angehoben werden. Damit ist auch nicht zu erwarten, dass die Treibhausgasemissionen durch die Wasserstandsanhhebung gesenkt werden können. Dennoch stellt der Grabenanstau vielfach ein Einstieg in das Wassermanagement dar. Allgemein sind Situationen möglich, in denen der Grabenanstau eine bessere Wirkung erzielen kann, z.B. wenn die Gräben ganzjährig mit Wasser gespeist werden (aufgrund eines größeren Einzugsgebietes oder aufgrund von Zufuhrwasser).

### **Überbetriebliche Aspekte: Unterflurbewässerung**

Bei dieser Maßnahme sind keine oder nur geringfügige Einbußen bei Ertrag und Futterqualität zu erwarten, in Trockenjahren können höhere Erträge, v.a. bei den späteren Schnitten, auftreten als auf Flächen ohne Wasserzufuhr. Allerdings verursachen die Wasserzufuhr im Sommerhalbjahr sowie die Steuerung und Wartung der Anlagen einen Mehraufwand. Dieser könnte durch die standort- und ertragsichernden Möglichkeiten der Unterflurbewässerung für den Landwirt ausgeglichen sein, so dass regelmäßige Zahlungen dann nicht mehr erforderlich wären. Der hohe Investitionsaufwand für die Unterflurbewässerung muss durch eine auf Klimaschutzmaßnahmen ausgerichtete Sonderförderung staatlicherseits unterstützt werden. Auch setzt die Unterflurbewässerung voraus, dass Zusatzwasser, sei es Grundwasser oder Oberflächenwasser, in ausreichender Menge zur Verfügung steht. Dabei spielen auch wasserrechtliche Aspekte eine besondere Rolle.

Hochmoorflächen weisen häufig starke Reliefunterschiede auf kleinem Raum auf. Daher müssen Flächen vermutlich geplant werden, um eine möglichst ebene Geländeoberkante (GOK) auf den Stauebene der Unterflurbewässerung einzustellen. Sollte hier nährstoffarmer Unterboden freigelegt werden, müsste eine kontrollierte Meliorationskalkung und -düngung, lokal begrenzt, vorgenommen werden.

Die Unterflurbewässerung als moor- und klimaschonende Maßnahme ist umso erfolgreicher, je höher die Moorwasserstände eingestellt werden können. Dies kann dadurch un-

terstützt werden, dass eine angepasste Agrartechnik zum Einsatz kommt, z.B. Niederdruckreifen oder Gülleverschlauung. In nassen Jahren kann nicht angepasste Technik zu einer Zerstörung der Anlagen führen.

Die Vorgaben der Düngeverordnung zur Düngung auf Hochmoor sind weiterhin zu beachten, auch um die Nährstoffausträge mit dem Dränwasser möglichst gering zu halten. Eine Düngung im Frühjahr sollte nicht zu früh erfolgen, da die Nährstoffe noch nicht von den Pflanzen aufgenommen werden können und auf den wassergesättigten und sorptionsarmen Standorten schnell verlagert werden könnten.

Eine Kontrolle der Unterflurbewässerung kann ebenfalls durch automatische Wasserstandsmessstellen in Gräben oder Schächten erfolgen.

Im Gegensatz zum Grabenanstau zeigen die Demoversuche bei der Unterflurbewässerung, dass die Moorwasserstände deutlich angehoben werden können. Dennoch ist eine emissionsmindernde Wirkung bisher noch nicht belegt. Angesichts der deutlichen Wasserstandsanhhebung ist das Verfahren an sich vielversprechend und sollte weiter untersucht werden.

### **4.8.3 Instrumente zur Umsetzung von Maßnahmen mit Wassermanagement**

Maßnahmen mit Wassermanagement setzen häufig eine überbetriebliche Vorgehensweise voraus. Dies gilt u.a. aufgrund von Oberlieger-Untерlieger-Beziehungen, gemeinsamer Grabennutzung sowie der Auswirkungen von Maßnahmen auf Wasserkörpern, z.B. Vorflutern oder Grundwasserkörper. Außerdem können Synergismen zwischen Betrieben durch eine betriebsübergreifende Vorgehensweise genutzt werden.

#### ***Flurbereinigung***

Die Flurbereinigung stellt ein Instrument zur Förderung der Agrarstruktur und zur Sicherung der nachhaltigen Bodennutzung unter gemeinschaftlichem Aspekt dar. Neben Fragen des Boden- und Klimaschutzes spielen hier auch Gesichtspunkte der Klimafolgenanpassung eine Rolle, z.B. die Frage, wie sich die Landwirtschaft an die erwartete Verschie-

bung der Niederschläge aus den Sommer- in die Wintermonate anpassen kann. Nicht zuletzt sind hierbei auch Fragen des Hochwasserschutzes, u.a. infolge von Starkregenereignissen in den Sommermonaten, und Umweltwirkungen zu beachten.

Im Rahmen einer Flurbereinigung könnten folgende gemeinschaftliche Einrichtungen und Vorgehensweisen unterstützt werden:

- Wiederherstellung oder Umbau des Wege- und Gewässernetzes in Mooregebieten, in denen infolge Sackungs- und Setzungsprozessen besonders häufig nachteilige Veränderung an Einrichtungen auftreten,
- Flächentausch zur Arrondierung von Flächen gleicher Maßnahmen oder zur Entflechtung von Nutzungskonflikten,
- Aus- oder Umbau von Gräben zur Steuerung des Gebietswasserhaushaltes für Ziele der Entwässerung und der Wasserbereitstellung,
- Anlage von Stauwehren für Wasserrückhaltung und Unterflurbewässerung
- Anlage von Einrichtungen zur Bereitstellung von Zusatzwasser in den Sommermonaten, u.a. Pumpen, Elektrizität.

Es ist zu berücksichtigen, dass die landesweit für Flurbereinigungen zu Verfügung stehenden Mittel bei Weitem nicht ausreichen, Ziele des Moor- und Klimaschutzes auf Moorflächen in signifikantem Ausmaß umzusetzen.

### ***Weitere Instrumente***

Die Flurbereinigung muss durch weitere Instrumente ergänzt werden, bzw. kann nur ein Baustein bei der Umsetzung eines Gebietskonzepts sein, da

- Klima- und Umweltziele verfolgt werden, die nach jetziger Rechtslage eher nicht Ziele eines Flurbereinigungsverfahrens sein können (Flurbereinigung dient vor allem zur Verbesserung der Agrarstruktur und des Bodenschutzes),
- einzelbetriebliche Einrichtungen in erheblichem Maße gefördert werden müssten, was nicht im Rahmen der Flurbereinigung möglich ist, u.a. Anlagen der Unterflurbewässerung, Flächeneinebnung, Staueinrichtungen in privaten Gräben bis hin zu angepasster Agrartechnik,
- Verfahren, die eine Umorganisation des Wassermanagements zum Ziel haben, komplexe wasserrechtliche Fragen aufwerfen, die über das reine Projektgebiet

hinausgehen können, z.B. Hochwasserschutz, großräumigen Wasserbewirtschaftung, Nutzungskonkurrenz

- zu klären ist, wie die Belange der EG-Wasserrahmenrichtlinie gegenüber denen des Klimaschutzes abzuwägen sind.

Ein Weg auf Bundesebene könnte es sein, Ziele des Klimaschutzes, ggf. auch in Konkretisierung der bereits verankerten Aufgaben, „bodenschützende sowie -verbessernde und landschaftsgestaltende Maßnahmen vorzunehmen“<sup>11</sup>, im Flurbereinigungsgesetz oder nachgeordneten Regelwerk aufzunehmen. Ein entsprechender Gesetzgebungsprozess könnte Jahre dauern, mit ungewissem Ausgang.

Aus heutiger Sicht relativiert sich die Flurbereinigung nicht nur als Instrument für die Umsetzung gebietsbezogener Maßnahmen, sondern auch die Möglichkeit, die Organisationsstrukturen der Flurbereinigung zu nutzen. Es wären daher andere Maßnahmenträger erforderlich. Dies könnten Wasser- und Bodenverbände mit erweiterter Zuständigkeit, zu diesem Zweck gegründete Gebietskooperationen, staatliche oder kommunale Einrichtungen usw. sein.

## **4.9 AP 9 - Gruppenberatung, Veranstaltungen, Feldbegehung**

### **4.9.1 Gruppenberatung**

Neben der einzelbetrieblichen Beratung wurden Gruppenveranstaltungen durchgeführt, um Beratungsinhalte und Projektergebnisse für die Landwirte zugänglich zu machen. 2017, 2018 und 2019 fanden jeweils Feldbegehungen auf einem der Demonstrationsversuche statt, zu welcher alle Landwirte im Projektgebiet eingeladen wurden. Es wurden die Installation und Steuerung der Unterflurbewässerung sowie die Entwicklung der Grünlandvegetation thematisiert. Im Mai 2017 wurde außerdem auf einer Grünlandfläche eines Kooperationsbetriebes eine Gülleverschlachtung demonstriert, bei der sich die Landwirte ein Bild von einer Technik machen konnten, die sowohl bodenschonend als auch mit hoher Schlagkraft Wirtschaftsdünger ausbringen kann. Die Verschlachtung

---

<sup>11</sup> Flurbereinigungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 16. März 1976 (BGBl. I S. 546), das zuletzt durch Artikel 17 des Gesetzes vom 19. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2794) geändert worden ist (FlurbG) § 37 Abs. (1), Satz 2.

kann daher helfen die Akzeptanz für eine Anhebung der Wasserstände zu steigern, da die notwendige Befahrbarkeit der Flächen durch die Technik weiterhin gewährleistet ist.

### **4.9.2 Exkursionen**

Neben den Veranstaltungen im Gnarrenburger Moor wurden zwei Exkursionen angeboten, um weitere innovative Umsetzungen der Wasserregulierung auf landwirtschaftlich genutzten Moorböden zu besichtigen. Im Mai 2018 wurde das Projekt SWAMPS in der Wesermarsch besichtigt. Die Kooperationslandwirte konnten sich hier Exaktversuche zur Unterflurbewässerung und zum Grabeneinstau auf einem Hoch- und einem Niedermoor anschauen. Es wurden auch Treibhausgasmessungen demonstriert, was zu diesem Zeitpunkt im Gnarrenburger Moor noch nicht geschah. Im Juni 2018 fand eine zweitägige Exkursion in die Niederlande statt. Im besuchten Torfweide-Innovationscenter VIC in Zegveld (Provinz Utrecht) werden seit 2003 verschiedene Varianten der Unterflurbewässerung auf Grünland angewendet, welches für die Milchviehfütterung als Wiese und Weide genutzt wird. Außerdem wurden landwirtschaftliche Betriebe in Woudsend (Provinz Friesland) besichtigt, auf denen acht Landwirte seit 2016 die Wasserstände ihrer Flächen mittels Unterflurbewässerung eigenständig steuern. Besonders interessant waren die Entkoppelung der Unterflurbewässerung von den umliegenden Entwässerungsgräben durch den Einsatz von Sammlern und Schächten, welche später auch im Gnarrenburger Moor installiert wurde. Die Unterflurbewässerung reduzierte den Höhenverlust auf den Versuchsflächen auf 1 mm pro Jahr. Eindrücklich waren auch die Bedeutung des Bodenprofils und der Grasnarbe für die Befahrbarkeit von Moorböden mit hohen Wasserständen und die Regulierung der Mäusepopulation durch die Unterflurbewässerung, ein Effekt, der sich ein Jahr später während der extremen Mäuseplage in Niedersachsen auch auf den Versuchsflächen des Modellprojektes zeigen sollte.

### **4.9.3 Feldbegehungen**

Neben Feldbegehungen für Landwirte fanden weitere 15 Feldbegehungen mit Stakeholdern statt, darunter die niedersächsische Landwirtschaftsministerin, Mitglieder aus Landtag und Bundestag, aber auch Vertreter von Wasser- und Bodenverbänden, Landschaftspflegeverbänden, Forschung und anderen Projekten.

#### **4.9.4 Veranstaltungen**

Eine große Reichweite der Beratung wurde auf der Landwirtschaftsmesse „Tarmstedter Ausstellung erreicht“, auf welcher das Modellprojekt von 2016 bis 2019 auf dem Messestand der LWK vertreten war und vielen Landwirten und Akteuren über das Projektgebiet hinaus die aktuellen Versuchsergebnisse und Beratungsinhalte näherbringen konnte.

##### ***Eigene Veranstaltungen***

06.06.2016	Auftaktveranstaltung in Augustendorf für Landwirte der Region (Projektziele vorgestellt) Einladung gemeinsam mit Landvolk
09.06.2016	Auftaktveranstaltung in Augustendorf für die Öffentlichkeit und relevante Akteure in der Kooperation (Projektziele vorgestellt) Einladung gemeinsam mit Landvolk
08.-11-07-2016	Tarmstedter Ausstellung: Vorstellung des Modellprojektes auf dem Messestand der LWK
03.11.2016	Informationsveranstaltung in Augustendorf für Landwirte der Region (geplante wasserregulierende Maßnahmen vorgestellt) Einladung gemeinsam mit Landvolk
02.02.2017	1. Arbeitskreis der Kooperationslandwirte, Wahl des Sprechers der Landwirte
24.02.2017	Konstituierende Sitzung der Kooperation
30.05.2017	Demonstration einer Gülleverschlauchung im Gnarrenburger Moor für Kooperationslandwirte
07.-10.07.2017	Tarmstedter Ausstellung: Vorstellung des Modellprojektes auf dem Messestand der LWK
18.08.2017	Feldbegehung D-07 mit Dr. Anette Freibauer (Leiterin Institut für Agrarökologie LfL Bayern) und Prof. Dr. Matthias Drösler

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

(Leiter Institut für Ökologie Hochschule Weihenstephan-Triesdorf)

- 28.08.2017 Feldbegehung mit MdB Oliver Grundmann, Landtagskandidat Dr. Marco Mohrmann und weiteren Mitgliedern der CDU auf Versuch D-06, anschließend Vorstellung des Projektes durch Dr. Höper und Dr. Kruse-Dörgeloh
- 28.-29.09-2017 Exkursion in die Niederlande (Zegveld, Woudsend) mit Projektmitarbeitern
- 27.10.2017 2. Arbeitskreis der Kooperationslandwirte
- 27.10.2017 Feldbegehung D-09 mit Kooperationslandwirten
- 16.11.2017 2. Sitzung der Kooperation
- 18.02.2018 Besuch der nds. Landwirtschaftsministerin Barbara Otte-Kinast, Kurzvorträge und Feldbegehung D-07
- 07.05.2018 Exkursion zum SWAMPS-Projekt in die Wesermarsch mit Kooperationslandwirten
- 31.05.2018 Feldbegehung und Moorexkursion mit Mitarbeitern des LBEG
- 07.-08.06.2018 Exkursion in die Niederlande mit Kooperationsmitgliedern und weiteren Akteuren
- 21.06.2018 Feldbegehung mit Vertretern des nds. Umweltministeriums und nds. Landwirtschaftsministeriums
- 26.06.2018 3. Arbeitskreis der Kooperationslandwirte
- 06.-09.07.2018 Tarmstedter Ausstellung: Vorstellung des Modellprojektes auf dem Messestand der LWK
- 14.08.2018 Feldbegehung D-06 und D-07 mit Mitarbeitern und Landwirten des SWAMPS-Projektes
- 14.08.2018 Feldbegehung D-07 mit Kooperationslandwirten

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

22.08.2018	Feldbegehung D-06 und D-07 mit dem AK-Flurbereinigung aus dem Ahlenmoor
05.09.2018	Feldbegehungen wasserreguliertene Versuche mit Thomas Linß, Landkreis Friesland (KliMoo-Projekt)
27.09.2018	Feldbegehung D-07 im Rahmen der Klausurtagung des Geschäftsbereich Landwirtschaft der LWK
01.11.2018	Feldbegehung D-05 D-06 D-07 mit Joachim Blankenburg (Geologischer Dienst Bremen) und Knut Meyer (LBEG)
14.11.2018	4. Arbeitskreis der Kooperationslandwirte
05.12.2018	3. Sitzung der Kooperation
12..07.2019	Tarmstedter Ausstellung: Vorstellung des Modellprojektes auf dem Messestand der LWK
07.08.2019	Feldbegehung D-07 mit Frau Schilling und Frau Unseld (DVL)
29.10.2019	5. Arbeitskreis der Kooperationslandwirte
29.10.2019	Feldbegehung D.12 mit Kooperationslandwirten
18.11.2019	4. Kooperationssitzung
11.06.2020	Feldbegehung D-12 mit dem Beirat der Bezirksstelle Bremerförde
28.08.2020	Feldbegehung D-12 mit dem UHV Ostendorf
09.09.2020	6. Arbeitskreis der Kooperationslandwirte
02.10.2020	5. Kooperationssitzung
22.10.2020	Feldbegehung D-12 mit der AG Moorbauern des Landvolks
23.03.2021	7. Arbeitskreis der Kooperationslandwirte
20.04.2021	6. Kooperationssitzung

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

### ***Besuchte Veranstaltungen mit Vorstellung des Modellprojektes***

- 10.04.2016 Infoveranstaltung Grünenfraktion mit nds. Landwirtschaftsminister Christian Meyer, Plönjeshausen, Vorstellung der Projektmitarbeiter der LWK
- 11.04.2016 Vorstellung des Projektes beim Landvolk in Bremervörde
- 25.04.2016 Vorstellung des Projektes beim "Runden Tisch" in Rotenburg (Wümme)
- 31.05.2016 Vorstellung des Projektes beim Landkreis Rotenburg (Wümme)
- 08.-11.07.2016 „Tarmstedter Ausstellung“, regionale Landwirtschaftsmesse. Das Modellprojekt wurde durch Frau Vogel auf dem Stand der Landwirtschaftskammer präsentiert.
- 26.10.2016 Vortrag Meisterkurs Stade (Moorgenese, Besiedlung, Bewirtschaftung, Projektinhalte) (Vogel)
- 09.12.2016 Vorstellung des Projektes in der Diskussionsrunde "Wege der Vermarktung von Milch bei nachhaltiger und klimaschutzorientierter Bewirtschaftung"
- 14.12.2016 Vorstellung des Projektes bei der Gemeinde Gnarrenburg
- 19.12.2016 Vortrag Berufsschüler der zweijährigen Fachschule Agrarwirtschaft der BBS Bremervörde (Moorgenese, Besiedlung, Bewirtschaftung, Projektinhalte, zeigen verschiedener Torfproben) (Vogel)
- 11.01.2017 Vorstellung des Projektes bei der Unteren Wasserbehörde und den Unterhaltungsverbänden Teufelsmoor und Obere Oste (in Bremervörde)
- 19.01.2017 „Pflanzenschutztagung“ der Landwirtschaftskammer. Veranstalter: Bezirksstelle Bremervörde. Das Modellprojekt wurde in einem Vortrag von Frau Vogel vorgestellt. (Vogel)

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

- 20.02.2017 Vorstellung des Projektes bei der CDU/FDP/WFB/FW-Gruppe des Landkreises Rotenburg (Wümme) (in Gyhum) (Dr. Kruse-Dörgeloh)
- 17.-18.05.2017 „Moorschutz in Niedersachsen – Ein Erfahrungsaustausch“ in Schneverdingen. Veranstalter: Alfred Töpfer Akademie für Naturschutz. Das Modellprojekt wurde in einem Vortrag von Herrn Dr. Frank vorgestellt. (Vogel, Dr. Frank)
- 06.-07.06.2017 „Fachgespräch Wasserwirtschaft und Moorschutz“ in Ammersbeek. Veranstalter: Projekt MoorDialog Greifswald Moor Zentrum, Deutsche Gesellschaft für Moor- und Torfkunde. (Vogel)
- 08.06.2017 Studienexkursion Studenten der Studiengänge Agrarwissenschaften und Ökosystemmanagement der Universität Göttingen mit Dr. Christian Ahl, Feldbegehung D-07 mit Frau Vogel
- 07.-10.07.2017 „Tarmstedter Ausstellung“, regionale Landwirtschaftsmesse. Das Modellprojekt wurde durch Frau Vogel auf dem Stand der Landwirtschaftskammer präsentiert.
- 04.-06.09.2017 Tagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft e.V. in Göttingen. Präsentation des Modellprojektes durch das Poster „Optimierung des Wasserstandes zur Verbesserung der Klimabilanz in landwirtschaftlich genutzten Hochmooren“ (Dr. Frank)
- 20.-23.09.2017 Tagung der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde e.V. im Hunsrück. Präsentation des Modellprojektes durch das Poster „Optimierung des Wasserstandes zur Verbesserung der Klimabilanz in landwirtschaftlich genutzten Hochmooren“ (Tegge)
- 22.09.-23.09.2017 „Grünlandtag“ in Stemshorn. Veranstalter: Deutscher Grünlandverband e.V. Präsentation des Modellprojektes durch das Poster „Optimierung des Wasserstandes zur Verbesserung der Klimabilanz in landwirtschaftlich genutzten Hochmooren“ (Vogel, Dr. Kruse-Dörgeloh, Lange)

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

- 21.11.2017 Projektbegleitende Arbeitsgruppe des NKI-Projektes „Beratung und Coaching zum Thema Moorschutz“ im Bundesumweltministerium (Moor-Dialog). Das Modellprojekt wurde von Frau Dr. Kruse-Dörgeloh dargestellt
- 23.11.-24.11.2017 „International Conference on Climate Smart Agriculture on Organic Soils (CAOS)“ in Uppsala, Schweden. Veranstalter: FACCE-ERA-NET+ CAOS Project. Posterpräsentation des Modellprojektes. (Vogel, Dr. Frank)
- 15.01.2018 AK Gnarrenburger Moorrind; Frau Dr. Kruse-Dörgeloh stellt torfschonende Grünlandnutzungsansätze vor; Veranstalter: Landvolk Bremervörde
- 16.01.2018 Arbeitskreis "Flurbereinigung Ahlenmoor" (Veranstalter: ArL Bremerhaven) mit Vortrag zum Modellprojekt durch Frau Dr. Kruse-Dörgeloh
- 09.04.2018 AK Gnarrenburger Moorrind; Veranstalter: Landvolk Bremervörde (Dr. Kruse-Dörgeloh)
- 16.04.2018 Versammlung Landvolk-Senioren in Bremervörde. Das Modellprojekt wurde von Frau Vogel in einem Vortrag dargestellt
- 18.06.-19.06.2018 "Moorschutz in Niedersachsen - Ein Erfahrungsaustausch" in Schneverdingen. Veranstalter: Alfred Töpfer Akademie für Naturschutz. Das Modellprojekt wurde in einem Vortrag von Frau Dr. Kruse-Dörgeloh vorgestellt. (Vogel, Dr. Kruse-Dörgeloh)
- 20.06.2018 Arbeitskreis "Flurbereinigung Ahlenmoor" (Veranstalter: ArL Bremerhaven) mit Vortrag von Herrn Dr. Höper zum Wassermanagement (Dr. Kruse-Dörgeloh, Dr. Höper)
- 03.07.2018 AK Gnarrenburger Moorrind; Veranstalter: Landvolk Bremervörde (Dr. Kruse-Dörgeloh)

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

- 06.07.-09.07.2018 „Tarmstedter Ausstellung“, regionale Landwirtschaftsmesse. Das Modellprojekt wurde durch Frau Vogel auf dem Stand der Landwirtschaftskammer präsentiert.
- 02.08.2018 Vorstellung des Modellprojektes auf der jährlichen Rngfahrt des Moorberatungsrings (Ringleiter: Herr von Seht) auf dem Betrieb Huntemann (D-06) durch Frau Vogel
- 24.09.2018 Vorstellung des Projektes vor Vertretern des Landwirtschaftsamtes Stavanger Sandnes Kvitsøy (Vortrag Vogel)
- 20.11.2018 Gastvortrag zur Nachhaltigen Moornutzung und dem Modellprojekt an der HS Osnabrück durch Frau Vogel, Lehrveranstaltung "Bodenschutz und nachhaltige Bodennutzung"
- 29.11.2018 "Niedersächsische Moorlandschaften, Projekte zum Klimaschutz durch Moorentwicklung" Tagung zu den laufenden durch die KliMo-Richtlinie geförderten Projekten. Veranstalter: LBEG, Hannover. Das Modellprojekt wurde von Herrn Frank in einem Vortrag vorgestellt. Posterpräsentation des Modellprojektes. (Vogel, Dr. Höper, Dr. Kruse-Dörgeloh, Lange, Schröder, Tegge, Dr. Frank)
- 03.12.2018 Versammlung des Bezirksverbandes Gnarrenburg-Kirchwistedt in Kuhstedt; Frau Dr. Kruse-Dörgeloh stellt Zwischenstand zur Kooperationsarbeit vor; Veranstalter: Landvolk Bremervörde (Dr. Kruse-Dörgeloh)
- 19.-20.02-2019 SWAMPS internationale Tagung "Wassermanagement in landwirtschaftlich genutzten Mooren", Veranstalter: SWAMPS-Projekt, Oldenburg. Das Modellprojekt wurde von Herrn Dr. Höper in einem Vortrag vorgestellt. Posterpräsentation des Modellprojektes (Tegge Dr. Frank Vogel), Posterpräsentation des Zusatzmoduls Unterflurbewässerung im Praxisversuch(Sokolowski). (Vogel, Dr. Höper, Dr. Kruse-Dörgeloh, Lange, Schröder, Tegge, Sokolowski, Dr. Tiemeyer)

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

- 07.04.2019 EGU-Tagung, Wien. Posterpräsentation des Zusatzmoduls Unterflurbewässerung im Praxisversuch durch Frau Sokolowski
- 17.05.2019 Agrarausschuss nds. Landjugend, Forstort-Anfang, Feldbegehung Demoversuch D-12 und Vorstellung des Modellprojektes durch Frau Vogel
- 18.-19.06.2019 "Moorschutz in Niedersachsen - Ein Erfahrungsaustausch" in Schneverdingen. Veranstalter: Alfred Töpfer Akademie für Naturschutz. Herr Tegge stellte den Demonstrationsversuch D-12 in einem Vortrag vor. Am zweiten Veranstaltungstag wurde D-12 im Rahmen der Exkursion besichtigt. (Vogel, Dr. Kruse-Dörgeloh, Schröder, Tegge, Dr. Höper, Sokolowski, Dr. Tiemeyer)
- 12.07.-15.07.2018 „Tarmstedter Ausstellung“, regionale Landwirtschaftsmesse. Das Modellprojekt wurde durch Frau Vogel und Frau Dr. Kruse-Dörgeloh auf dem Stand der Landwirtschaftskammer präsentiert.
- 29.08.-31.08.2019 Jahrestagung AGGF (Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau) der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V. in Raitenhaslach. Das Modellprojekt wurde von Frau Vogel durch Poster und Beitrag im Tagungsband präsentiert
- 02./03.09.2019 Erarbeitung einer Moorschutzstrategie des Bundes, BMU/BfN, Bonn (Dr. Höper, Dr. Kruse-Dörgeloh)
- 25.09.2019 Landeserntefest, Verden. Das Modellprojekt wurde von Herrn Schröder auf einem Messestand präsentiert
- 19.09.-20.09.2019 Fachtagung Zukunft Landschaft: Moore, Moose und Filze in Bayern. Kleinhohenried/Neuburg. Das Modellprojekt wurde in einem Vortrag von Frau Vogel vorgestellt
- 26.09.-28.09.2019 DGMT-Jahrestagung in Rendsburg. Das Modellprojekt wurde durch Herrn Minke und Herrn Lange in einem Vortrag vorgestellt. (Tegge, Minke, Vogel, Dr. Kruse-Dörgeloh, Lange, Schröder, Dr. Tiemeyer, Sokolowsky)

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

- 12.11.2019 AGRITECHNICA 2019, Hannover. Information und Vortrag zum Modellprojekt auf dem LBEG-Messestand (Minke)
- 19.11.2019 Gastvortrag zur Nachhaltigen Moornutzung und dem Modellprojekt an der HS Osnabrück durch Frau Vogel, Lehrveranstaltung "Bodenschutz und nachhaltige Bodennutzung"
- 09.12.2019 Landvolkversammlung des Bezirksverbandes Gnarrenburg-Kirch-wistedt, Kuhstedt, Zwischenergebnisse des Modellprojekts und das Folgeprojekt werden in einem Vortrag von Frau Dr. Kruse-Dörgeloh vorgestellt (Vogel, Dr. Kruse-Dörgeloh)
- 15.01.2020 Arbeitskreis Aufwuchsverwertung des Landvolks OHZ (Machbarkeitsstudie durch Succow-Stiftung), Vorstellung des Modellprojekts durch Frau Dr. Kruse-Dörgeloh
- 20.02.2020 Tag des Moores in Grasberg, Landvolk OHZ. Frau Dr. Kruse-Dörgeloh hält einen Vortrag zum Modellprojekt (Klimaschutz und Bewirtschaftungsperspektiven auf Hochmoorgrünland) (Vogel, Dr. Höper, Dr. Kruse-Dörgeloh, Schröder)
- 23.02.2020 Vorstellung des Modellprojektes vor dem AK Naturpark Teufelsmoor in Osterholz-Scharmbeck durch Frau Dr. Kruse-Dörgeloh
- 28.02.-01.03.2020 Tagung "Landwirtschaft im Klimawandel: Ihre Zukunft - lokal und global", Akademie Franz Hitze Haus/KLB, Münster. Das Modellprojekt wurde in einem Vortrag und einem Workshop von Frau Vogel vorgestellt.
- 11.03.2020 Arbeitskreis Agrar-Büromanagerin, Zeven. Das Modellprojekt wurde in einem Vortrag von Frau Vogel vorgestellt
- 10.07.2020 Tarmstedter Gespräche - Kostbares Wasser in der Landschaft halte. Youtube Liveübertragung, Videoaufzeichnung Gespräch über Wasserhaushalt, Bewässerung, Feldberegnung und Moorschutz durch Wasserstandsanhebung

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

20.10. und 30.11.2020	Unterrichtseinheit zur nachhaltigen Moornutzung und dem Modellprojekt im Meisterkurs Stade durch Frau Vogel
04.11.2020	Online Gastvortrag zur Nachhaltigen Moornutzung und dem Modellprojekt an der HS Osnabrück durch Frau Vogel, Lehrveranstaltung "Bodenschutz und nachhaltige Bodennutzung"
10.06.2021	Gastvortrag zum Modellprojekt an der Uni Göttingen, Institut für Agrarpedologie, durch Frau Dr. Kruse-Dörgeloh, Lehrveranstaltung „Geoökologie und abiotischer Ressourcenschutz“

### 4.9.5 Presse

Eine große Reichweite hatten auch die jährlichen Artikel in der Land & Forst und anderen Fachzeitschriften.

12.05.2016	<i>"Start des Modellprojektes im Gnarrenburger Moor"</i>	Land&Forst	Bericht über Projektstart und Ziele
13.06.2016	<i>"Neue Wege für das Moor"</i>	Bremervörder Zeitung	Bericht über die Auftaktveranstaltung am 09.06.2016
14.06.2016	<i>"Neue Wege aus dem Treibhaus"</i>	Zevener Zeitung	Bericht über die Auftaktveranstaltung am 09.06.2017
25.02.2017	<i>„Mit Bauern für Klima- und Moorschutz“</i>	Bremervörder Zeitung	Bericht Kooperationsgründung
30.03.2017	<i>„Umdenken bei der Moornutzung“</i>	Land&Forst	Artikel von Isabelle Vogel über die Probleme landwirtschaftlicher Moornutzung und die Projektziele
04.05.2017	<i>„Moor-Zarella fest im Blick“</i>	Bremervörder Zeitung	Bericht über Vorstellung des Modellprojektes im Umwelt-

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

			ausschuss der Gemeinde Gnarrenburg und damit verbundene Chancen für die Region
05.05.2017	<i>„Klimaschutz: „Sehr gut im Zeitplan““</i>	Bremervörder Zeitung	Bericht über den Zwischenstand der Arbeit der Kooperation im Umweltausschuss der Gemeinde Gnarrenburg
10.05.2017	<i>"Modellprojekt Gnarrenburger Moor - Umsetzung klimaschutzorientierter Landwirtschaft im Moor"</i>	Bremervörder Anzeiger	Bericht über den Zwischenstand der Arbeit der Kooperation durch Dr. Heike Kruse-Dörgeloh im Umweltausschuss der Gemeinde Gnarrenburg
01.06.2017	<i>„Lange Leitung von Vorteil“</i>	Bremervörder Zeitung	Bericht über Technikdemonstration Gülleverschlachtung
01.06.2017	<i>„Wo eine lange Leitung von Vorteil ist“</i>	Zevener Zeitung	Bericht über Technikdemonstration Gülleverschlachtung
16.09.2017	<i>"Offenes Ohr für alle Bürger"</i>	Bremervörder Anzeiger	Bericht über den Besuch von MdB Oliver Grundmann und Landtagskandidat Dr. Mohrmann mit Besichtigung der Projektflächen
Nov 17	<i>„Neue Methoden für Moorgrünland“</i>	TopAgrar	Kurzbericht über Projektziele
24.01.2018	<i>"Gute Zusammenarbeit - Erste Ergebnisse"</i>	Bremervörder Zeitung	Bericht über den Zwischenstand des Modellprojektes und den Einbau der Wehre auf den Demonstrationsversuchen
25.01.2018	<i>"Bauern stellen sich den Versuchen"</i>	Zevener Zeitung	Bericht über den Zwischenstand des Modellprojektes und

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

			den Einbau der Wehre auf den Demonstrationsversuchen
26.02.2018	<i>"Die Vision vom Moor-rind"</i>	Bremervörder Zeitung	Bericht über Start der Arbeitsgruppe "Gnarrenburger Weiderind" mit Bezug auf die Modellregion
23.03.2018	<i>Appetit auf Gnarren-„Burger“</i>	Bremervörder Zeitung	Bericht über Weiderind-Projekt im Umweltausschuss
08.05.2018	<i>"Chancen und Risiken in den Modellregionen Moor"</i>	Website Grünlandzentrum	Bericht über die Exkursion der Kooperation des Modellprojektes zu den Versuchsflächen des SWAMPS-Projektes
09.05.2018	<i>"Chancen und Risiken in den Modellregionen Moor"</i>	Website SWAMPS	Bericht über die Exkursion der Kooperation des Modellprojektes zu den Versuchsflächen des SWAMPS-Projektes
24.05.2018	<i>"Modellprojekt blickt über die Weser"</i>	Bremervörder Zeitung	Bericht über Exkursion mit Kooperationslandwirten zum SWAMPS-Projekt
24.05.2018	<i>"Für die Zukunft der Moordörfer"</i>	Bremervörder Zeitung	Bericht über Vortrag von Isabelle Vogel bei Versammlung der Landvolksenioren
31.05.2018	<i>"Moorflächen sensibel anpacken"</i>	Land&Forst"	Bericht über Exkursion mit Kooperationslandwirten zum SWAMPS-Projekt
09.07.2018	<i>"Exkursion in die Niederlande"</i>	Bremervörder Zeitung	Bericht über Exkursion mit Kooperationslandwirten in die Niederlande 07.-08. Juni

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

11.07.2018	<i>"Vorbild für die Modellregion"</i>	Zevener Zeitung	Bericht über Exkursion mit Kooperationslandwirten in die Niederlande 07.-08. Juni
18.10.2018	<i>"Sympathische Gäste aus Norwegen"</i>	Bremervörder Zeitung	Bericht über den Besuch des Landwirtschaftsamtes Stavanger/Sandnes/Kvitsøy (Norwegen) in der Bezirksstelle Bremervörde mit u.A. Thematisierung des Modellprojektes
18.10.2018	<i>"Landwirtschaft mit Unterschieden aber auch Gemeinsamkeiten"</i>	Land & Forst	Bericht über den Besuch des Landwirtschaftsamtes Stavanger/Sandnes/Kvitsøy (Norwegen) in der Bezirksstelle Bremervörde mit u.A. Thematisierung des Modellprojektes
19.02.2019	<i>"Modellregion auf einem guten Kurs"</i>	Bremervörder Zeitung	Bericht über den Besuch der niedersächsischen landwirtschaftsministerin Barbara Otte-Kinast
19.02.2019	<i>"Vielversprechender Ansatz" im Moor</i>	Zevener Zeitung	Bericht über den Besuch der niedersächsischen landwirtschaftsministerin Barbara Otte-Kinast
24.02.2019	<i>"Im Mittelpunkt stehen die Landwirte"</i>	Bremervörder Anzeiger	Bericht über den Besuch der niedersächsischen Landwirtschaftsministerin Barbara Otte-Kinast
18.03.2019	<i>"Moore und Klima schützen"</i>	LandInForm	Artikel von Dr. Heike Kruse-Dörgeloh über das Modellprojekt

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

21.03.2019	<i>„Testlauf weiter auf Erfolgskurs“</i>	Bremervörder Zeitung	Bericht zur ersten Schlachtung von Gnarrenburger Weiderind
28.03.2019	<i>"Dem Torf und dem Klima zuliebe"</i>	Land&Forst	Artikel von Isabelle Vogel über Moor-/Klimaschutz und Wasserregulierung
28.03.2019	<i>"Besuch im Moor: Ministerin Otte-Kinast nimmt Forderungen mit"</i>	Land&Forst	Bericht über den Besuch der Ministerin Barbara Otte-Kinast
23.05.2019	<i>"Wenn es an die Substanz geht"</i>	Land&Forst	Artikel über Moordegradation mit Erwähnung des Modellprojektes
14.07.2019	<i>"Moore: Sanfte Vernässung schützt das Klima"</i>	Website Tarmstedter Ausstellung	Artikel über den Messeauftritt des Modellprojektes
19.08.2019	<i>"Erwiesen: "Die Unterflurbewässerung funktioniert""</i>	Bremervörder Zeitung	Bericht über Dr. Heike Kruse-Dörgelohs Vortrag in Gnarrenburger Bürgerhaus anlässlich des Besuches von MdB Oliver Grundmann
26.11.2019	<i>Im Moor zählt jeder Tropfen Wasser - ein Tagungsrückblick</i>	ANLiegen Natur	Bericht der Tagung "Zukunft Landschaft" mit Erwähnung des Vortrages von Isabelle Vogel
Herbst 2019	<i>Im Moor zählt jeder Tropfen Wasser</i>	Schönere Heimat Heft 4 2019 (Bayerischer Landesverein für Heimatpflege e.V.)	Bericht der Tagung "Zukunft Landschaft" mit Erwähnung des Vortrages von Isabelle Vogel

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Dez 19	<i>Landjugend meets Landtag - Unterflurbewässerung</i>	Land&Forst	Sven Kück (Landjugend) und Dr. Marco Mohrmann (MdL) unterhalten sich über Unterflurbewässerungsversuch
17.01.2020		NDR Radio	Modellprojekt und Maßnahmen zur Wasserstandsanhhebung erwähnt
30.07.2020	<i>Kostbares Wasser in der Fläche halten</i>	Land&Forst	Artikel von Isabelle Vogel über Projektergebnisse, Dürre und Wasserregulierung
10.07.2020	<i>Tarmstedter Gespräche - Kostbares Wasser in der Landschaft halten</i>	Youtube Liveübertragung	Videoaufzeichnung eines Gesprächs mit Isabelle Vogel über Wasserhaushalt, Bewässerung, Feldberegnung und Moorschutz durch Wasserstandsanhhebung
seit Sept. 2020		Website "Der Niedersächsische Weg"	Kurzbeschreibung + Fotos des Projektes
15.10.2020	<i>Kostbares Nass in der Fläche halten</i>	Bauernblatt	Artikel von Isabelle Vogel über Projektergebnisse, Dürre und Wasserregulierung
10.10.2020	<i>Spagat zwischen Klimaschutz und Moorbewirtschaftung</i>	Niederelbezeitung, Magazin am Wochenende	Bericht über Modellprojekt und Versuchsergebnisse der Unterflurbewässerung

### 4.9.6 Bildung

Durch Exkursionen und Gastvorträge der Beraterin wurden die nachhaltige Moornutzung und die Projektinhalte Studenten, Berufsschülern und Meisterschülern nähergebracht. Vier Studentinnen begleiteten Frau Vogel jeweils im Rahmen eines Praktikums bei den Aufgaben als Beraterin im Modellprojekt. Die Studentin Nina Degetow (HS Osnabrück)

verfasste im Zuge dessen Ihre Bachelorarbeit mit dem Titel "Entwicklung von Düngestrategien auf Hochmoorgrünland in der Modellregion "Gnarrenburger Moor" im Hinblick auf eine klimaschonende Bewirtschaftung"

Zurzeit bereitet ein weiterer Student (Wilken Cordes, Uni Göttingen) seine Masterarbeit zur Bewertung der ökonomischen Auswirkungen von Moorschutzmaßnahmen vor und steht hierzu im Austausch mit dem Modellprojekt.

### **4.10 AP 10 - Internetauftritt**

Auf der Website:

<https://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/6/nav/198/article/29689.html>

(Webcode: 01031100) wird über das Modellprojekt informiert. Hier findet sich ein Link zur geschlossenen Benutzergruppe, zu welcher alle Kooperationsmitglieder sowie die kooperierenden Landwirte Zugang haben und Sitzungsprotokolle, Versuchsbeschreibungen und –Ergebnisse sowie aktuelle Informationen und Veranstaltungshinweise einsehen können.

### **4.11 AP 11 - Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben**

#### **4.11.1 Versuchsanlage und Untersuchungsmethoden**

Die Demonstrationsversuche sind zentraler Bestandteil bei der Schaffung von Akzeptanz hinsichtlich einer klima- und torfschonenden Moorbewirtschaftung im Modellprojekt Gnarrenburger Moor. Sie bilden die Grundlage für die Planung eines Gebietskonzeptes und bieten die Möglichkeit, den Landwirten die Funktionsweise von Wassermanagementmaßnahmen näher zu erläutern und Ängste hinsichtlich einer Wasserstandanhebung auf den Flächen abzubauen. Gleichzeitig sollen über die Demonstrationsversuche gemeinschaftlich mit den Landwirten Anpassungsoptionen an höhere Wasserstände erarbeitet und vermittelt werden.

Die Möglichkeit, Wasserstände mit dem Ziel des Torfschutzes anzuheben, hängt zum großen Teil von der angestrebten Landnutzung und der vorhandenen Torfauflage ab. Im Modellprojekt wurden Maßnahmen nur auf sorgfältig ausgewählten Einzelflächen durchgeführt (Demonstrationsversuche), auf welchen sowohl die Standortvoraussetzungen

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

(Torfaulage, Hydrologische Verhältnisse, Geländebeschaffenheit, Grünland) günstig waren als auch der Landwirt bereit war, die Bewirtschaftung der Fläche als Grünland mit eventuellen Bearbeitungseinschränkungen durchzuführen (siehe Abbildung 43 und Tabelle 6).

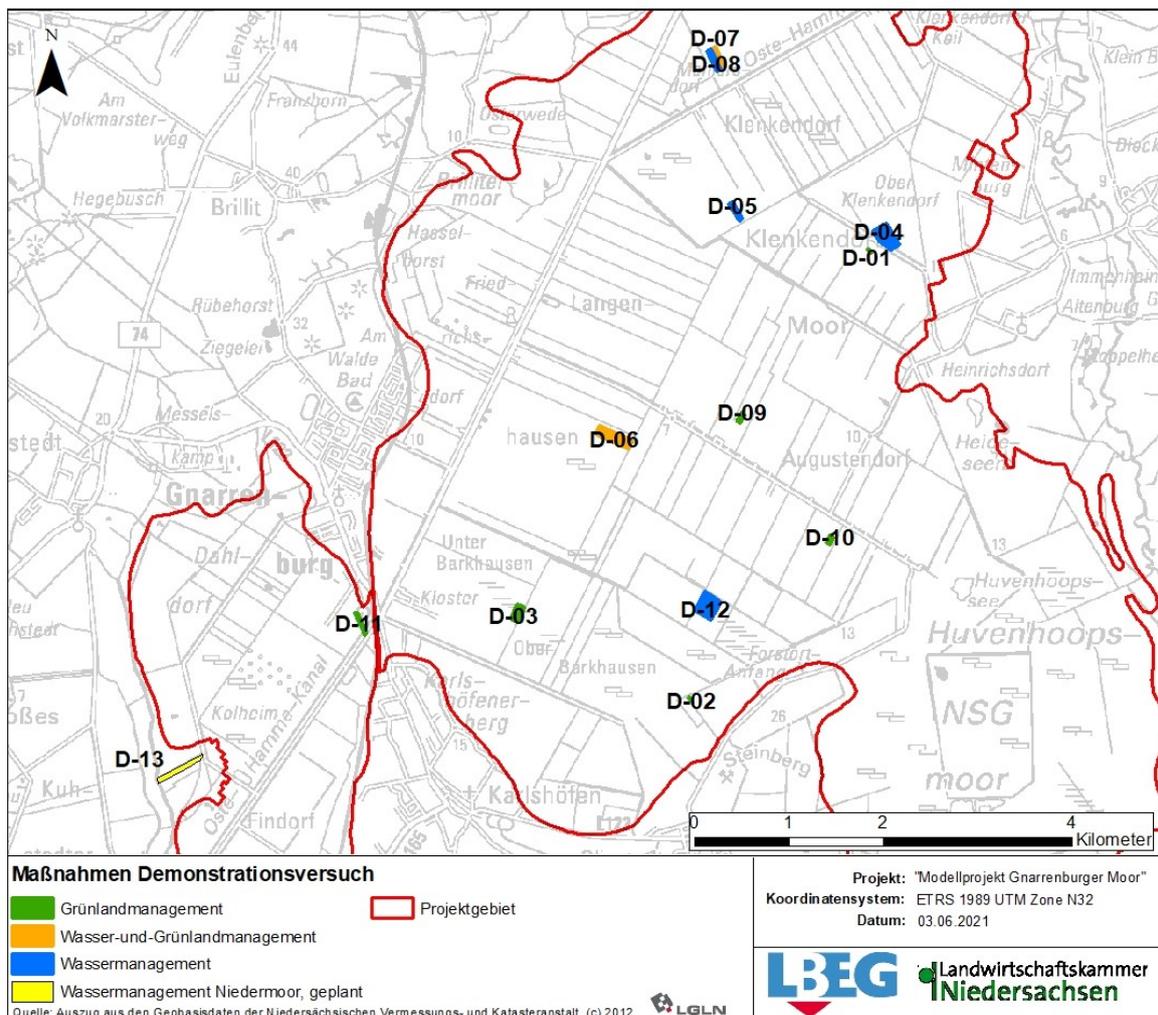


Abbildung 43: Maßnahmenart und Lage der Demonstrationsversuche.

Tabelle 6: Maßnahmen und Beginn der Demonstrationsversuche. Landwirtschaftliche Maßnahmen sind grün hinterlegt, während wasserregulierende Maßnahmen blau hinterlegt sind.

Demonstrationsversuch	Maßnahme	Beginn
D-01	<b>Gräsermischung</b> mit Rohrschwengel auf Grünland mit geringer Intensität	2016
D-02	<b>Gräsermischung</b> mit Rohrschwengel auf Intensivgrünland	2016
D-03	Reduzierte organische und mineralische <b>Düngung</b> auf Intensivgrünland (Düngefenster)	2017
D-04	<b>Grabenanstau</b> auf Grünland mit geringer Intensität	2017
D-05	<b>Unterflurbewässerung</b> auf Intensivgrünland	2018
D-06	<b>Grabenanstau</b> auf Intensivgrünland mit angeschlossenen Versuchen zu <b>Gräsermischungen</b> (2 Anstauerebenen)	2017
D-07	<b>Unterflurbewässerung</b> auf Intensivgrünland mit angeschlossenen Versuchen zu <b>Gräsermischungen</b>	2018
D-08	<b>Betroffenheit</b> eines Grünlandes mittlerer Intensität durch angrenzende Versuchsfläche mit <b>Unterflurbewässerung</b> (D-07)	2017
D-09	Großparzellenversuch zur Neuansaat ausgewählter <b>Gräsermischungen</b> auf einer Referenzfläche ohne Wasserstandsanhebung (Referenz zu D-06)	2017
D-10	Großparzellenversuch zur Neuansaat ausgewählter <b>Gräsermischungen</b> auf einer Referenzfläche ohne Wasserstandsanhebung (Referenz zu D-07)	2018
D-11	Großparzellenversuch zur Neuansaat ausgewählter <b>Gräsermischungen</b> auf einer Referenzfläche ohne Wasserstandsanhebung (Referenz zu D-04)	2018
D-12	Schachtbasierte <b>Unterflurbewässerung</b> auf Intensivgrünland im Praxisversuch mit THG-Messungen	2019
D-13	<b>Grabenanstau</b> auf Grünland mittlere Intensität auf Niedermoor	in Planung

Neben dem standörtlichen Potenzial wurde auch die potenzielle Eignung der aktuellen Nutzung betrachtet. Durch die einzelbetriebliche Beratung bestand Einblick in eine Reihe von Betrieben mit im gesamten Projektgebiet verstreut liegenden Flächen. Die Angaben der Betriebsleiter und zusätzliche Erkundigungen im Projektgebiet zeigten, dass Grünland und Ackerflächen über das ganze Gebiet verstreut anzutreffen sind. Es gibt einige Bereiche mit ausschließlicher Grünlandnutzung über mehrere hundert Meter, z.B. in Ober-Klenkendorf, Heinrichsdorf und westlich von Glinstedt, in Fahrendahl und dem südlichen Fahrendorf, doch auch hier ist die Bewirtschaftung keineswegs homogen. Nach wenigen Schlägen findet sich meist ein Wechsel von intensivem zu extensivem Grünland. Es zeigte sich schnell, dass kleinräumig unterschiedliche Ansprüche an die Wasserregulierung und damit vor allem an die Befahrbarkeit der Flächen bestehen. Es wurde kein Teilgebiet, welches sich für eine großflächige einheitliche Maßnahme eignen würde, gefunden. Ähnlich wie die Nutzungsarten wechseln auch die Bewirtschafter meist nach wenigen Schlägen. Es zeigte sich, dass großflächig die Nutzung vereinheitlicht oder die Schutzmaßnahmen sehr kleinteilig gesteuert werden müssten.

### ***Wasserregulierende Maßnahmen***

Basierend auf den durchgeführten Beratungen und der Struktur der kooperierenden Betriebe wurden zwei wasserregulierende Maßnahmen ausgearbeitet, welche in den Demonstrationsversuchen umgesetzt wurden. Ziel beider Maßnahmen ist die Erhöhung der mittleren jährlichen Wasserstände auf den Demonstrationsversuchsflächen entweder durch Grabenanstau auf Hochmoorgrünland mittlerer Intensität oder durch Unterflurbewässerung auf intensiv genutztem Hochmoorgrünland.

**Grabenanstau** als kostenextensive wasserregulierende Maßnahme war im Besonderen für landwirtschaftliche Betriebe vorgesehen, die Moorgrünland mit mittlerer oder niedriger Intensität nutzen. Grundidee ist die Rückhaltung des Wassers aus den Wintermonaten, um die Wasserstände im Frühjahr höher halten zu können als ohne Grabenanstau. Mit Hilfe von steuerbaren Wehren in den Vorflutern (3. Ordnung) sollten Winterniederschläge in der Fläche bis zu einem definierten Termin 30 cm unter Flur zurückgehalten werden. Während der Sommermonate wurden die Wehre der Demonstrationsversuchsflächen auf 50 cm (zu Beginn der Untersuchungen) unter Flur eingestellt. Mit Hilfe der Verdunstung, die im Sommer die Niederschlagsmengen übersteigt und zu einer weiteren

Abnahme der Grundwasserstände im Moor führt, sollten so in den Sommermonaten Grundwasserstände erreicht werden, die eine Bewirtschaftung der Fläche mit max. 2-3 Schnitten ermöglichen.

Für intensive wirtschaftende Landwirte sollte die **Unterflurbewässerung** auf Hochmoorgrünland erprobt werden. Diese Maßnahme wurde in den Niederlanden für Niedermoorstandorte entwickelt und wurde in Demonstrationsversuchen auf das Hochmoorgrünland übertragen und getestet. Ziel ist das Aufrechterhalten der intensiven Wirtschaftsweise (4 bis 5 Schnitte pro Jahr) unter gleichzeitiger Anhebung der sommerlichen Grundwasserstände. Analog zum Grabenanstau werden ebenfalls steuerbare Wehre in die Vorfluter (3. Ordnung) installiert. Darüber hinaus wird die Dränage auf den Demonstrationsflächen durch den Einbau neuer Dränagerohre verbessert, wobei der Dränabstand sowie die Dräntiefe der Rohre im Vergleich zur „Deutschen Hochmoorkultur“ verringert werden. Dies erfolgt, um das Wasser in den Sommermonaten aus den Gräben besser in die Fläche leiten und einen möglichst hohen Moorwasserstand einstellen zu können. Allerdings wirkt sich die Dränung im Winter und Frühjahr auch entwässernd aus, das Absinken der Moorwasserstände sowohl durch die Niederschläge als auch durch hohe Grabenwasserstände deutlich begrenzt wird. Im zeitlichen Verlauf der Demonstrationsvorhaben wurde ein höchstmöglicher Wehrstand, und damit Grabenwasserstand, unter Beibehaltung der Nutzung angestrebt. Die Stauhöhe der Wehre in den Vorflutern sollte während des Jahres optimaler Weise nicht verstellt werden und bei ca. 20 cm unter Flur liegen. In der Fläche sollen so Sommerwasserstände von höher als 40 cm unter Flur erreicht werden. Nur ausnahmsweise, in besonders nassen Perioden, wurde der Grabenwasserstand im Sommerhalbjahr abgesenkt. Andererseits war es im Trockenjahr 2018 in einigen Sommermonaten nicht möglich, trotz „randvoller“ Gräben einen Wasserstand höher als 40 cm unter Flur zu halten. Das Wasserdefizit in den Sommermonaten (Niederschlag abzüglich Verdunstung) wird durch die Zufuhr von Fremdwasser, auf den Demonstrationsflächen im Projektgebiet durch Grundwasser, ausgeglichen.

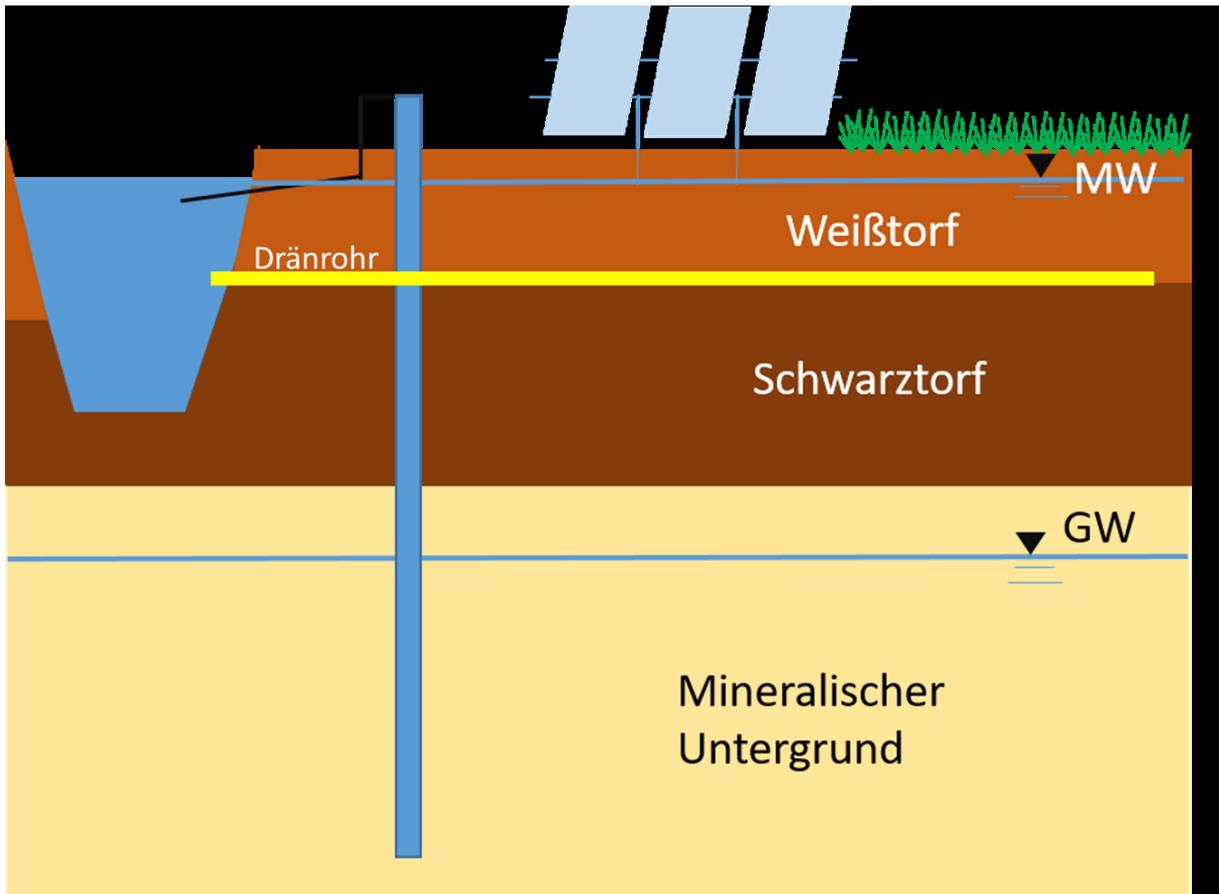


Abbildung 44: Schema Unterflurbewässerung auf den Demonstrationsflächen (Querschnitt).

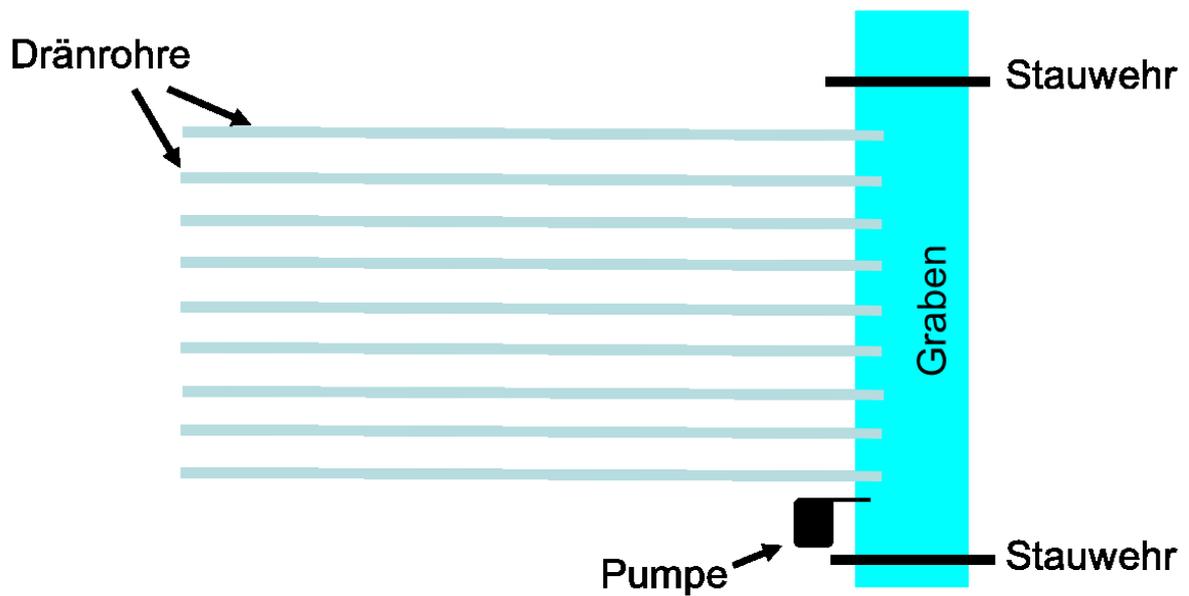


Abbildung 45: Schema Unterflurbewässerung mit eingestautem Graben (Aufsicht). Zeichnung: Isabelle Vogel.

Durch den verringerten Dränabstand wird der Abfluss von überschüssigem Wasser im Frühjahr sowie nach Regenereignissen im Sommer verbessert, so dass in der Regel eine gute Befahrbarkeit gegeben sein sollte (Abbildung 44 und Abbildung 45). Die mittleren Moorwasserstände werden dabei durch den Grabenwasserstand bestimmt. Der Moorwasserstand liegt bei negativer Wasserbilanz (Vegetationsperiode) unterhalb und bei positiver Wasserbilanz (Winter, Regenperioden) oberhalb des Grabenwasserstandes.

### **Landwirtschaftliche Maßnahmen**

Alle Versuche wurden von den landwirtschaftlichen Betrieben mit betriebsüblichen Verfahren bewirtschaftet. Ernte, Düngung, und Pflegemaßnahmen wurden jeweils nach Ermessen des Landwirtes durchgeführt, um eine möglichst große Praxisnähe zu gewährleisten. Dies führte jedoch dazu, dass manche Bewirtschaftungstermine vorrangig mit Blick auf das übrige Grünland des Betriebes gewählt wurden und nicht immer nach dem teilweise abweichenden Zustand der vergleichsweise kleinen Versuchspartellen. Dies äußerte sich gelegentlich in einer nicht ausreichenden Befahrbarkeit und im Hinblick auf die Futterqualität nicht optimalen Reife der Grasbestände.

Da neben den Wasserständen auch die Nährstoffmengen im Boden einen Einfluss auf die Zersetzung des Torfes und Emission von Treibhausgasen haben wurde ein Düngeversuch D-03 mit dem Ziel angelegt, die Entwicklung der Vegetation, der Erträge und der Nährstoffversorgung des Bodens bei reduzierter Düngung zu beobachten.

Tabelle 7: Lage der Versuchspartellen des Versuches D-03 am Ende der drei Schläge.

G Nur <u>G</u> ülle	M Nur <u>M</u> ineraldün- ger	X Ohne <u>D</u> üngung
G-Referenz Volldüngung	M-Referenz Volldüngung	X-Referenz Volldüngung

Drei Versuchspartellen mit reduzierter Düngung wurden jeweils am Ende von drei Grünlandschlägen angelegt (50 x 28 m). Der restliche Schlag diente als Referenzparzelle (Tabelle 7). Die betriebsübliche Düngung in den Referenzparzellen, hier „Volldüngung“ genannt, bestand aus vier Mineraldüngergaben zu den ersten vier Schnitten in je zwei Gaben KAS zu 2 dt/ha und zwei Gaben zu 1 dt/ha. Somit wurden 162 kg N/ha /Jahr mineralisch ausgebracht. Dazu kamen 4 Güllegaben pro Jahr, wobei 20 m<sup>3</sup>/ha vor dem ersten Schnitt und drei weitere Gaben zu je 10 m<sup>3</sup>/ha zum 2., 4. und 5. Schnitt gegeben wurden. Somit wurden ca. 141 kg N/ha organisch ausgebracht (anrechenbarer Anteil). Die tatsächlich ausgebrachte Stickstoffmenge variierte jedes Jahr aufgrund unterschiedlicher Nährstoffgehalte in der Gülle stets um einige Kilo N/ha. So wurden im ersten Versuchsjahr in allen drei Referenzparzellen 303 kg N/ha ausgebracht. (Der berechnete Düngebedarf inklusive aller Abzüge und Korrekturen lag in der besonders wüchsigen Parzelle M-Referenz sogar bei 353 kg N/ha.). Zur Reduzierung der Düngung in den Versuchspartellen wurden auf zwei Partellen jeweils nur der organische oder der mineralische Anteil der Volldüngung ausgebracht, d.h. 162 kg N/ha als Gülle in Parzelle G und als Mineraldünger in Parzelle M. Um diesen Wert in Parzelle G zu erreichen musste abweichend vom Rhythmus der Volldüngung hier fünf Güllegaben zu insgesamt 60 m<sup>3</sup>/ha pro Jahr erfolgen. Damit entsprach die Nährstoffmenge etwa der Hälfte der Volldüngung. In einer dritten Parzelle (X) wurde jegliche Düngung weggelassen.

In mehreren Gräserversuchen wurden verschiedene Saatgutmischungen auf ihre Eignung im entwässerten und nassen Hochmoor geprüft. Je nach Standort und Bewirtschaftungsintensität des Betriebes wurden geeignete Mischungen ausgewählt (Tabelle 8). Bei der Anlage der Gräserpartellen wurde stets darauf geachtet, dass alle Partellen den selben Abstand zum Graben haben und auf gleichmäßigem Gelände liegen, um gleiche Feuchtigkeit zu gewährleisten. Auf sieben verschiedenen Betrieben konnte ein breites Spektrum an Nutzungsintensität abgedeckt werden (Tabelle 9). Die Düngung orientierte sich stets an der Nutzungshäufigkeit und dem Rahmen der Düngeverordnung.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Tabelle 8: Gewichtsanteile der Arten in den Saatgutmischungen. (GI1: diploide Weidelgräser GI2: tetraploide Weidelgräser).

	gestaffelter Rohrschwingelanteil						intensiv					extensiv		
	01	02	03	04	05	06	08	11	GI1	GI2	GI3 / 09	GE1 / 07	GE2 / 10	GE3
Rohrschwingel		20	40	60	80	100	40		30	30		50		
Wiesenschwingel							10				20		20	43
Knautgras							5		15	15		40		
D. Weidelgras früh											13		5	
D. Weidelgras mittel	100	80	60	40	20		35	90	15	15	20	10	5	
D. Weidelgras spät									15	15	20		6	
Wiesenslieschgras							10	10	15	15	17		24	17
Wiesenschweidel									10	10				
Wieserrippe											10		20	16
Rotschwingel													20	
Wiesenfuchsschwanz														7
Weißes Straußgras														3
Weißklee														7

Tabelle 9: Gräserversuche.

	D-01	D-02	D-06	D-07	D-09	D-10	D-11
Nutzung / Jahr	1-2	4	3-4	3-4	3-4	4	2-3
Weidenutzung	nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein
Schnittnutzung	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Gräsermischungen für intensive Nutzung	x	x	x	x	x	x	
Gräsermischungen für extensive Nutzung	x	x	x		x	x	x
Gräsermischungen mit gestaffeltem Rohrschwingelanteil	x	x					
Wasserregulierung	-	-	Anstau	UFB	-	-	-
Deckfrucht bei Ansaat	-	-	Hafer	-	Hafer	-	-

### **Arbeiten im Gelände und Labor**

#### Höhenmessungen

Ein Monitoring der Höhen ist nötig, um festzustellen wie sich die Höhe durch Sackung, Schrumpfung und Torfmineralisation ändert und wie diese Änderungen durch hohe Wasserstände verringert werden kann. Aus diesem Grund wurden Höhenmessungen zweimal

jährlich an allen Versuchen mit wasserregulierenden Maßnahmen (D-04, D-05, D-06, D-07, D-12) durchgeführt; jeweils zum Zeitpunkt der tiefsten (September/Oktober) und höchsten Wasserstände (Februar/März), um inter- und innerannuelle Änderungen ermitteln zu können. Für die Versuchsflächen D-04 und D-05 liegen Höhenmessungen von 2016 bis 2020 und für die Versuchsflächen D-06, D-07 und D-08 liegen Höhenmessungen von 2017 bis 2020 vor.

### Hydrologisches Monitoring

Für das hydrologische Monitoring wurden auf den Demonstrationsversuchsflächen insgesamt 87 Pegel eingerichtet (siehe Abbildung 46 und Anhang C Tabelle 14.1). Die Messstellen unterteilen sich in Grundwassermessstellen auf den Versuchsflächen und Messstellen in den angrenzenden Vorflutern, wobei Wasserstände in den Vorflutern lediglich auf Demonstrationsversuchen mit Wassermanagement eingebaut wurden. Auf den Demonstrationsversuchen mit wasserregulierenden Maßnahmen wurden zusätzlich zu den Versuchsflächen und angestauten Grabenabschnitten ebenfalls Kontrollflächen und -gräben mit Messstellen ausgestattet, um die Wirksamkeit der Wassermaßnahmen im Vergleich zu gedränten und frei entwässernden Flächen und offenen Gräben erfassen zu können.

Jede Messstelle verfügt über eine Absolutdrucksonde, welche den Druck mit stündlicher Auflösung aufzeichnet. Ein im Modellgebiet installierter Barometer liefert stündliche Luftdruckdaten, welche zur Kompensation der Absolutdrucksonden in den Messstellen benötigt wurden. Die Verwendung von DN 50 Rohren ermöglicht den Einbau gängiger Messmethoden zum Messen von Wasserständen. Zu den gängigen Methoden gehört die Messung mit Absolutdrucksonden, Erfassung des Wasserstands durch GSM-Module (Funkübertragung) und die händische Ablesung des Wasserstands mittels Lichtlot. Je nach Methode sind weitere Materialien bzw. Modifikationen am Ausbaumaterial nötig. Beim Einbau der Messstelle ist im Besonderen darauf zu achten, dass PVC-Rohr im mineralischen Untergrund zu verankern. Dies stellt einen festen Stand der Messstelle sicher und verhindert die Veränderung der Einbauhöhe durch oszillierende Torfe. Um die Messstelle vernünftig zu Gründen empfiehlt es sich, mit einem Handbohrgerät vorzubohren. Das Handbohrgerät sollte über einen Bohrkopf verfügen, welcher dem Durchmesser des

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

PVC-Rohres entspricht. Vorgebohrt wird dann durch den Torf bis 30 bis 50 cm in den mineralischen Untergrund. Das PVC-Rohr wird dann in das Bohrloch gedrückt und mit einem Plastikhammer auf Anschlag gesetzt (Abbildung 47).

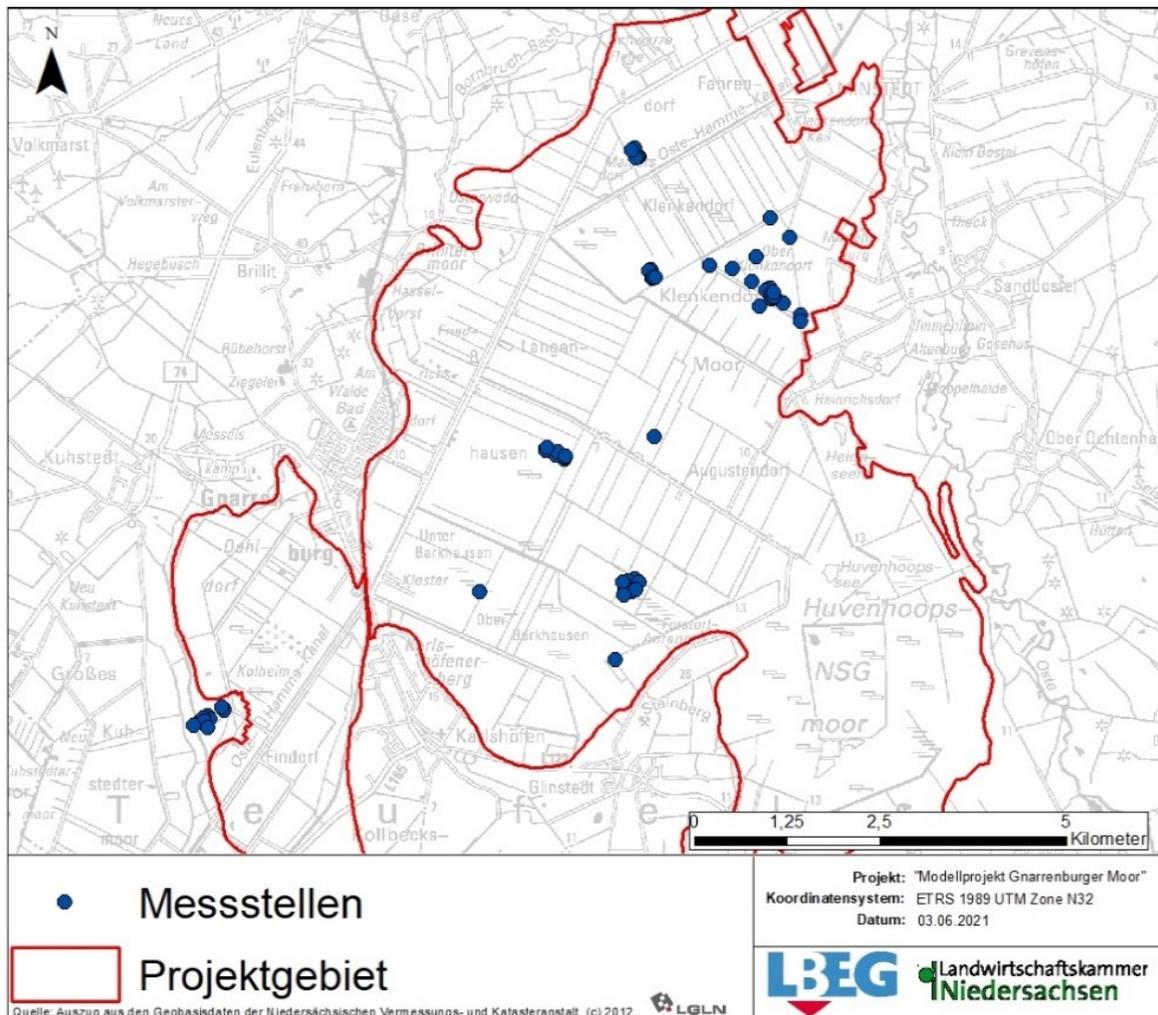


Abbildung 46: Messstellen zur Wasserstands- und Grundwassererfassung im Gnarrenburger Moor.

Neben der Erfassung der Graben- und Moorwasserstände werden auf den Flächen der Demonstrationsversuche ebenfalls Größen der Wasserbilanz erfasst. Der Niederschlag und die potenzielle Verdunstung von Gras (Haude) werden aus Werten der DWD Wetterstation Bremervörde ermittelt. Desweiteren wird auf Flächen mit Unterflurbewässerung die Menge an zugeführtem Fremdwasser tageweise erfasst.

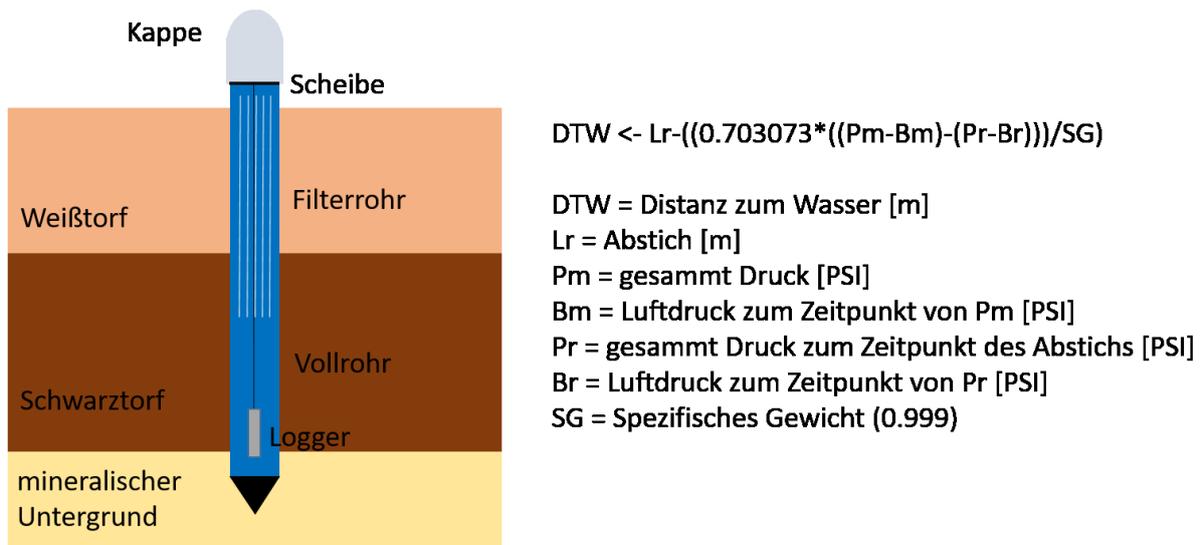


Abbildung 47: Schematische Darstellung des Aufbaus einer Moorwassermessstelle.

#### Materialliste:

- PVC-Rohre DN 50 Vollrohr
- PVC-Rohre DN 50 geschlitzt (0,3 mm)
- Verschlusskappe
- PE-Spitze
- Filterstrumpf

#### Wasserleitfähigkeit

Die physikalische Beschreibung der Torfe umfasst die gesättigte und ungesättigte Leitfähigkeit sowie die Wasserspannungskurve (beschreibt den Wassergehalt der Torfe bei variierendem Matrixpotenzial), die an Stechzylinderproben im Labor ermittelt wurde. Zusätzlich wurde die wassergehaltsabhängige Schrumpfung der Stechzylinderkerne an den oberen Horizonten von 2 Moorprofilen bestimmt. Ergebnisse hierzu finden sich im Anhang C (Tabelle 14.3 bis Tabelle 14.8). Auf den Demonstrationsversuchsflächen wurde außerdem die gesättigte Leitfähigkeit im Gelände untersucht. Mit Hilfe der Bohrlochmethode wurde in dreifacher Wiederholung die gesättigte Leitfähigkeit der höher liegenden Torfe (< 100 cm) bestimmt. Im Jahr 2017 wurde zusätzlich die gesättigte Leitfähigkeit der tiefer liegenden Torfe (> 100 cm) untersucht. Mit der Bohrlochmethode bekommt man einen Mischwert, der die Leitfähigkeit der unterhalb des zum Zeitpunkt der Messung gegebenen Moorwasserstandes liegenden Torfschichten liefert.

### Eindringwiderstände

Ob eine Grünlandfläche für die landwirtschaftliche Bewirtschaftung befahrbar ist hängt einerseits von ihrem Zustand und andererseits von den angewendeten Maschinen ab. Auf den Flächenzustand wirken der Wasserspiegel im Boden, die Feuchte des Oberbodens, die Festigkeit der Grasnarbe inklusive ihres Wurzelwerkes, die Art und der Zersetzungsgrad des Torfes und unter Umständen Bodenfrost. Um eine Fläche unter diesen gegebenen Umständen ohne Schäden befahren zu können muss bei der Wahl der Maschinenteknik vor allem auf das Gewicht pro Reifenaufgabe, die Überfahrgeschwindigkeit und -häufigkeit, den Reifendruck und die Reifengeometrie geachtet werden.

Die Wahl der Maschinenteknik liegt in der Hand der Landwirte. Ein geeigneter Flächenzustand ist dagegen nicht immer gegeben, kann aber durch die Wahl des Bewirtschaftungstermins besser oder schlechter ausfallen. Die klassische Entwässerung des Moorgrünlandes sollte bisher eine Befahrbarkeit über viele Monate im Jahr gewährleisten, jedoch mit der Folge der allmählichen Degradierung des Standortes und damit einhergehend der allmählichen Verschlechterung der Tragfähigkeit. Die im Projekt erprobten Klimaschutzmaßnahmen sorgen für höhere Wasserstände im Boden und damit den langfristigen Erhalt der Bodenstruktur, bedeuten aber auch eine geringere Tragfähigkeit aufgrund höherer Wasserstände. Im Idealfall sind diese jedoch noch so tief eingestellt, dass eine Befahrbarkeit weiterhin möglich ist, wenn auch nicht mehr mit den größten Maschinen. Eine Anpassung der Maschinenteknik an die Moorböden war allerdings auch bisher schon nötig, da auch drainierte Flächen im Frühjahr und Herbst immer wieder unzureichend abgetrocknet sein konnten. Die bereits bestehende Anforderung an angepasste Maschinenteknik besteht also unter den neuen Maßnahmen weiter, ist aber nicht notwendigerweise höher. Als Faustwert können 0,5 mPa als Grenze der Befahrbarkeit mit angepassten Maschinen angenommen werden. Um Unterschiede durch Grabenanstau und Unterflurbewässerung zu dokumentieren wurden auf den Demonstrationsversuchen monatlich Eindringwiderstände in den Böden der Maßnahmen und den jeweiligen trockenen Referenzparzellen in 0 bis 80 cm Tiefe in 10-facher Wiederholung mit einem Penetrologer (Eijkelkamp) unter Verwendung eines 5 cm<sup>2</sup> Konus gemessen.

### Boden und Nmin

Auf den sechs Parzellen des Düngeversuches D-03 wurden in jedem Frühjahr vor der ersten Düngung der Boden in 0 bis 5 cm und 5 bis 10 cm Tiefe auf die Nährstoffe P und K sowie den pH-Wert untersucht. Die Probenahme erfolgte mit großvolumigen Probenehmern (Durchmesser 4 cm), um eine volumengenaue Entnahme der Probe ohne Kompriemieren zu gewährleisten. Der Nmin-Gehalt wurde anhand von Proben aus 0 bis 30 cm, 30 bis 60 cm und 60 bis 90 cm Tiefe. Alle Analysen wurden von einem beauftragten Labor durchgeführt.

### Bonituren

Auf allen Versuchen wurde in sämtlichen Parzellen an fünf Terminen pro Jahr der Zustand der Grünlandvegetation erfasst. Vier Bonituren (Mängel vor und nach dem Winter, Narbendichte nach dem ersten Schnitt und Verunkrautung zum Ende der Vegetationsperiode vor dem letzten Schnitt) erfolgten jeweils auf einer Skala von 1 bis 9, wobei 1 keine Mängel, 5 mittlere Mängel und 9 starke Mängel bedeuten. Als fünfte Bonitur wurden die Anteile der in den Parzellen vorkommenden Arten am Ertrag des ersten Schnittes geschätzt.

### Trockenmasseertrag und Futterqualität

Auf allen Parzellen wurde vor jeder Ernte oder Beweidung eine Grasprobe genommen, um den Trockenmasseertrag zu bestimmen. Die Probenahme erfolgte auf je 0,25 m<sup>2</sup> in vierfacher Wiederholung mit ca. 5 cm Schnitthöhe. Die Proben wurden bei 90 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet um den Trockenmassegehalt und den Trockenmasseertrag pro ha zu ermitteln. Auf den besonders relevanten Parzellen wurde die Frischgrasprobe von einem beauftragten Labor auf den TM-Gehalt und mittels NIRS-Analyse auf Parameter zur Futterqualität untersucht, darunter der Energie-, Rohprotein- und Rohfasergehalt. Auf Versuchen mit Wasserregulierung und dem Düngeversuch wurde der Aufwuchs zusätzlich eine und zwei Wochen vor dem ersten Schnitt analysiert, um eine eventuelle unterschiedliche Reifeentwicklung der Parzellen abzubilden.

### Datenauswertungen und Statistik

Datenauswertungen und grafische Darstellungen wurden mit den Programmen Excel 2016 (Microsoft), R und Arc GIS ausgeführt.

#### **4.11.2 Allgemeines**

Die Einrichtung von Demonstrationsversuchen mit wasserregulierenden Maßnahmen stellt einen aktiven Eingriff in den Wasserhaushalt angrenzender oberirdischer Gewässer und im Falle der Unterflurbewässerung auch hinsichtlich des Grundwassers dar. Aus diesem Grund wurden bei der unteren Wasserbehörde Rotenburg / Wümme Anträge zur Erlaubnis zum Aufstau eines Gewässers (Antragsabgabe: Juni 2017) als auch zur Entnahme und Einleitung von Grundwasser (Antragsabgabe: November 2017) gemäß §§ 8, 9 und 10 des Wasserhaushaltgesetzes (WHG) gestellt. Die Erlaubnis zum Aufstau eines Gewässers für die Demonstrationsversuche D-04, D-05, D-06 und D-07 wurde am 18.10.2017 von der unteren Wasserbehörde erteilt. Die Erlaubnis zur Entnahme und Einleitung von Grundwasser der Demonstrationsversuche D-05 und D-07 wurden am 14.09.2018 (D-05) und 17.09.2018 (D-07) erteilt. Sämtliche erteilten Erlaubnisse der Wasserrechte hatten eine Laufzeit bis 30.06.2021.

#### **4.11.3 Hydrologische Jahre 2017 – 2020**

Das Jahr 2017 war ein sehr nasses Jahr mit einer deutlich höheren klimatischen Wasserbilanz als das langjährige Mittel. Das Jahr 2018 war durch große Trockenheit und ein annuelles Wasserdefizit geprägt. Im Jahr 2019 lagen die Niederschläge leicht unter dem langjährigen Mittel und es gab in der Jahressumme eine positive klimatische Wasserbilanz (KWB) (Tabelle 10). Die Sommertrockenheit 2018 erstreckte sich bis in den November und erst im Dezember gab es viel Regen. Auf ein niederschlagsreiches erstes Quartal 2019 folgten fünf überdurchschnittlich trockene Monate. Auch das Jahr 2020 war überdurchschnittlich trocken. Bis auf den Februar und Dezember ist das ganze Jahr über weniger Niederschlag gefallen, als im langjährigen Mittel üblich.

Insgesamt ist festzustellen, dass die Versuche mit wasserregulierenden Maßnahmen, die ab 2018 vollständig eingerichtet waren, während einer dreijährigen Laufzeit in eher trockene Phasen fielen: Zwei von drei Jahren waren Trockenjahre (Niederschlag etwa 200

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

mm unter dem Mittel der Jahre 1998-2017) und die KWB lang mindestens 100, maximal 400 mm unter dem langjährigen Mittel.

Tabelle 10: Evapotranspiration nach Haude (ET), Niederschlag (N) und Klimatische Wasserbilanz (KWB; Niederschlag - Evapotranspiration) in den Jahren 2017 - 2020 und im Mittel der Jahre 1998 bis 2017 in mm (Wetterstation Bremervörde, DWD).

Monat	2017			2018			2019			2020			1998-2017 Monatsmittel		
	ET	N	KWB	ET	N	KWB	ET	N	KWB	ET	N	KWB	ET	N	KWB
Januar	8	66	58	10	116	106	9	76	66	8	59	51	8	71	64
Februar	12	59	47	14	11	-3	26	37	11	14	133	118	11	55	43
März	31	75	44	20	32	12	24	89	66	32	51	19	25	53	28
April	43	46	3	69	60	-9	80	25	-55	83	14	-69	60	40	-20
Mai	80	45	-34	143	14	-129	69	42	-28	78	36	-42	82	53	-29
Juni	81	127	46	98	39	-59	108	53	-55	97	58	-39	78	74	-4
Juli	72	90	19	106	44	-62	95	54	-42	66	71	6	89	90	2
August	73	41	-31	106	57	-50	107	64	-43	114	63	-51	79	76	-3
September	42	94	52	73	38	-35	49	103	53	58	41	-17	54	65	11
Oktober	27	120	94	48	53	5	26	113	86	21	67	46	27	68	41
November	12	88	77	15	22	7	9	63	54	12	28	16	11	64	53
Dezember	8	81	73	7	88	81	12	37	25	5	78	72	7	75	68
<b>Summe</b>	<b>486</b>	<b>932</b>	<b>446</b>	<b>709</b>	<b>572</b>	<b>-137</b>	<b>615</b>	<b>754</b>	<b>139</b>	<b>698</b>	<b>588</b>	<b>109</b>	<b>531</b>	<b>783</b>	<b>252</b>

### 4.11.4 Ergebnisse Versuche mit Grabenanstau

#### *Demonstrationsversuch D-04*

Die Rückhaltung des winterlichen Wasserüberschusses in den Gräben der Anstauversuche D-04 beeinflusste die **Moorwasserstände** kaum. Vergleicht man die mittleren Winter Wasserstände in Tabelle 11 dann liegen die Wasserstände im Anstaubereich um 19 cm höher als in der Referenz. Vermutlich würden ganzjährig hohe Grabenwasserstände auf D-04 aufgrund der mächtigen Weißtorfauflage höhere Moorwasserstände ermöglichen. Für einen gefüllten Graben im Anstau fehlt jedoch im Sommer das Wasser. Hervorzuheben ist, dass die Grabenwasserstände in den Sommermonaten in Anstau und Referenz vergleichbar sind. Die Wehre scheinen also keinen nennenswerten Einfluss auf die Grabenwasserstände im Sommer zu haben.

Tabelle 11: Mittlere Moorwasserstände über Geländeoberkante der Grundwassermessstellen. Wi – Winter, So – Sommer.

Zeitraum	Anstau Ost Moor	Anstau West Moor	Referenz Ost Moor	Referenz West Moor	Anstau Graben	Referenz Graben	Anstau Moor MW	Referenz Moor MW
Winter 17/18	-0,04	-0,23	-0,17	-0,29	-0,48	-0,63	-0,13	-0,23
Sommer 18	-0,76	-1,05	-0,92	-1,02	-1,14	-0,94	-0,90	-0,97
Winter 18/19	-0,45	-0,60	-0,59	-0,82	-0,64	-0,83	-0,52	-0,71
Sommer 19	-0,63	-0,86	-0,87	-0,98	-0,85	-0,89	-0,74	-0,92
Winter 19/20	-0,14	-0,25	-0,38	-0,56	-0,33	-0,71	-0,19	-0,47
Sommer 20	-0,73	-0,86	-0,96	-0,97	-0,92	-0,82	-0,80	-0,97
Jahr 18	-0,55	-0,77	-0,69	-0,81	-0,93	-0,84	-0,66	-0,75
Jahr 19	-0,42	-0,60	-0,63	-0,81	-0,61	-0,83	-0,50	-0,72
Jahr 20	-0,46	-0,59	-0,68	-0,80	-0,65	-0,77	-0,53	-0,71
alle Jahre	-0,45	-0,63	-0,63	-0,77	-0,71	-0,80	-0,53	-0,69
alle Jahre Wi	-0,21	-0,36	-0,38	-0,56	-0,49	-0,73	-0,28	-0,47
alle Jahre So	-0,71	-0,92	-0,92	-0,99	-0,97	-0,88	-0,81	-0,96

*MW: jeweils Mittel der beiden Messstellen Ost und West*

An Standort D-04 wurden mittlere **gesättigte Wasserleitfähigkeiten** zwischen 4 und 10 cm/Tag bei Ruhewasserständen von 20-25 cm u. GOK ermittelt (Tabelle 12). Labormessungen an Stechzylindern (250 cm<sup>3</sup>) ergeben etwa 50-fach höhere Werte (Anhang C, Tabelle 14.7) im oberen Hw-Horizont in 20-25 cm Tiefe. Allerdings zeigt sich deutlich, dass der mittlere Hw-Horizont (25-55 cm Tiefe), der auch bei den Messungen im Gelände mit der Bohrlochmethode infolge seiner Lage unterhalb des Ruhewasserstandes stark zur Wasserführung beiträgt, mit im Median 27 cm/d im Vergleich zu den anderen Horizonten geringe Leitfähigkeiten aufweist. Aus den Laboruntersuchungen an D04 geht zudem hervor, dass der liegende Hr-Horizont (80-130 cm tief) auch schon im Labor durch sehr niedrige gesättigte Leitfähigkeiten (Median 10 cm/d) auffällt.

Tabelle 12: Gesättigte Leitfähigkeit der Torfe (bestimmt mittels Bohrlochmethode nach Van Beers, 1962) im oberen Meter von D-04, gemessen jeweils an drei Punkten von 19.03.19 - 01.04.19. Dargestellt sind mittlerer Ruhewasserstand, Bohrlochtiefe sowie kf-Wert (MW ± Standardabweichung).

Bohrloch	Ruhewasserstand (cm u. GOK)	Bohrlochtiefe (cm u. GOK)	kf (cm / Tag)
Loch 1	24	98	9 ± 1 n=5
Loch 2	25	93	10 ± 2 n=5
Loch 3	20	102	4 ± 1 n=5

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Die **Geländehöhe** der Fläche D-04 mit Grabenanstau nahm von September 2016 bis September 2020 im Mittel um 7 cm ab (Abbildung 48 und Tabelle 13). In Grabennähe sind die Höhenverluste punktuell gering (gelb), nehmen allerdings mit zunehmender Entfernung zum Graben deutlich zu (rot).

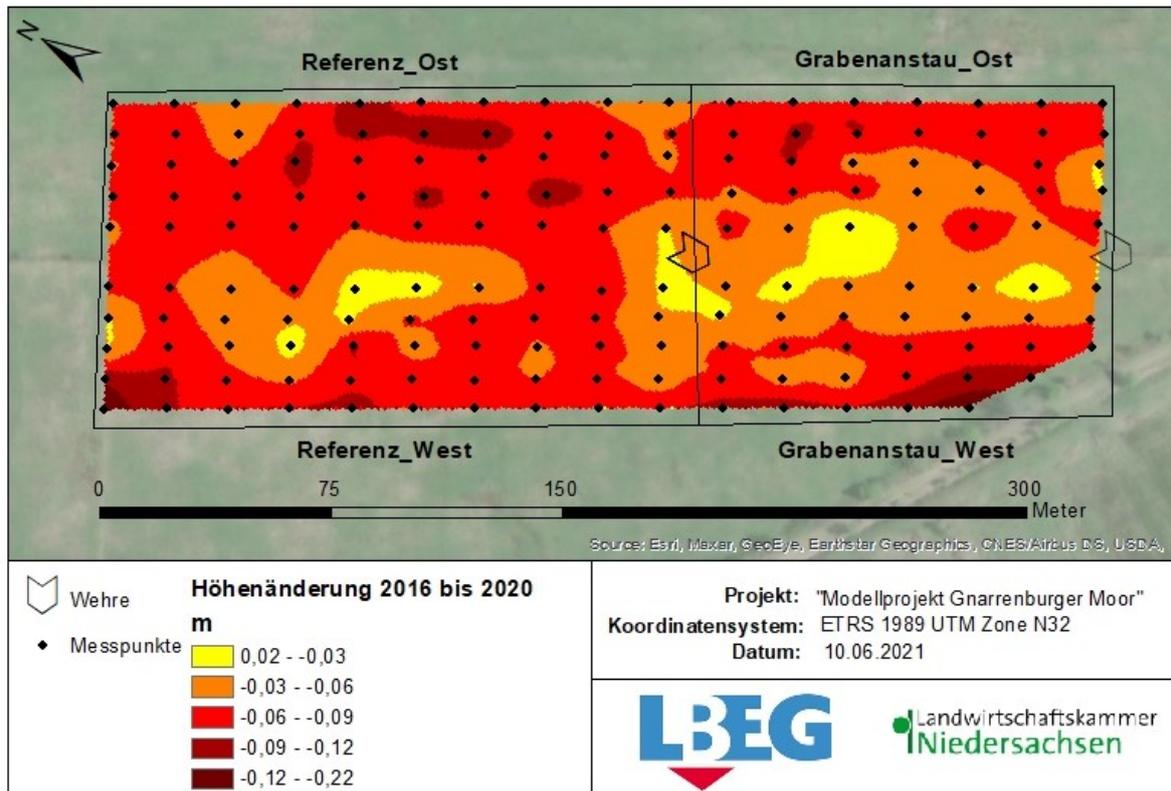


Abbildung 48: Höhenänderung D-04 von September 2016 bis September 2020.

Tabelle 13: Höhenänderung D-04 von September 2016 bis September 2020 (in m). Positive Werte zeigen Höhenzunahme, negative Höhenabnahme. MW – Mittelwert.

Versuch	Variante	MW	5% Quantil	95% Quantil	N
D-04	Anstau_Ost	-0,07	-0,02	-0,09	35
D-04	Anstau_West	-0,06	-0,02	-0,11	32
D-04	Referenz_Ost	-0,07	-0,07	-0,05	50
D-04	Referenz_West	-0,06	-0,02	-0,10	50

Geringe Unterschiede der Wasserstände führten zu geringen Unterschieden der **Eindringwiderstände**. (Abbildung 49). Die Befahrbarkeit der Flächen wurde durch den Grabenanstau nicht verschlechtert.

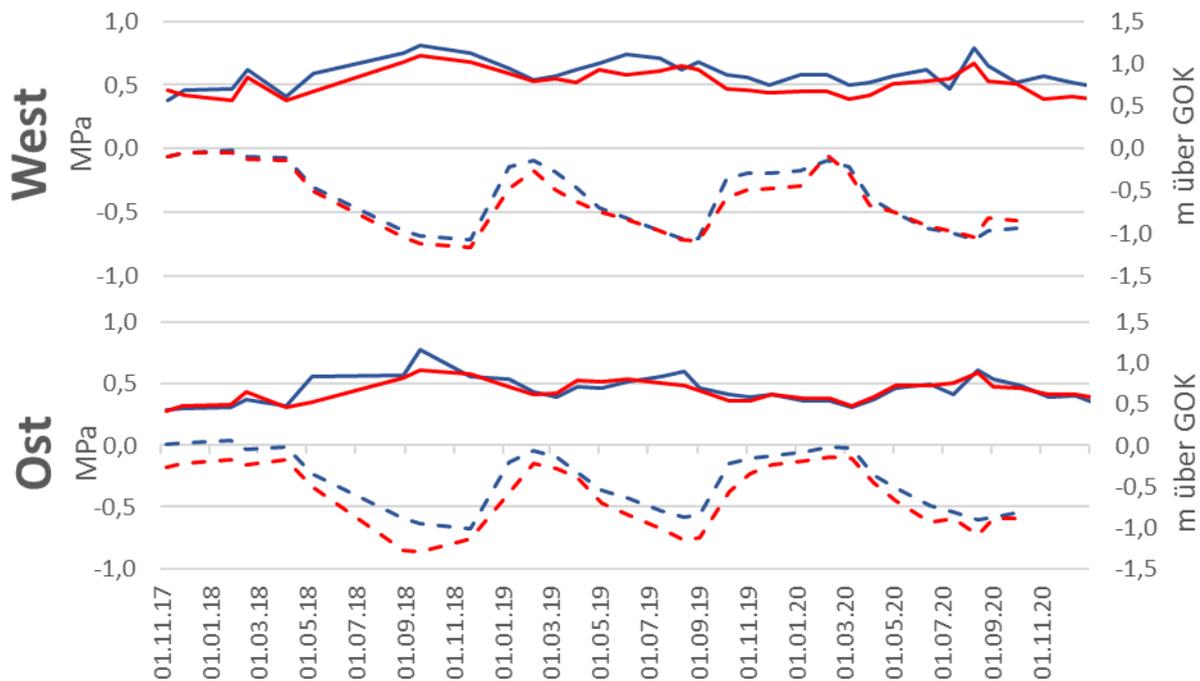


Abbildung 49: Durchschnittliche Eindringwiderstände auf D-04 in 5 bis 20 cm Tiefe des Bodens und Höhe der Wasserstände im Boden, bezogen auf den Median der Geländehöhe. Eindringwiderstände: durchgezogene Linien, Wasserstände: gestrichelte Linien. Blau: Versuchspartzellen (Anstau), rot: entwässerte Referenzpartzellen.

Der **Ertrag** auf dem Grabenanstau D-04 war über die gesamte Versuchslaufzeit gering, da es sich um eine seit vielen Jahren sehr extensiv genutzte Wiese mit nur einem Ertragschnitt und sehr geringer bis keiner Düngung handelt (Abbildung 50). Die o.a. geringen Unterschiede in den Moorwasserständen, die zudem noch deutlich unterhalb der Wurzelzone beobachtet werden und daher für die Vegetation kaum relevant sind, lassen keine Ertragswirkung durch den Grabenanstau erwarten. So erzielte der Anstau auch ebenso oft höhere wie niedrigere Erträge im Vergleich zur die trockenen Referenz. Mäuseschäden und Trockenheit bestimmten dagegen den Grasbestand. Seit Versuchsbeginn waren die bonitierten Mängel in den beiden Referenzpartzellen stets höher als im Anstau (Ausnahme waren ausgeglichene Werte 2019), was hinsichtlich des ineffektiven Grabenanstaus wahrscheinlich lediglich die vorgefundene Flächenheterogenität widerspiegelt. Mäuse

breiteten sich im Laufe des Jahres 2019 von der Ostseite beginnend auf die gesamte Fläche aus und waren schließlich im Winter in der Referenz etwas zahlreicher, jedoch nirgendwo massenhaft vorhanden. 2020 führte dies in den Referenzen auf beiden Grabenseiten zu stärkeren Mängeln, Lücken und Verunkrautung. Zu einer nennenswerten Verschiebung der Artenzusammensetzung kam es auf D-04 bisher nicht. Noch immer dominiert das wollige Honiggras den Bestand, welches bei der sehr geringen Düngung gegenüber anderen Gräsern konkurrenzstärker ist (Abbildung 51).

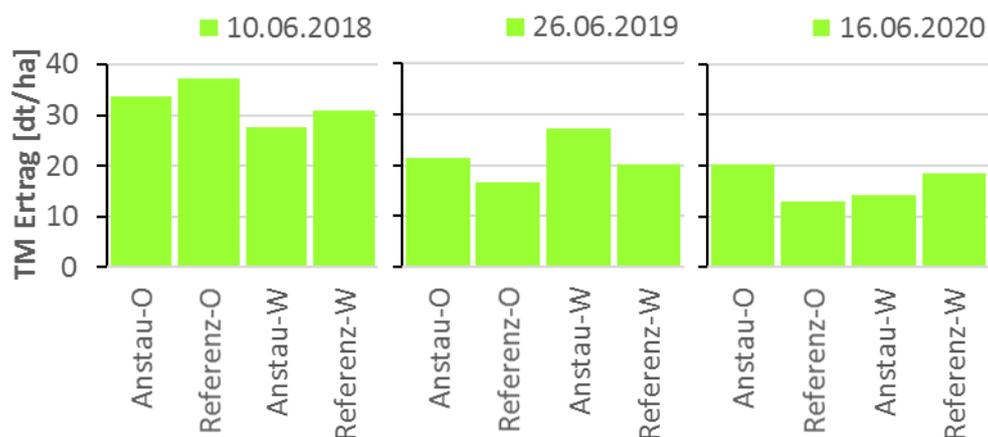


Abbildung 50: Trockenmasseerträge der Schnittnutzungen 2018, 2019 und 2020 auf D-04.

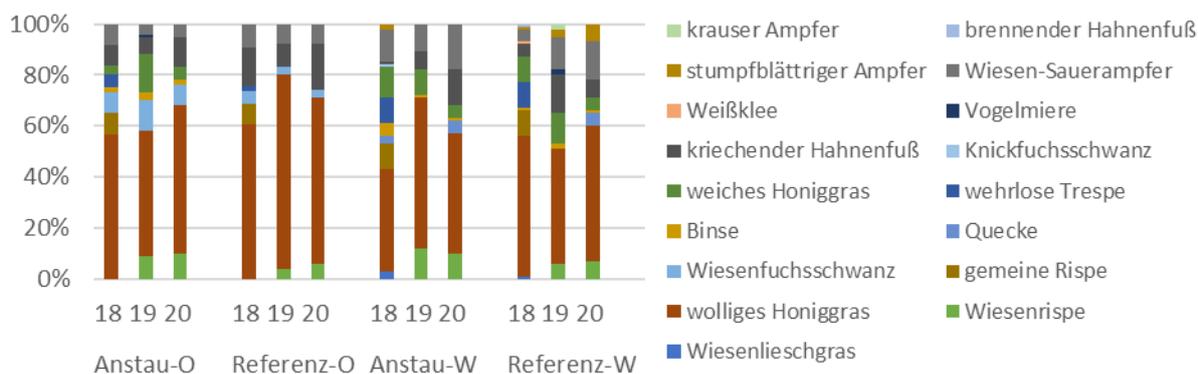


Abbildung 51: Jährliche Bonitur der Ertragsanteile des ersten Schnittes von 2018 bis 2020 auf D-04.

### Demonstrationsversuch D-06

Der Rückhalt des winterlichen Wasserüberschusses in den Gräben des Anstauversuchs D-06 beeinflusste die **Moorwasserstände** kaum (Tabelle 14). Der Standort wies im Winter

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

2017/2018 Staunässe auf. Der Einfluss der trockenen Jahre 2018 und 2019 wurde besonders in den niedrigen Winterwasserständen deutlich. Starker Mäusebefall hat den Wasserrückhalt im Graben erschwert, da die Grabenböschung durchwühlt war. Zielwasserstände konnten in den Wintermonaten in den Gräben nicht erreicht werden. Der Standort weist eine ca. 60-70 cm Weißtorfschicht auf, die stärker degradiert ist als an anderen Standorten im Gnarrenburger Moor. Für die Schicht 0-20 cm gab es Hinweise auf eine wendende Bodenbearbeitung (Hvp), direkt darunter mit plattigem Gefüge. Ungünstigere Standortbedingungen zeigen sich dann auch in den niedrigen **gesättigten Wasserleitfähigkeiten** (Tabelle 15).

Tabelle 14: Mittlere Moorwasserstände auf D-06 (Sommer = 01.05. - 31.10., Winter = 01.11. - 30.04.). N = Nord, S = Süd.

Zeitraum	D-06		
	Anstau_E1-N/ Anstau_E1-S	Anstau_E2-N/ Anstau_E2-S	Referenz-N/ Referenz-S
	Winter 17/18	-0,06/ -0,33	-0,11/ -0,32
Sommer 2018	-0,83/ -0,93	-0,75/ -0,88	-0,88/ -0,77
Winter 18/19	-0,59/ -0,58	-0,45/ -0,61	-0,50/ -0,51
Sommer 2019	-0,85/ -0,76	-0,69/ -0,72	-0,83/ -0,60
Winter 19/20	-0,40/ -0,38	-0,18/ -0,37	-0,29/ -0,26
Sommer 2020	-0,71/ -0,56	-0,51/ -0,58	-0,56/ -0,41
Jahr 2018	-0,59/ -0,73	-0,56/ -0,73	-0,65/ -0,57
Jahr 2019	-0,63/ -0,58	-0,45/ -0,55	-0,56/ -0,45
Jahr 2020	-0,73/ -0,54	-0,51/ -0,57	-0,54/ -0,39

Tabelle 15: Gesättigte Leitfähigkeit der Torfe (bestimmt mittels Bohrlochmethode nach Van Beers, 1962) im oberen Meter von D-06, gemessen jeweils an drei Punkten von 19.03.19 - 01.04.19. Dargestellt sind mittlerer Ruhewasserstand, Bohrlochtiefe sowie kf-Wert (Mittelwert± Standardabweichung).

Bohrloch	Ruhewasserstand (cm u. GOK)	Bohrlochtiefe (cm u. GOK)	kf (cm / Tag)
Loch 1	11	104	3 ± 1 n=5
Loch 2	13	110	2 n=1
Loch 3	8	108	5 ± 1 n=5

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Die **Geländehöhe** auf der Fläche D-06 mit Grabenanstau nahm von Januar 2017 bis September 2020 im Mittel wie folgt ab: Anstau\_E1\_Nord – 17 cm, Anstau\_E2\_Nord – 12 cm, Anstau\_E1\_Süd – 18 cm, Anstau\_E2\_Süd – 10 cm, Referenz\_Nord – 19 cm und Referenz\_Süd – 10 cm (Abbildung 52 und Tabelle 16). In Grabennähe und auf den Flächen Anstau\_E2\_Süd und Referenz\_Süd sind die Höhenverluste punktuell gering (gelb). Auf der Nordseite nehmen sie zur Flächenmitte hin deutlich zu (rot).

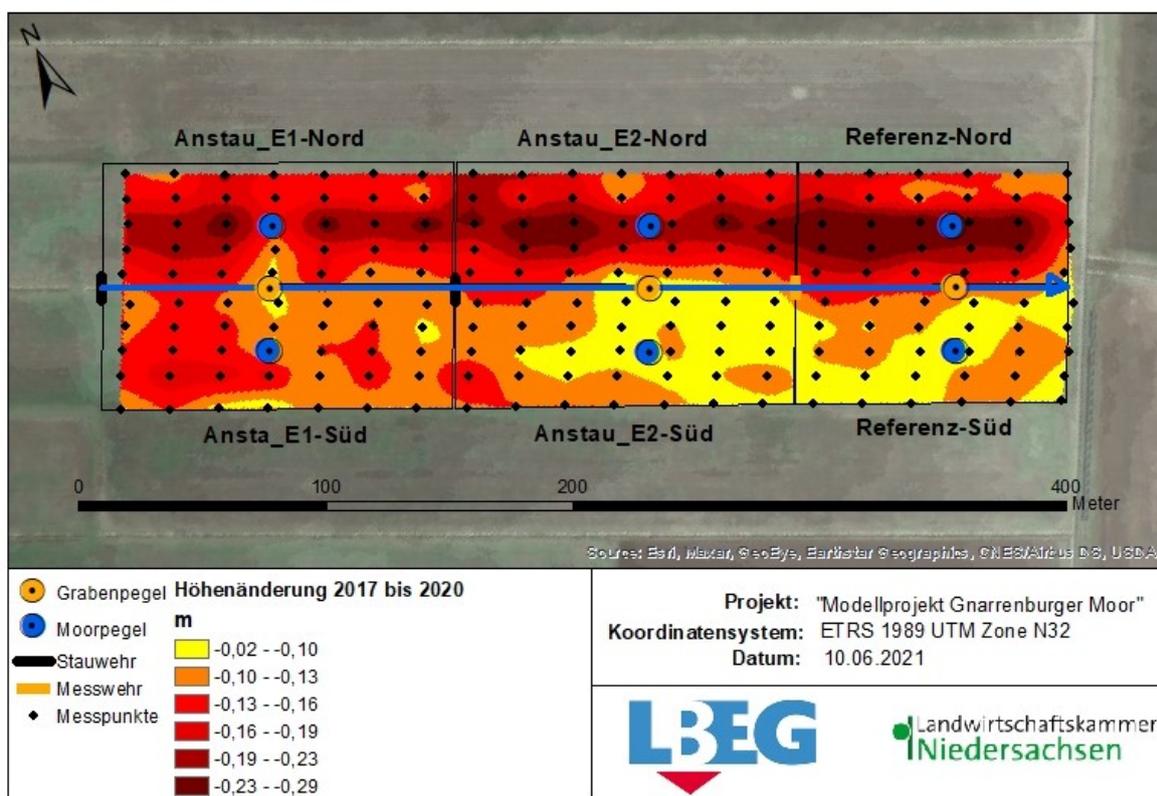


Abbildung 52: Höhenänderung D-06 von Januar 2017 bis September 2020.

Tabelle 16: Höhenänderung D-06 von Januar 2017 bis September 2020 (in m). Positive Werte zeigen Höhenzunahme, negative Höhenabnahme. MW – Mittelwert, N – Nord, S – Süd.

Versuch	Variante	MW	5% Quantil	95% Quantil	N
D-06	Anstau_E1-S	-0,17	-0,10	-0,27	35
D-06	Anstau_E1-N	-0,12	-0,09	-0,18	35
D-06	Anstau_E1-S	-0,18	-0,10	-0,26	35
D-06	Anstau_E2-N	-0,10	-0,06	-0,13	35
D-06	Referenz_N	-0,19	-0,10	-0,30	30
D-06	Referenz_S	-0,10	-0,07	-0,13	30

Wie die Wasserstände waren auch die Eindringwiderstände im Boden in Grabenanstau und Referenz stets sehr ähnlich. Standortbedingt lagen die Werte fast durchgehend über 0,5 mPa, die Befahrbarkeit war damit unproblematisch. (Abbildung 53).

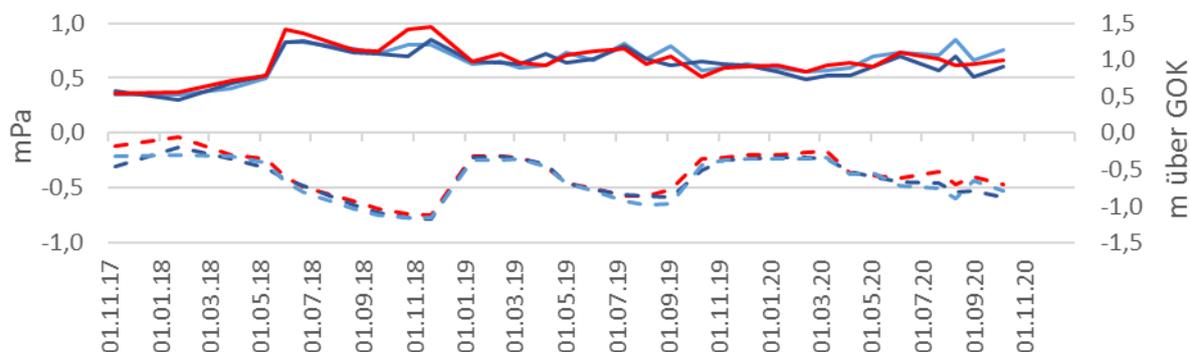


Abbildung 53: Durchschnittliche Eindringwiderstände auf D-06 in 5 bis 20 cm Tiefe des Bodens und Höhe der Wasserstände im Boden, bezogen auf den Median der Geländehöhe. Eindringwiderstände: durchgezogene Linien, Wasserstände: gestrichelte Linien. Hellblau: Anstau\_E1-S, Dunkelblau: Anstau\_E2-S, rot: entwässerte Referenzparzelle. Es sind nur die Parzellen mit Altnarbe auf der Südseite des Grabens dargestellt.

Die Auswirkungen auf landwirtschaftliche Parameter im Versuch D-06 werden hier anhand der drei Parzellen der Südseite betrachtet. Die Parzellen der Nordseite sind im Abschnitt der Ansaatversuche erläutert. Trotz fehlender Unterschiede in den Wasserständen zwischen Grabenanstau und Referenz gab es Unterschiede bei den Erträgen zwischen den Varianten. Nach annähernd gleichen **Erträgen** in den drei Parzellen im ersten Versuchsjahr fielen die Erträge in der zweiten Stauebene (E2-S) und der Referenz (Ref-S) in den Folgejahren um bis zu 52%, was jedoch auf starke Dürreschäden und extremen Mäusebefall ab dem Winter 2018/29 zurückzuführen ist (Abbildung 54).

Auch die durchschnittlichen **Borniturwerte** weisen die erste Stauebene (E1-S) als beste der drei Parzellen aus. Da der Grabenanstau mangels ausreichender Niederschläge nicht zu bedeutend unterschiedlichen Wasserständen führte wirkte er weder ertragsmindernd noch ertragssichernd in Dürreperioden. Alle drei Parzellen machten in den drei Jahren eine ähnliche Verschiebung der Artenzusammensetzung durch, am markantesten war das vorübergehende Auftreten des wolligen Honiggrases im Jahr 2019 in den durch Mäuseschäden entstandenen Lücken und die Zunahme der Wiesenrispe (Abbildung 55).

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

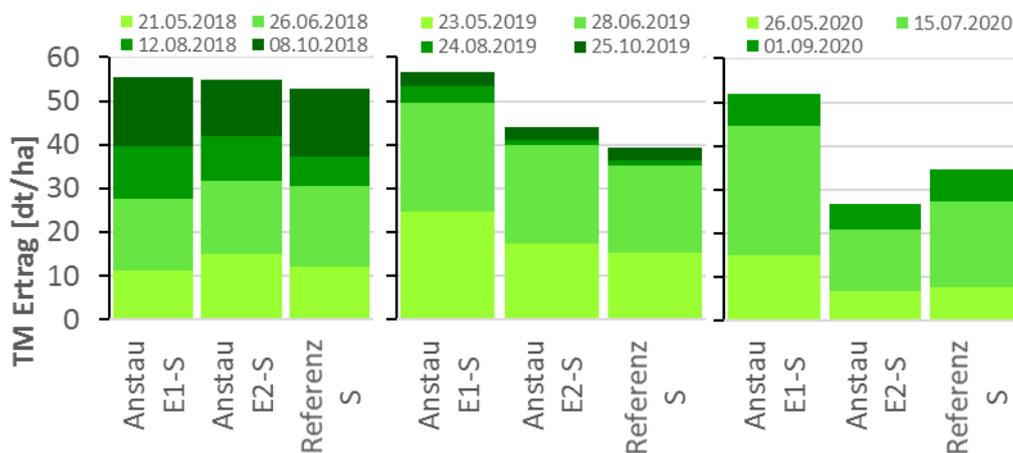


Abbildung 54: Trockenmasseerträge der Schnittnutzungen 2018, 2019 und 2020 auf D-06.

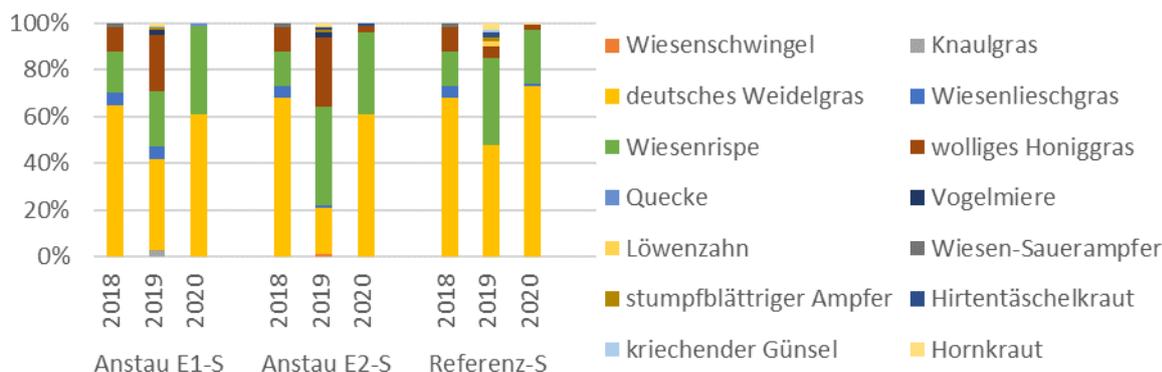


Abbildung 55: Jährliche Bonitur der Ertragsanteile des ersten Schnittes von 2018 bis 2020 auf D-06.

### 4.11.5 Ergebnisse Versuche zur Unterflurbewässerung

#### *Demonstrationsversuch D-05*

Für den Demonstrationsversuch D-05 zu Unterflurbewässerung stehen derzeit Daten aus der Erhebung drei ganzer aufeinander folgender Jahre zu Verfügung. Die Förderung und Einleitung von Wasser erfolgte ab Mitte 2018. In Tabelle 17 sind die mittleren Wasserstände des Versuchs und der Referenzfläche aufgeführt. Die Unterflurbewässerung hat dazu geführt, dass die Flächenwasserstände in den Jahren 2018 und 2019 über den Wasserständen der Referenz lagen. Im Jahr 2020 wurden nahezu gleiche Wasserstände in der Unterflurbewässerung und der Referenz beobachtet. Die Messstelle der Referenz befindet

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

sich 61,5 m von der ersten Drainage des Versuchs entfernt. Ein Einfluss der Unterflurbewässerung auf die Referenzmessstelle kann nicht ausgeschlossen werden. Möglicherweise könnten Wühlgänge von Mäusen Wasser aus dem Bereich der Unterflurbewässerung in weiter vom Versuch entfernte Bereiche leiten. Die gemessenen Leitfähigkeiten (Tabelle 18) sind zu niedrig, was die ähnlichen Wasserstände von Unterflurbewässerung und Referenz mit horizontalen Dränverlusten aus der Unterflurbewässerung erklären kann.

Tabelle 17: Graben- und Moorwasserstände (über MW GOK) auf D-05 (Sommer = 01.05. - 31.10., Winter = 01.11. - 30.04.).

Zeitraum	UFB		Referenz	
	Graben	Moor	Graben	Moor
Sommer 2018	-0,43	-0,47	-1,08	-0,64
Winter 18/19	-0,22	-0,21	-0,99	-0,33
Sommer 2019	-0,23	-0,32	-0,93	-0,51
Winter 19/20	-0,31	-0,11	-0,60	-0,07
Sommer 2020	-0,30	-0,37	-0,88	-0,37
Jahr 2018	-0,40	-0,30	-1,02	-0,49
Jahr 2019	-0,23	-0,23	-0,86	-0,29
Jahr 2020	-0,30	-0,24	-0,78	-0,22

Tabelle 18: Fördermengen von D-05 in den Jahren 2018 bis 2020 und der jeweiligen Sommerperiode von 01.05. – 31.10. Fläche 0,6 ha.

Zeitraum	Fördermenge		
	m <sup>3</sup>	mm	m <sup>3</sup> /ha
So 2018	2056	343	3426
Jahr 2018	2106	351	3510
So 2019	2324	387	3874
Jahr 2019	2553	425	4255
So 2020	1434	239	2390
Jahr 2020	1611	269	2686

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

An Standort D-05 wurden mittlere **gesättigte Wasserleitfähigkeiten** mit der Bohrlochmethode nach Van Beers (1962) (Tabelle 19) gemessen. Die Messungen fanden 2019 und 2020 jeweils im Frühjahr statt.

Tabelle 19: Gesättigte Leitfähigkeit der Torfe (bestimmt mittels Bohrlochmethode nach Van Beers, 1962) im oberen Meter von D-05, gemessen jeweils an drei Punkten vom 21.03.19 - 01.04.19 und 17.03.2020 und 08.04.2020. Dargestellt sind mittlerer Ruhewasserstand, Bohrlochtiefe sowie kf-Wert (MW ± Standardabweichung).

2019			2020		
Ruhewasserstand (cm u. GOK)	Bohrlochtiefe (cm u. GOK)	kf (cm / Tag)	Ruhewasserstand (cm u. GOK)	Bohrlochtiefe (cm u. GOK)	kf (cm / Tag)
22	108	3 ± 0 n=5	33	72	6 ± 1 n=3
27	97	7 ± 1 n=5	27	77	6 ± 4 n=3
32	103	13 ± 5 n=5	43	93	2 ± 0 n=2

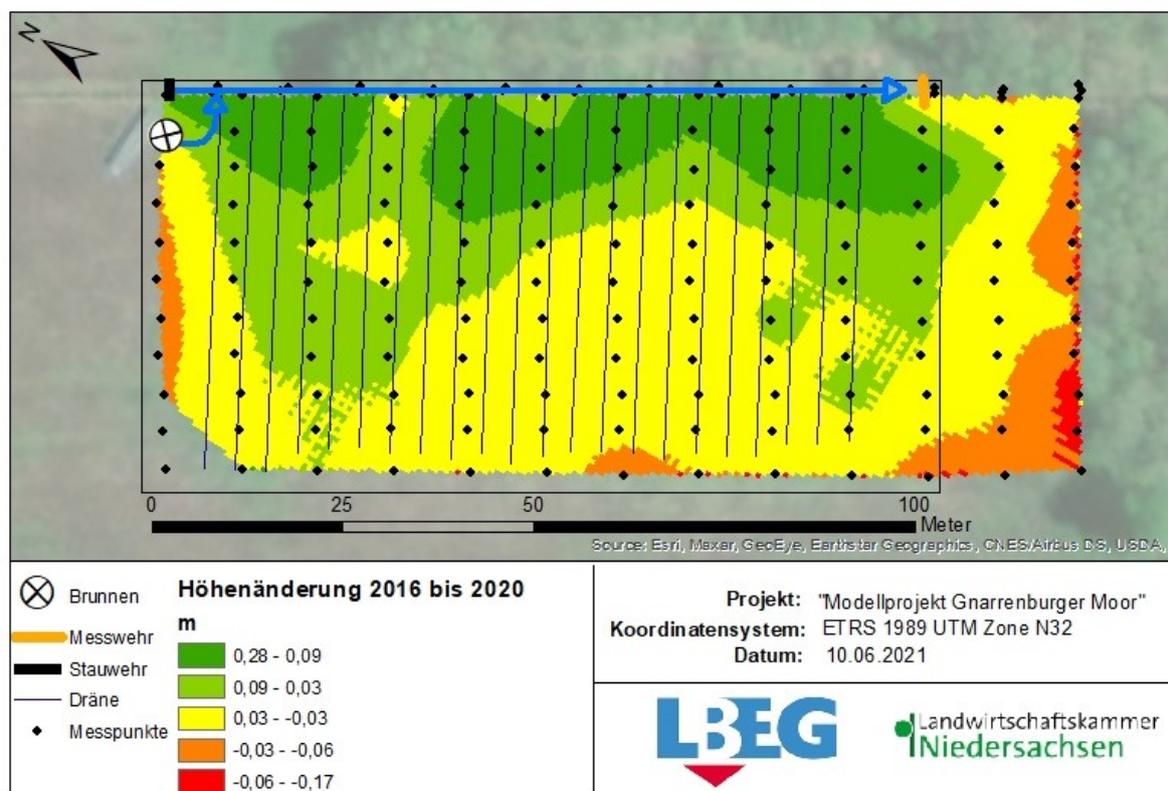


Abbildung 56: Höhenänderung D-05 von September 2016 bis September 2020.

Tabelle 20: Höhenänderung D-05 von September 2016 bis September 2020 (in m). Positive Werte zeigen Höhenzunahme, negative Höhenabnahme. MW – Mittelwert.

Versuch	Variante	MW	10% Quantil	90% Quantil	N
D-05	UFB	0,04	0,16	-0,03	55
D-05	Referenz	0,01	0,04	-0,02	55

Die **Geländehöhe** der Unterflurbewässerung D-05 nahm von September 2016 bis Oktober 2019 im Mittel um 4 cm zu (Abbildung 56 und Tabelle 20). Der größte Teil der Fläche hat sich kaum geändert (gelb dargestellt). Höhenabnahmen traten an den Rändern, außerhalb des Bereichs der Unterflurbewässerung auf, leichte Höhenzunahmen dagegen in Grabennähe. Das zeigt die Bedeutung der Wassersättigung der Torfe für eine Verringerung der Moorsackung.

D-05: Die **Eindringwiderstände** nehmen (auch hier) mit steigendem Wasserstand deutlich ab. Die Eindringwiderstände der UFB waren über weite Zeiträume geringer als in der Referenz (Abbildung 57). In diesen Zeiträumen herrschten meist auch höhere Wasserstände in der UFB, z.B. Spätsommer und Herbst 2018 und 2019. Eine angepasste, leichte Maschinenteknik ermöglichte dem Bewirtschafter dennoch eine Befahrung ohne Schädigung des Bodens.

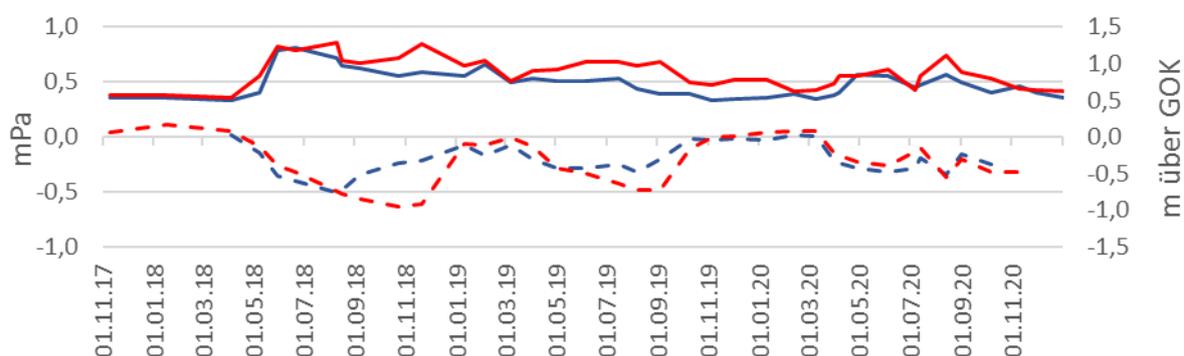


Abbildung 57: Durchschnittliche Eindringwiderstände auf D-05 in 5 bis 20 cm Tiefe des Bodens und Höhe der Wasserstände im Boden, bezogen auf den Median der Geländehöhe. Eindringwiderstände: durchgezogene Linien, Wasserstände: gestrichelte Linien. Blau: UFB, rot: entwässerte Referenzparzelle.

Auf der Unterflurbewässerung D-05 kam es in allen drei Versuchsjahren zu höheren **Trockenmasseerträgen** als auf der benachbarten entwässerten Referenzfläche (Abbildung 59). Entgegen der ursprünglich erwarteten Schädigung der Vegetation durch hohe Wasserstände kam es während der außergewöhnlich trockenen Jahre 2018 und 2019 zu einem Bewässerungseffekt durch die Unterflurbewässerung. So erwies sich die Unterflurbewässerung in Dürrejahren als Vorteil, da das zusätzliche Wasser und die höhere Bodenfeuchte im Oberboden einen Wachstumsvorteil für die Gräser darstellten. Da die Pumpen erst im Laufe des Sommers 2018 in Betrieb genommen wurden zeigt sich dieser Effekt 2018 in den späten Schnitten und anschließend besonders stark im Jahr 2019. Der Ertragsunterschied wurde ab dem Winter 2018/19 zusätzlich durch den Befall mit Feldmäusen verstärkt, welche die Vegetation der umliegenden entwässerten Flächen abfraßen, die Unterflurbewässerung jedoch mieden (Abbildung 58). Es ist also zu vermuten, dass die Mäuse bei der Anlage ihrer unterirdischen Höhlen hohe Wasserstände im Boden meiden. Diese Beobachtung konnte uns auch schon 2017 ein Landwirt aus Friesland (Niederlande) über seine Unterflurbewässerung berichten. Am wirkungsvollsten werden Mäuse durch oberflächennahe Wasserstände dezimiert. Nasses Fell in Kombination mit Kälte und mangelndem Schutz vor Wind kühlt die Tiere stark aus und führt zu einer hohen Mortalität. Bei großflächiger Wasserstandsanhhebung ist zu vermuten, dass der Mäusedruck mangels Ausweichmöglichkeiten auf trockene Nachbarflächen höher ist als in kleinräumigen Versuchspartellen. Dennoch ist mit insgesamt weniger Mäusen aufgrund schlechterer Lebensraumbedingungen zu rechnen. Der leichte Ertragsvorsprung der Unterflurbewässerung gegenüber der Kontrollfläche von 2018 hat sich 2019 deutlich erhöht. Mit 101 dt/ha lag die UFB sogar über den Erwartungen für ein 4-Schnitt Grünland, während der Ertragsrückgang auf der Kontrollfläche so stark war, dass er nicht für die erwartete Fütterung des Milchviehs ausreichte. Unerwünschte feuchteliebende Arten haben auf der Unterflurbewässerung nicht zugenommen (Abbildung 57). Seit 2018 wurde vor allem die gemeine Risppe, welche wenig trockentolerant ist, durch deutsches Weidelgras und Wiesenrispe verdrängt (Abbildung 58). Gegen Jahresende 2019 und im Frühjahr 2020 kam es in der Kontrollparzelle zu einem annähernden Totalausfall der Gräser aufgrund der massenhaften Vermehrung von Mäusen und damit einhergehenden Fraßschäden. Dieser hatte in der Kontrollfläche bereits im Sommer 2019 begonnen. In der Unterflurbewässerung waren zum Jahresende 2019 nur vorübergehende, unbedeutende Mäuseschäden zu finden. Bis März 2020 nahmen die Schäden in der Referenz so stark zu, dass

hier eine Neuansaat notwendig wurde und der erste Schnitt nur 1/6 des Ertrages der Unterflurbewässerung erbrachte. Die Schäden spiegeln sich auch in den durchschnittlichen Boniturwerten (2018-2020) von 3,8 (Unterflurbewässerung) und 5,1 (Referenz) wider.

Über alle Ernten war der Energiegehalt (MJ NEL / kg TM) des Aufwuchses in der Unterflurbewässerung auf demselben Niveau in der Referenz, durch die höheren Erträge lag der Energieertrag jedoch stets höher (Tabelle 21).

Tabelle 21: Energieertrag in GJ NEL / ha auf der Unterflurbewässerung (UFB) und der Referenz (Ref) des Versuches D-05.

	UFB	Referenz
2018	47	43
2019	69	46
2020	43	24

Unklar blieb bisher, ob die Unterflurbewässerung in Jahren mit hoher Niederschlagsmenge geeignet ist, die überschüssigen Wassermengen nach wiederkehrenden Niederschlagsereignissen zuverlässig abzuführen und zu den notwendigen Terminen eine geeignete Befahrbarkeit für die Bewirtschaftung zu gewährleisten.



Abbildung 58: Grünlandvegetation auf dem Versuch D-05 an drei Terminen (Nov 2018, Mai 2020, Juli 2020), jeweils links Referenz, rechts Unterflurbewässerung. Ab 2019 kam es durch Mäuse zu Kahlfraß auf der Referenz.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

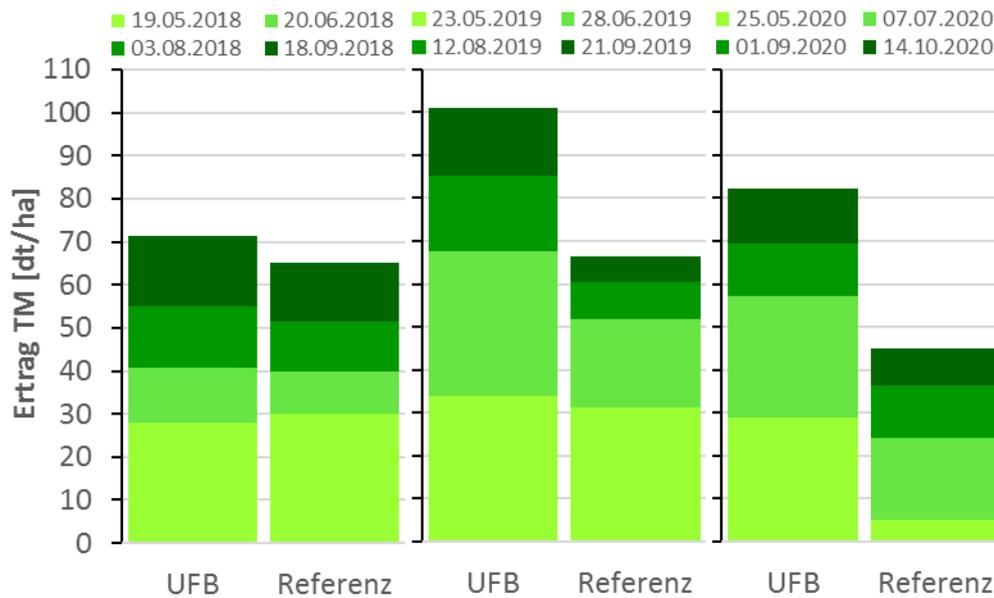


Abbildung 59: Trockenmasseerträge der Schnittnutzungen 2018, 2019 und 2020 auf D-05.

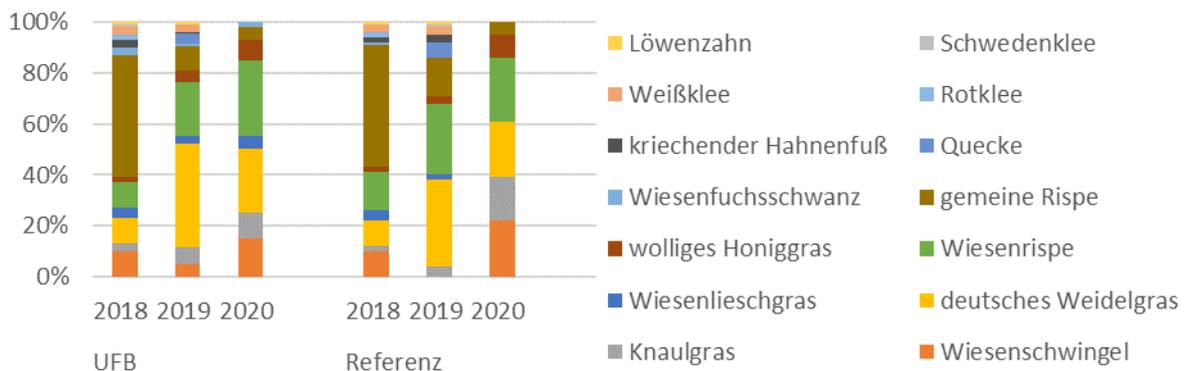


Abbildung 60: Jährliche Bonitur der Ertragsanteile des ersten Schnittes von 2018 bis 2020 auf D-05.

### **Demonstrationsversuch D-07**

Für den Demonstrationsversuch D-07 zu Unterflurbewässerung stehen derzeit Daten aus der Erhebung drei ganzer aufeinander folgender Jahre zu Verfügung. Die Förderung und Einleitung von Wasser erfolgte ab Mitte 2018. In Tabelle 22 sind die mittleren **Wasserstände** des Versuchs und der Referenzfläche aufgeführt. Die Unterflurbewässerung hat dazu geführt, dass die Flächenwasserstände in den Jahren 2019 und 2020 über den Wasserständen der Referenz lagen. Mit dem Einsatz von Zusatzwasser ist es gelungen die Grabenwasserstände auch im Sommer hoch zu halten. Im Mittel der Jahre 2018-2020 lag der Moorwasserstand in der Unterflurbewässerung bei 0,29 m u GOK und damit knapp 0,2 m

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

höher als der Wasserstand der Referenz. Dazu war eine jährliche Wasserzufuhr von 310-335 mm erforderlich.

Tabelle 22: Graben- und Moorwasserstände über Geländeoberkante auf D-07 (Sommer = 01.05. - 31.10., Winter = 01.11. - 30.04.).

Zeitraum	D-07			
	UFB		Referenz	
	Graben	Fläche	Graben	Fläche
Sommer 2018	-0,32	-0,58	-0,89	-0,67
Winter 18/19	-0,21	-0,12	-0,75	-0,35
Sommer 2019	-0,18	-0,34	-0,72	-0,63
Winter 19/20	-0,35	-0,05	-0,84	-0,24
Sommer 2020	-0,15	-0,41	-0,81	-0,86
Jahr 2018	-0,34	-0,43	-0,86	-0,43
Jahr 2019	-0,21	-0,20	-0,73	-0,41
Jahr 2020	-0,21	-0,23	-0,83	-0,61

Tabelle 23: Fördermengen von D-07 in den Jahren 2018 bis 2020 und der jeweiligen Sommerperiode von 01.05. – 31.10.

Zeitraum	Fördermenge		
	m <sup>3</sup>	mm	m <sup>3</sup> /ha
Sommer 18	2252	300	3003
Jahr 18	2341	312	3122
Sommer 19	1750	233	2333
Jahr 19	2325	310	3100
Sommer 20	2201	293	2935
Jahr 20	2514	335	3352

Die **Geländehöhe** auf der Fläche D-07 und D-08 mit Unterflurbewässerung und Grabenanstau nahm von Januar 2017 bis September 2020 im Mittel wie folgt ab: D-07 UFB 8 cm, D-07 Referenz – 21 cm, D-08 Grabenanstau – 8 cm, D-08 Referenz – 12 cm (Tabelle 24 und Abbildung 61). Auf der Fläche mit Unterflurbewässerung und auf der Fläche mit Grabenanstau in grabennähe wurden leichte Höhenänderungen aufgezeichnet (gelb), während

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

auf den Referenzflächen die Höhensackung deutlich zunimmt (rot). Weitere Ergebnisse zum Versuch D-08 sind im Anhang aufgeführt (Anhang C.8).

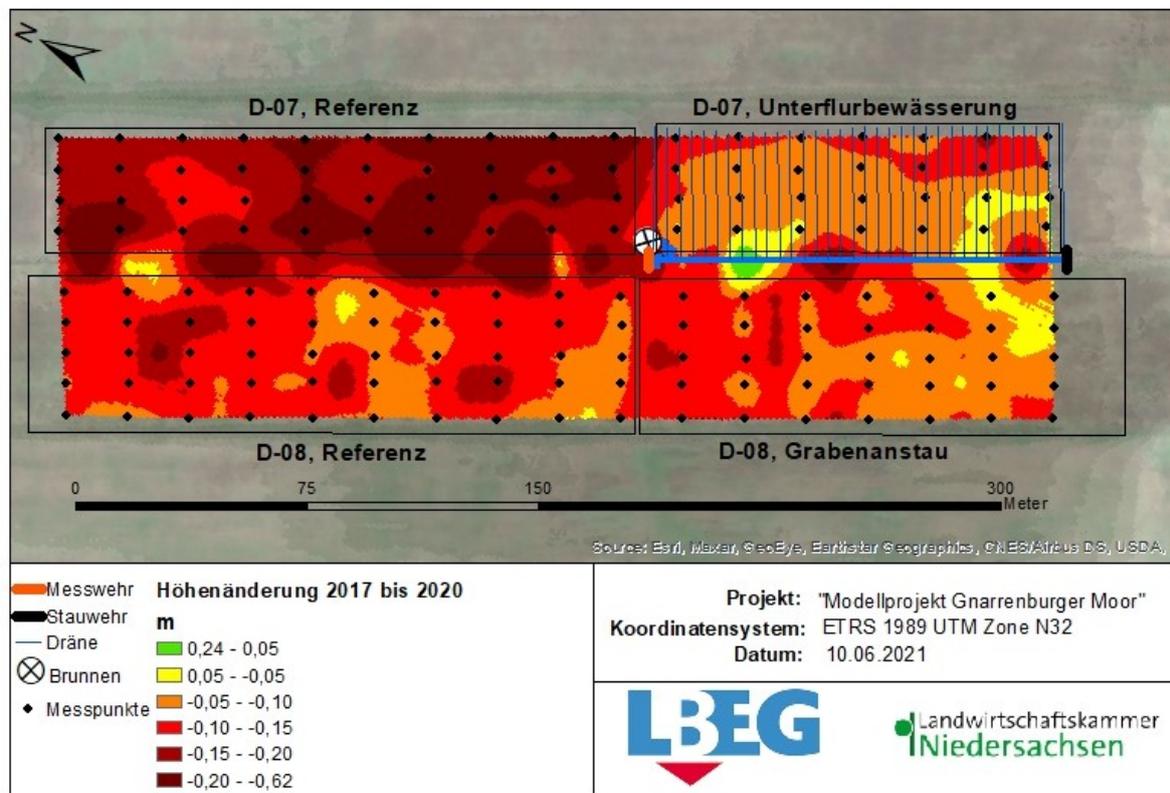


Abbildung 61: Höhenänderung D-07 und D-08 von Januar 2017 bis September 2020.

Tabelle 24: Höhenänderung D-07 und D-08 von Januar 2017 bis September 2020 (in m). Positive Werte zeigen Höhenzunahme, negative Höhenabnahme. MW – Mittelwert.

Versuch	Variante	MW	10% Quantil	90% Quantil	N
D-07	UFB	-0,08	-0,03	-0,12	28
D-07	Referenz	-0,21	-0,15	-0,27	28
D-08	Grabenanstau	-0,08	-0,05	-0,12	28
D-08	Referenz	-0,12	-0,07	-0,15	49

Die Eindringwiderstände im Oberboden lagen in der Unterflurbewässerung regelmäßig niedriger als in der Referenz und spiegeln die Auswirkungen höherer Wasserstände wider (Abbildung 62). In den Sommerhalbjahren wurde fast durchgehend der Wert von 0,5 MPa überschritten, was auf eine akzeptable Befahrbarkeit hinweist. Eine Befahrung mit schwerer Erntetechnik sorgte 2020 für tiefe Fahrspuren in einem Teilbereich der Parzelle

UFB-GI3. Geringe Eindringwiderstände gab es vor allem in den Winterhalbjahren 2017/2018 und 2019/2020 und zu Jahresende 2020.

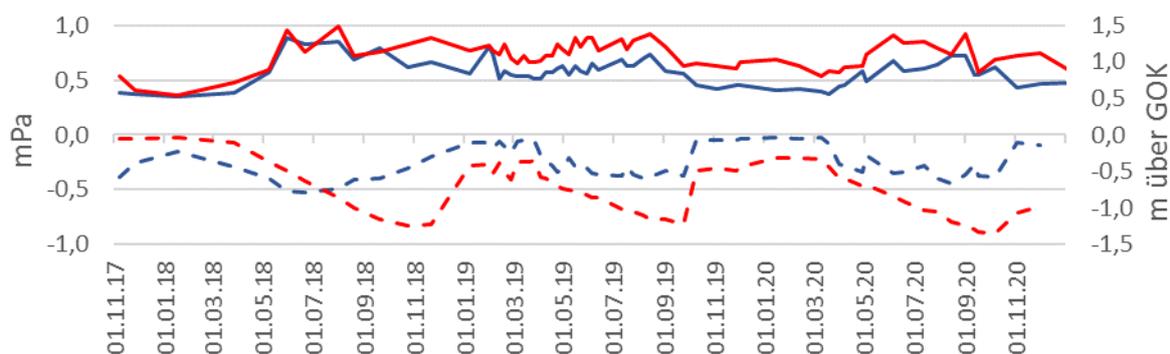


Abbildung 62: Durchschnittliche Eindringwiderstände auf D-07 in 5 bis 20 cm Tiefe des Bodens und Höhe der Wasserstände im Boden, bezogen auf den Median der Geländehöhe. Eingringwiderstände: durchgezogene Linien, Wasserstände: gestrichelte Linien. Blau: UFB, rot: entwässerte Referenzparzelle.

Die Beobachtungen auf der Unterflurbewässerung D-05 ließen sich teilweise auch auf D-07 machen: mit Beginn des Pumpens kam es während der Dürreperiode zu höheren **Erträgen** in der Unterflurbewässerung im Vergleich zur entwässerten Referenz (3. Schnitt 2018 und alle Schnitte 2019). Mit ca. 80 dt TM/ha liefert die Unterflurbewässerung damit einen zufriedenstellenden Jahresertrag während die Referenz Ertragseinbußen verzichtete (Abbildung 63). Es muss allerdings bedacht werden, dass, anders als auf D-05, auf D-07 auf der Unterflurbewässerung 2017 eine Neuansaat durchgeführt worden war und die Vegetation auch aus diesem Grund ertragsstärker war als in der Referenz mit Altnarbe. Die Quecke dominierte in allen Jahren die Altnarbe der Referenz und kam auch in der Unterflurbewässerung wieder auf, da kein Herbizid vor der Grünlanderneuerung eingesetzt worden war (Abbildung 64). Auf die Vegetationsentwicklung der Ansaat wird auch im Abschnitt zu den Ansaatmischungen näher eingegangen.

In den ersten Jahren glichen sich die Mängel der Grasnarbe in Unterflurbewässerung und Referenz, auch wenn die Referenz deutlich geringere Erträge erzielte. 2020 wurde der Bestand in der Unterflurbewässerung lückiger und ein Durchbruch der Grasnarbe mit tiefen Fahrspuren machte einen Teil der Parzelle Unterflurbewässerung-GI3 für mehrere Monate unbefahrbar. Die Erträge in dieser von deutschem Weidelgras geprägten Parzelle sanken im Vergleich zum Vorjahr um die Hälfte. Die beiden anderen Parzellen konnten

vor allem dank des Knaulgrases trotz einiger kleiner Lücken und zeitweise offenen Wasserstellen 2020 etwa den Ertrag der Referenz erreichen, welche wie schon in den Vorjahren ca. 50 bis 60 dt/ha TM Ertrag brachte. (Abbildung 63).

Über alle Ernten war der Energiegehalt des Aufwuchses in der Unterflurbewässerung durchschnittlich um 2 % (UFB-GI2, UFB-GI3) bzw. 6 % (UFB-GI1) geringer als in der Referenz, durch die höheren Erträge lag der Energieertrag pro ha jedoch in den meisten Fällen höher (Tabelle 25).

Tabelle 25: Energieertrag in GJ NEL / ha auf den drei Parzellen der Unterflurbewässerung und der Referenz des Versuches D-07. UFB – Unterflurbewässerung, Ref – Referenz.

	UFB-GI1	UFB-GI2	UFB-GI3	Referenz
2018	60	60	59	49
2019	52	39	43	34
2020	42	33	31	40

Der Versuch D-07 war insgesamt geringer von Mäusen befallen als andere Flächen im Projektgebiet. Die Unterflurbewässerung mit angehobenen Wasserständen und zwei Jahre alter Grasnarbe zeigte nur wenige Mäuseschäden, doch auch die dazugehörige trockene Referenzparzelle, in welcher die Quecke dominierte, war nur gering betroffen. Dank des dichten, unkrautfreien Queckenbestandes erzielte die Referenz mit 3,9 bessere durchschnittliche Boniturwerte als die Unterflurbewässerung (4,9), was aber angesichts der minderwertigen Futterqualität nur bedingt ein Vorzug ist.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

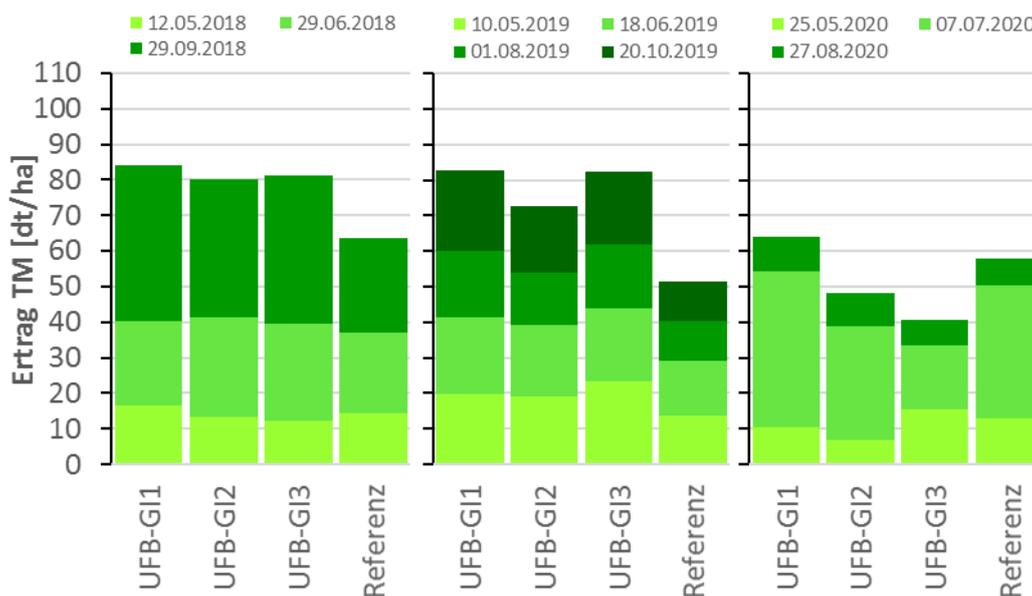


Abbildung 63: Trockenmasseerträge der Schnittnutzungen 2018, 2019 und 2020 auf D-07.

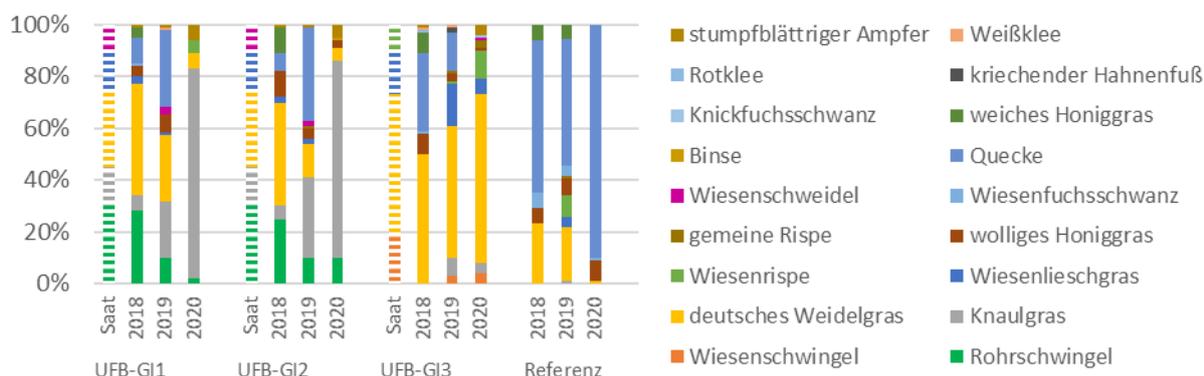


Abbildung 64: Jährliche Bonitur der Ertragsanteile des ersten Schnittes von 2018 bis 2020 auf D-07.

### 4.11.6 Ökonomische Bewertung der wasserregulierenden Maßnahmen

#### Einrichtungskosten

Beim Grabenanstau fallen vor allem die Kosten für die Wehre an. Im Projekt wurden Stahlwehre mit Edelstahlschieber verwendet. Die Anzahl der benötigten Wehre je Hektar hängt von der Geländetopographie ab. Im Rechenbeispiel wurde von einem Wehr pro Hektar ausgegangen. Bei einer Laufzeit von 20 Jahren belaufen sich die jährlichen Kosten auf knapp 125 €/ha (Tabelle 26).

Tabelle 26: Kosten des Grabenanstaus.

Kostenposition	Einheit	D04 / D06
Wehr incl. Einbau	€	1.870
Genehmigung Wehr	€	580
<b><u>Summe flächenabhängige Kosten</u></b> (1 Wehr je Hektar)	<b><u>€/ha</u></b>	<b><u>2.450</u></b>

Die Kosten der Unterflurbewässerung im Maßstab der Versuchspartellen sind in Tabelle 27 aufgeführt. Die Kosten für die Wasserversorgung sind eher flächenunabhängig zu sehen, d.h. bei einer Umsetzung im Gebietsmaßstab können diese Kosten durch gemeinschaftliche und optimal dimensionierte Einrichtungen deutlich gesenkt werden. Die Kosten für die Drainage, Wehre und Grabenräumung können eher direkt der Fläche zugeordnet werden. Je Hektar Unterflurbewässerung betragen die flächenabhängigen Kosten rund 5.700 bis 7.000 €/ha, bei 20 Jahren Laufzeit also 285 bis 350 € je Hektar und Jahr. Bei den Drainagekosten ist eine Kostendegression bei der Verlegung auf größeren Flächen möglich, u.a. Reduktion der hektarspezifischen Baueinrichtungskosten sowie Mengenrabatt bei der Materialbeschaffung.

Tabelle 27: Kosten der Unterflurbewässerung.

	Einheit	D-05*	D07
Fläche	ha	0,60	0,75
Solarpumpe	€	9.910	9.530
Brunnenbau	€	5.800	7.640
Genehmigung Brunnen	€	360	360
<b><u>flächenunabhängige Kosten</u></b>	<b><u>€</u></b>	<b><u>16.070</u></b>	<b><u>17.530</u></b>
Wehre incl. Einbau (1/ha)	€	1.870	1.870
Genehmigung Wehre	€	580	580
Dränagen	€	980	2.830
<b><u>flächenabhängige Kosten</u></b>	<b><u>€</u></b>	<b><u>3.430</u></b>	<b><u>5.280</u></b>
<b><u>flächenabhängige Kosten ja ha</u></b>	<b><u>€/ha</u></b>	<b><u>5.720</u></b>	<b><u>7.040</u></b>

\*Die Dränagen wurden vom Landwirt mit eigenem Gerät verlegt.

## **Laufende Kosten**

Die ökonomische Bewertung der wasserregulierenden Maßnahmen bezüglich der Auswirkungen auf die Bewirtschaftung erfolgte auf der Grundlage des Energieertrages der Grasernten. In einem zweiten Schritt wurden die für die Varianten Grabenanstau und Unterflurbewässerung anfallende Spezialkosten einbezogen, allerdings handelt es sich hierbei bis auf eine Ausnahme um Schätzungen, da in den drei Versuchsjahren die Parzellen eines jeweiligen Versuches stets gleichbehandelt worden sind und somit keine tatsächlichen Spezialkosten anfielen. Darüber hinaus fallen nicht alle angenommenen Spezialkosten in jedem Jahr an, sodass hier teilweise anteilige Werte pro Jahr angesetzt wurden.

Die folgenden ökonomischen Betrachtungen berücksichtigen bewusst keinerlei Investitionskosten in die Technik zur Wasserregulierung, da diese einmaligen Kosten erstens nicht vom Landwirt zu finanzieren sind und zweitens die Laufzeit der Anlagen noch nicht bekannt ist, sodass die Abschreibung pro Jahr unklar ist.

## Gewinne und Verluste durch Ertragsunterschiede

Anhand der Futterwertanalysen der beprobten Grasernten wurde zunächst der Energieertrag in GJ NEL / ha ermittelt. Dieser Wert spiegelt nicht nur die Erntemenge, sondern auch die Futterqualität des Grases wider. Anschließend wurde die Differenz des Energieertrages der jeweiligen Versuchsparzelle zu ihrer Referenzparzelle mit 22,97 €/GJ NEL Vollkosten für die Herstellung von Ersatzfutter multipliziert um die Kosten des Futterverlustes zu benennen. Für die Vollkosten wurden die variablen Herstellungskosten und anteiligen Maschinenkosten nach Richtwertdeckungsbeiträgen von 2018 bis 2020, ein Lohnanspruch von 20,50 € und Pachtkosten von 400 €/ha sowie anfallende Abgaben und Prämien zugrunde gelegt.

Die Ertragsunterschiede führten in beiden Versuchen mit Unterflurbewässerung zu Gewinnen im Vergleich zur jeweiligen Referenzparzelle. Allerdings schwankten die Werte der einzelnen Jahre stark. Das besonders positive Abschneiden einzelner Jahre liegt vor allem an den Ertragsrückgängen durch Dürreschäden in den trockenen Referenzparzellen. Auf dem Grabenanstau D-04 kam es erwartungsgemäß nur zu geringen Gewinnunterschieden, da Ertragsmenge- und Futterqualität der Referenz ähnelten. Der Grabenanstau D-06 weist eine Parzelle mit Gewinn auf (Anstau E1-S), während die andere Parzelle

(Anstau E2-S) leichte Verluste zeigte, da diese, ähnlich wie die Referenzparzelle, von Dürre- und Mäuseschäden betroffen war. (Abbildung 65).

### Spezialkosten

Da die Parzellen eines jeweiligen Versuches nicht unterschiedlich bewirtschaftet wurden fielen keine unterschiedlichen Kosten für Maschineneinsatz, Arbeitszeiten oder Saat-, Dünge-, und Pflanzenschutzmittel an. Es ist denkbar, dass sich bei einer großflächigen Umsetzung der wasserregulierenden Maßnahmen eine andere Anzahl von Ernten sinnvoll wird und somit Erntekosten und in der Folge auch Düngekosten variieren werden. Da dies jedoch im Versuchsmaßstab bisher nicht der Fall war werden hier auch keine Spekulationen diesbezüglich angestellt. Eine Ausnahme ist der Versuch D-05, wo im April 2020 eine Nachsaat aufgrund starker Mäuse- und Dürreschäden in der Referenz stattfinden musste. Die Kosten von 246,02 € / ha für die Nachsaat führen zu einer zusätzlichen jährlichen Kostenbelastung der Referenz von 82,01 € / ha (Tabelle 28).

Auch die Pflege der Parzellen fiel bisher nicht unterschiedlich aus, doch ist zu vermuten, dass in mehrjährigen Abständen Erhaltungsmaßnahmen notwendig sein werden. Die geschätzten Zusatzkosten betragen 60,00 € / ha für den Grabenanstau und 83,55 € / ha für die Unterflurbewässerung (Tabelle 29). Dem Grabenanstau D-08 wurden keine Zusatzkosten angerechnet, da der Anlass aller Arbeiten stets der Nachbarversuch D-07 ist und auf D-08 lediglich die Beeinflussung einer nicht gezielt regulierten, aber durch räumliche Nähe betroffenen Nachbarfläche untersucht wird.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

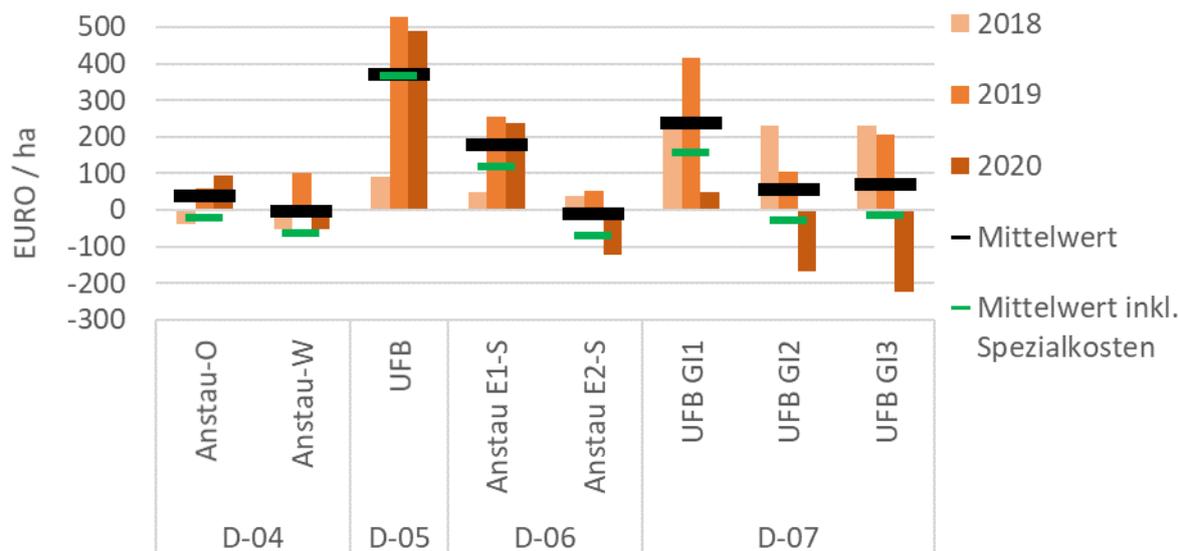


Abbildung 65: Gewinne (positive Werte) und Verluste (negative Werte) von neun Parzellen mit Wasserregulierung im Vergleich zur jeweiligen entwässerten Referenzparzelle. Schwarzer Balken: Mittelwert der Kosten auf Basis der Ernteunterschiede, grüner Balken: Mittelwert der Kosten unter Einbeziehung der Ernteunterschiede und geschätzten zusätzlichen Spezialkosten bzw. eingesparten Spezialkosten einer Maßnahme.

Unter Berücksichtigung der Spezialkosten ergaben sich somit gegenüber der Referenz Gewinne auf den Parzellen D-05 UFB (365,87 €), D-06 Anstau E1-S (120,28 €) und D-07 UFB GI1 (155,91 €). Verluste ergaben sich auf D-04 Anstau-O (-21,24 €), D-04 Anstau-W (-61,68 €), D-06 Anstau E2-S (-70,44 €), D-07 UFB GI2 (-26,96 €) und D-07 UFB GI3 (-12,20 €).

Tabelle 28: Konkrete Spezialkosten Versuch D-05.

	UFB	Referenz (gedrönt)	
Nachsaat bei Dürreschäden (nur Versuch D-05)		246,02	€/ ha im April 2020
	<b>0,00</b>	<b>82,01</b>	<b>€/ ha / Jahr (3 Jahre)</b>

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Tabelle 29: Allgemeine geschätzte Spezialkosten.

	Anstau	UFB	Referenz (gedrängt)	
Stauwehr Pflegen und Verstellen	1	1		Wehr / ha
	3	3		h Arbeitsaufwand / Wehr / Jahr
	20,00	20,00		Lohnkosten / h
	<b>60,00</b>	<b>60,00</b>		<b>€ / ha</b>
Graben Pflegen (1)	?	?	?	Baggerkosten voraussichtlich gleich
		20,00		Lohnkosten / h
		1		H / ha zusätzliche Person
		0,33		Annahme: alle 3 Jahre
		<b>6,60</b>		
Dränagen Pflegen und Leeren / Spülen (2)		0,5		h / Jahr (1 Stunde alle 2 Jahre)
		20,00		Lohnkosten / h
		<b>10,00</b>		<b>€ / ha</b>
Dränagen Spülen mit Spülgerät (Lohnunternehmer)	?	?	?	Notwendig?
Walzen von Fahrspuren (Annahme 10% der Fläche geschädigt) (3)		19,49		€ / ha Walzen
		0,1		Annahme geschädigte Fläche
		5		Lohnkosten 0,25 h Rüstzeit
		<b>6,95</b>		<b>€ / ha</b>
<b>Summe</b>	<b>60,00</b>	<b>83,55</b>	<b>0,00</b>	<b>€ / ha / Jahr (über 3 Jahre)</b>

(1) Ob eine häufigere Grabenpflege notwendig werden wird ist noch nicht abzuschätzen, doch sollte bei grabenbasierter Unterflurbewässerung eine zusätzliche Arbeitskraft die Dränagen lokalisieren und dem Fahrer der Räumungsmaschine anzeigen, damit sie nicht zerstört werden.

(2) Die Spülung der Dränagen erfolgt durch vollständiges Öffnen des Wehres, Leerlaufen des Grabens und den dadurch entstehenden Sog in Dränrohren. Anschließend Kontrolle und Schließen des Wehres.

(3) Die Kombination von hohen Wasserständen und engen Bewirtschaftungszeitfenstern kann zu Narbenschäden in der Unterflurbewässerung führen. In Anstau oder Referenz wird dieses Risiko durch flexiblere Terminplanung bzw. niedrigere Wasserstände geringer angenommen.

Als weiterer Posten in der ökonomischen Betrachtung können Umweltleistungen aufgeführt werden, wie z.B. die Schaffung von hochwertigem Lebensraum, doch sind diese nicht monetär zu bewerten. Eine Ausnahme bildet die Einsparung von Treibhausgasemissionen. Das Bundesumweltamt hat für das Jahr 2021 einen Preis von 25 € / Tonne CO<sub>2</sub>-Äq. festgelegt, welcher jährlich steigen soll. Da die Treibhausgasemissionen auf den betrach-

teten Versuchen nicht gemessen wurde soll hier nur zur Orientierung die Dimension dieser Kosten genannt werden: Bei Emissionen von 26 t CO<sub>2</sub>-Äq. / ha auf entwässertem Moorgrünland ergäben sich 650 € Kosten durch den Ausstoß von Treibhausgasen. Eine Reduzierung um ein Drittel und damit ca. 9 t CO<sub>2</sub>-Äq. /ha ließe sich demnach mit einem Kostenvorteil von 225 € gleichsetzen. Die höchsten laufenden Kosten einer Maßnahme (ohne Investitionskosten!) wurden für die Parzelle UFB GI3 im Jahr 2020 mit 223,33 €/ha (bzw. 306,92 inkl. Spezialkosten), berechnet, sodass die Kosten durch die Emissionsreduzierung theoretisch kompensiert werden. (Oft entstanden sogar gar keine Kosten, sondern Gewinne.) Zwar ist die Landwirtschaft von der Kompensationspflicht ihrer Emissionen ausgenommen, doch dieser sehr einfache Überschlag verdeutlicht, dass die laufenden Kosten der Maßnahmen im Vergleich zum hypothetischen Klima-Preis gering sind.

#### **4.11.7 Ergebnisse Versuche mit Schwerpunkt Grünlandmanagement**

##### ***Graben- und Moorwasserstände***

Auf den Versuchen zur angepassten Grünlandnutzung (D-01, D-02, D-03 und D-09) dienen die Gräben allein der Entwässerung und die Moorwasserstände werden nur von der klimatischen Wasserbilanz und den Torfeigenschaften bestimmt. Die Zeitpunkte, zu denen das Abfallen der Moorwasserstände im Frühling und der Anstieg im Herbst einsetzen, variierte zwischen den Jahren, wobei nicht nur die klimatische Wasserbilanz des aktuellen Monats, sondern auch die der vergangenen Monate wichtig war. Nach dem niederschlagsreichen Jahr 2017 sanken die Moorwasserstände erst ab Mitte April 2018. Nach dem sehr trockenem Jahr 2018 hingegen sanken die Wasserstände bereits im März 2019. Der herbstliche Anstieg der Moorwasserstände erfolgte 2018 erst im Dezember, dem zweiten nassen Monat des Jahres nach dem Januar. Im Herbst 2019 dagegen stiegen die Moorwasserstände schon Ende September wieder, als ausdauernde Niederschläge einsetzten und den Oktober über anhielten. Durch hohe Niederschläge vor allem im Februar 2020 stiegen die Moorwasserstände fast wieder auf das Niveau vom Winter 2017/2018. Die Wasserstände sanken auch im Jahr 2020 bereits im März und erreichten vergleichbare tiefste Wasserstände zum Jahr 2019. Aus den gemessenen Werten lässt sich ablesen, dass sich die tiefsten Wasserstände gegen Sommerende bzw. Herbstanfang einstellen.

Tabelle 30: Mittlere Moorwasserstände (über 2017er GOK der GW-Messstellen) auf D-01, D-02, D-03, D-09 (Sommer = 01.05. - 31.10., Winter = 01.11. - 30.04.).

<b>Zeitraum</b>	<b>D-01</b>	<b>D-02</b>	<b>D-03</b>	<b>D-09</b>
Winter 17/18	-0,25	-0,39	0,05	-0,48
Sommer 2018	-1,04	-1,04	-0,66	-0,96
Winter 18/19	-0,74	-0,71	-0,57	-0,88
Sommer 2019	-0,83	-0,92	-0,70	-0,99
Winter 19/20	-0,47	-0,34	-0,29	-0,73
Sommer 2020	-0,92	-0,84	-0,83	-0,82
Jahr 2018	-0,81	-0,85	-0,46	-0,83
Jahr 2019	-0,66	-0,68	-0,55	-0,88
Jahr 2020	-0,78	-0,66	-0,65	-0,79

Im regenreichen Winter 2017/18, der auf einen regenreichen Sommer folgte, wurden die höchsten Moorwasserstände gemessen. Sie lagen im Mittel der vier Versuche um 46 cm höher, als im Winter 2018/19 (Tabelle 30). Auf D-01 und D-02 waren die mittleren Sommerwasserstände 2019 mit 93 und 82 cm unter GOK und die Jahreswasserstände 2019 mit 66 und 68 cm unter GOK um  $\approx 16$  cm höher, als 2018. Bei D-03 und D-09 dagegen waren sie 2019 um wenige Zentimeter tiefer, als 2018. Im Jahr 2020 waren die Jahreswasserstände für D-01 und D-03 etwa 10 cm niedriger als im Jahr 2019. Hervorzuheben ist die Ganglinie von D-09, da die Messstelle ca. 30 cm neben einer Drainage liegt. Dies führt zu deutlich niedrigeren Winterwasserständen als an den Standorten D-01, D-02 und D-03 in den Wintern 2018 bis 2020.

Sehr wahrscheinlich ist die Geländeoberkante im trockenen Sommer 2018 stark gesackt. Diese Annäherung der Geländehöhe an den Moorwasserspiegel wurde bisher nicht erfasst, so dass der Abstand zwischen Moorwasserstand und Geländeoberkante ab dem Sommer 2018 um etwa 10 bis 20 cm kleiner gewesen sein könnte, als hier dargestellt. Eine weitere signifikante Abnahme der Geländehöhe durch Sackung und Schrumpfung im Sommer 2019 hat dagegen eher nicht stattgefunden, wie die ähnliche hohen Wasserstände in den Wintermonaten 2018/2019 und 2019/2020 nahelegen. Diese Vermutung kann nur durch ein Monitoring der Geländehöhe geprüft werden.

### ***Düngeversuch***

Während die Bonituren der Parzellen auffallend ähnlich ausfielen ergaben sich Unterschiede vor allem bei der Erntemenge und der Qualität der pflanzlichen Produkte.

Wie auf vielen Standorten im Projektgebiet breiteten sich auch auf D-03 ab Ende 2018 Mäuse aus und prägten den Vegetationszustand bis Anfang 2020, als die Nachsaaten langsam die Grasnarbe wieder schlossen. Die Mäuseschäden waren in Referenz und Düngeparzelle meist annähernd gleich. Die größten Schäden zeigten die Schläge mit den Parzellen G (nur Güllendüngung), G-Referenz (Volldüngung), M (nur Mineraldüngung) und M-Referenz (Volldüngung). Trotz sehr geringer Erträgen ist die Parzelle ohne jegliche Düngung (X) noch immer ohne starke Verunkrautung und mit konstanter Narbendichte. Abbildung 66 zeigt den starken Einfluss der Witterung und des Mäusebefalls auf die Ertragsmengen. Über alle vier Jahre erbrachte die Parzelle mit reduzierter, reiner Güllendüngung 85% des Referenzertrages (Trockenmasseertrag), reduzierte und ausschließliche Mineraldüngung führte zu 90 % des Referenzertrages und ein Düngeverzicht bewirkte eine Halbierung des Ertrages (Abbildung 66). Hier ist auch ein deutlicher Abwärtstrend über die Jahre erkennbar, während die Erträge in G und M schwanken. Reduzierte Düngung führte durchschnittlich zu höheren Trockensubstanzgehalten (G: 110 %, M:112 %, X:127%), geringeren Rohproteingehalten (G: 88 %, M: 93 %, X: 77 %), annähernd gleichen Rohfasergehalt (G: 100 %, M: 97 %, X: 103 %) und annähernd gleichen Energiegehalten (G: -0,1 MJ NEL/kg, M +0 MJ NEL/kg, X: -0,2 MJ NEL/kg). Aufgrund des unterschiedlichen Trockenmasseertrages führte dies natürlich zu geringeren Energieerträgen pro ha (G: 87%, M: 86 %, X: 53 %). Noch zeigt sich kein eindeutiger Nachteil fehlender anderer Nährstoffe wie P und K in der lediglich mit mineralischen Stickstoff gedüngten Parzelle M gegenüber der mit Gülle versorgten Parzelle G.

Zu einer starken Differenzierung der Artenzusammensetzung der jeweiligen Versuchs- und ihrer Referenzparzelle kam es nicht, doch mehrere jahresbedingte Einflüsse sind sichtbar (Abbildung 67). Nach anhaltenden Niederschlägen und dem ungewöhnlich nassen Jahr 2017 kam es zum zeitweisen Auftreten der Gemeinen Risse, welche mit der folgenden Trockenheit allerdings auch wieder verschwand. Jährliche Nachsaaten (5 kg/ha) im April erklären das vorübergehende Auftauchen neuer Arten wie des Welschen Weidelgrases. Im September 2019 sowie März und Juli 2020 waren zusätzliche Nachsaaten wegen der starken Mäuseschäden nötig (je 10 – 20 kg/ha).

Auch die Mängel nahmen bei reduzierter Düngung im Durchschnitt nicht zu. Der größte Unterschied waren die lockereren Narben der Referenzparzellen mit mehr Abstand zwischen den Graspflanzen im Gegensatz zu den Versuchspartzen (Bonitur Narbendichte nach dem 1. Schnitt) (Abbildung 68).

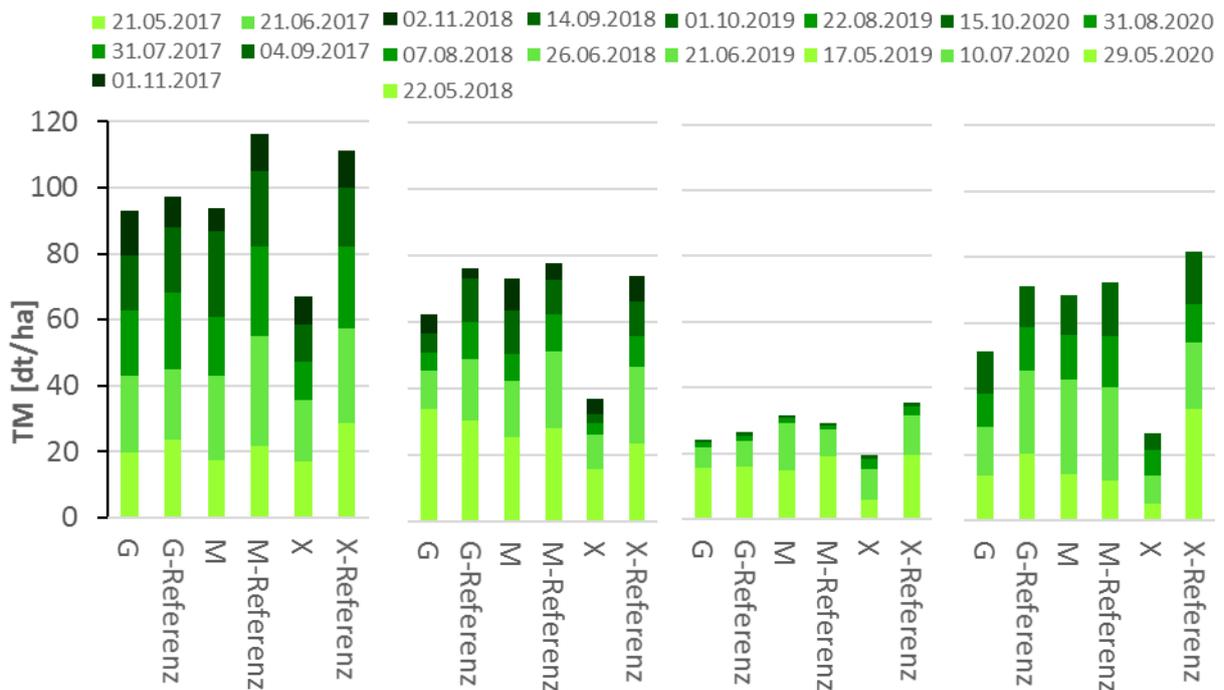


Abbildung 66: Trockenmasseerträge der sechs Parzellen in den Jahren 2017 bis 2020. Alle Termine waren Schnittnutzungen, nur die vierte Nutzung 2019 war eine Beweidung des nach Mäuseschäden extrem lückigen Grasbestandes. G: nur Gülle Düngung (119 – 151 kg N / ha / Jahr abhängig vom Nährstoffgehalt der Gülle) M: nur Minerale Düngung (162 kg N / ha / Jahr), X: ohne Düngung (0 kg N / ha / Jahr). Die jeweils unmittelbar an die drei Parzellen G, M und X angrenzenden Referenzparzellen erhielten als Volldüngung sowohl die Gülle- als auch die Minerale Düngung

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

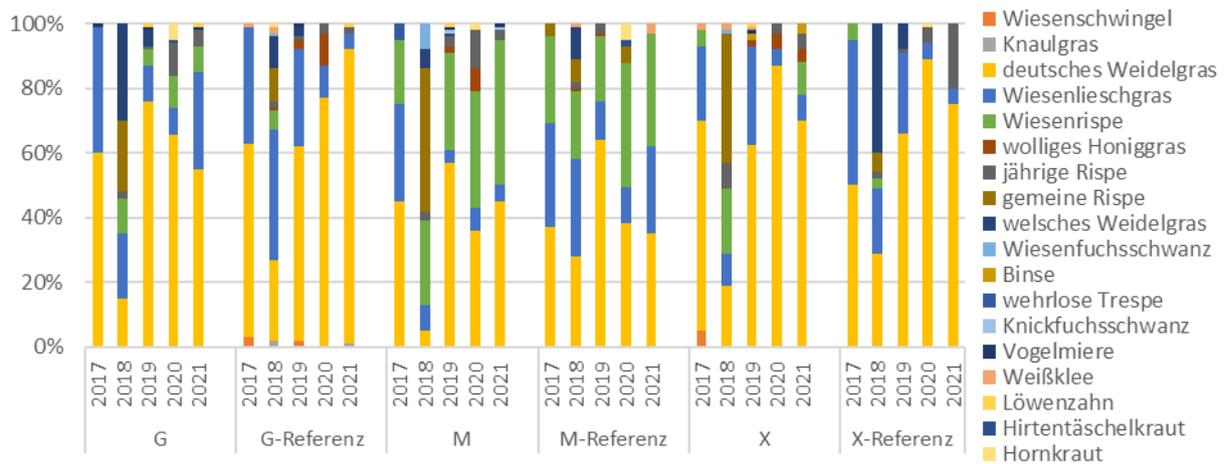


Abbildung 67: Ertragsanteile einzelner Arten am ersten Schnitt. Da die Erfassung stets im Frühjahr erfolgte zeigen die Artenzusammensetzungen oft noch den Einfluss des Vorjahres. G: nur Gülledüngung, M: nur Mineraldüngung, X: keine Düngung, Referenzen: mineralische und organische Volldüngung

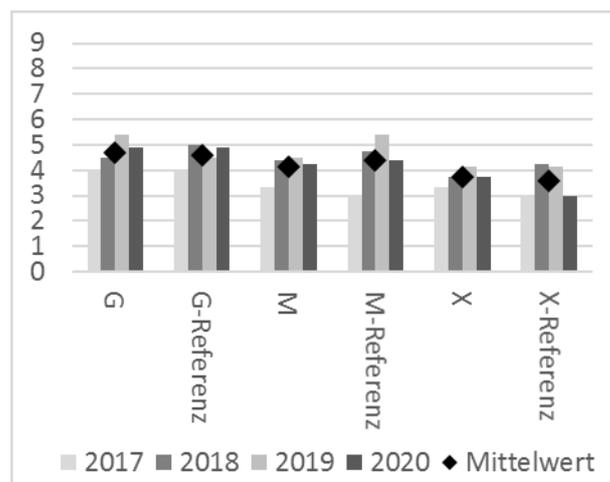


Abbildung 68: Mängelbonituren auf dem Versuch D-03.

Die Nährstoffgehalte im Boden (pflanzenverfügbares P, K und Mg) waren bei ausschließlicher Gülledüngung (G) höher als in der Referenzparzelle mit Volldüngung, mit Schwankungen zwischen den Jahren. Stickstoff scheint hier das Wachstum zu limitieren, sodass die übrigen Nährstoffe weniger genutzt werden können und im Boden verbleiben. Bei ausschließlicher Mineraldüngung kam es erst im letzten Jahr zu einer Abnahme der Gehalte an pflanzenverfügbarem P und K im Boden im Vergleich zur Volldüngung, ein Ersatz der fehlenden Gülleenährstoffe macht sich demnach erst im vierten Jahr bemerkbar. Ohne Düngung fallen die hohen Werte schon nach dem ersten Jahr auf das Niveau der Referenz.

Der Mg-Vorrat im Boden ist auch in den Parzellen M und X stets etwas höher als in den Referenzen (Abbildung 69).

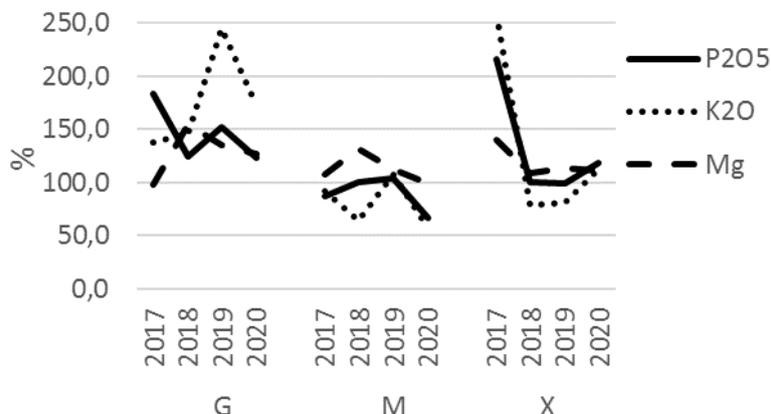


Abbildung 69: Nährstoffgehalte im Boden der Versuchspartellen in 0-10 cm im Vergleich zur jeweiligen Referenzpartelle mit Volldüngung.

Einen Einblick in die Stickstoffversorgung kann der N<sub>min</sub>-Wert im Frühjahr geben (in 0-60 cm Tiefe). Nach dem ersten Jahr ohne Düngung lag dieser in Parzelle X doppelt so hoch wie in der Referenzpartelle, wohl aufgrund der geringen Entzüge im ersten Jahr in Verbindung mit der weiterhin ablaufenden Nitratfreisetzung aus der Torfmineralisation, war danach aber stets niedriger. Bei reiner Mineraldüngung lag er durchschnittlich auf dem Niveau der Referenzpartelle mit Volldüngung, während er bei reiner Gülledüngung durchschnittlich ein Drittel niedriger in der reduziert gedüngten im Vergleich zur Referenzpartelle lag.

Die ökonomische Bewertung erfolgte wie bei der Auswertung der wasserregulierenden Maßnahmen anhand des Energieertrages der Aufwüchse und der Spezialkosten. Aus der Differenz des Energieertrages bei reduzierter Düngung im Vergleich zur Volldüngung wurden die Kosten für die Beschaffung von Ersatzfutter berechnet. Anders als bei den wasserregulierenden Maßnahmen sind darüber hinaus im Düngerversuch tatsächlich Spezialkosten angefallen bzw. eingespart worden. Für die Partellen M und X wurde die notwendige Verbringung der im Milchviehbetrieb anfallenden Gülle angesetzt, da diese Partellen keine Gülledüngung erhielten. Sie beliefen sich auf durchschnittlich 337,50 € / Jahr. Eingespart wurden die Anschaffungs- und Ausbringungskosten für Mineraldünger in den Partellen G und X (durchschnittlich 148,12 € / Jahr) und die Ausbringungskosten für die Gülle in den Partellen M und X (durchschnittlich 183,03 € / Jahr) (Tabelle 31). Es ist auch

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

denkbar, dass die Jahresaufwüchse der Parzellen G und X mit weniger Ernten hätten erreicht werden könnten. Dies würde pro Schnitt zu einer zusätzlichen Einsparung von 134,88 € / Jahr führen. Da sich durch längere Aufwuchszeiten jedoch auch der Energiegehalt verringert hätte, welcher die Basis der ökonomischen Bewertung darstellt, wurden diese Spezialkosten nicht einbezogen.

Ertragsunterschiede und Spezialkosten führten von 2017 bis 2020 bei reduzierter und ausschließlicher Mineraldüngung (M) zu durchschnittlich 264,63 € Verlust pro ha und Jahr gegenüber der Referenzparzelle mit Volldüngung (nicht mit dem Deckungsbeitrag gleichzusetzen!). Ohne Düngung (X) belief sich der Kostenunterschied auf 601,76 €. Bei Gülledüngung waren die Kosten deutlich geringer (12,97 €) (Abbildung 70).

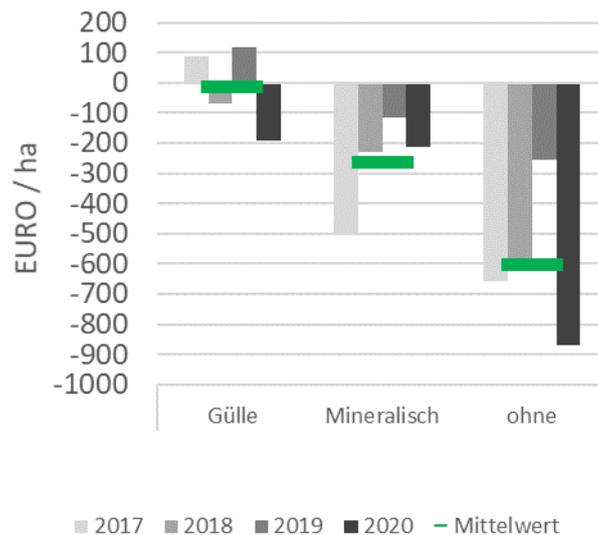


Abbildung 70: Gewinne / Einsparung (positive Werte) und Verluste / Zusatzkosten (negative Werte) der drei Parzellen mit reduzierter Düngung im Vergleich zur jeweiligen Referenzparzelle mit Volldüngung, basierend auf dem Energieertrag und den jeweiligen Spezialkosten.

Tabelle 31: Zusammensetzung der Gewinndifferenz der drei Parzellen mit reduzierter Düngung im Vergleich zu den jeweiligen Referenzparzellen mit Volldüngung.

	D-03		
	Gülle	Mineral.	ohne
Gewinn / Verlust ohne Spezialkosten	-161,08	-110,16	-596,48
Verlust durch Spezialkosten	0,00	-337,50	-337,50
Eingesparte Spezialkosten	148,12	183,03	332,22
Gewinn / Verlust inkl. Spezialkosten	-12,97	-264,63	-601,76

### **Gräserversuche**

14 Gräsermischungen wurden in unterschiedlicher Kombination auf den Versuchen D-01, D-02, D-06, D-07, D-09, D-10 und D-11 ausgesät. Je nach Versuch handelt es sich um Flächen ohne oder mit Wasserregulierung (Grabenanstau und Unterflurbewässerung), sowie um intensiv oder extensiv bewirtschaftete Flächen mit unterschiedlicher Nutzungs- und Düngeintensität. In Abbildung 76, Abbildung 77, Abbildung 78 und Abbildung 79 sind die Artenzusammensetzung und Boniturwerte dargestellt. Abbildung 71 und Abbildung 73 zeigen jeweils Ertragsunterschiede einer Saatmischung über alle Versuche. Im Folgenden werden kurz die markantesten Beobachtungen zu den einzelnen Mischungen genannt und anschließend das Verhalten der einzelnen Grasarten beschrieben.

### Mischung v1 bis v6 (100/0; 80/20; 60/40; 40/60; 20/80; 0/100: dt. Weidelgras/Rohrschwingel)

Die sechs Parzellen mit steigendem Rohrschwingelanteil und abnehmendem Anteil des deutschen Weidelgrases wurden auf einer sehr extensiv genutzten Fläche (D-01: 1 Schnitt, <10 m<sup>3</sup>/ha Gülle pro Jahr) und einer intensiveren Nutzung (D-02: 4 Nutzungen, gelegentliche Beweidung) angelegt. In beiden dieser sehr unterschiedlich bewirtschafteten Versuche war der Rohrschwingel in den ersten beiden Jahren (2017 – 2018) nur in geringem Anteil zu finden, was der erwarteten langsamen Etablierung entspricht. Stattdessen dominierten das deutsche Weidelgras (vor allem in D-02) und das wiederaufkommende wollige Honiggras (vor allem in D-01). Einen starken Wandel brachte jedoch die Dürre 2018 und 2019 sowie Mäusebefall ab Winter 2018/19. Rohrschwingel nahm an

absolutem und relativem Ertrag zu während die anderen Gräser teilweise bis zum Totalausfall zurückgingen, sodass Rohrschwingel 2019 und 2020 den Aufwuchs sicherte und die Parzellen mit höherem Rohrschwingelanteil in der Saatmischung höhere Erträge und bessere Boniturwerte erzielten.



Abbildung 71: Abweichung der Trockenmasseerträge einer Mischung vom Mittelwert aller sechs Mischungen.

Mischung v8 (40 Rohrschwingel, 10 Wiesenschwingel, 5 Knaulgras, 35 dt. Weidelgras, 10 Wiesenlieschgras) und Mischung 11 (90 dt. Weidelgras, 10 Wiesenlieschgras)

Ähnlich wie in den Mischungen 01 bis 06 war der prägendste Einfluss die Dürre- und Mäuseschäden, die alle Gräser bis auf Rohrschwingel (in 08 ausgesät) und wolliges Honnigras (in beiden Parzellen eingewandert) nahezu verschwinden ließ.

Mischung GI1 und GI2 (30 Rohrschwingel, 15 Knaulgras, 30 dt. Weidelgras, 15 Wiesenlieschgras, 10 Wiesenschweidel); Weidelgras in GI1 diploid, in GI2 tetraploid

Mit der Zeit kam es zur Abnahme von Wiesenschwingel, dt. Weidelgras und Wiesenlieschgras und der Zunahme von Rohrschwingel und (dem 2020 deutlich dominierenden) Knaulgras. Die tetraploiden Weidelgräser (GI2) stellten überraschend im Durchschnitt aller Standorte weniger Ertragsanteile als diploide Sorten (GI1). Der Besatz mit fremden Arten lag nie über 10%.

Mischung GI3 bzw. v9 (20 Wiesenschwingel, 53 dt. Weidelgras, 17 Wiesenlieschgras, 10 Wiesenrispe)

Die prägende Konstante dieser Mischung war das deutsche Weidelgras, es war verantwortlich für geringe Erträge der Mischung in den trockenen Jahren 2018 und 2019 und machte GI3 auf vielen Standorten zur ertragsschwächsten Parzelle. Wiesenschwingel war stärker zu Beginn, Wiesenrispe dagegen erst im dritten Jahr zu finden.

Mischung GE1 bzw. v7 (50 Rohrschwingel, 40 Knaulgras, 10 dt. Weidelgras)

Dies war die Mischung mit den besten Boniturwerten und hohem Ertrag in Trockenphasen. Der Rohrschwingelanteil nahm mit der Zeit zu Lasten des Weidelgrasanteils zu. Die Mischung wurde vergleichsweise wenig von Mäusen befallen, wie das Abbildung 72 eindrucksvoll zeigt.



Abbildung 72: Parzellenscharfer Mäusebefall: Rohrschwingel und Knaulgras in der Mischung GE1 (rechts) widerstehen Mäusebefall und Dürre im Vergleich zu der weidelgrasreichen Saatmischung GI3 (links). D-06 Frühjahr 2020.

Mischung GE2 bzw. v10 (20 Wiesenschwingel, 16 dt. Weidelgras, 24 Wiesenlieschgras, 20 Wiesenrispe, 20 Rotschwingel)

In dieser Mischung setzten sich auf jedem Standort unterschiedliche Arten durch. Bei im Vergleich zu den anderen Mischungen schlechten Boniturwerten und Trockenmasseertrag neigte sie jedoch nie zur Dominanz einer einzelnen Art. Rotschwingel konnte an keinem Standort etabliert werden. Dafür wanderten teilweise Rohrschwingel und Knaulgras aus Nachbarparzellen ein.

GE3 (43 Wiesenschwingel, 17 Wiesenlieschgras, 16 Wiesenrispe, 7 Wiesenfuchsschwanz, 3 weißes Straußgras, 7 Weißklee, 7 Schwedenklee)

Die Mischung GE3 zeigte gleichzeitig auf zwei Standorten den schlechtesten und auf D-06 einen der besten Zustände der Grasnarbe. Der anfänglich vorkommende Wiesenschwingel und das Wiesenlieschgras wurden zunehmend vom Wiesenfuchsschwanz verdrängt. Er bildet früh im Jahr Ertrag und trägt zu hohen Trockenmasseerträgen im ersten Schnitt bei. Allerdings verliert der Aufwuchs durch die frühe Reife schnell an Futterqualität, weshalb am Standort D-06 eine frühere Ernte als in den übrigen Parzellen angebracht gewesen wäre. In den Folgeschnitten war der Wiesenfuchsschwanz weniger dominant.



Abbildung 73: Abweichung der Trockenmasseerträge einer Mischung vom Mittelwert aller sechs Mischungen.

### ***Eigenschaften einzelner Grasarten***

Die folgenden Angaben zu Ertragsanteilen einzelner Gräser in Mischbeständen (vgl. Abbildung 76 und Abbildung 77) beziehen sich jeweils auf den ersten Schnitt der Jahre.

### Hafer als Deckfrucht

In den Versuchen D-06 und D-09 erwies sich Hafer als Deckfrucht als geeignete Hilfe, um eine Neuansaat erfolgreich und gleichmäßig zu etablieren. Im Frühjahr wurden in 3 cm Tiefe Hafer und unmittelbar danach in 0,5 cm Tiefe Gras ausgebracht. Der schnell aufkommende Hafer unterdrückte zuverlässig platzraubende Unkräuter wie die Vogelmiere (Abbildung 68). Die erste Ernte des Hafer-Gras-Gemisches erfolgte etwa im Stadium der

Milchreife des Hafers und konnte frisch oder als Silage verfüttert werden. Anschließend wuchsen die Gräser gleichmäßig für weitere Folgeschnitte, während der Hafer nicht wiederaufkam. Auf einem dritten Versuch wurde das Verfahren 2019 auf D-12 angewendet, doch die extreme Trockenheit ließ die Saat nur stellenweise aufgehen, sodass unter diesen Bedingungen auch Hafer die Ansaat nicht retten konnte.



Abbildung 74: Grünlandneuansaat mit Hafer als Deckfrucht.

### Deutsches Weidelgras

Obwohl deutsches Weidelgras als energiereiches und ertragsbildendes Futtergras geschätzt wird war es während der drei Versuchsjahre für starke Ertragsrückgänge verantwortlich. In Folge der Dürrejahre 2018/19 und des Mäusebefalls 2019 kam es in Parzellen mit hohem Weidelgrasanteil zu Lücken und teilweise zum Totalausfall der Art, sodass Parzellen mit ehemals hohem Weidelgrasanteil nun starke Ertragsrückgänge zeigten, beispielsweise auf Parzelle D-02 01 oder D-06 E2-S. Der Ausfall des Weidelgrases führte zum relativen Anstieg anderer Gräser in der Vegetationszusammensetzung, doch nur das Knäulgras und der Rohrschwengel konnten an mehreren Standorten den Ertragsverlust des Weidelgrases durch Zuwachs ausgleichen. Auf manchen Standorten überstand das Weidelgras aber auch die Dürre, so z.B. auf D-09 und dem erst 2018 angelegten D-10.

Die Entwicklungstendenz war für diploide (GI1) und tetraploide (GI2) Weidelgräser gleich, doch erbrachten die diploiden Gräser in 10 von 11 Ertragsschätzungen (4 Standorte mit 2 oder drei Terminen) einen höheren relativen (vgl. Abbildung 76 und Abbildung 77) und absoluten (ohne Darstellung) Ertrag.



Abbildung 75: Schäden im Juli 2020 nach zwei Dürrejahren und Mäusebefall auf Versuch D-02. Anteile in der Saatmischung von links nach rechts (dt. Weidelgras / Rohrschwingel): 100/0; 80/20; 60/40; 40/60; 20/80; 0/100.

### Rohrschwingel

Rohrschwingel hat eine zögerliche Jugendentwicklung und war in den meisten Parzellen in den ersten beiden Jahren nach der Ansaat nur in sehr geringen Anteilen zu finden. Eine Ausnahme bildeten die unter jeweils günstigen Aussaatbedingungen ausgebrachten Mischungen mit sehr hohem Rohrschwingelanteil auf den Versuchen D-02, D-06 und D-09 sowie auf D-07. Doch schon im Verlauf des durch starke Trockenheit gekennzeichneten Jahres 2018 zeigte sich, dass andere Gräser auf die Dürre mit einem deutlichen Ertragsrückgang reagierten, während der Rohrschwingel weiterhin Ertrag erbrachte, die durch Rückgang anderer Arten entstandenen Lücken besiedelte und so an relativem Ertragsanteil und absolutem Trockenmasseertrag zunahm. Als Folge bescherte Rohrschwingel 2020 auch die höchsten bisher im Projekt erfassten Absoluterträge aller Parzellen im 1. Schnitt (Versuch D-02 in Parzellen mit 80 % und 100 % Rohrschwingel in der Saatmischung). Durch die Belastungen der Jahre 2018 und 2019 konnte der Rohrschwingel mehrere vorteilhafte Eigenschaften demonstrieren, welche unter den Extrembedingungen eines Moorstandortes vorteilhaft sind. Er ist sowohl gegen zeitweise Nässe als auch gegen Trockenheit resistent und toleriert Spätfröste.

### Knautgras

Der Knautgrasanteil nahm über die drei Jahre in vielen Parzellen zu. Das Gras dominiert auf den Flächen mit großer Blattmasse und häufiger Blüte. In den Mischungen GI1 und

GI2 auf D-06, D-07 und D-10 und behauptet es sich auch in gegenüber dem Rohrschwinger. In der Unterflurbewässerung D-07 bildete es nach drei Jahren über 80 % des Bestandes (Ansaat 2017). In der Unterflurbewässerung mit Altnarbe (D-05) blieb es dagegen bei dem Vorkommen einzelner Horste.

### Wiesenfuchsschwanz

Wiesenfuchsschwanz reift deutlich früher als andere Arten. Die Mischung GE3 mit 7 % Wiesenfuchsschwanz erreichte 2019 in zwei von vier Versuchen die jeweils höchsten Erträge. Bis auf den sehr extensiv genutzten Standort D-11 nahm der Wiesenfuchsschwanz überall im Laufe der Zeit zu, was zu einem vergleichsweise hohen Ertrag, zum anderen aber aufgrund der verhältnismäßig frühen Reife eine geringere Futterqualität bei gleichem Erntetermin im Vergleich zu anderen Gräsern bedeutete. Eine frühere Ernte wäre angebracht um die Qualitätsabnahme und eine zu starke Vermehrung durch Aussamung zu verhindern. Eine Reifeprüfung in den Jahren 2018 und 2019 legt nahe, dass ein ca. zwei Wochen früherer Erntetermin für die Bestände mit Wiesenfuchsschwanz geeigneter gewesen wäre, allerdings trifft dies für einen Teil der übrigen Bestände ebenfalls zu. Der Mäusebefall fiel je nach Standort sehr gering bis stark aus.

### Wiesenrispe

Die Wiesenrispe konnte als beständige Art in den Altnarben auf den Versuchen D-04, D-05 und D-06 in allen drei Jahren gefunden werden und bildete neben deutschem Weidelgras und wolligem Honiggras den Hauptbestand. In den Neuansaaten war sie dagegen selten dominant, doch tendenziell mit der Zeit an Ertrag zunehmend.

### WIESENLIESCHGRAS

Das Wiesenlieschgras ist gegen nasskalte Bedingungen unempfindlich und daher generell geeignet für Moorstandorte. Es gilt allerdings als dürreempfindlich, doch trotzdem stieg im Frühjahr 2019 in vielen Parzellen sein absoluter und relativer Ertragsanteil, fiel bis 2020 aber überall bis auf D-09 auf einen unbedeutenden Anteil zurück.

### Wiesenlieschgras

Der Wiesenschwingel zeigte sehr unterschiedliche Entwicklungen in den drei Mischungen deren Bestandteil er war, kam in einem Viertel der Parzellen fast gar nicht vor und ließ in der Hälfte der Parzellen im Laufe der Zeit an Ertrag nach.

### Rotschwingel

Rotschwingel wurde an sechs Standorten in der Mischung GE2 mit 20 % Saatanteil ausgebracht, konnte aber bisher nirgendwo über 3 % Ertragsanteil erreichen und kommt häufig gar nicht vor.

### Wiesenschweidel

Auf drei von vier Standorten lag der Ertragsanteil des Wiesenschweidels weit über seinem Anteil in der Saatmischung, allerdings nahm sein Anteil schnell ab, sodass er im dritten Jahr nur eine untergeordnete Rolle spielte. Er wurde überwiegend durch Rohrschwingel ersetzt, was ihn zu einem geeigneten Mischungspartner dieses Grases mit langsamer Jugendentwicklung macht.

### Weißes Straußgras

Mit nur 3 % Saatgutanteil in der Mischung war das weiße Straußgras nur in zwei von vier Parzellen zu finden und verschwand bis 2020 vollständig.

### Klee

Weißklee und Schwedenklee konnten nur in zwei von vier Fällen etabliert werden. Sie kommen gelegentlich mit jeweils unter 3 % Ertragsanteil vor, finden sich aber auch gelegentlich in Altnarben. Eine Beeinflussung durch Unterflurbewässerung war nicht zu beobachten (D-05)

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

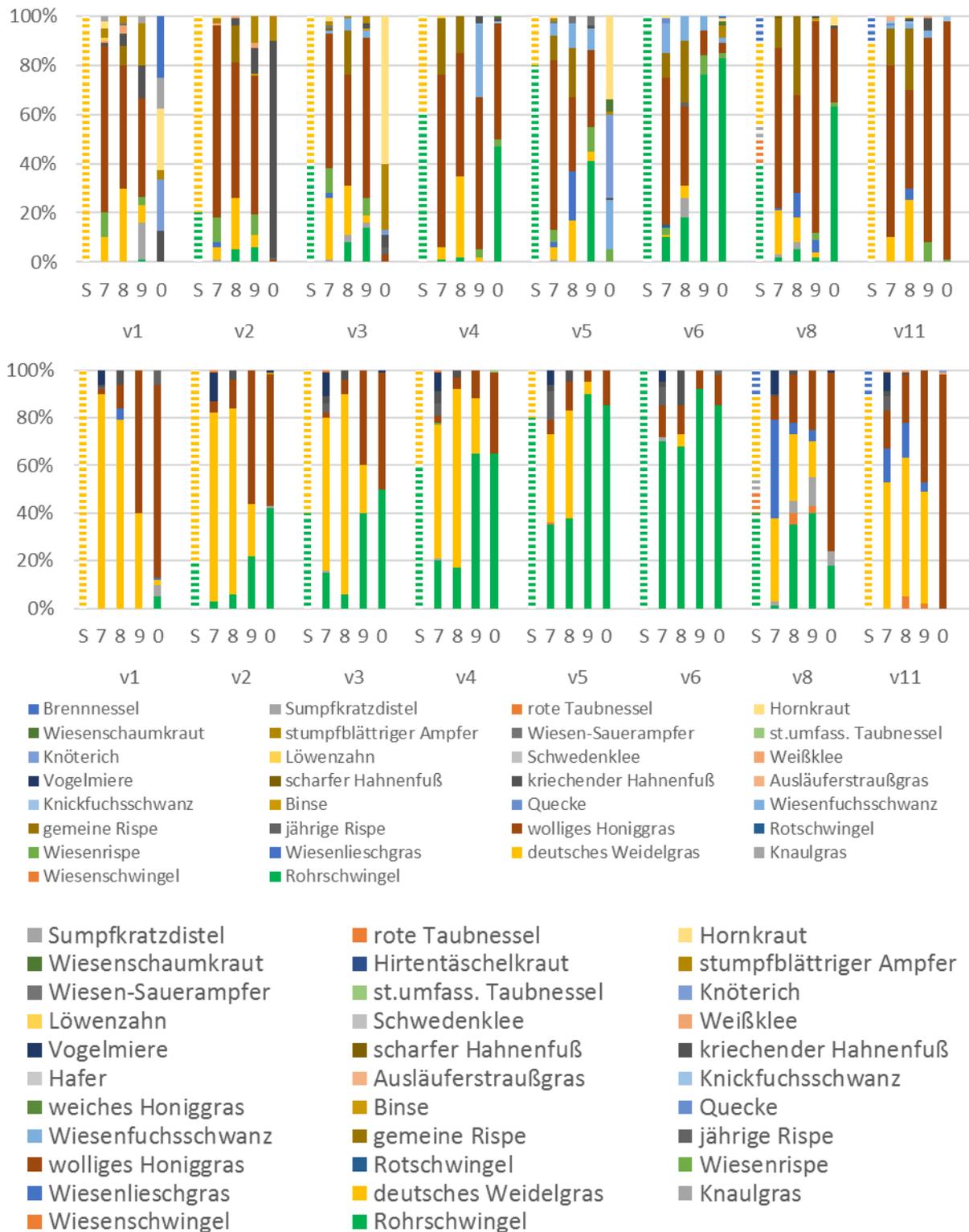
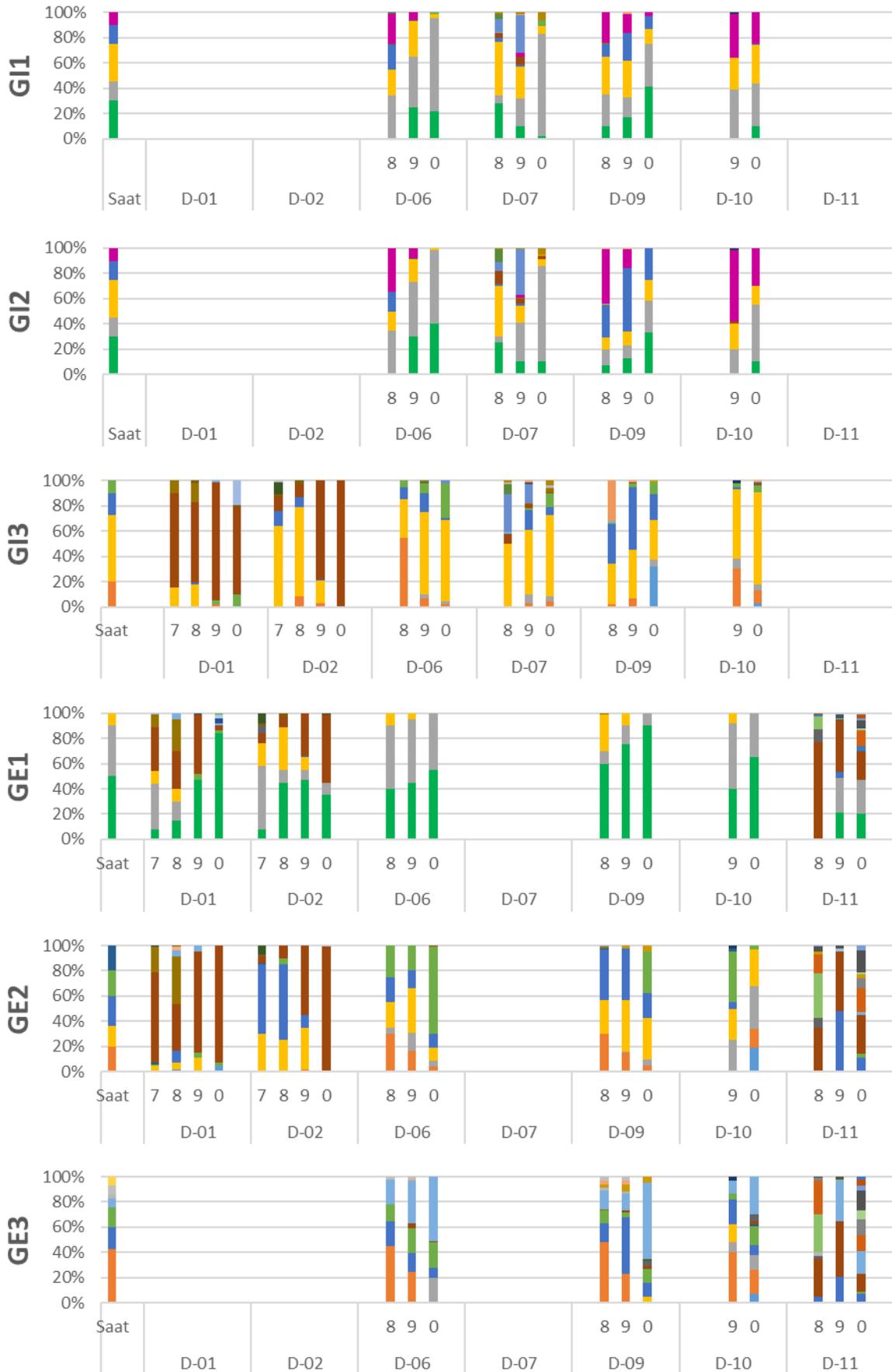


Abbildung 76: Ergebnisse der Schätzung des Trockenmasseertrages der einzelnen Arten zum ersten Schnitt. Dargestellt sind die Mischungen v1 bis v6 sowie v8 und v11 auf den Versuchen D-01 (oben) und D-02 (unten). Jahreszahlen sind abgekürzt (S = Saat, 7 = 2017 usw.) Die zu Versuchsbeginn ausgesäten Grasarten in anteiligen Gew.-% sind jeweils gestrichelt dargestellt.

# Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“



## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“



Abbildung 77: Ergebnisse der Schätzung des Trockenmasseertrages der einzelnen Arten zum ersten Schnitt. Dargestellt sind die Mischungen GI1, GI2, GI3, GE1, GE2, GE3 auf den Versuchen D-01, D-02, D-06, D-07, D-09, D-10 und D-11. Jahreszahlen sind abgekürzt (7 = 2017 usw.) Die zu Versuchsbeginn ausgesäten Grasarten in Gew.-% sind jeweils links dargestellt. (In den Versuchen D-01 und D-02 trugen die Mischungen GI3, GE1 und GE2 die Bezeichnungen v9, v7 und v10).

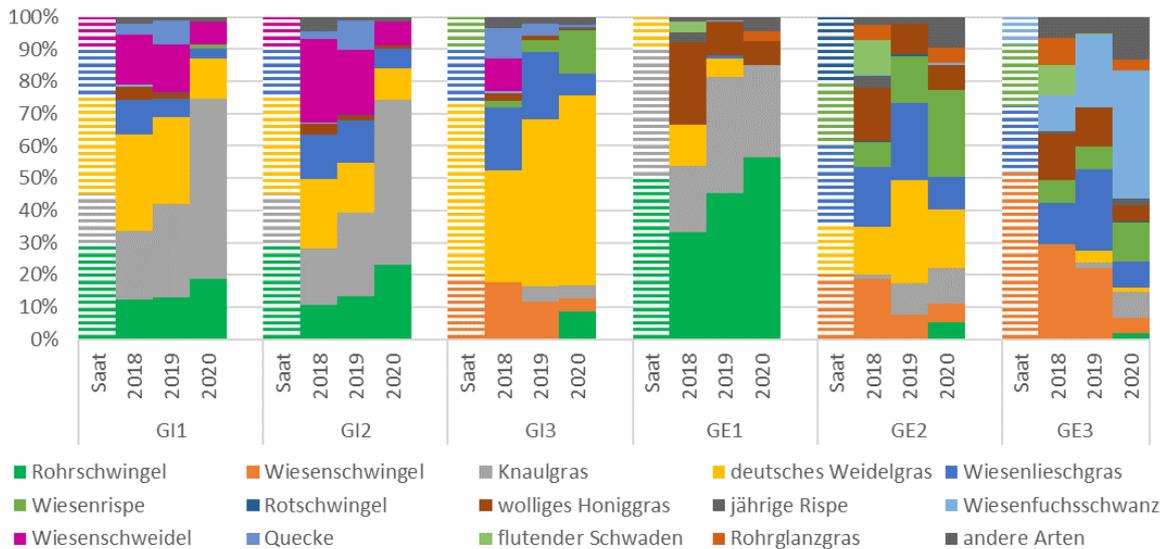


Abbildung 78: Durchschnittlicher Anteil am Trockenmasseertrag der einzelnen Arten zum ersten Schnitt über die Versuche D-06, D-07, D-09, D-10 und D-11. Zu beachten ist, dass D-10 erst 2018 angesät wurde und damit in der Artenverschiebung ein Jahr hinter den anderen Standorten zurückliegt.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

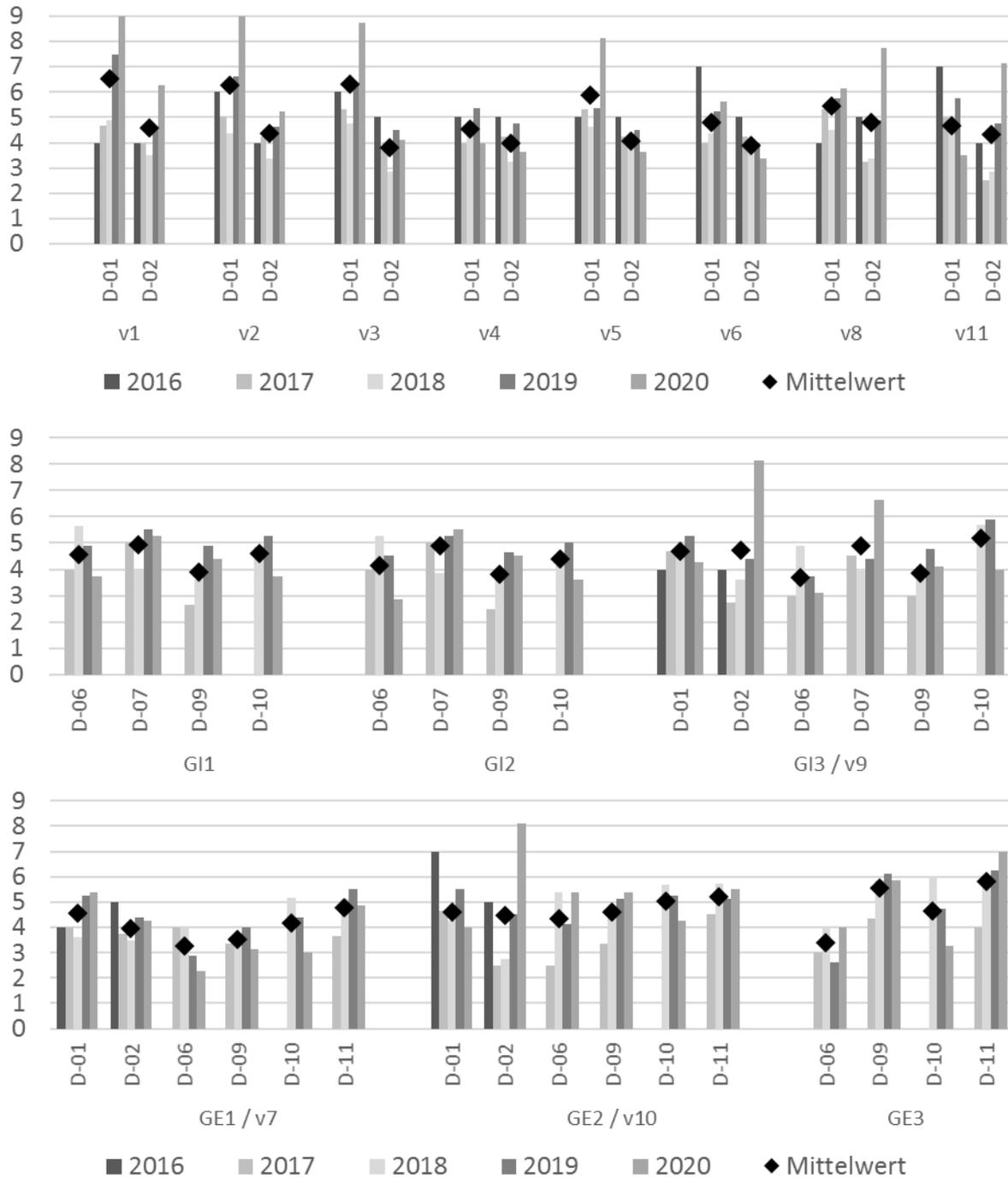


Abbildung 79: Ergebnisse der Mängelbonituren. Als Balken sind die Mittelwerte der vier Bonituren eines jeden Jahres dargestellt (Bonitiert wurden Mängel nach Winter, Narbendichte nach dem ersten Schnitt, Verunkrautung zum letzten Schnitt, Mängel vor Winter). Rauten markieren den Mittelwert der Jahre 2017 bis 2020.

## 5 Wichtige Erkenntnisse

### 5.1 Kooperation

- Die Gelegenheit einer freiwilligen Mitgestaltung an praxistauglichen Maßnahmen zur torf- und klimaschonenden landwirtschaftlichen Bewirtschaftung hatte die erhoffte Akzeptanz und Beteiligungsbereitschaft der Landwirte der Modellregion in der Kooperation zur Folge. Eine eigene Geschäftsordnung regelte Struktur und Arbeitsweise der Kooperation. Insbesondere über den Arbeitskreis der Kooperationslandwirte als Gremium der Kooperation interessierten sich 69 Bewirtschafter, Hofnachfolger und Flächeneigentümer für die technische Machbarkeit von Wasserstandanhebungen und Möglichkeiten angepasster Bewirtschaftung bei angehobenen Wasserständen sowie die damit verbundenen ökonomisch tragfähigen betrieblichen Entwicklungsperspektiven. Ökonomische Aspekte wie Ertragssicherung und der Erhalt der Grasnarben in Dürresommern durch Wasserrückhalt waren dabei ebenso ein wichtiger Hebel für die Beteiligung wie die perspektivische Verfolgung denkbarer Fördermöglichkeiten und Finanzierungsinstrumente.
- Im Modellprojekt wurden keine Treibhausgasemissionen gemessen, da die Erprobungen über Demonstrationsversuche im Vordergrund standen. Die grundsätzliche Bereitschaft vieler Kooperationslandwirte zu zeitnahen Bewirtschaftungsanpassungen über Maßnahmen von geringer bis hoher Nutzungsintensität mittels Grabenan-/–einstau und Unterflurbewässerung wurde durch das Fehlen abgesicherter Vergleichswerte für die Treibhausgasemissionen ebenso gebremst wie durch ein fehlendes zeitnahes Angebot von geeigneten Förderinstrumenten.
- Die in der Erprobung befindlichen Maßnahmen des Modellprojekts haben den logistischen Vorteil, dass der Aufwuchs auf den Höfen verwertet wird („Verwertung über den Rindermagen“) und Märkte für die landwirtschaftlichen Produkte bereits existieren. Bewirtschaftungskonzepte mit geringer Nutzungsintensität zur Produktion von Premiumfleisch über Robustrinderhaltung, wie z.B. unter dem Begriff des Findorff-Siedlungskonzepts aus dem Kreis der Kooperationslandwirte vorgeschlagen, könnten über eine A(U)KM unterstützt werden. Als AKM wäre z.B. Wiesenutzung für Milchviehbetriebe über eine Unterflurbewässerung bei mittlerer

Nutzungsintensität denkbar.

- Insbesondere in den Dürre Jahren 2018 und 2019 wurde deutlich, dass die Einrichtung eines flächen- und betriebsübergreifenden gesteuerten Wassermanagements anspruchsvoll ist, insbesondere, weil voraussichtlich Wasserrückhalt in der Landschaft erforderlich sein wird. Die Kooperationsmitglieder waren sich darüber einig, im Weiteren Gelegenheiten für großflächige Erprobungen nasserer Bewirtschaftungsformen mit den Landwirten der Modellregion nutzen zu wollen.
- Insbesondere bei mittleren bis geringen Nutzungsintensitäten bietet die landwirtschaftliche Bewirtschaftung von Hochmoorstandorten eine potentielle Schnittstelle mit dem Naturschutz. Beispielsweise beim Wiesenvogelschutz und bei dem Erhalt der Vielfalt feuchte- und nässeliebender Arten in den Gräben mit ihren Linienstrukturen in der Landschaft können Synergieeffekte eintreten.
- Produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen könnten aufgrund eines naturschutzbezogenen Aufwertungspotenzials intensiv genutzter Flächen über den Moorbodenschutz und der damit verbundenen Wertschöpfung für den Landwirt einen Beitrag zur Finanzierung wasserregulierender Maßnahmen leisten. Auch wäre es denkbar, dass das Spektrum der Maßnahmen um Freiflächen-Photovoltaik auf Flächen mit maximalen Wasserständen erweitert wird. Die Wertschöpfung durch die Landwirtschaft könnte sowohl über Anreizprogramme zur Wasserstandsanhhebung als auch aus der Produktion regenerativer Energie bzw. aus der Bereitstellung von Flächen erfolgen.

### **5.2 Beratung**

Die Betriebsinhaberinnen und Betriebsinhaber sind an einer Zukunftsperspektive für ihre Betriebe interessiert. Viele sind daher bereit, an der Erprobung notwendiger, aber praxistauglicher Klimaschutzmaßnahmen mitzuarbeiten, um die zukünftige Moornutzung mitzugestalten statt ihre zukünftige Betriebsführung durch Einschränkungen gefährdet zu sehen. Dabei sind die jeweiligen Zukunftspläne der Betriebe durchaus verschieden. Während ein Teil der Betriebe weiterhin sein Grünland zur Erzeugung von

hochwertigem Futter für sein Milchvieh nutzen möchte, und aufgrund von Investitionen diese Betriebsstruktur auch beibehalten muss, nutzen andere Betriebe ihr Grünland extensiver, d.h. mit weniger Schnitten / Weidegängen und geringerer Düngung. Betriebe beider Ausprägungen erklärten sich im Gespräch zu Klimaschutzmaßnahmen bereit, wobei intensiven Milchviehbetrieben eine weiterhin hohe Futterqualität entscheidend ist, während bei extensiveren und stärker auf Fleischproduktion ausgerichteten Betrieben eine höhere Bereitschaft zur Extensivierung im Gegenzug für Ausgleichszahlungen besteht. In Unterflurbewässerung oder Grabenanstau konnten viele der unterschiedlichen Betriebe eine jeweils für sich geeignete Maßnahme sehen. Darüber hinaus wurde bei entsprechendem Anreiz auch der Verkauf des Ackerstatus von Betrieben in Erwägung gezogen.

### 5.3 Demonstrationsversuche

- Es bedarf erheblicher auf das Ziel des Klima- und Bodenschutzes in Mooren ausgerichteter Anstrengungen, um auch nur ansatzweise das Ziel einer starken Treibhausgas-Emissionsminderung auf landwirtschaftlich genutzten Mooren zu erreichen.
- Mit einem Grabenanstau können die Moorwasserstände an dem Hochmoorstandort, vor allem im Sommerhalbjahr, nur leicht angehoben werden. Die Sackung der Geländeoberfläche, gemessen über einen Zeitraum von 3,5 Jahren, wurde dadurch nicht gemindert. Eine Reduktion der Treibhausgasemissionen ist nicht zu erwarten.
- An zwei Standorten wurden mit der Unterflurbewässerung über 3 Jahre Moorwasserstände höher als 0,3 m unter Geländeoberkante im Jahresmittel eingestellt. Dazu wurden die Grabenwasserstände oberflächennah unter Verwendung von gut 300 mm / Jahr Zusatzwasser eingestaut. Im Versuchsmaßstab wurde hierzu Grundwasser genutzt. Bei einer großflächigeren Umsetzung dieser Maßnahme müsste stärker auf Oberflächenwasser zurückgegriffen werden. Maßnahmen zum Anheben der Wasserstände in größeren Hochmoorgebieten erfordern daher ein aktives Wassermanagement mit Wasserrückhaltung in der Landschaft.
- Die Regulierung höherer Graben- und Moorwasserstände ist dadurch begrenzt, dass die Gräben naturgemäß nicht über die Grabenböschung hinweg eingestaut

werden können. Geländeunebenheiten, auch im Bereich der Grabenböschung, wirken sich ebenfalls reduzierend auf die maximal einstellbaren Wasserstände aus, solange ein Überstau auf Teilflächen vermieden werden soll.

- Im Modellprojekt wurden keine Messung der Treibhausgasemissionen vorgenommen, da der Demonstrationscharakter der Feldversuche im Vordergrund stand. Die bei der Unterflurbewässerung eingestellten mittleren Jahreswasserstände hätten zu einer deutlichen Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um bis zu 50 % führen müssen, zieht man Vergleichswerte aus der Literatur heran (Abbildung 80 nach Tiemeyer et al., 2020, Abbildung 81 GEST V2 nach Couwenberg et al., 2011; Reichelt und Lechtape, 2019). Dagegen liegen die durch Grabenanstau eingestellten Moorwasserstände in einem Bereich, der keine Emissionsminderung erwarten lässt.
- Allerdings zeigen mehrjährige Messergebnisse aus dem EFRE-Projekt SWAMPS, dass die prognostizierte Emissionsminderung bei der Unterflurbewässerung bei Direktmessungen nicht nachgewiesen werden kann (Abschlussbericht SWAMPS, unveröffentlicht). Die Gründe dafür sind unklar. Hier könnten die Torfdegradation und die Nährstoffversorgung des Oberbodens, die Vegetation oder langsam verlaufende Anpassungsprozesse im Boden eine Rolle spielen. Es ist zu erwarten, dass diese Faktoren auch bei anderen Maßnahmen zur Vernässung dieser langjährig landwirtschaftlich genutzten Standorte eine Rolle spielen und berücksichtigt werden müssen.
- Die Bewirtschaftung von Hochmoorgrünland mit Unterflurbewässerung und Wasserständen um 30 cm unter Geländeoberkante ist möglich, die Erträge und Grünlandnarbe sind gut, die Befahrbarkeit kann zeitweise eingeschränkt sein, v.a. im Frühjahr, im Herbst oder in nassen Perioden im Sommer.
- Die Höhenverluste infolge Sackung, Schrumpfung und Torfmineralisation konnten durch die Wasserstandsanhörungen der Unterflurbewässerungen reduziert werden, aber es ist unklar, wie dauerhaft dieser Effekt ist.
- In den Trockenjahren 2018 und 2019 hatte die Unterflurbewässerung eine erhebliche ertragsstabilisierende Wirkung. Neben der direkten Wirkung der Wasserversorgung auf den Pflanzenbewuchs wirkt sich auch die Minderung des Feldmausbefalls durch die höheren Wasserstände positiv auf die Erträge aus.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

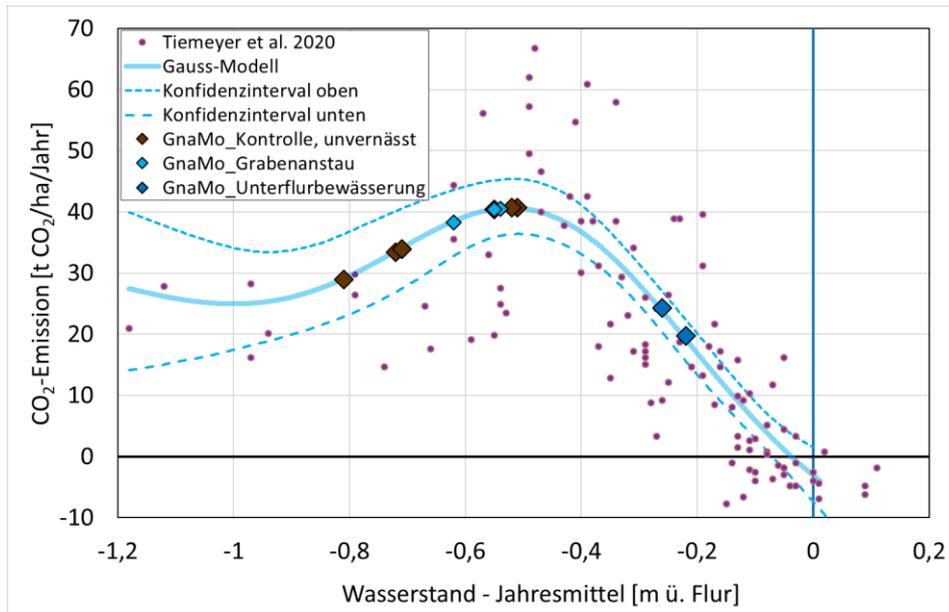


Abbildung 80: Jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen in Abhängigkeit der mittleren Wasserstände auf Hoch- und Niedermoorstandorten unterschiedlicher Nutzung in Deutschland (Tiemeyer et al. 2020, Gauss-Modell-Kurve nach Minke, 2020, unveröffentlicht). Die Rauten stellen die aufgrund der eingestellten Wasserstände erwarteten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Demonstrationsflächen D-01 bis D-09 incl. der Referenzflächen dar.

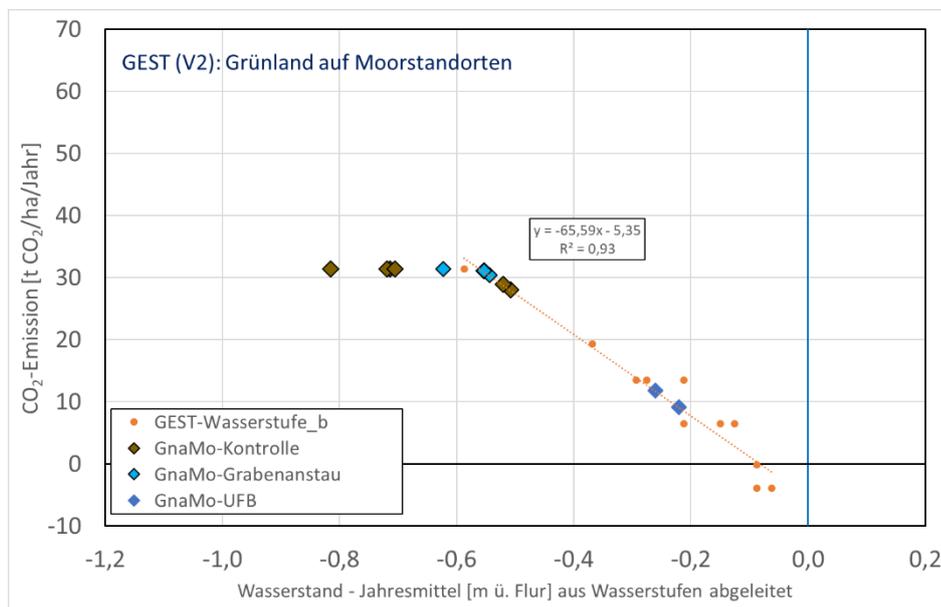


Abbildung 81: Jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen nach GEST, Version 2, bei Grünlandnutzung (Couwenberg et al. 2011, Reichelt und Lechtape, 2019). Wasserstand-Jahresmittel als Mittelwert der Winter- und Sommerwasserstände der Wasserstufen. Lineare Regression nur bis maximal 31,5 t CO<sub>2</sub>/ha/Jahr. Die Rauten stellen die aufgrund der eingestellten Wasserstände erwarteten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Demonstrationsflächen D-01 bis D-09 incl. der Referenzflächen dar.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

- Zur reproduzierbaren Feststellung der Befahrbarkeit und Trittfestigkeit der Flächen mit Wasserregulierung wurden wiederholte Messungen mit einem Penetrologger durchgeführt. Ein Eindringwiderstand von 0,5 MPa, der als untere Grenze der Befahrbarkeit angenommen werden kann, wird dabei vor allem bei der Unterflurbewässerung zeitweise immer wieder unterschritten. Die tatsächliche Befahrbarkeit hängt allerdings von verschiedenen Faktoren ab, die im Projekt nicht wissenschaftlich untersucht wurden, darunter der Flächendruck der Maschinen (Verringerung durch Einsatz von Spezialmaschinen mit niedrigem Flächendruck oder Gülleverschlachtung), die Verfilzung der Wurzelschicht (abhängig von Grasarten und -sorten, Alter der Bestände, Düngung), Degradierungszustand des Oberbodens (u.a. Staunässe). Allerdings können langanhaltende Vernässungen die Befahrbarkeit auch verringern, durch Aufweichung und Auflockerung der Torfe oder Schädigung der vorhandenen Vegetation.
- In den Demonstrationsversuchen des Modellprojektes stand zunächst die Wasserregulierung im Vordergrund. Dabei ging es um die Frage, welche Moorwasserstände durch wasserregulierende Maßnahmen in Abhängigkeit der Witterung eingestellt werden konnten und wie die derzeit praktizierte Landwirtschaft damit umgehen würde. Anpassungsmöglichkeiten der Bewirtschaftung waren bisher nicht nötig und wurden nicht systematisch auf den wasserregulierten Maßnahmen getestet. Dies erfordert zukünftig umfangreiche Feldversuche. Neben den bereits begonnenen Untersuchungen zu angepassten Gräserarten und -sorten, würde dies ein angepasstes (zeitliches) Management hinsichtlich Düngung und Ernte, angepasste Landtechnik bis hin zu Betriebsumstellung und neuen Wertschöpfungsketten beinhalten. Bezüglich letzterer Aspekte ist jedoch zu beachten, dass den Betrieben die Anpassung umso leichter fällt, je weniger getätigte Investitionen gefährdet sind und je einfacher (d.h. ohne externe Hilfe) die Umstellung erfolgen kann.
- Der Demoversuch zur Düngung hat gezeigt, dass die vollständige Unterlassung der Nährstoffzufuhr auf dem Hochmoorstandort schon im ersten Jahr zu einer Halbierung der Erträge geführt hat und sich ein weiterer Abwärtstrend andeutet. Auch gehen die Rohproteingehalte und damit die Futterqualität deutlich zurück, so dass das erzeugte Gras nicht mehr zur Fütterung von Milchkühen eingesetzt werden kann. Eine reduzierte Düngung ist dagegen unter Umständen denkbar.
- Die Akzeptanz der Landwirte für klima- und torfschonende Maßnahmen ist gewachsen.
- Einer Umsetzung von klima- und torfschonenden Maßnahmen durch die Landwirte stehen planerische, rechtliche und finanzielle Hürden entgegen

## 5.4 Gebietskonzept

Die Minderung der Treibhausgasemissionen aus landwirtschaftlich genutzten Mooren erfordert vor allem eine Wasserstandsanehebung und letztendlich ein Wassermanagement. Dieses kann nur gemeinschaftlich erfolgen. Daher ist ein Gebietskonzept erforderlich. Im Modellprojekt wurden erste Ansätze dafür entwickelt. Dabei wurden folgende Erfahrungen gemacht:

- Die Frage nach der Eignung der Standorte für wasserregulierende Maßnahmen stellte sich im Gnarrenburger Moor weniger, da es sich um ein relativ großes Mooregebiet mit erheblichen Torfmächtigkeiten handelt. Im Detail können in Hochmoorgebieten die Weißtorfmächtigkeiten und die Eigenschaften der Weißtorfe als wasserleitende Schichten sowie die Schwarztorfmächtigkeiten als Staukörper für die Eignung von Bedeutung sein.
- Die Position von Gebieten spielt u. a. eine Rolle hinsichtlich Hochwassergefährdung in tiefer liegenden Siedlungsgebieten, Topographie (Ober- und Unterlagen), Nähe zu den Hofstellen („Findorff-Konzept“) und räumliche Möglichkeiten für Einrichtungen des Wassermanagements (im Modellprojekt bisher noch nicht betrachtet).
- Überbetriebliche landwirtschaftliche Aspekte sind von Bedeutung, z.B. Anzahl der Flächennutzer und Diversität der Nutzungen und Nutzungsintensitäten, v.a. Milchwirtschaft oder Weidemast, in den hydrologisch abgrenzbaren Gebieten.
- Letztendlich spielen auch betriebliche Aspekte eine Rolle, z.B. Bedarf an Ackerflächen (im Gebiet insbesondere Kartoffel- und Silomaisanbau), Anteil der betriebseigenen Flächen im Moor oder auch Fragen der Hofnachfolge.

Nicht zuletzt stellt sich die Frage, welche Maßnahmen in dem Gebiet angeboten werden und wie die Umsetzungen sowie Anreize zum Ausgleich ökonomischer Nachteile und Mehraufwendungen finanziert werden können. Der alleinige Hinweis auf den Moorbodenschutz und die verbesserte Nachhaltigkeit der Bewirtschaftung reicht in der Regel nicht aus, um die teilweise akut unter wirtschaftlichem Druck stehenden Betriebe für eine signifikante finanzielle Beteiligung an den Maßnahmen zu gewinnen. Dennoch ist die Beteiligungsbereitschaft der Landwirte hoch, und maßgeschneiderte Programme des Landes könnten dieses nutzen, um Ziele des Moor- und Klimaschutzes in größerem Umfang zu erreichen.

## **6 Danksagung**

Die Autorinnen und Autoren danken der Europäischen Union und dem Land Niedersachsen für die Bereitstellung von Finanzmitteln aus dem EFRE-Förderprogramm „Klimaschutz durch Moorentwicklung“ (ZW6-85003822). Darüber hinaus sei den kooperierenden Landwirten aus dem Gnarrenburger Moor sowie den Beteiligten an der Kooperation für die aktive Zusammenarbeit und die vielen Diskussionen gedankt, aus denen Erkenntnisse in die Empfehlungen eingeflossen sind.

## 7 Literatur

- AG Boden (2005). Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Auflage. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart. 438 Seiten.
- Couwenberg, J., Thiele, A., Tanneberger, F., Augustin, J., Bärtsch, S., Dubovik, D., Liashchynskaya, N., Michaelis, D., Minke, M., Skuratovich, A., Joosten, H. (2011). Assessing greenhouse gas emissions from peatlands using vegetation as a proxy. *Hydrobiologia* 674, 67-89.
- DüV (2020). Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung - DüV). BGBl. I S. 846
- Latacz-Lohmann, U. et al. (2019), Moorschutzstrategien aus Sicht betroffener Landwirte. In: Schriftenreihe der Rentenbank (Band 5), Herausforderung Klimawandel: Auswirkungen auf die Landwirtschaft und Anpassungsstrategien, Frankfurt a.M..
- Lenkungsgruppe „Gnarrenburger Initiative“ (2016): Landkreis ROW, Amt für regionale Landesentwicklung, Gemeinde Gnarrenburg (Politik und Verwaltung), Landvolkverband Bremervörde (Vorsitz des Lenkungsausschusses), BUND, Deutscher Verband für Landschaftspflege, Modellprojekt Gnarrenburger Moor, Vertreter regionaler Landwirte und Fleischer
- Leppelt, T., Dechow, R., Gebbert, S., Freibauer, A., Lohila, A., Augustin, J., Drösler, M., Fiedler, S., Glatzel, S., Höper, H., Järveoja, J., Lærke, P. E., Maljanen, M., Mander, Ü., Mäkiranta, P., Minkkinen, K., Ojanen, P., Regina, K., & Strömngren, M. (2014). Nitrous oxide emission budgets and land-use-driven hotspots for organic soils in Europe. *Biogeosciences*, 11, 6595–6612.
- McDonald, M. G. & Harbaugh A. W. (1988). Chapter A1: A modular three-dimensional finite difference ground-water flow model. Book 6: Modeling techniques. U.S. Geological Survey, Denver. 586 Seiten.
- MU (Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz) (2015). Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung des Klimaschutzes durch Verringerung der Freisetzung von Treibhausgasen aus kohlenstoffreichen Böden (Richtlinie „Klimaschutz durch Moorentwicklung“) Erl. d. MU v. 16. 7. 2015 — 26-28109. Nds. MBl. Nr. 28/2015, 942-945

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

- Mualem, Y. (1976). A new model predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. *Water Resour. Res.* 12:513–522.
- van Genuchten, M.Th. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44:892–898.
- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (2016). Programm Niedersächsische Moorlandschaften - Grundlagen, Ziele, Umsetzung. 72 Seiten.
- Niedersächsisches Wassergesetz (2007): Sechster Abschnitt, Hochwasserschutz, § 115 Überschwemmungsgebiete an oberirdischen Gewässern, Absatz (2).
- Reichert, R., Lechtape, C. (2019). Greifswalder Moorstudie. Abschlussbericht Emissionsbilanzierung und Handlungsempfehlungen für die Moorflächen im Greifswalder Stadtgebiet. Greifswald Moor Centrum-Schriftenreihe 01/ 2019, 1-36
- Tiemeyer, B., Freibauer, A., Albiac Borraz, E., Augustin, J., Bechtold, M., Beetz, S., Beyer, C., Ebli, M., Eickenscheidt, T., Fiedler, S., Förster, C., Gensior, A., Giebels, M., Glatzel, S., Heinichen, J., Hoffmann, M., Höper, H., Jurasinski, G., Laggner, A., Leiber-Sauheitl, K., Peichl-Brak, M., Drösler, M., (2020). A new methodology for organic soils in national greenhouse gas inventories: Data synthesis, derivation and application. *Ecological Indicators* 109, Artikel 105838.
- Winston, R. B. (2009). ModelMuse – A graphical user interface for MODFLOW and PHAST: U.S. Geological Survey Techniques and methods 6-A29.

## **Anhang**

Der Anhang besteht aus zusätzlichen Daten und Informationen, welche im Hauptteil des Berichtes nicht aufgeführt sind. Neben der Geschäftsordnung der Kooperation (A), Daten zur hydrologischen Modellierung (B), sind Modul 1 „Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben“ (C) und Modul 3 „Moorbuch“ (D), die während der Laufzeit zusätzlich beantragt und durchgeführt wurden, Bestandteil des Anhangs.

### **A. Geschäftsordnung**

#### **Geschäftsordnung**

#### **der Kooperation „Landwirtschaft und Moorschutz/Klimaschutz im Gnarrenburger Moor“**

Die Umsetzung einer klimaschutzorientierten sowie gleichzeitig existenzsichernden Landbewirtschaftung muss den unterschiedlichen Betriebszielen der Landwirte im Haupt- und Nebenerwerb und den Erfordernissen der Betriebe an die Flächenbewirtschaftung Rechnung tragen, ohne dabei die Klimaschutzziele aus den Augen zu verlieren. Dazu sollen spezifische Beratungsgrundlagen für eine torf- und klimaschonende Landwirtschaft auf Grünlandstandorten im Moor sowie Ansätze für Maßnahmen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen aus der landwirtschaftlichen Grünlandnutzung im Moor entwickelt werden. Von zentraler Bedeutung ist dafür die Beteiligung der Landwirte. Dies geschieht durch die Einrichtung einer Kooperation der teilnehmenden Landwirte aus der Modellregion Gnarrenburger Moor (Landkreis Rotenburg/Wümme) und von relevanten Akteuren auf lokaler, Kreis- und Landesebene als Beratungs- und Entscheidungsgremium analog zu den erprobten Kooperationen im Grundwasserschutz.

Die Kooperation „Landwirtschaft und Moorschutz/Klimaschutz im Gnarrenburger Moor“ legt sich für ihre Arbeitsweise und Entscheidungsfindung im Rahmen des Modellprojektes zur Umsetzung einer klimaschutzorientierten Landwirtschaft im Gnarrenburger Moor auf folgende Geschäftsordnung fest:

## § 1 Name, Gebiet und Sitz der Kooperation

1. Für die Umsetzung einer klimaschutzorientierten Landwirtschaft im Gnarrenburger Moor, im Folgenden **„Modellprojekt“** genannt, bildet sich die Kooperation „Landwirtschaft und Moorschutz/Klimaschutz im Gnarrenburger Moor“, im Folgenden **„Kooperation“** genannt.
2. Das Gebiet des Modellprojektes umfasst das Gnarrenburger Moor mit einer Gesamtfläche von 6.120 ha sowie das Rummeldeis Moor mit einer Gesamtfläche von 1.020 ha und wird im Folgenden als **„Modellregion“** bezeichnet (Anlage).  
Die Modellregion liegt im Nordwesten des Landkreises Rotenburg/Wümme in der Umgebung von Gnarrenburg südlich von Bremervörde.
3. Die Geschäftsstelle der Kooperation hat ihren Sitz bei der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Bezirksstelle Bremervörde, Albrecht-Thaer-Straße 6a, 27432 Bremervörde.
4. Die Kooperation ist Teil eines EFRE-Förderprojektes und beruht auf dem Bewilligungsbescheid der NBank zum Modellprojekt „Umsetzung einer klimaschutzorientierten Landwirtschaft im Gnarrenburger Moor“.

## § 2 Ziele und Grundsätze der Kooperation

1. Die Kooperation setzt sich zum Ziel, die Torfzehrung und -degradation und damit die Treibhausgas-Emissionen auf landwirtschaftlich genutzten Grünlandflächen im Gnarrenburger Moor zu vermindern, die Produktionsstandorte zu sichern und so die Existenz- und Entwicklungsmöglichkeiten der landwirtschaftlichen Betriebe zu erhalten und zu verbessern.
2. Von zentraler Bedeutung in der Kooperation ist die Beteiligung der teilnehmenden Landwirte aus der Modellregion auf freiwilliger Basis. Sie werden von einem/einer BeraterIn für torf- und klimaschonende Landbewirtschaftung in der Modellregion sowie Verbänden, Fach- und Verwaltungsbehörden beratend begleitet. Für die Arbeitsweise und Entscheidungsfindung in der Kooperation gelten die Grundsätze der Freiwilligkeit, Partnerschaft, Umsetzungsorientierung und Verbindlichkeit.

### **§ 3 Aufgaben der Kooperation**

1. Die Kooperation baut auf die Leitlinien der ordnungsgemäßen Landwirtschaft auf Moorstandorten in der jeweils geltenden Fassung für die in Betracht kommenden Grünlandflächen auf.
2. Die Kooperation verständigt sich auf torf- und klimaschonende landwirtschaftliche Beratungsleistungen als kostenloses Angebot an die Landwirte sowie über Feldversuche und Demonstrationsvorhaben und damit verbundene Vergütungen für die Bereitstellung von Grünlandflächen und Dienstleistungen durch die Landwirte.
3. Die Kooperation entwickelt Maßnahmen für freiwillige Vereinbarungen zur torfschonenden Landwirtschaft auf Grünlandflächen. Die transparenten Festlegungen schließen die inhaltliche Ausgestaltung der Maßnahmen und die Ableitung von Mehraufwand und/oder Mindererträgen/ -qualitäten als Grundlage für die Bemessung von Ausgleichsleistungen an die Landwirte ein.
4. Die Kooperation entwickelt flächenbezogene Konzepte zur Umsetzung von Maßnahmen einer torf- und klimaschonenden Landwirtschaft.
5. Die Kooperation verständigt sich auf Indikatoren für die Erfolgsmessung.
6. Die Kooperation verständigt sich über ihre Öffentlichkeitsarbeit.
7. Die Kooperation verständigt sich über weitere Konzepte zur Förderung einer torf- und klimaschonenden Landwirtschaft im Gnarrenburger Moor (Module) und die Beantragung einer Förderung der Module aus der EFRE-Förderrichtlinie „Klimaschutz durch Moorentwicklung“.

### **§ 4 Organisationsstruktur**

1. Die Kooperation übernimmt die Funktion des Beratungs- und Entscheidungsgremiums für die regionalen Aktivitäten zur Umsetzung einer klimaschutzorientierten

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Landbewirtschaftung in der Modellregion. Daneben bilden sich – sofern erforderlich – thematische Arbeitsgruppen (siehe § 9).

2. Die Kooperation hat einen Arbeitskreis. Der Arbeitskreis wird erstmals vor der konstituierenden Sitzung der Kooperation durch das Landvolk Niedersachsen, Kreisverband Bremervörde e.V., im Folgenden „Landvolk Bremervörde“ genannt, einberufen. Es werden alle bereits beteiligten und grundsätzlich interessierten Landwirte, die in der Modellregion landwirtschaftliche Flächen bewirtschaften/im Eigentum haben - sofern bekannt -, eingeladen, im Folgenden „kooperierende Landwirte“ genannt. Die kooperierenden Landwirte sind in ein Verzeichnis einzutragen, dass von der Kooperation aufgestellt und auf dem Laufenden gehalten wird. Die kooperierenden Landwirte wählen aus ihrer Mitte einen „Sprecher der Landwirte“ und einen Stellvertreter. Die Landwirte haben jeweils eine Stimme. Gewählt ist, wer von den abgegebenen Stimmen die meisten erhält. Erhält im ersten Wahlgang niemand die Mehrheit, wird erneut gewählt. Bei Stimmengleichheit entscheidet das vom Leiter der Wahl zu ziehende Los. Gewählt wird, wenn kein Mitglied widerspricht, durch Zuruf oder Zeichen, sonst durch Stimmzettel. Auf Verlangen ist geheim zu wählen.
3. Über die Wahl ist eine Niederschrift anzufertigen. Die Niederschrift muss Angaben enthalten über:
  1. den Ort und den Tag der Sitzung,
  2. den Namen des Wahlleiters und der anwesenden Landwirte,
  3. den behandelten Gegenstand und
  4. das Ergebnis der Wahl.Die Niederschrift ist vom Wahlleiter und der Geschäftsführung der Kooperation zu unterzeichnen.
4. Wenn der/die SprecherIn der Landwirte ausscheidet, tritt an seine Stelle sein/e StellvertreterIn. Scheiden der/die SprecherIn oder der/die StellvertreterIn aus, sind beide Positionen entsprechend Absatz 3 durch eine Ergänzungswahl neu zu besetzen.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Der/die ausscheidende (stellvertretende) SprecherIn der Landwirte bleibt bis zum Eintritt des/r neuen Sprechers/In im Amt.

5. Kooperierende Landwirte können als Zuhörer (ohne Stimm- und Rederecht) den Sitzungen der Kooperation beiwohnen. Darüber hinaus sind die Sitzungen nicht öffentlich.
6. Über die Kooperation und aktuelle Themen der torf- und klimaschonenden landwirtschaftlichen Beratung wird auf der Homepage der Landwirtschaftskammer Niedersachsen durch die Geschäftsführung der Kooperation und den/die FachberaterIn für torf- und klimaschonende Landbewirtschaftung in der Modellregion, im Folgenden „BeraterIn“ genannt, informiert. Die BeraterIn wird darüber hinaus auf der Homepage der Landwirtschaftskammer einen nicht öffentlichen Bereich einrichten, in dem den Kooperationsmitgliedern und den registrierten kooperierenden Landwirten die Möglichkeit zur Einsicht in (vorläufige) Projektergebnisse und Sitzungsprotokolle gegeben wird.

### **§ 5 Mitglieder der Kooperation**

1. Stimmberechtigte Mitglieder der Kooperation sind der/die gewählte SprecherIn der kooperierenden Landwirte, die Landwirtschaftskammer Niedersachsen und das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG). Jedes stimmberechtigte Mitglied hat eine Stimme.
  - a. Die kooperierenden Landwirte nehmen an der torf- und klimaschonenden Beratung teil und stellen Betriebs- und Flächeninformationen, Flächen für Demonstrationsversuche und ggf. für die Umsetzung flächenbezogener Maßnahmen bereit.
  - b. Die Landwirtschaftskammer Niedersachsen als Fachbehörde führt landesweite Aufgaben im Bereich der klimaschonenden Moorbewirtschaftung beauftragt vom Niedersächsischen Ministerium für Umwelt und Klimaschutz durch. Der Landwirtschaftskammer Niedersachsen obliegt die Koordination der einzelbe-

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

trieblichen Beratung in der Modellregion und die Verständigung auf die Leitlinien der ordnungsgemäßen Landwirtschaft auf Moorstandorten hinsichtlich der in Betracht kommenden Grünlandflächen sowie der Abschluss von Gestattungsverträgen, die Regelung der Ausgleichszahlungen für die Mithilfe der Landwirte bei den Demonstrationsversuchen und die Bewertung der Ausgleichsbeträge für die neu entwickelten Maßnahmen.

- c. Das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) ist zuständig für die Gesamtkoordination des Modellprojektes, die Erhebung und Bewertung standörtlicher Daten zu Wasser, Boden, THG-Emissionen sowie die Konzeption und Umsetzung wasserregulierender Maßnahmen.
2. Beratende Mitglieder sind der/die BeraterIn, die Unterhaltungsverbände N. 68 GLV Teufelsmoor (GLV) und N. 19 Obere Oste (UHV), der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft-, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), der Landkreis Rotenburg/Wümme, die Gemeinde Gnarrenburg, das Landvolk Bremervörde und der Moorberatungsring Bremervörde Mitte e.V.
3. Die Kooperation ist offen für alle an der Kooperation interessierten Landwirte, die landwirtschaftliche Flächen in der Modellregion bewirtschaften/im Eigentum haben.
4. Das Vorschlagsrecht zur Aufnahme weiterer relevanter Akteure, die die Umsetzung des Modellprojektes aktiv beraten und begleiten, liegt bei der Geschäftsführung der Kooperation. Die Aufnahme erfolgt nach einstimmigem Beschluss der Kooperation.

### **§ 6 Vorsitz und Geschäftsführung**

1. Die Geschäftsführung obliegt der Landwirtschaftskammer Niedersachsen.
2. Der Vorsitz der Kooperation erfolgt durch den gewählten Sprecher der Landwirte. Der Vorsitzende leitet und moderiert die Sitzungen der Kooperation. Die Geschäftsfüh-

rung bereitet die Sitzungen der Kooperation vor, sichert den Informationsfluss zwischen den Mitgliedern der Kooperation, führt Abstimmungen und Beschlüsse in der Kooperation herbei und erstellt die Protokolle der Sitzungen der Kooperation.

### **§ 7 Sitzungen der Kooperation**

1. Die Kooperation tagt nach Bedarf, mindestens aber zweimal im Kalenderjahr. Der/die GeschäftsführerIn beruft die Kooperation in Abstimmung mit dem Vorsitzenden der Kooperation ein. Die Einladung erfolgt mindestens 14 Tage vor dem Sitzungstermin in Textform an die Mitglieder der Kooperation.
2. Die Kooperation ist beschlussfähig, wenn alle stimmberechtigten Mitglieder geladen und anwesend sind. Ist die Kooperation nicht beschlussfähig, können Vorbehaltsbeschlüsse der anwesenden Mitglieder gefasst werden und die Voten der fehlenden stimmberechtigten Mitglieder nachträglich schriftlich eingeholt werden.
3. Über den Verlauf der Sitzungen ist ein Protokoll inkl. Teilnehmerliste zu fertigen. Das Protokoll wird von der Geschäftsführung der Kooperation geführt und ist von einem stimmberechtigten Mitglied der Kooperation mitzuzeichnen. Das Protokoll wird von der Geschäftsführung der Kooperation an alle Mitglieder der Kooperation über einen E-Mail-Verteiler versandt und auf der Homepage der Kooperation und der klima- und torfschonenden landwirtschaftlichen Beratung eingestellt.
4. Die Kooperation hat in der konstituierenden Sitzung eine Geschäftsordnung zu beschließen.
5. Die Sitzungen sind nicht öffentlich. Eine Ausnahme bilden die kooperierenden Landwirte, die als Zuhörer den Sitzungen beiwohnen können. Die Sitzungstermine werden in der geschlossenen Benutzergruppe der Kooperation und der klima- und torfschonenden landwirtschaftlichen Beratung auf der Homepage der Landwirtschaftskammer Niedersachsen bekanntgegeben.

6. Kann aufgrund dringenden Handlungsbedarfs eine Sitzung nicht rechtzeitig einberufen werden, können Entscheidungen im schriftlichen Umlaufverfahren über E-Mail getroffen werden. Die Geschäftsführung der Kooperation stellt den stimmberechtigten Mitgliedern die dafür notwendigen Informationen zur Verfügung.

### **§ 8 Entscheidungsfindung und Beschlussfassung**

1. Grundlage für die Beschlussfassung ist der förderrechtliche Rahmen durch die EFRE-Förderrichtlinie „Klimaschutz durch Moorentwicklung“, den Antrag und den Bewilligungsbescheid zum Modellprojekt „Umsetzung einer klimaschutzorientierten Landwirtschaft im Gnarrenburger Moor“ und durch die Allgemeinen Nebenbestimmungen zur Projektförderung (EU-Strukturfondsförderung 2014-2020).
2. Beschlussfassungen der Kooperation müssen mit einfacher Mehrheit erfolgen, wobei sich die Stimmenanteile wie folgt auf die Mitglieder verteilen:

Sprecher der Landwirte	3
LWK	3
LBEG	3
BeraterIn	1
GLV und UHV	1
NLWKN	1
Landkreis Rotenburg/ Wümme	1
Gemeinde Gnarrenburg	1
Landvolk Bremervörde	1
Moorberatungsring Bremervörde-Mitte e.V.	1

3. Allein der Sprecher der Landwirte erhält ein Vetorecht, das die Entscheidungen aufschieben kann. LWK und LBEG haben aufgrund ihrer vertraglichen Verpflichtung gegenüber dem Projektgeber ein Vetorecht bei der Umsetzung der Ziele, Arbeitsplanung und des Finanzrahmens des Modellprojektes. Für den Fall, dass weitere Mitglieder in

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

die Kooperation aufgenommen werden, wird eine Nachjustierung der Stimmenverhältnisse in der Weise vorgenommen, dass die Grundverhältnisse der Stimmenanteile erhalten bleiben.

4. Entscheidungs- und Beschlussvorlagen sind in der Regel die Fachbeiträge der Landwirtschaftskammer Niedersachsen und des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie.

### **§ 9 Arbeitsgruppen der Kooperation**

1. Bei Bedarf werden auf Beschluss der Kooperation thematische Arbeitsgruppen durch den/die BeraterIn eingerichtet, organisiert, betreut und geleitet. Der/Die BeraterIn protokolliert die Ergebnisse.
2. In den thematischen Arbeitsgruppen wirken Mitglieder der Kooperation, kooperierende Landwirte und weitere relevante Akteure mit, die in die Aufgaben der Kooperation eingebunden sind.
3. Die Arbeitsgruppen dienen dem Ziel, die Aufgaben der Kooperation effizient umzusetzen.
4. Die mit einfacher Mehrheit gewählten SprecherInnen der Arbeitsgruppen nehmen als beratende Mitglieder an den Kooperationsitzungen teil.

### **§ 10 Auflösung der Kooperation**

Die Kooperation endet mit Ablauf des Modellprojektes. Eine Fortführung der Kooperation ist auf einstimmigen Beschluss der stimmberechtigten Mitglieder möglich, sofern erforderliche Mittel und Gelder zur Verfügung stehen.

**§ 11 Inkrafttreten der Geschäftsordnung**

Die Geschäftsordnung tritt durch Beschluss der Kooperation in Kraft.

## B. Hydrologische Modellierung

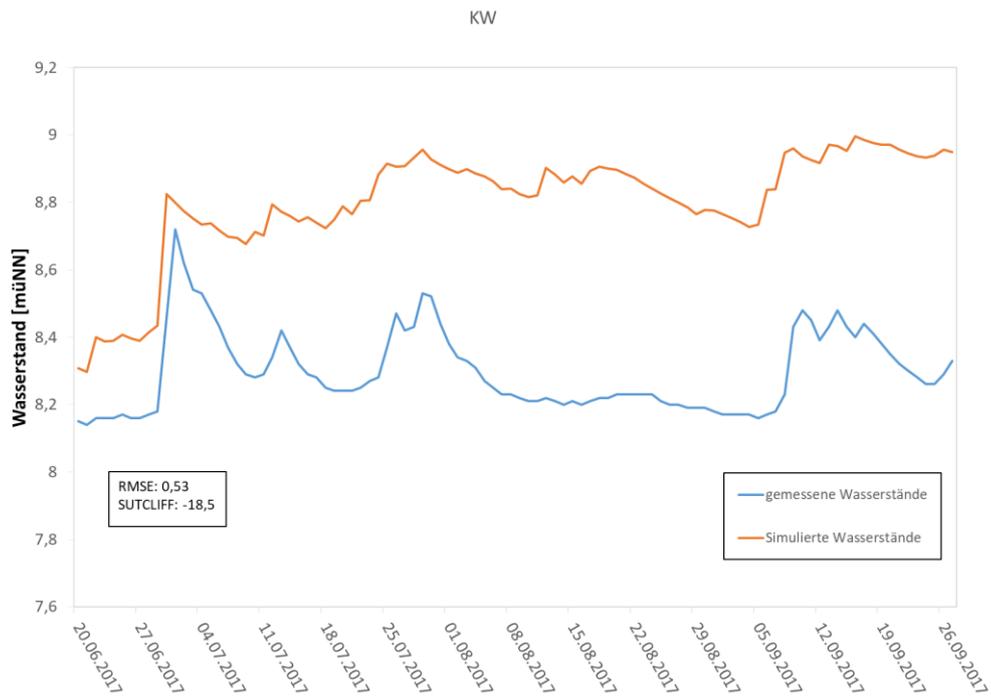


Abbildung 1: Gemessene Wasserstände gegenüber simulierten Wasserständen der Messstelle KW.



Abbildung 2: Gemessene Wasserstände gegenüber simulierten Wasserständen der Messstelle AO.

# Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

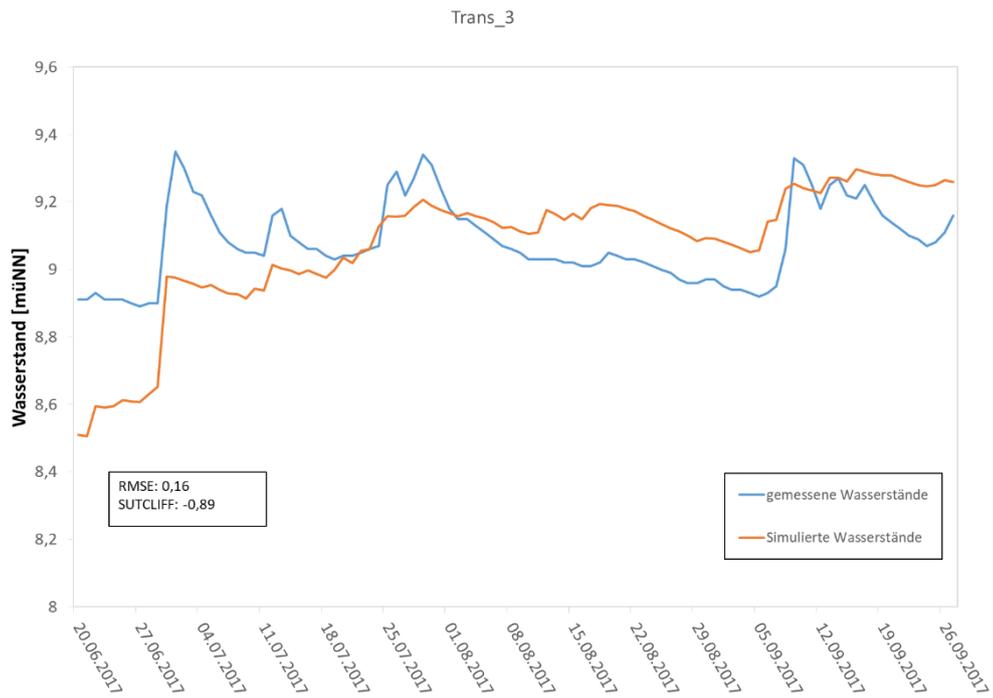


Abbildung 3: Gemessene Wasserstände gegenüber simulierten Wasserständen der Messstelle Trans\_3.



Abbildung 4: Gemessene Wasserstände gegenüber simulierten Wasserständen der Messstelle KO.

## C. Modul 1 „Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben“

### C.1 Demonstrationsversuch D-01

<b>Demonstrationsversuch 01:</b> <b><i>Gräsermischungen mit Rohrschwingel auf Extensivgrünland</i></b>
<b>Versuchsziel:</b> Konkurrenzverhalten, Erträge, Futterqualitäten und Narbenfestigkeit von Gräsermischungen mit Rohrschwingelanteil im Vergleich zu anderen Ober- und Untergräsern in unterschiedlichen Mischungen auf einem extensiv genutzten Moorstandort
<b>Generelle Information:</b> <i>Installation:</i> <u>Juni 2016:</u> Schwächung der Altgrasnarbe durch mehrmaliges scharfes Mulchen (schälen). 19. Juli 2016: Ansaat mit Vredo-Schlitzdrille auf 4m*7,5m Parzellen mit 120g Saatgut pro Parzelle (40 kg/ha) in zweifacher Wiederholung. <u>Frühjahr 2017:</u> Installation von Grundwassermessstellen.
<i>Laufzeit:</i> Juni 2016 – Dezember 2020
<i>Bewirtschaftung:</i> Nutzung als Wiese mit 1-2 Schnitten, betriebsübliche Düngung mit Gülle
<b>Skizze und Karten:</b>

# Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Übersicht:



Maßnahme:  
Gräsermischungen  
mit Rohrschwengel  
(extensiv)  
A. Steffens

**Modellprojekt  
Gnarrenburger Moor**

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie  
Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Abbildung 1.1: Lage der Versuchsfläche im Gnarrenburger Moor.

Versuchsaufbau:

<b>Rand</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>Rand</b>
<b>Rand</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>Rand</b>

Abbildung 1.2: Versuchsaufbau mit Parzellen in zweifacher Wiederholung.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Mischungsvarianten:

Tabelle 1.3: Anteile der Gräserarten in den 11 Mischungsvarianten.

									GIIo	GPI	„Gnarrenburger Moor-rexpress“
Art	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RSC		20	40	60	80	100	50	40			
WSC								10	20	20	
KG							40	5			
WD	100	80	60	40	20		10	35	53	16	90
WL								10	17	24	10
WRP									10	20	
RTS										20	
<b>Summe</b>	<b>100</b>										

RSC: Rohrschwengel, WSC: Wiesenschwengel, KG: Knaulgras, WD: Weidelgras, WL: Wiesenlieschgras, WRP: Wiesenrispe, RTS: Rotschwengel

### Datenerhebung:

Einmalig:

Vegetationsentwicklung: Bonitur des Feldaufganges. Ggf. im letzten Versuchsjahr nach dem letzten Schnitt Untersuchung der Durchwurzelungsintensität und -tiefe der Gräser mittels Bodenprofil

Bodenkunde: Bodenkundliche Profilaufnahme zur allgemeinen Beschreibung (Horizonte und Torfeigenschaften) sowie zur Aufnahme wichtiger bodenchemischer (Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt, pH-Werte, elektrische Leitfähigkeit) und bodenphysikalischer Kenngrößen (Lagerungsdichte [Substanzvolumen])

Pflanzenverfügbare Nährstoffe: Zu Versuchsbeginn erfolgt die Bestimmung der pflanzenverfügbaren Nährstoffe (Phosphor, Kalium, Magnesium) in den Tiefen 0-5 cm sowie 5-10 cm.

Regelmäßig:

Hydrologie: Messung der Grundwasserstände im Abstand von 14 Tagen

Befahrbarkeit: Monatliches Erfassen der Eindringwiderstände (jeweils 10 Wiederholungen) auf den Untersuchungsflächen und der Kontrollfläche (Rand).

**Vegetationsentwicklung:** Futteranalyse (NIRS) und Erträge (TM; FM) zu jedem Schnitt und Bonituren (Mängel nach Winter; Ertragsanteile und Verunkrautung zum 1. Schnitt; Narbendichte nach dem 1. Schnitt; Verunkrautung zum letzten Schnitt, Narbendichte und Mängel vor dem Winter) jeweils auf den Anstau- sowie der Kontrollfläche.

**Bewirtschaftung:** Führen einer Schlagkartei durch den Landwirt

## Ergebnisse

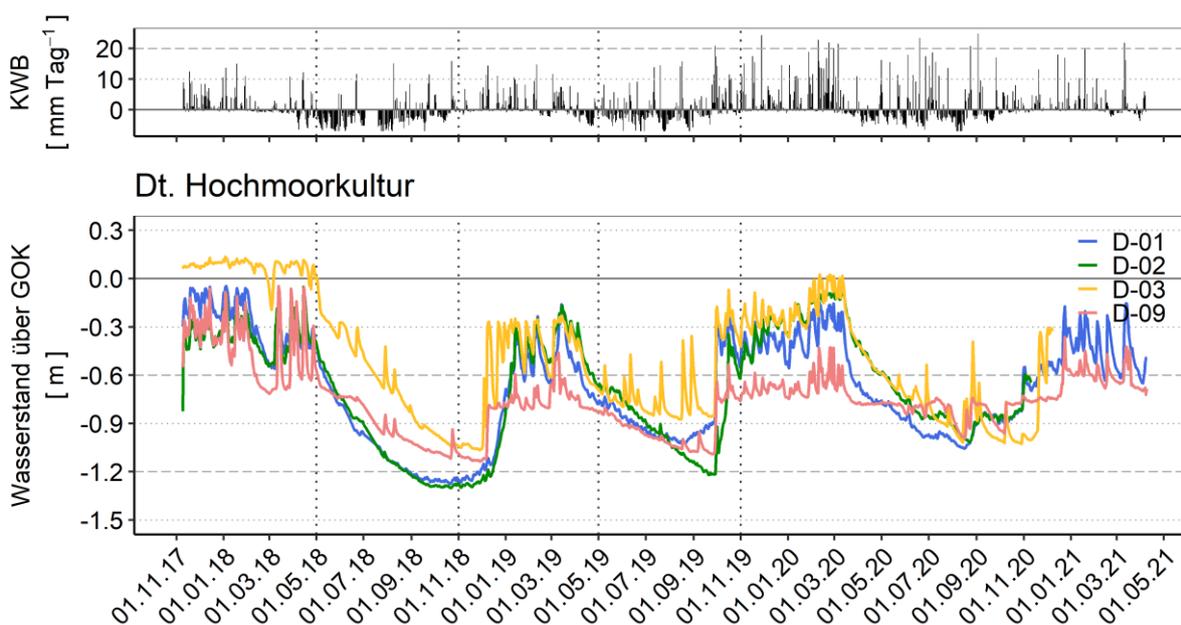


Abbildung 1.4: Tägliche klimatische Wasserbilanz (Wetterstation Bremervörde, DWD) und Moorwasserstände (über 2017er GOK der GW-Messstellen) auf D-01, D-02, D-03, D-09.

### C.2. Demonstrationsversuch D-02

#### Demonstrationsversuch 02:

#### *Gräsermischungen mit Rohrschwingel auf Intensivgrünland*

#### Versuchsziel:

Konkurrenzverhalten, Erträge, Futterqualitäten und Narbenfestigkeit von Gräsermischungen mit unterschiedlichen Rohrschwingelanteilen im Vergleich zu anderen Ober- und Untergräsern in unterschiedlichen Mischungen auf einem intensiv genutzten Moorstandort

#### Generelle Information:

# Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

## Installation:

August 2016: Herbizidbehandlung der Altnarbe, zweifaches Fräsen und anschließendes Walzen

24. August 2016: Ansaat mit Parzellendrillmaschine auf 2,7m\*8m Parzellen mit 90g Saatgut pro Parzelle (41,7 kg/ha) in zweifacher Wiederholung

Frühjahr 2017: Installation von Grundwassermessstellen (1x)

## Laufzeit:

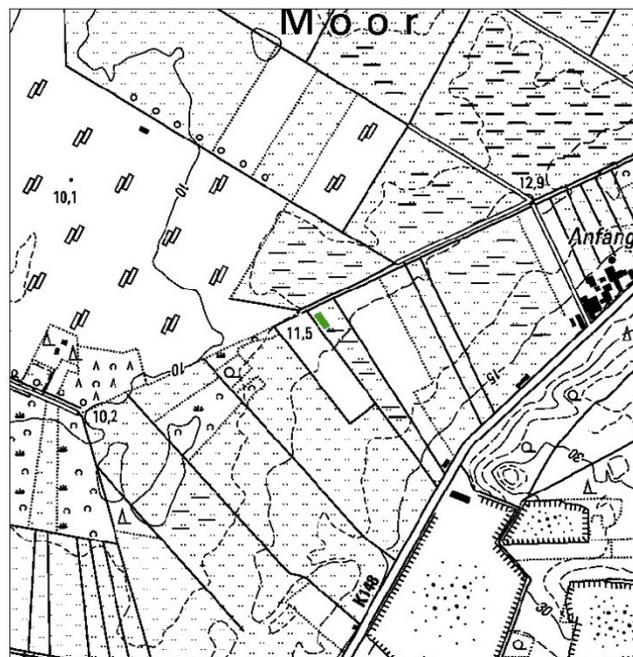
August 2016 – Dezember 2020

## Bewirtschaftung:

Nutzung als Mähweide mit 3-5 Schnitten, betriebsübliche Düngung und Nutzung

## Skizze und Karten:

### Übersicht:



Landesamt für Bergbau,  
Energie und Geologie

Landwirtschaftskammer  
Niedersachsen

**Modellprojekt  
Gnarrenburger Moor**

Maßnahme:  
Rohrschwengel (Intensiv)

Abbildung 2.1: Lage der Versuchsfläche im Gnarrenburger Moor.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

*Versuchsaufbau:*

<b>Rand</b>	7	9	6	8	10	11	3	2	5	4	1	<b>Rand</b>
<b>Rand</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	<b>Rand</b>

*Abbildung 2.2: Versuchsaufbau mit Parzellen in zweifacher Wiederholung.*

*Mischungsvarianten:*

*Tabelle 2.3: Anteile der Gräserarten in den 11 Mischungsvarianten.*

									<b>GIIo</b>	<b>GPI</b>	<b>„Gnarren- burger Moo- rexpress“</b>
<b>Art</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
RSC		20	40	60	80	100	50	40			
WSC								10	20	20	
KG							40	5			
WD	100	80	60	40	20		10	35	53	16	90
WL								10	17	24	10
WRP									10	20	
RTS										20	
<b>Summe</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>								

*RSC: Rohrschwengel, WSC: Wiesenschwengel, KG: Knaulgras, WD: Weidelgras, WL: Wiesenlieschgras, WRP: Wiesenrispe, RTS: Rotschwengel*

**Datenerhebung:**

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

### *Einmalig:*

Vegetationsentwicklung: Bonitur des Feldaufganges. Ggf. im letzten Versuchsjahr nach dem letzten Schnitt Untersuchung der Durchwurzelungsintensität und -tiefe der Gräser mittels Bodenprofil

Bodenkunde: Bodenkundliche Profilaufnahme zur allgemeinen Beschreibung (Horizonte und Torfeigenschaften) sowie zur Aufnahme wichtiger bodenchemischer (Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt, pH-Werte, elektrische Leitfähigkeit) und bodenphysikalischer Kenngrößen (Lagerungsdichte [Substanzvolumen])

Pflanzenverfügbare Nährstoffe: Zu Versuchsbeginn erfolgt die Bestimmung der pflanzenverfügbaren Nährstoffe (Phosphor, Kalium, Magnesium) in den Tiefen 0-5 cm sowie 5-10 cm.

### *Regelmäßig:*

Hydrologie: Messung der Grundwasserstände im Abstand von 14 Tagen

Befahrbarkeit: Monatliches Erfassen der Eindringwiderstände (jeweils 10 Wiederholungen) auf den Untersuchungsflächen und der Kontrollfläche (Rand).

Vegetationsentwicklung: Futteranalyse (NIRS) und Erträge (TM; FM) zu jedem Schnitt und Bonituren (Mängel nach Winter; Ertragsanteile und Verunkrautung zum 1. Schnitt; Narbendichte nach dem 1. Schnitt; Verunkrautung zum letzten Schnitt, Narbendichte und Mängel vor dem Winter) jeweils auf den Anstau- sowie der Kontrollfläche.

Bewirtschaftung: Führen einer Schlagkartei durch den Landwirt

### **C.3 Demonstrationsversuch D-03**

#### **Demonstrationsversuch 03:**

#### ***Reduzierte organische und mineralische Düngung im Intensivgrünland (Düngefenster)***

#### **Versuchsziel:**

Prüfung der Einzelwirkung rein organischer (Gülle-) und rein mineralischer Düngung im Vergleich zur betriebsüblichen Düngung auf die Veränderung der C-, N-, Humus- und Mineralstoffgehalte in den oberen Bodenschichten sowie die Erträge, Futterqualitäten und die Narbendichte und Festigkeit der Grasnarben auf Moorstandorten.

#### **Generelle Information:**

#### *Installation:*

Verzicht auf organische, mineralische oder jegliche Düngung in den Düngefenstern

Installation Grundwassermessstelle (1x)

#### *Laufzeit:*

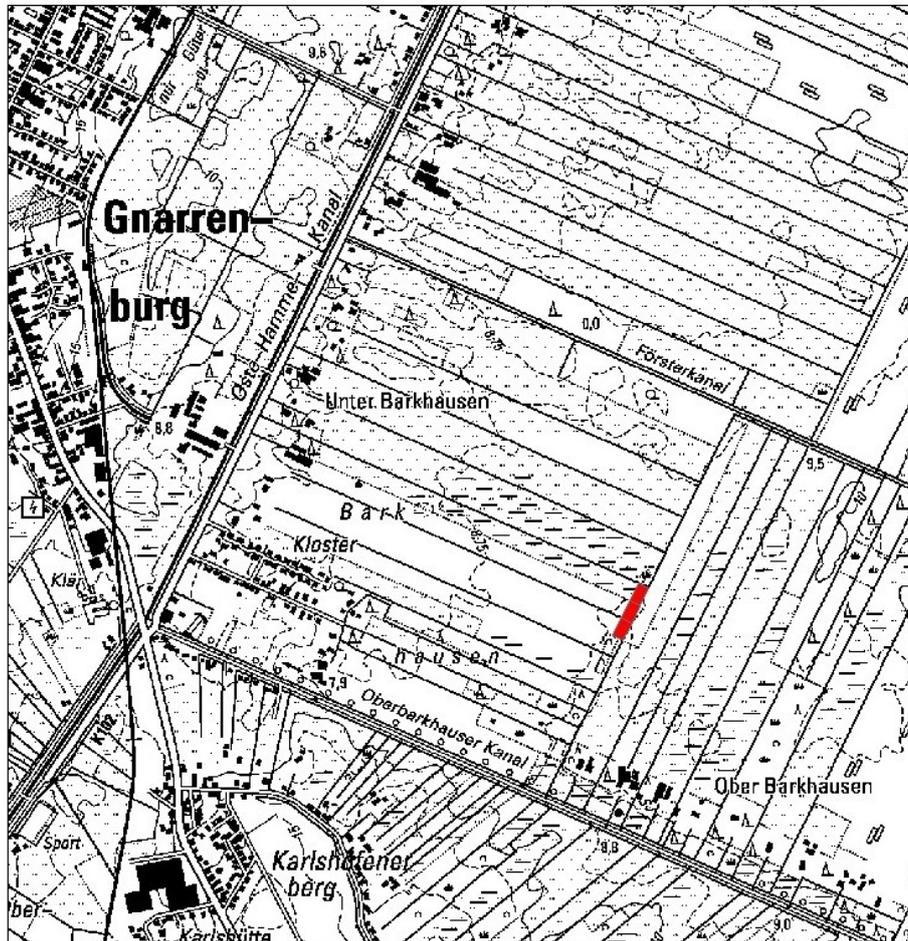
Januar 2017 – Dezember 2020

#### *Bewirtschaftung:*

Nutzung als Wiese mit 4-5 Schnitten und reduzierter Düngung in den Düngefenstern, betriebsübliche Düngung auf den Kontrollflächen

**Skizze und Karten:**

*Übersicht:*



Landesamt für Bergbau,  
Energie und Geologie



Landwirtschaftskammer  
Niedersachsen

**Modellprojekt  
Gnarrenburger Moor**

Maßnahme:  
Düngefenster

*Abbildung 3.1: Lage der Versuchsfläche im Gnarrenburger Moor.*

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

*Versuchsaufbau:*

Nur Organisch G	Nur Mineralisch M	Keine Düngung X
Kontrolle Betriebs- übliche Düngung GR	Kontrolle Betriebs- übliche Düngung MR	Kontrolle Betriebs- übliche Düngung XR

*Abbildung 3.2: Versuchsaufbau mit Parzellen in zweifacher Wiederholung.*

*Mischungsvarianten:*

*Tabelle 3.3: Übersicht über die Mischungsvarianten.*

Varianten: Düngung							
Nr.	Bezeichnung	Stickstoff (kg)	1.	2.	3.	4.	5.
GR	Kontrolle (Volldüngung)	<b>N insgesamt</b>	<b>112</b>	<b>56</b>	<b>28</b>	<b>56</b>	<b>28</b>
MR		Organisch	56 (70%)	28 (70%)		28 (70%)	28 (70%)
XR		mineralisch	56	56	28	28	
G	Rindergülle 168 kg N/ha (brutto)	<b>organisch</b>	<b>56 (70%)</b>	<b>28 (70%)</b>	<b>28 (70%)</b>	<b>28 (70%)</b>	<b>28 (70%)</b>
M	Kalkammonsalpeter 168 kg N/ha	<b>mineralisch</b>	<b>56</b>	<b>56</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	
X	Ohne Düngung	-	-	-	-	-	-

**Datenerhebung:**

*Einmalig:*

**Bodenkunde:** Bodenkundliche Profilaufnahme zur allgemeinen Beschreibung (Horizonte und Torfeigenschaften) sowie zur Aufnahme wichtiger bodenchemischer (Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt, pH-Werte, elektrische Leitfähigkeit) und bodenphysikalischer Kenngrößen (Lagerungsdichte [Substanzvolumen])

**Pflanzenverfügbare Nährstoffe:** Zu Versuchsbeginn erfolgt die Bestimmung der Bodennährstoffversorgung (Phosphor, Kalium, Magnesium) sowie pH-Wert und C-org. und N-, Humus und Aschegehalt in den Tiefen 0-5 cm sowie 5-10 cm.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

*Regelmäßig:*

Hydrologie: Messung der Grundwasserstände im Abstand von 14 Tagen

Befahrbarkeit: Monatliches Erfassen der Eindringwiderstände (jeweils 10 Wiederholungen) auf den Untersuchungsflächen und den Kontrollflächen mit betriebsüblicher Düngung.

Vegetation: Grundfütterernte: Quadratrahmenmethode mit Akkuschere, 4 x 0,25 m<sup>2</sup> / Variante Futteranalyse (NIRS) und Erträge (TM; FM) 14-tägig vor dem ersten Schnitt (Reifeprüfung) und zu jedem weiteren Schnitt

Bonituren: Mängel nach Winter; Ertragsanteile und Verunkrautung zum 1. Schnitt; Narbendichte nach dem 1. Schnitt; Deckungsgrad Gras zum 1., 3., 5. Aufwuchs Verunkrautung zum letzten Schnitt, Narbendichte und Mängel vor dem Winter

Nährstoffanalysen: jährl. Bodenproben (vgl. Daten) in den Tiefen 0-5 cm / 5-10 cm im Februar, Gülleprobenahme zum Ausbringungstermin, Analyse der Trockenmasse %, N-gesamt, NH<sub>4</sub>-N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, pH-Wert)

Bewirtschaftung: Betriebsüblich bis auf die geänderte Düngung Führen einer Schlagkartei durch den Landwirt

### ***C.4 Demonstrationsversuch D-04***

**Demonstrationsversuch 04:**

**Grabenanstau auf Hochmoorgrünland bei mittlerer Nutzungsintensität**

**Versuchsziel:**

Verbesserung der Klimabilanz auf Hochmoorgrünland bei mittlerer Intensität (siehe Abbildung 4.1) unter Beibehaltung einer angepassten Wirtschaftsweise (max. 2 Schnitte), durch Verzögerung des winterlichen Grabenabflusses mit Hilfe von steuerbaren Wehren bis zum 01.05. eines jeden Jahres. Angeschlossenen an die wasserbaulichen Maßnahmen erfolgt die Beobachtung der Bestandsentwicklung, der Reife und der Tragfähigkeit der Grasnarbe im Vergleich zu Flächen ohne Maßnahmen.

**Generelle Information:**

*Laufzeit:*

Sommer 2017 bis Dezember 2020

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

### *Bewirtschaftung:*

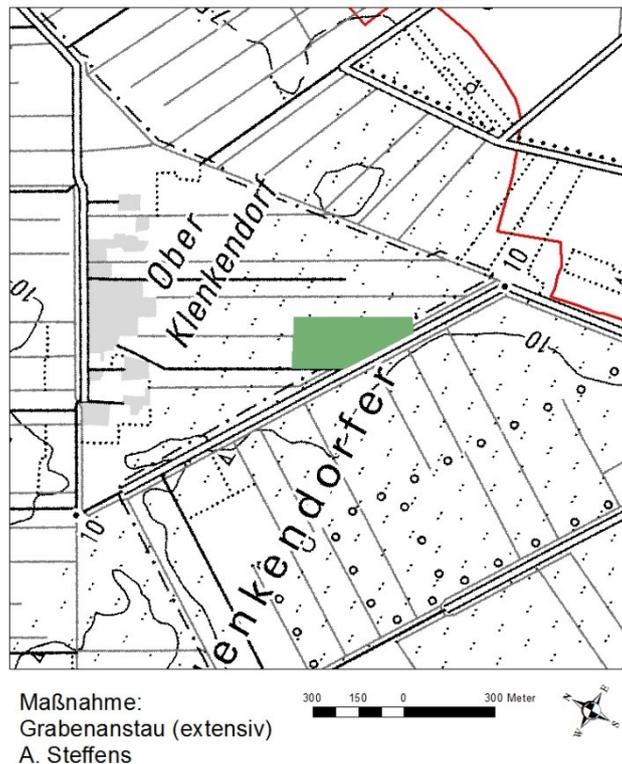
Nutzung als Wiese mit 1-2 Schnitten, betriebsübliche Düngung mit Gülle

### *Installation (Abbildung 4.2):*

Installation zweier Stauwehre Mitte 2017 (1x steuerbares Messwehr, 1x nicht steuerbares Endwehr) in den angrenzenden Vorfluter 3. Ordnung Installation von Grundwassermessstellen Frühjahr 2017 (6x)

### **Skizze und Karten:**

#### *Übersicht:*



*Abbildung 4.1: Lage der Versuchsfläche im Gnarrenburger Moor.*

#### *Versuchsaufbau:*

# Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

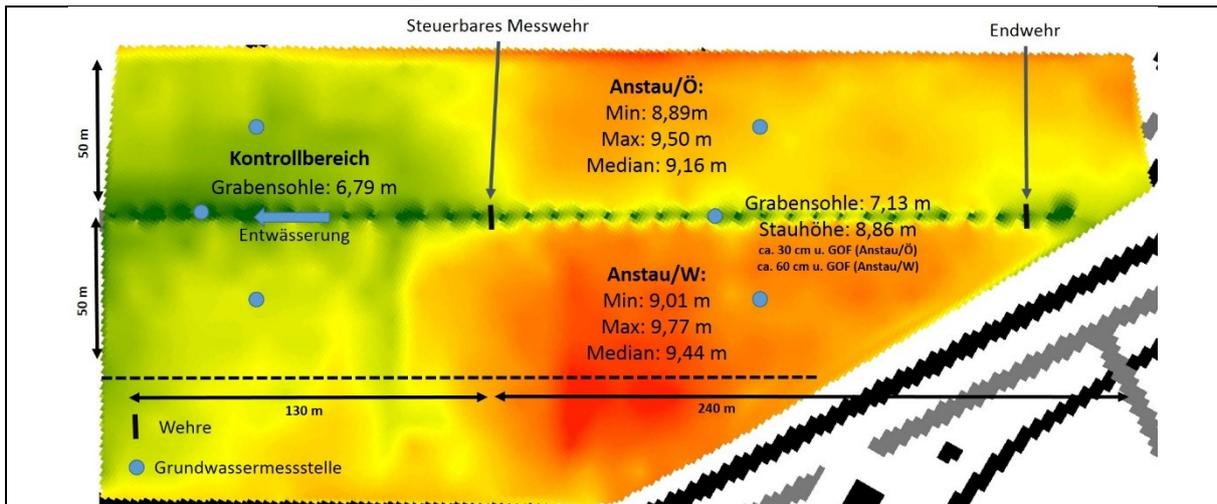


Abbildung.4.2: Versuchsaufbau innerhalb der Versuchsfläche.

## Profilschnitt:

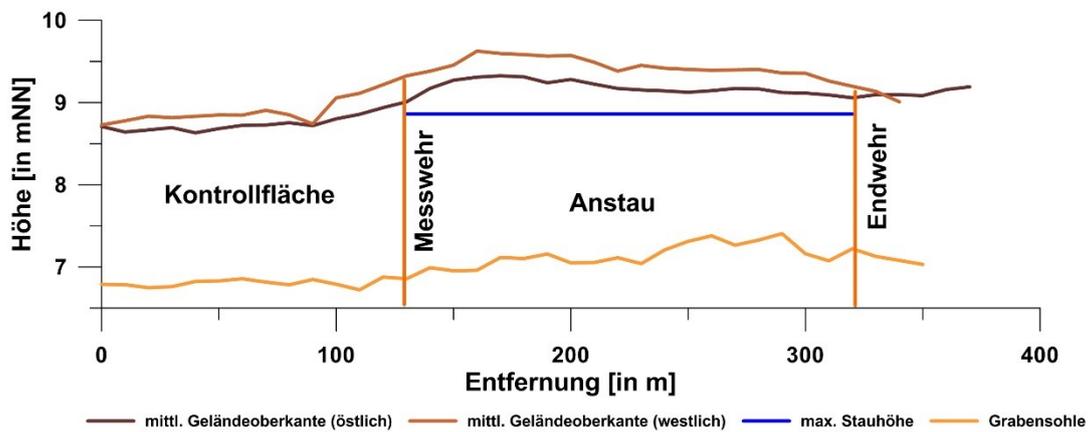


Abbildung 4.3: Profilschnitt mit Geländehöhen, Stauhöhen sowie Wehren der Versuchsfläche.

## Management Wasserhaushalt:

### Wehrsteuerung:

Die Überlaufhöhe des Schiebers entsprach während der Versuchslaufzeit 0,2 bis 0,3 m unter mittlerer GOK des Versuchs.

### Zusatzwasser:

nicht benötigt

## Datenerhebung:

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

### *Einmalig:*

Hydrologie: Bestimmung der Wasserleitfähigkeit des Weiß- und Schwarztorfes mit Hilfe der Bohrlochmethode (mind. je 3 Wiederholungen)

Bodenkunde: Bodenkundliche Profilaufnahme zur allgemeinen Beschreibung (Horizonte und Torfeigenschaften) sowie zur Aufnahme wichtiger bodenchemischer (Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt, pH-Werte, elektrische Leitfähigkeit) und bodenphysikalischer Kenngrößen (Lagerungsdichte [Substanzvolumen], hydraulische Leitfähigkeit [Labor], Retentionskurven)

Pflanzenverfügbare Nährstoffe: Zu Versuchsbeginn erfolgt die Bestimmung der pflanzenverfügbaren Nährstoffe (Phosphor, Kalium, Magnesium) in den Tiefen 0-5 cm sowie 5-10 cm.

### *Regelmäßig:*

Hydrologie: Messung der Grundwasserstände im Abstand von 60 Minuten mittels automatischen Datenloggern in ausgewählten Messstellen, in allen weiteren Grundwassermessstellen werden die Grundwasserstände im Abstand von 14 Tage erfasst, kontinuierliche Ermittlung des Grabenabflusses mit Hilfe des Messwehres, Einrichtung eine Messtellentransektes (5 Bohrlöcher) vom Graben in die Fläche zur quartalsweisen Beschreibung der Grundwasser-oberfläche

Befahrbarkeit: Monatliches Erfassen der Eindringwiderstände (jeweils 10 Wiederholungen) auf den Untersuchungsflächen und der Kontrollfläche (siehe Abbildung 4.2).

Vegetationsentwicklung: Futteranalyse (NIRS) und Erträge (TM; FM) zu jedem Schnitt und Bonituren (Mängel nach Winter; Ertragsanteile und Verunkrautung zum 1. Schnitt; Narbendichte nach dem 1. Schnitt; Verunkrautung zu Vegetationsende, Narbendichte und Mängel vor dem Winter) jeweils auf den Anstau- sowie der Kontrollfläche.

Bewirtschaftung: Führen einer Schlagkartei durch den Landwirt

# Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

## Ergebnisse

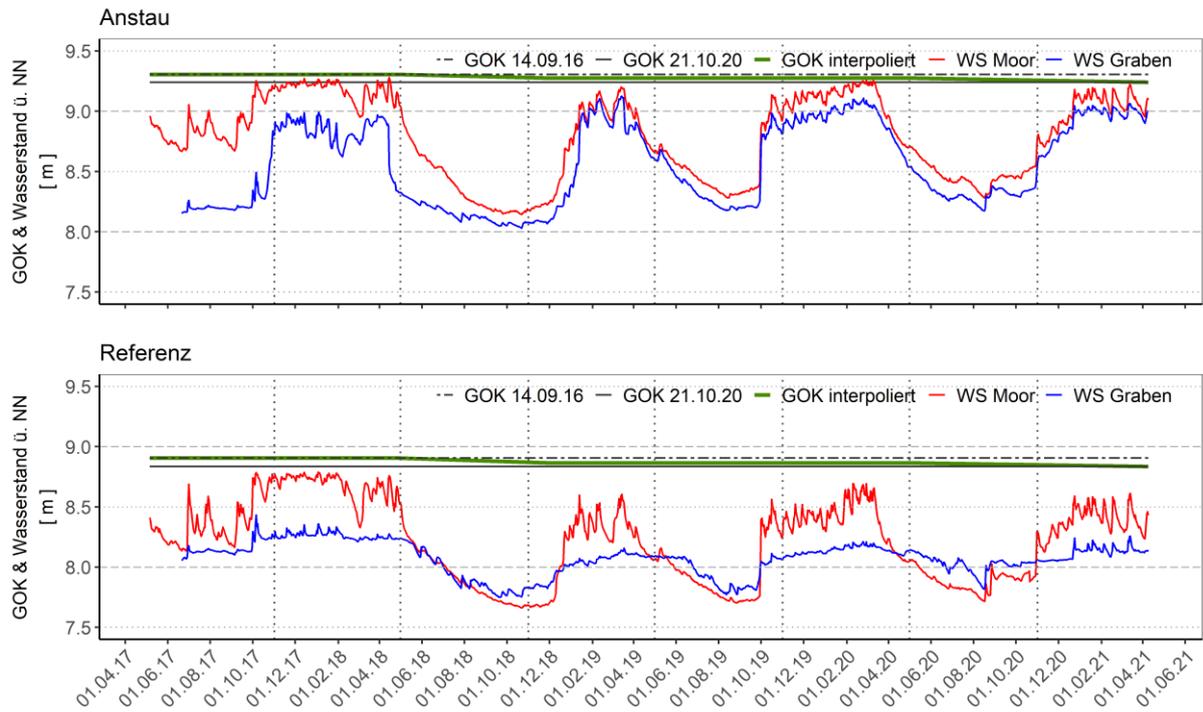


Abbildung 4.5: Mittlere gemessene und interpolierte Geländehöhen, sowie Graben- und Moorwasserstände (über NN) auf D-04.

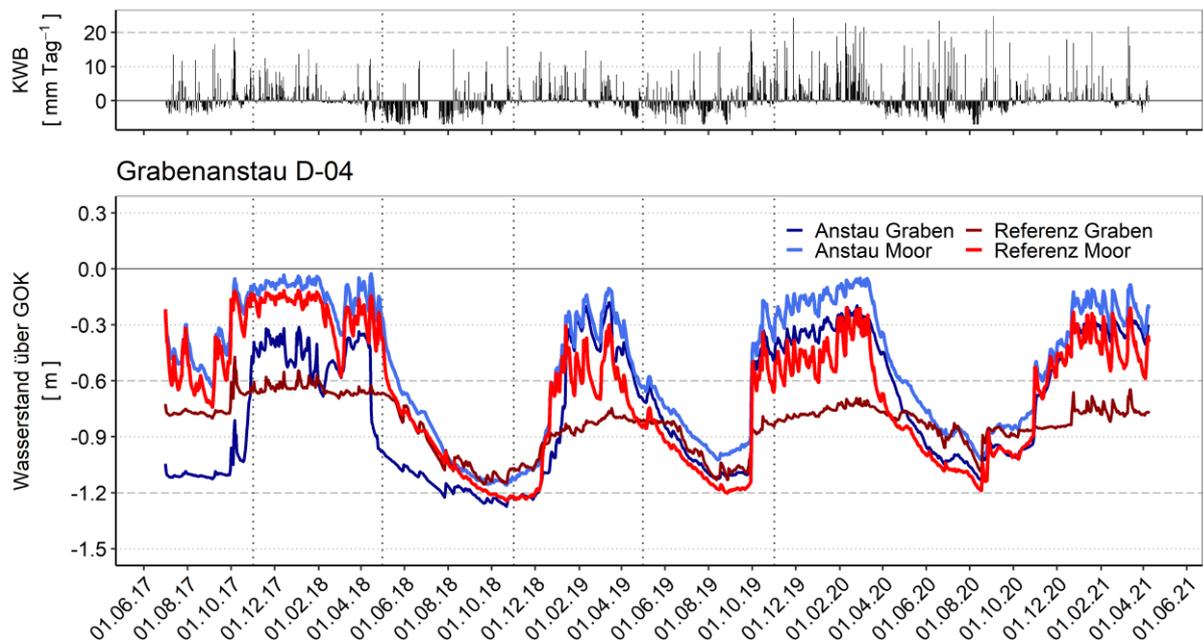
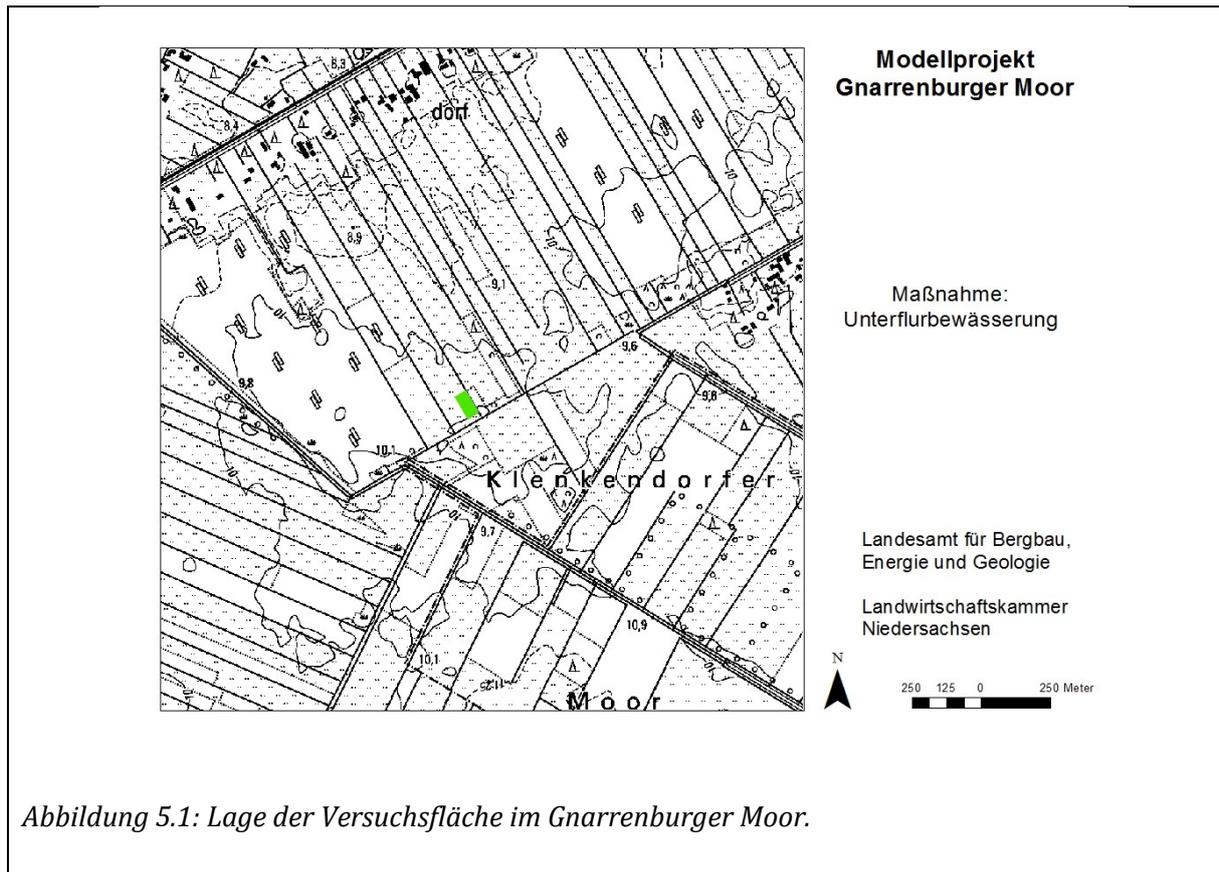


Abbildung 4.6: Tägliche klimatische Wasserbilanz (Wetterstation Bremervörde, DWD), sowie Graben- und Moorwasserstände (über mittlerer GOK) auf D-04.

**C.5 Demonstrationsversuch D-05**

<p><b>Demonstrationsversuch 05:</b>  <b><i>Unterflurbewässerung auf Hochmoorgrünland mit hoher Nutzungsintensität</i></b></p>
<p><b>Versuchsziel:</b></p> <p>Verbesserung der Klimabilanz von intensiv genutztem Hochmoorgrünland (siehe Abbildung 5.1) unter Beibehaltung einer angepassten Wirtschaftsweise (4-5 Schnitte), durch Anheben des sommerlichen Grundwasserstandes. Angeschlossenen an die wasserbaulichen Maßnahmen erfolgt die Beobachtung der Bestandsentwicklung, der Reife und der Tragfähigkeit der Grasnarbe im Vergleich zu Flächen ohne Maßnahmen.</p>
<p><b>Generelle Information:</b></p>
<p><i>Laufzeit:</i></p> <p>Sommer 2017 bis Dezember 2020</p>
<p><i>Bewirtschaftung:</i></p> <p>Nutzung als Wiese mit 4-5 Schnitten, betriebsübliche Düngung</p>
<p><i>Installation:</i></p> <p>Installation zweier Stauwehre Mitte 2017 (1x steuerbares Messwehr, 1x steuerbares Endwehr) in den angrenzenden Vorfluter 3. Ordnung</p> <p>Installation von Dränagerohren im Abstand von 4 m, ca. 65 cm unterhalb der Geländeoberkante</p> <p>Einrichtung eines Brunnens zur Förderung von Grundwasser und Einleitung des Wassers in den Vorfluter</p> <p>Installation von Grundwassermessstellen (4x)</p>
<p><b>Skizze und Karten:</b></p>
<p><i>Übersicht:</i></p>

# Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“



## Versuchsaufbau:

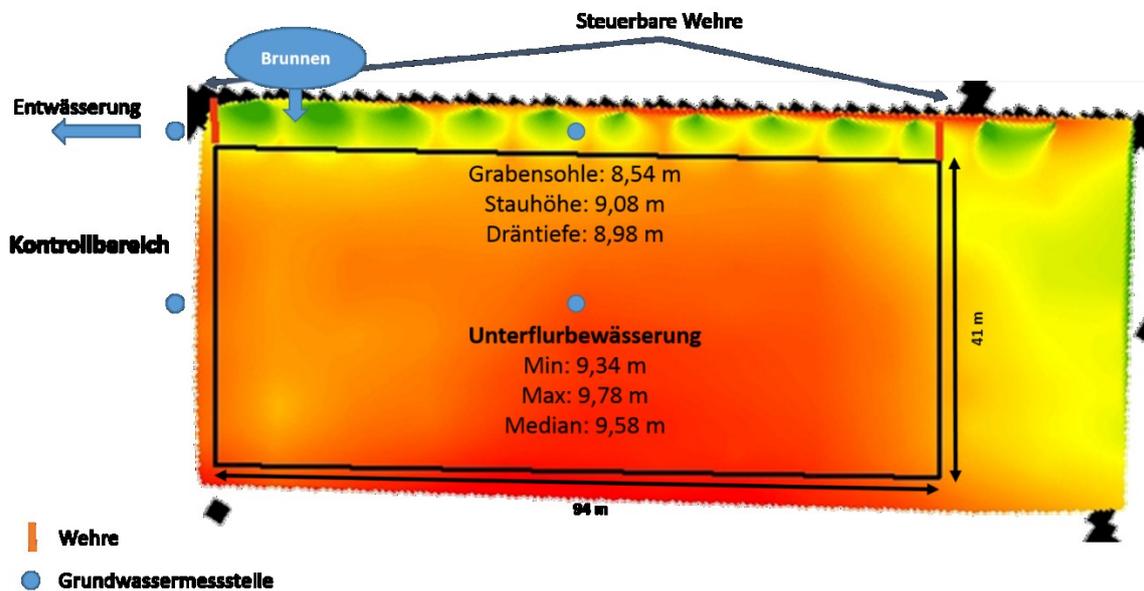


Abbildung 5.2: Versuchsaufbau innerhalb der Versuchsfläche.

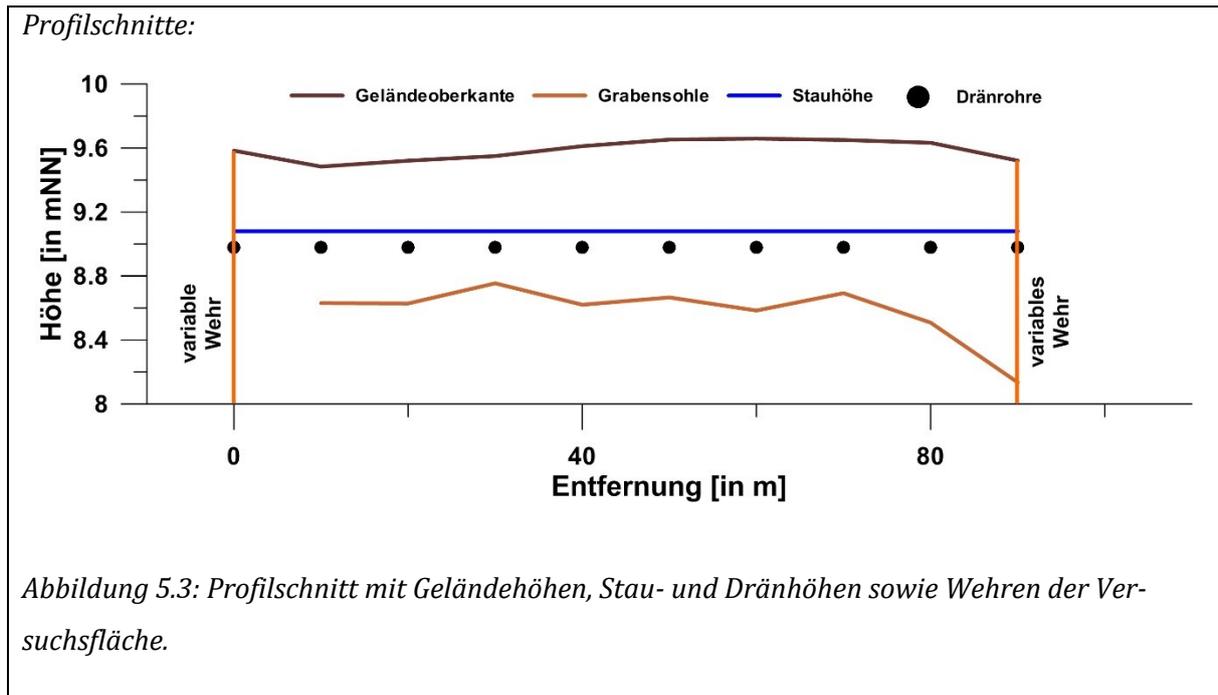


Abbildung 5.3: Profilschnitt mit Geländehöhen, Stau- und Dränhöhen sowie Wehren der Versuchsfläche.

**Management Wasserhaushalt:**

*Wehrsteuerung:*

Die Wasserstände im Graben der Unterflurbewässerung lagen zu Beginn des Versuchs bei 0,5 m unter der mittleren GOK der Versuchsfläche. Im Jahr 2019 wurde der Wasserstand auf 0,2 m unter mittlerer GOK angehoben. Ab Herbst 2019 bis Ende 2020 lag der Wasserstand bei 0,3 m unter mittlerer GOK.

*Zusatzwasser:*

Der Bau des Brunnens erfolgt im angrenzenden Waldgebiet in nordöstlicher Richtung. Die Planung des Brunnens ist gegenwärtig noch in der Bearbeitung!

Fremdwasserzufuhr ist notwendig, da sommerliche Verdunstungsverluste nicht über die sommerlichen Niederschläge kompensiert werden können. Daher ist es notwendig, um einen konstanten Grabenwasserstand zu gewährleisten, Grundwasser in das Grabensystem zu pumpen.

*Fördermengenabschätzung:*

Die Fläche beträgt ca. 0,6 ha. Bei einem angenommenen Wasserbedarf von 1500 m<sup>3</sup> pro ha, ergibt sich für die Fläche ein Bedarf von 900 m<sup>3</sup>. Dies beträgt im Mittel pro Tag 2,5m<sup>3</sup>, bei ausschließlicher Berücksichtigung der Tage von Mai bis September ca. 5,8 m<sup>3</sup> pro Tag. Maximal wird mit einer täglichen Wassermenge von ca. 24 m<sup>3</sup> pro Tag gerechnet.

**Datenerhebung:**

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

### *Einmalig:*

Hydrologie: Bestimmung der Wasserleitfähigkeit des Weiß- und Schwarztorfes mit Hilfe der Bohrlochmethode (mind. je 3 Wiederholungen)

Bodenkunde: Bodenkundliche Profilaufnahme zur allgemeinen Beschreibung (Horizonte und Torfeigenschaften) sowie zur Aufnahme von wichtiger bodenchemischer (Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt, pH-Werte, elektrische Leitfähigkeit) und bodenphysikalischer Kenngrößen (Lagerungsdichte [Substanzvolumen], hydraulische Leitfähigkeit [Labor], Retentionskurven)

Pflanzenverfügbare Nährstoffe: Zu Versuchsbeginn erfolgt die Bestimmung der pflanzenverfügbaren Nährstoffe (Phosphor, Kalium, Magnesium) in den Tiefen 0-5 cm sowie 5-10 cm.

### *Regelmäßig:*

Hydrologie: Messung der Grundwasserstände im Abstand von 60 Minuten mittels automatischen Datenloggern in ausgewählten Messstellen, in allen weiteren Grundwassermessstellen werden die Grundwasserstände im Abstand von 14 Tage erfasst, kontinuierliche Ermittlung des Grabenabflusses mit Hilfe des Messwehres, Einrichtung eine Messtellentransektes (5 Bohrlöcher) vom Graben in die Fläche zur quartalsweisen Beschreibung der Grundwasseroberfläche, permanente Erfassung der Fördermenge sowie des Stromverbrauches des Brunnens.

Befahrbarkeit: Monatliches Erfassen der Eindringwiderstände (jeweils 10 Wiederholungen) auf den Untersuchungsflächen und der Kontrollflächen (siehe Abbildung 5.2).

Vegetationsentwicklung: Futteranalyse (NIRS) und Erträge (TM; FM) 14- tägig vor dem ersten Schnitt und einmalig zu den weiteren Schnitten sowie Bonituren (Mängel nach Winter; Ertragsanteil und Verunkrautung zum 1. Schnitt; Narbendichte nach dem 1. Schnitt; Verunkrautung zu Vegetationsende, Narbendichte und Mängel vor dem Winter) jeweils auf der Anstau- sowie der Kontrollfläche.

Bewirtschaftung: Führen einer Schlagkartei durch den Landwirt

**Ergebnisse**

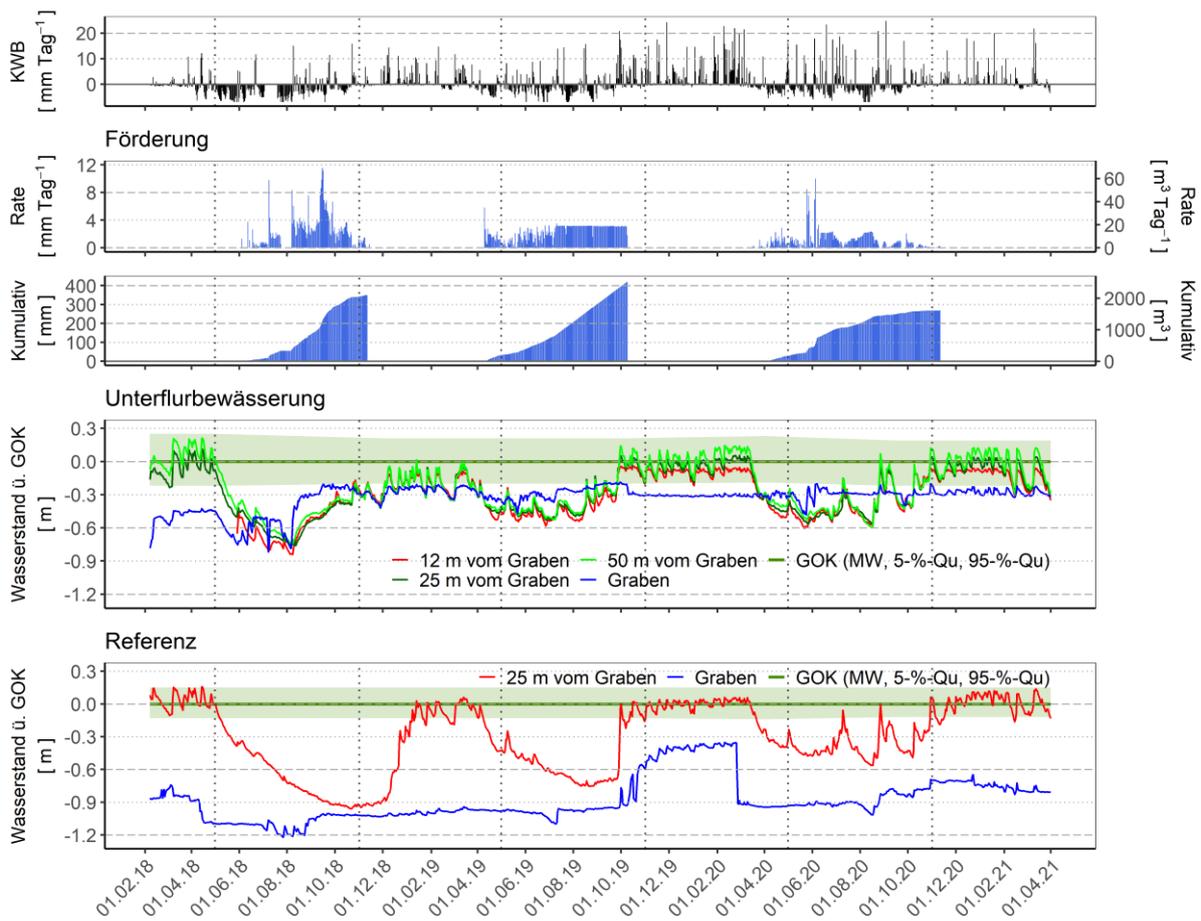


Abbildung 5.5: Tägliche klimatische Wasserbilanz (Wetterstation Bremervörde, DWD), Förder-  
raten, sowie Graben- und Moorwasserstände (über mittlerer GOK) auf D-05.

**C.6 Demonstrationsversuch**

<p><b>Demonstrationsversuch 06:</b></p> <p><b><i>Grabenanstau auf Hochmoorgrünland mittlerer Intensität mit angeschlossenen Versu- chen zu Gräsermischungen</i></b></p>
<p><b>Versuchsziel:</b></p> <p>Verbesserung der Klimabilanz auf Hochmoorgrünland bei mittlerer Intensität (siehe Abbil- dung 6.1) unter Beibehaltung einer angepassten Wirtschaftsweise (2-3 Schnitte), durch Ver- zögerung des winterlichen Grabenabflusses mit Hilfe von steuerbaren Wehren bis zum 01.04. sowie 01.05. eines jeden Jahres. Angeschlossenen an die wasserbaulichen Maßnahmen erfolgt die Beobachtung des Konkurrenzverhaltens, der Erträge, der Futterqualitäten und Reifeent- wicklungen, der Narbenfestigkeit und der Ausdauer von neu angesäten Gräsermischungen und Altbestand auf Flächen mit Grabenanstau und der Kontrollfläche.</p>
<p><b>Generelle Information:</b></p>

# Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

## Laufzeit:

Sommer 2017 bis Dezember 2020

## Bewirtschaftung:

Nutzung als Wiese mit 2-3 Schnitten, betriebsübliche Düngung

## Installation: (siehe Abbildung 6.2)

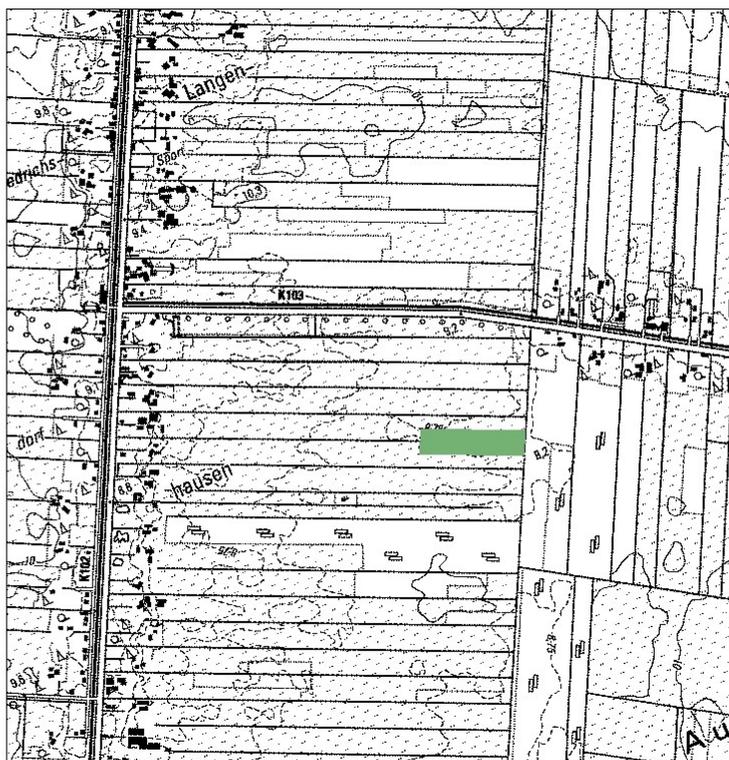
Installation von Stauwehren Mitte 2017 (1x steuerbares Messwehr, 2x steuerbares Endwehr) in den angrenzenden Vorfluter 3. Ordnung

Ansaat von sechs Parzellen mit Gräsermischungen im Bereich Anstau-E1/N und Anstau-E2/N im Frühjahr 2017

Installation von Grundwassermessstellen Frühjahr 2017 (9x)

## Skizze und Karten:

### Übersicht:



## Modellprojekt Gnarrenburger Moor

### Maßnahme:

Grabenanstau mit  
Parzellenversuch  
Gräsermischung  
und Düngefenster

Landesamt für Bergbau,  
Energie und Geologie

Landwirtschaftskammer  
Niedersachsen

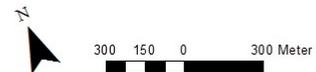


Abbildung 6.1: Lage der Versuchsfläche im Projektgebiet.

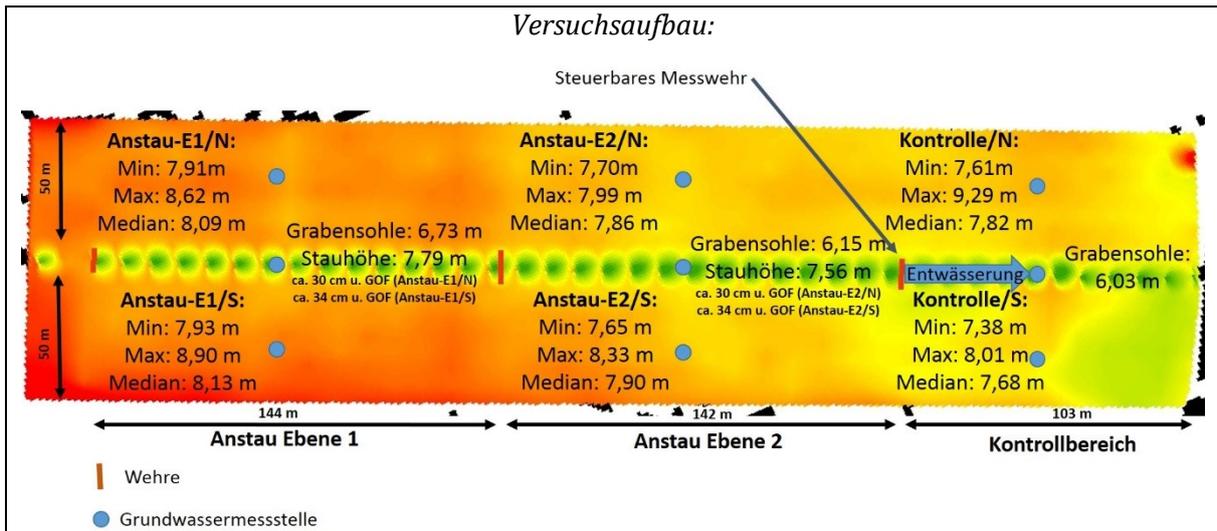


Abbildung 6.2: Versuchsaufbau innerhalb der Versuchsfläche.

**Profilschnitte:**

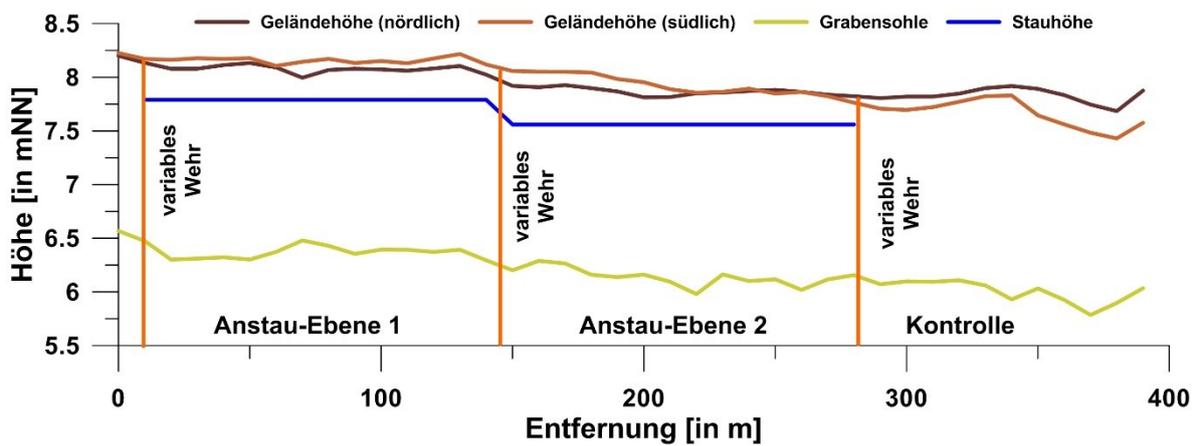


Abbildung 6.3: Profilschnitt mit Geländehöhen, Stauhöhen sowie Wehren der Versuchsfläche.

**Gräserparzellen:**

Anstau-E1/N			Anstau-E2/N			Referenz
Intensiv I	Intensiv II	Intensiv III	Extensiv I	Extensiv II	Extensiv III	
Graben						
Anstau-E1/S			Anstau-E2/S			Referenz

Abbildung 6.4: Anordnung der Parzellen mit Gräsermischungen in Bereich Anstau-E1/N und Anstau-E2/N.

Tabelle 6.5: Zusammensetzung der Gräsermischungen.

Varianten	Varianten mit Gewichtsanteilen					
	1	2	3	4	5	6
Mischungsbezeichnung	Intensiv I*	Intensiv II**	Intensiv III	Extensiv I	Extensiv II	Extensiv III
Rohrschwengel	35	35		50		
Wiesenschwengel			20		47	43
Knaulgras	15	15		40		
D. Weidelgras früh			13		3	
D. Weidelgras mittel	17	17	17	10	3	
D. Weidelgras spät	18	18	17		4	
Wiesenlieschgras	15	15	17		17	17
Wiesenrispe			10		10	16
Rotschwengel					10	
Wiesenfuchsschwanz						7
Weißes Straußgras						3
Weißklee			6		6	7
Schwedenklee						7
<b>Summe</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

\* diploid \*\* tetraploid

**Management Wasserhaushalt:**

*Wehrsteuerung:*

Die Überlaufhöhen der Schieber entsprachen während der Versuchslaufzeit jeweils 0,35 bis 0,5 m unter mittlerer GOK der beiden Anstauerebenen.

*Zusatzwasser:*

nicht benötigt

**Datenerhebung:**

*Einmalig:*

Hydrologie: Bestimmung der Wasserleitfähigkeit des Weiß- und Schwarztorfes mit Hilfe der Bohrlochmethode (mind. je 3 Wiederholungen)

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Bodenkunde: Bodenkundliche Profilaufnahme zur allgemeinen Beschreibung (Horizonte und Torfeigenschaften) sowie zur Aufnahme wichtiger bodenchemischer (Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt, pH-Werte, elektrische Leitfähigkeit) und bodenphysikalischer Kenngrößen (Lagerungsdichte [Substanzvolumen], hydraulische Leitfähigkeit [Labor], Retentionskurven)

Pflanzenverfügbare Nährstoffe: Zu Versuchsbeginn erfolgt die Bestimmung der pflanzenverfügbaren Nährstoffe (Phosphor, Kalium, Magnesium) in den Tiefen 0-5 cm sowie 5-10 cm.

*Regelmäßig:*

Hydrologie: Messung der Grundwasserstände im Abstand von 60 Minuten mittels automatischen Datenloggern in ausgewählten Messstellen, in allen weiteren Grundwassermessstellen werden die Grundwasserstände im Abstand von 14 Tage erfasst, kontinuierliche Ermittlung des Grabenabflusses mit Hilfe des Messwehres, Einrichtung eine Messtellentransektes (5 Bohrlöcher) vom Graben in die Fläche zur quartalsweisen Beschreibung der Grundwasser-oberfläche

Befahrbarkeit: Monatliches Erfassen der Eindringwiderstände (jeweils 10 Wiederholungen) auf den Untersuchungsflächen und der Kontrollfläche (siehe Abbildung A.6.2).

Vegetationsentwicklung: Futteranalyse (NIRS) und Erträge (TM; FM) 14-tägig zum ersten Schnitt und einmalig zu jedem folgenden Schnitt und Bonituren (Mängel nach Winter; Ertragsanteile und Verunkrautung zum 1. Schnitt; Narbendichte nach dem 1. Schnitt; Verunkrautung zu Vegetationsende, Narbendichte und Mängel vor dem Winter) jeweils auf den Anstau- sowie der Kontrollfläche.

Bewirtschaftung: Führen einer Schlagkartei durch den Landwirt

**Ergebnisse**

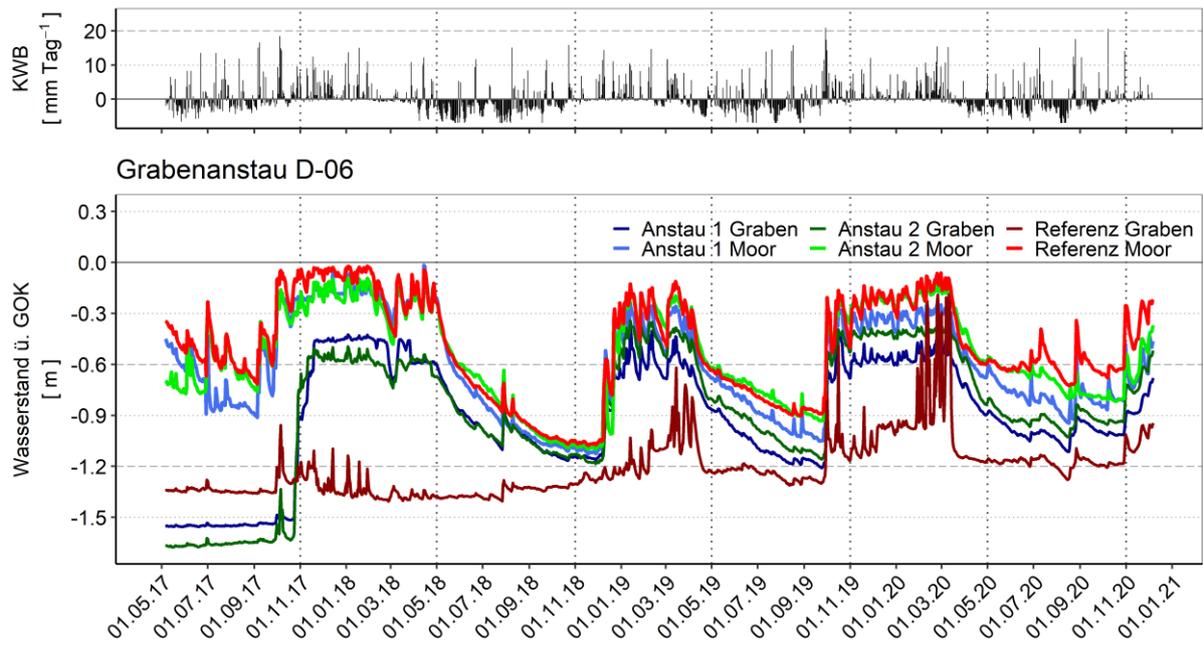


Abbildung 6.6: Tägliche klimatische Wasserbilanz (Wetterstation Bremervörde, DWD), sowie Graben- und Moorwasserstände (über mittlerer GOK) auf D-06. Die dargestellten Moorwasserstände sind das Mittel der beidseitig des Grabens gemessenen Moorwasserstände.

# Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

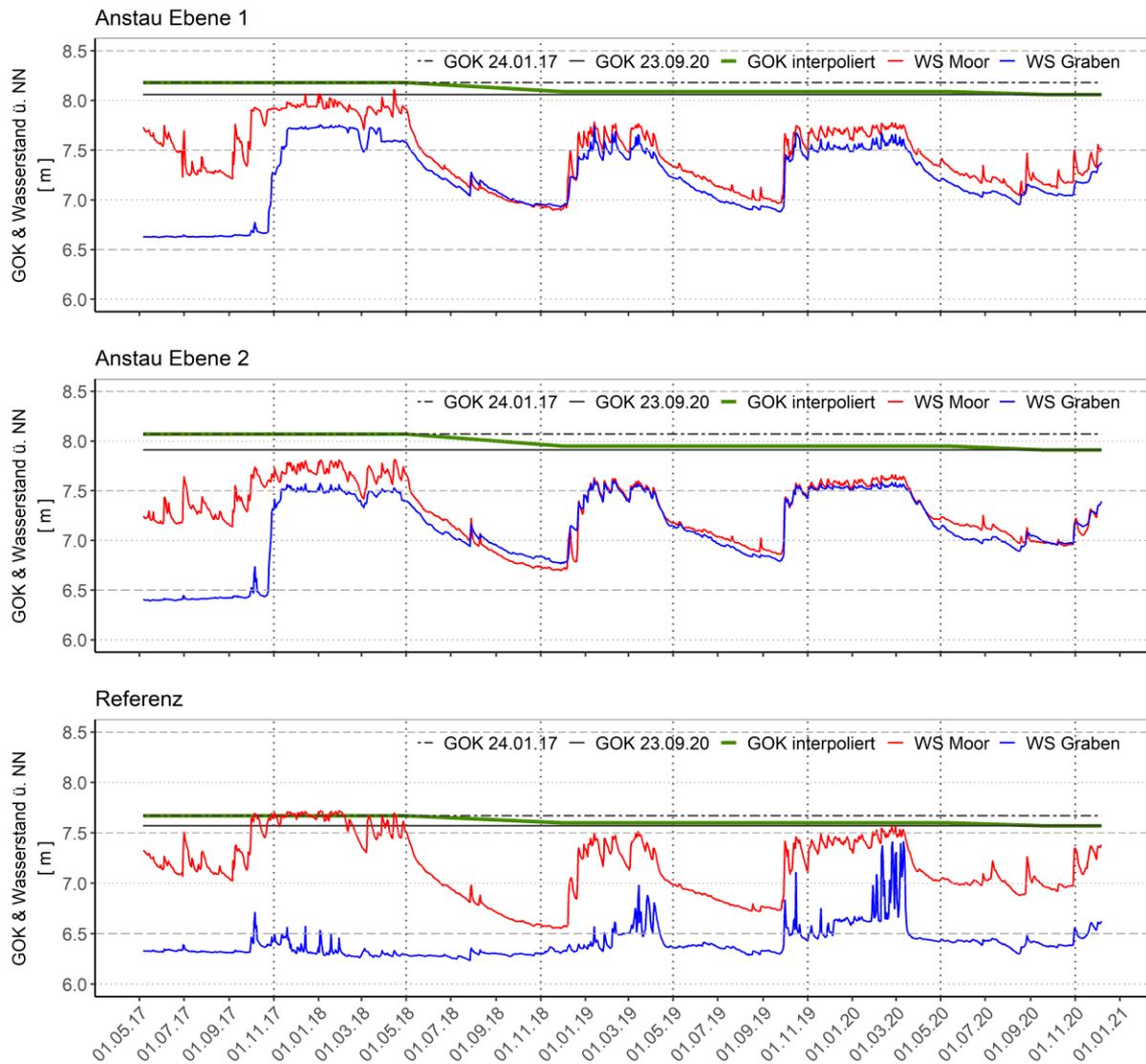


Abbildung 6.7: Mittlere gemessene und interpolierte Geländehöhen, sowie Graben- und Moorwasserstände (über NN) auf D-06.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

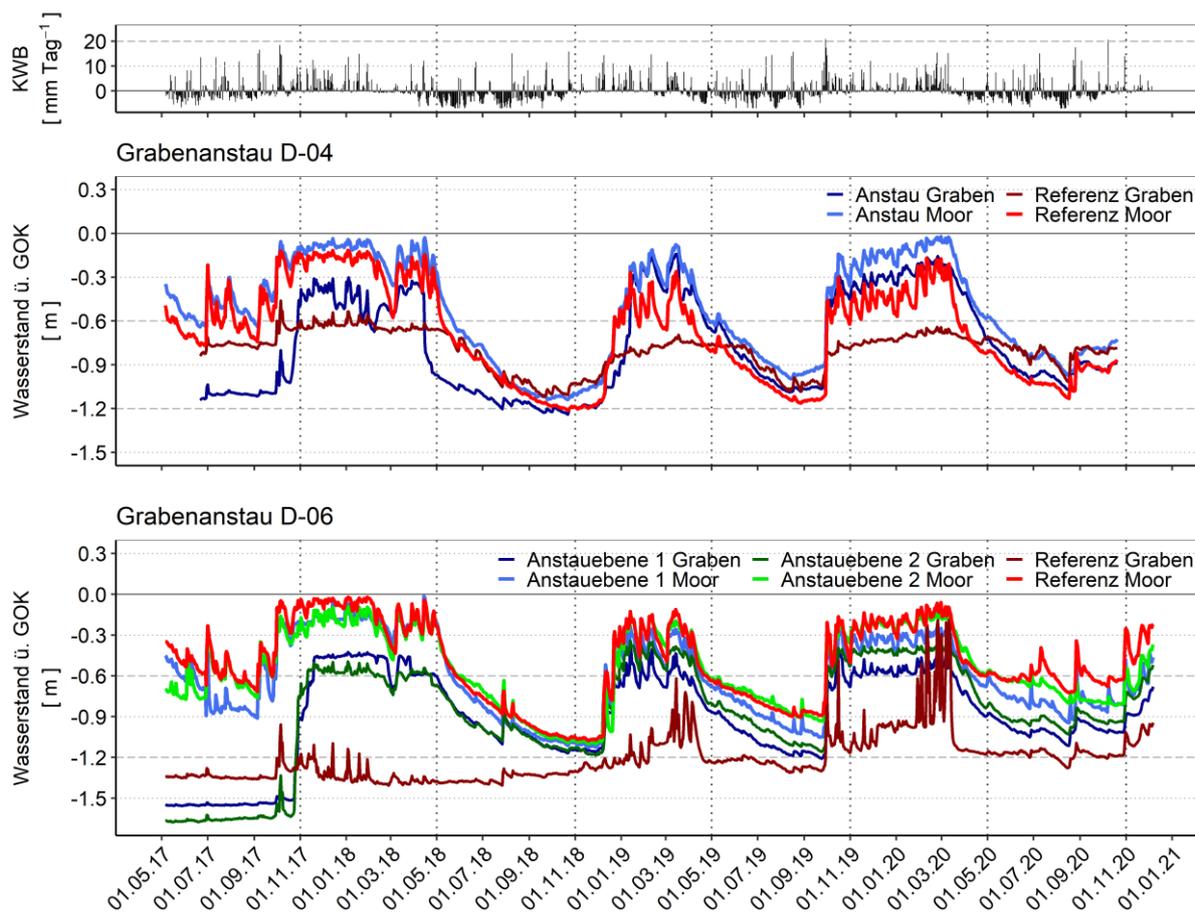


Abbildung 6.8: Tägliche klimatische Wasserbilanz (Wetterstation Bremervörde, DWD), sowie Graben- und Moorwasserstände (über mittlerer GOK) auf D-04 und D-06. Die dargestellten Moorwasserstände sind das Mittel der beidseitig des Grabens gemessenen Moorwasserstände.

### C.7 Demonstrationsversuch

#### Demonstrationsversuch 07:

**Unterflurbewässerung auf Hochmoorgrünland mit hoher Intensität mit angeschlossenen Versuchen zu Gräsermischungen**

#### Versuchsziel:

Verbesserung der Klimabilanz von intensiv genutztem Hochmoorgrünland (siehe Abbildung A.7.1) unter Beibehaltung einer angepassten Wirtschaftsweise (4-5 Schnitte) durch Anheben des sommerlichen Grundwasserstandes. Angeschlossenen an die wasserbaulichen Maßnahmen erfolgt die Beobachtung des Konkurrenzverhaltens, der Erträge, der Futterqualitäten, der Reifeentwicklung, der Narbenfestigkeit und der Ausdauer von neu angesäten Gräsermischungen und Altbestand auf Flächen mit Unterflurbewässerung und der Kontrollfläche.

#### Generelle Information:

*Laufzeit:*

Sommer 2017 bis Dezember 2020

# Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

## *Bewirtschaftung:*

Nutzung als Wiese mit 4-5 Schnitten, betriebsübliche Düngung

## *Installation:*

Installation dreier Stauwehre Mitte 2017 (1x steuerbares Messwehr, 1x steuerbares Endwehr) in den angrenzenden Vorfluter 3. Ordnung

Installation von Dränagerohren im Abstand von 4 m, ca. 65 cm unterhalb der Geländeoberkante

Ansaat von drei Parzellen mit Gräsermischungen nach Installation der Dränagerohre im Bereich Unterflurbewässerung

Einrichtung eines Brunnens zur Förderung von Grundwasser und Einleitung des Wassers in den Vorfluter

Installation von Grundwassermessstellen (4x)

## **Skizze und Karten:**

### *Übersicht:*



### **Modellprojekt Gnarrenburger Moor**

#### Maßnahme:

Unterflurbewässerung  
mit Parzellenversuch  
Gräsermischung  
und Düngefenster

Landesamt für Bergbau,  
Energie und Geologie

Landwirtschaftskammer  
Niedersachsen

Abbildung 7.1: Lage der Versuchsfläche im Gnarrenburger Moor.

## *Versuchsaufbau:*

# Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

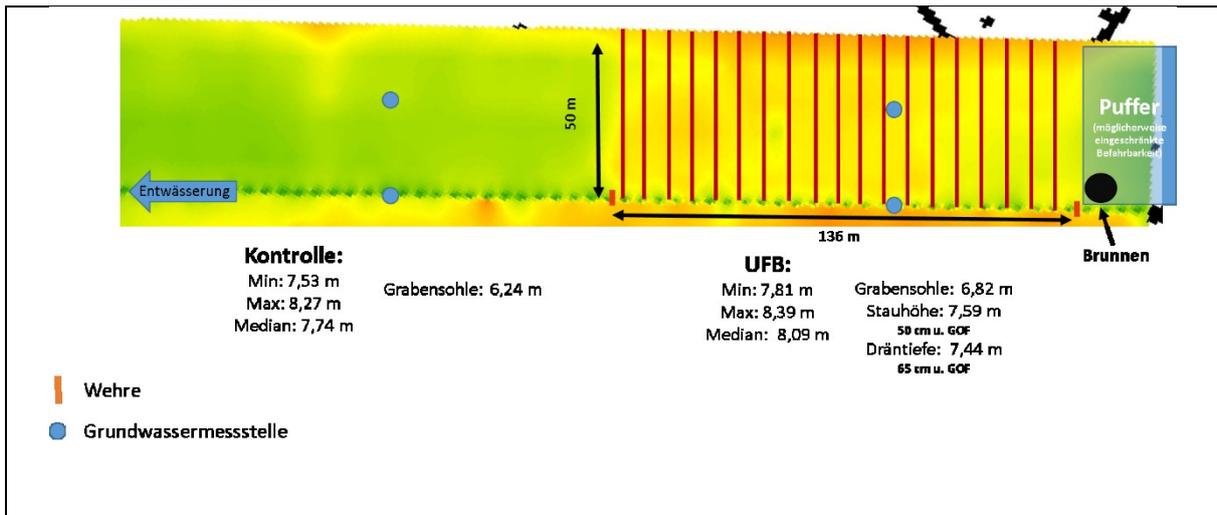


Abbildung 7.2: Versuchsaufbau innerhalb der Versuchsfläche.

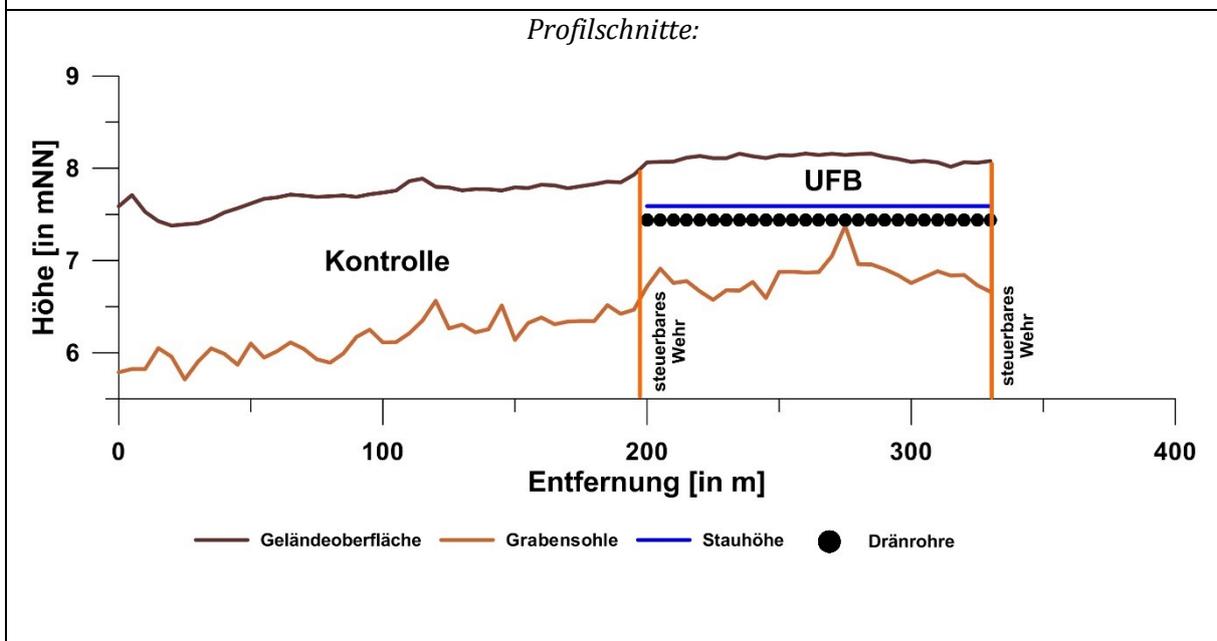


Abbildung 7.3: Profilschnitt mit Geländehöhen, Stau- und Dränhöhen sowie Wehren der Versuchsfläche.

## Gräserparzellen:

Kontrolle	Gräsermischung 1	Gräsermischung 2	Gräsermischung 3	Altbestand
-----------	------------------	------------------	------------------	------------

Abbildung 7.4: Anordnung der Parzellen mit Gräsermischungen in Bereich Unterflurbewässerung.

Tabelle.7.5: Zusammensetzung der Gräsermischungen.

Varianten	Varianten mit Gewichtsanteilen		
	1	2	3
Mischungsbezeichnung	Intensiv I*	Intensiv II**	Intensiv III
Rohrschwingel	35	35	
Wiesenschwingel			20
Knaulgras	15	15	
D. Weidelgras früh			13
D. Weidelgras mittel	17	17	17
D. Weidelgras spät	18	18	17
Wiesenlieschgras	15	15	17
Wiesenrispe			10
Rotschwingel			
Wiesenfuchschwanz			
Weißes Straußgras			
Weißklee			6
Schwedenklee			
<b>Summe</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

\* diploid \*\* tetraploid

**Management Wasserhaushalt:**

*Wehrsteuerung:*

Die Wasserstände im Graben der Unterflurbewässerung lagen zu Beginn des Versuchs bei 0,35 m unter der mittleren GOK der Versuchsfläche. Im Herbst 2018 wurde der Wasserstand auf 0,2 m unter mittlerer GOK angehoben. Ab Herbst 2019 lag der Wasserstand bei 0,35 m unter mittlerer GOK. Für den Sommer 2020 wurde der Wasserstand auf 0,15 m unter mittlerer GOK angehoben.

*Zusatzwasser:*

Der Bau des Brunnens erfolgt südlich der Demoversuchsfläche. Die Planung des Brunnens ist gegenwärtig noch in der Bearbeitung!

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Fremdwasserzufuhr ist notwendig, da sommerliche Verdunstungsverluste nicht über die sommerlichen Niederschläge kompensiert werden können. Daher ist es notwendig, um einen konstanten Grabenwasserstand zu gewährleisten, Grundwasser in das Grabensystem zu pumpen. Durch den kaskadenartigen.

Fördermengenabschätzung:

Die Fläche beträgt ca. 0,75 ha. Bei einem angenommenen Wasserbedarf von 1500 m<sup>3</sup> pro ha, ergibt sich für die Fläche ein Bedarf von 1.125 m<sup>3</sup>. Dies beträgt im Mittel pro Tag 3,1 m<sup>3</sup>, bei ausschließlicher Berücksichtigung der Tage von Mai bis September ca. 7,5 m<sup>3</sup> pro Tag. Maximal wird mit einer täglichen Wassermenge von ca. 41 m<sup>3</sup> pro Tag gerechnet.

### **Datenerhebung:**

*Einmalig:*

Hydrologie: Bestimmung der Wasserleitfähigkeit des Weiß- und Schwarztorfes mit Hilfe der Bohrlochmethode (mind. je 3 Wiederholungen)

Bodenkunde: Bodenkundliche Profilaufnahme zur allgemeinen Beschreibung (Horizonte und Torfeigenschaften) sowie zur Aufnahme von wichtiger bodenchemischer (Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt, pH-Werte, elektrische Leitfähigkeit) und bodenphysikalischer Kenngrößen (Lagerungsdichte [Substanzvolumen], hydraulische Leitfähigkeit [Labor], Retentionskurven)

Pflanzenverfügbare Nährstoffe: Zu Versuchsbeginn erfolgt die Bestimmung der pflanzenverfügbaren Nährstoffe (Phosphor, Kalium, Magnesium) in den Tiefen 0-5 cm sowie 5-10 cm.

*Regelmäßig:*

Hydrologie: Messung der Grundwasserstände im Abstand von 60 Minuten mittels automatischen Datenloggern in ausgewählten Messstellen, in allen weiteren Grundwassermessstellen werden die Grundwasserstände im Abstand von 14 Tage erfasst, kontinuierliche Ermittlung des Grabenabflusses mit Hilfe des Messwehres, Einrichtung eine Messtellentransektes (5 Bohrlöcher) vom Graben in die Fläche zur quartalsweisen Beschreibung der Grundwasseroberfläche, permanente Erfassung der Fördermenge sowie des Stromverbrauches des Brunns.

Befahrbarkeit: Monatliches Erfassen der Eindringwiderstände (jeweils 10 Wiederholungen) auf den Untersuchungsflächen und der Kontrollflächen (siehe Abbildung 7.2).

# Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Vegetationsentwicklung: Futteranalyse (NIRS) und Erträge (TM; FM) 14- tägig vor dem ersten Schnitt und einmalig zu den weiteren Schnitten sowie Bonituren (Mängel nach Winter; Ertragsanteil und Verunkrautung zum 1. Schnitt; Narbendichte nach dem 1. Schnitt; Verunkrautung zu Vegetationsende, Narbendichte und Mängel vor dem Winter) jeweils auf der Anstau- sowie der Kontrollfläche.

Bewirtschaftung: Führen einer Schlagkartei durch den Landwirt

## Ergebnisse

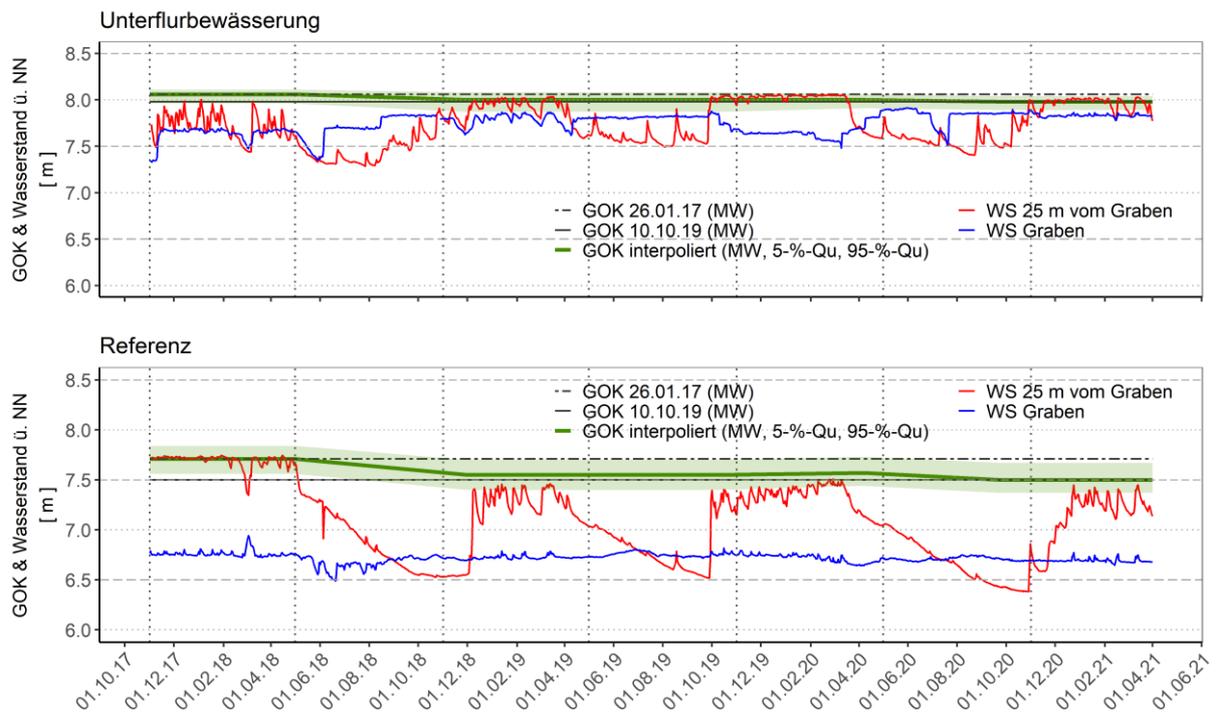


Abbildung 7.6: mittlere gemessene und interpolierte Geländehöhen, sowie Graben- und Moorwasserstände (über NN) auf D-07.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

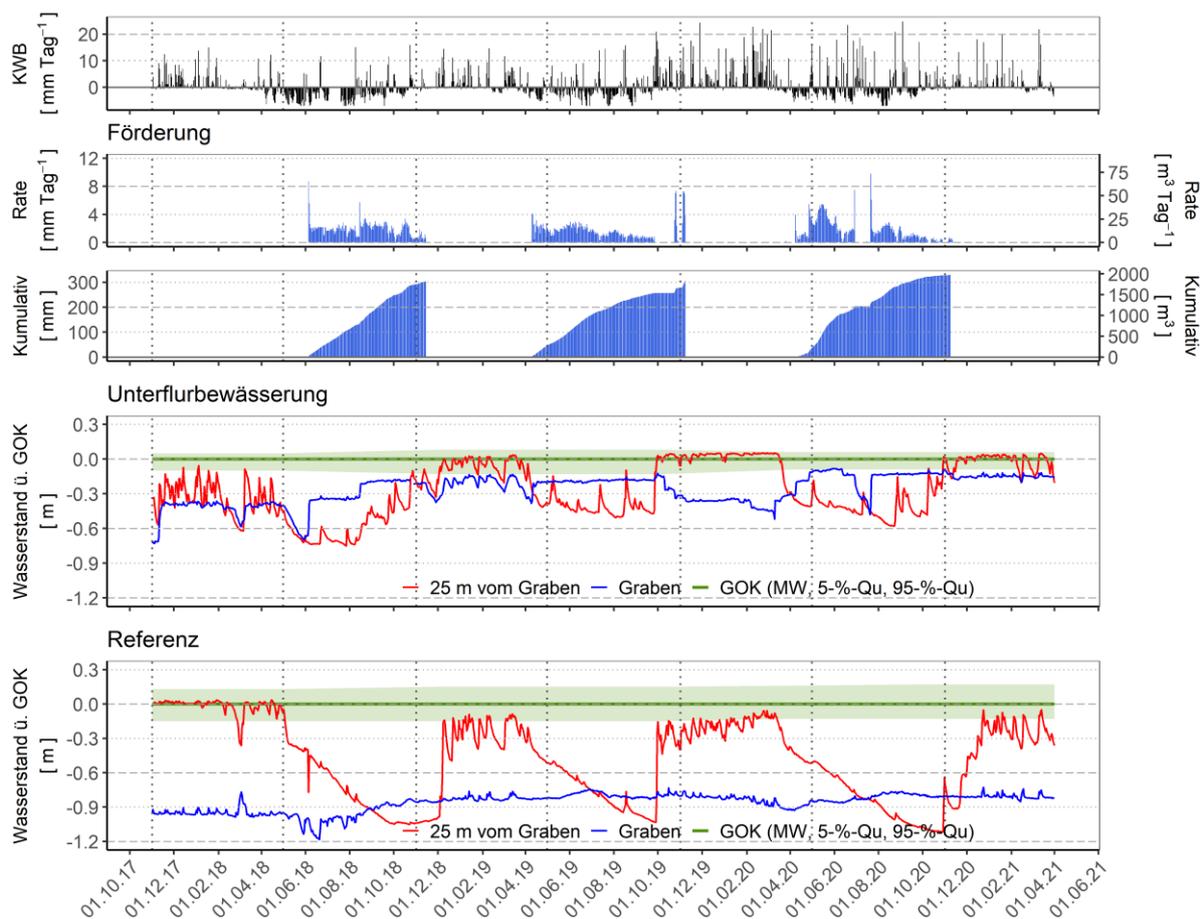


Abbildung 7.7: Tägliche klimatische Wasserbilanz (Wetterstation Bremervörde, DWD), Förder-  
raten, sowie Graben- und Moorwasserstände (über mittlerer GOK) auf D-07.

### C.8 Demonstrationsversuch D-08

#### Demonstrationsversuch 08:

**Betroffenheit eines Hochmoorgrünlandes mit mittlerer Intensität durch angrenzende  
Versuchsfläche mit Unterflurbewässerung - Grabenanstau mit konstantem Grabenwas-  
serstand**

#### Versuchsziel:

Untersuchung der Auswirkungen eines niedrigen Grabenanstaus auf den Wasserhaushalt so-  
wie die Bewirtschaftbarkeit der Versuchsfläche. Für eine wasserregulierende Maßnahme auf  
der Fläche auf der gegenüberliegenden Grabenseite soll der gemeinsam genutzte Graben an-  
gestaut werden. Da die Nachbarfläche wesentlich tiefer liegt wird höchstens eine geringe Aus-  
wirkung auf die höher gelegene Versuchsfläche erwartet. Gräben 3. Ordnung trennen oft Flä-  
chen verschiedener Bewirtschafteter mit unterschiedlichen Interessen an Wassermaßnahmen.  
Der Demoversuch soll die Betroffenheit einer mit mittlerer Intensität bewirtschafteten Grün-  
landfläche bei hohen Geländeunterschieden (> 50 cm) klären.

#### Generelle Information:

# Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

## Laufzeit:

Sommer 2017 bis Dezember 2020

## Bewirtschaftung:

Nutzung als Wiese mit ca. 3 Schnitten, betriebsübliche Düngung

## Installation:

Installation von Grundwassermesstellen Frühjahr 2017 (2x)

Weitere Installationen (Grabenbauwerke) erfolgen wie in D-07 beschrieben.

## Skizze und Karten:

### Übersicht:



### Modellprojekt Gnarrenburger Moor

Maßnahme:

Betroffenheit  
durch angrenzende  
Wassernaßnahme

Landesamt für Bergbau,  
Energie und Geologie

Landwirtschaftskammer  
Niedersachsen



Abbildung 8.1: Lage der Versuchsfläche im Gnarrenburger Moor.

## Versuchsaufbau:

# Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

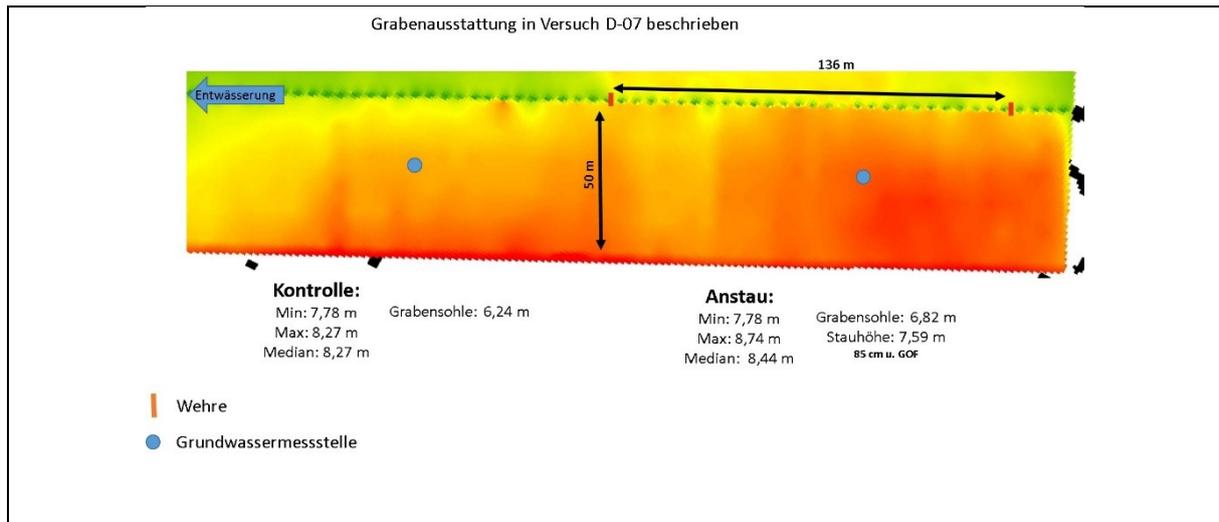


Abbildung 8.2: Versuchsaufbau innerhalb der Versuchsfläche.

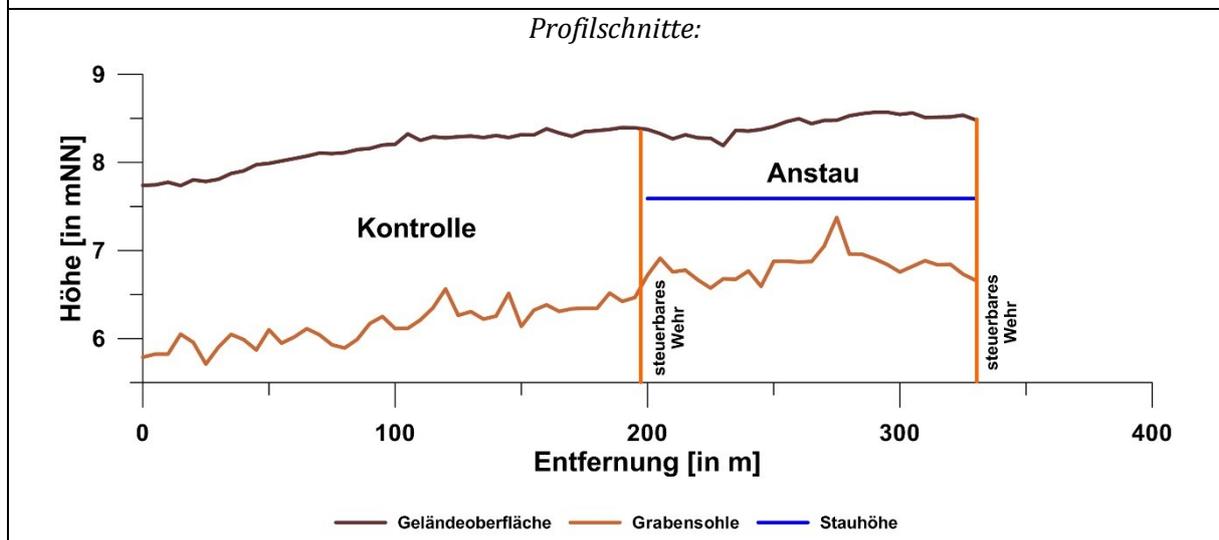


Abbildung 8.3: Profilschnitt mit Geländehöhen, Stau- und Dränhöhen sowie Wehren der Versuchsfläche.

**Management Wasserhaushalt:**

*Wehrsteuerung:*

Die Wehrhöhen für D08 lagen im Sommer zwischen 0,55 und 0,65 m unter mittlerer GOK und im Winter zwischen 0,65 und 0,8 m unter mittlerer GOK.

*Zusatzwasser:*

Die Einleitung erfolgt basierend auf dem Versuch der Unterflurbewässerung auf dem Nachbarflurstück (Versuch: D-07).

**Datenerhebung:**

*Einmalig:*

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Hydrologie: Bestimmung der Wasserleitfähigkeit des Weiß- und Schwarztorfes mit Hilfe der Bohrlochmethode (mind. je 3 Wiederholungen)

Bodenkunde: Bodenkundliche Profilaufnahme zur allgemeinen Beschreibung (Horizonte und Torfeigenschaften) sowie zur Aufnahme wichtiger bodenchemischer (Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt, pH-Werte, elektrische Leitfähigkeit) und bodenphysikalischer Kenngrößen (Lagerungsdichte [Substanzvolumen], hydraulische Leitfähigkeit [Labor], Retentionskurven)

Pflanzenverfügbare Nährstoffe: Zu Versuchsbeginn erfolgt die Bestimmung der pflanzenverfügbaren Nährstoffe (Phosphor, Kalium, Magnesium) in den Tiefen 0-5 cm sowie 5-10 cm.

*Regelmäßig:*

Hydrologie: Messung der Grundwasserstände im Abstand von 60 Minuten mittels automatischen Datenloggern in ausgewählten Messstellen, in allen weiteren Grundwassermessstellen werden die Grundwasserstände im Abstand von 14 Tage erfasst, kontinuierliche Ermittlung des Grabenabflusses mit Hilfe des Messwehres

Befahrbarkeit: Monatliches Erfassen der Eindringwiderstände (jeweils 10 Wiederholungen) auf den Untersuchungsflächen und der Kontrollfläche (siehe Abbildung 8.2).

Vegetationsentwicklung: Futteranalyse (NIRS) und Erträge (TM; FM) zu jedem Schnitt und Bonituren (Mängel nach Winter; Ertragsanteile und Verunkrautung zum 1. Schnitt; Narbendichte nach dem 1. Schnitt; Verunkrautung zu Vegetationsende, Narbendichte und Mängel vor dem Winter) jeweils auf den Anstau- sowie der Kontrollfläche.

Bewirtschaftung: Führen einer Schlagkartei durch den Landwirt

**Ergebnisse**

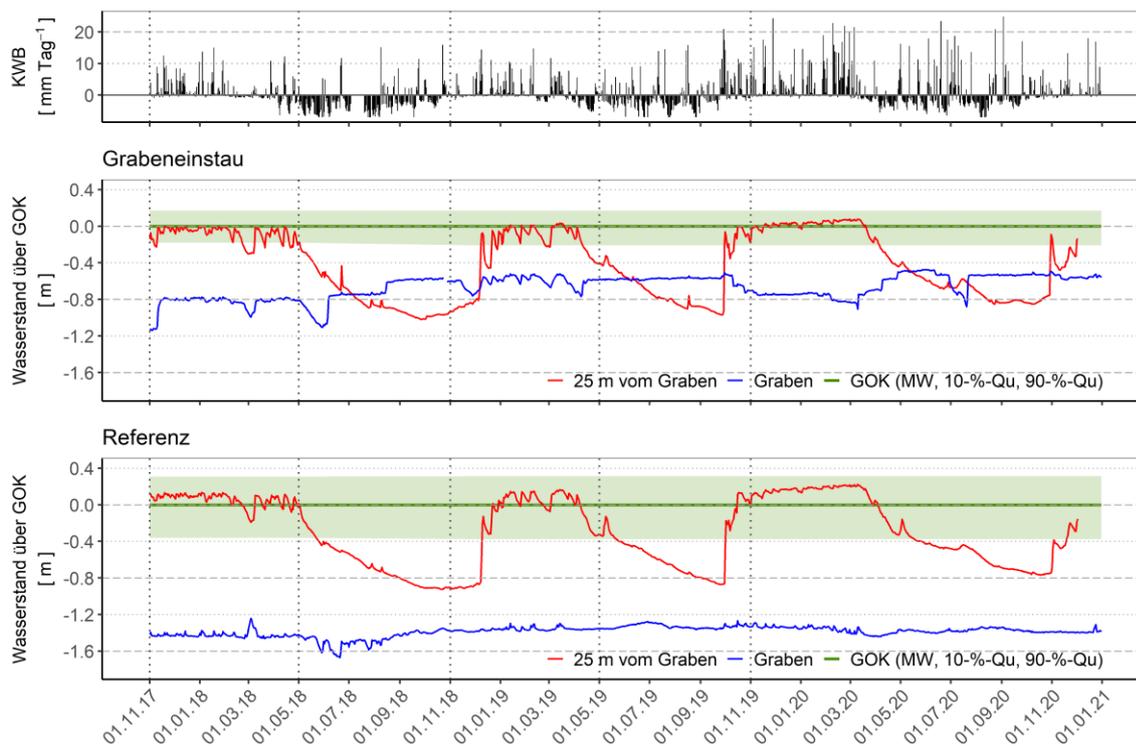


Abbildung 8.5: Tägliche klimatische Wasserbilanz (Wetterstation Bremervörde, DWD), sowie Graben- und Moorwasserstände (über mittlerer GOK) auf D-08.

Tabelle 8.6: Graben- und Moorwasserstände (über mittlerer GOK) auf D-08 (Sommer = 01.05. - 31.10., Winter = 01.11. - 30.04.).

<b>Zeitraum</b>	<b>AG</b>	<b>AF</b>	<b>KG</b>	<b>KF</b>
Winter 17/18	-0,8327534	-0,0864417	-1,42355144	0,0583342
Sommer 18	-0,72657887	-0,77384807	-1,46570652	-0,64826808
Winter 18/19	-0,6062092	-0,28051884	-1,36201631	-0,1957487
Sommer 19	-0,5818971	-0,62235485	-1,32998201	-0,50553964
Winter 19/20	-0,73354093	-0,03647867	-1,36612864	0,10763546
Sommer 20	-0,54694569	-0,69498216	-1,37378902	-0,55872172
Jahr 18	-0,74277971	-0,52696523	-1,43607791	-0,41763803
Jahr 19	-0,61204175	-0,34870803	-1,33919131	-0,22443054
Jahr 20	-0,60776734	-0,43407275	-1,37898426	-0,30893631

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

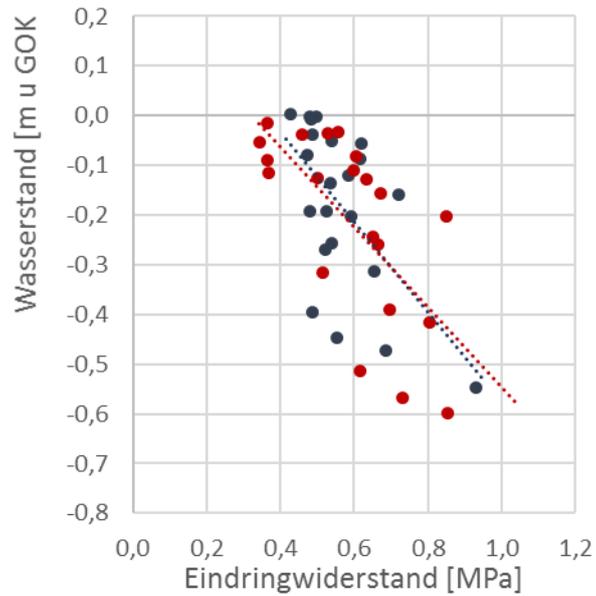


Abbildung 8.7: Durchschnittlicher Eindringwiderstand auf D-08 in der Schicht 5 – 20 cm zu allen Messterminen von 2017 bis 2020 an denen die Wasserstände höchstens -60 cm unter dem Median der Geländeoberkante lagen. Blau: Anstau, rot: Entwässerte Referenzparzelle.

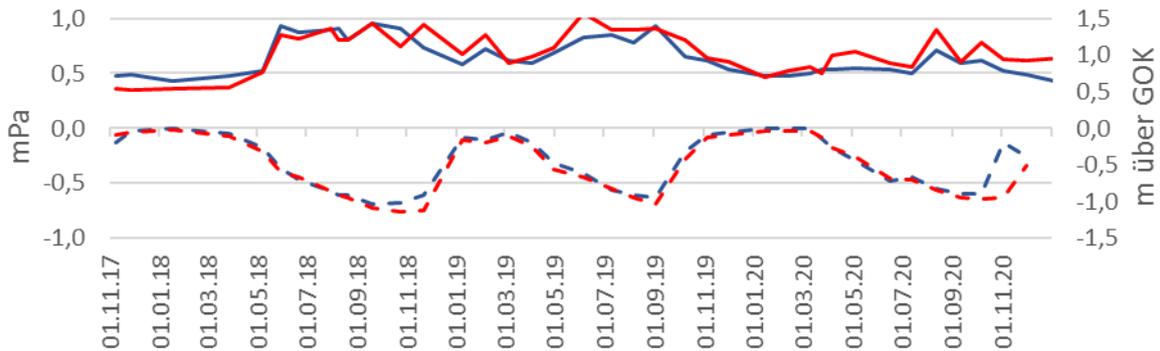


Abbildung 8.8: Durchschnittliche Eindringwiderstände auf D-08 in 5 bis 20 cm Tiefe des Bodens und Höhe der Wasserstände im Boden, bezogen auf den Median der Geländehöhe. Eindringwiderstände: durchgezogene Linien, Wasserstände: gestrichelte Linien. Blau: Anstau, rot: entwässerte Referenzparzelle.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

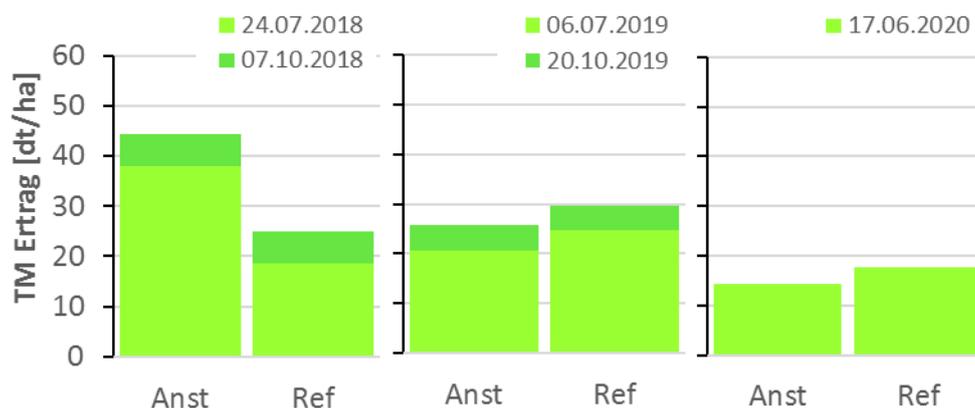


Abbildung 8.9: Trockenmasseerträge der Schnittnutzungen 2018, 2019 und 2020 auf D-08.

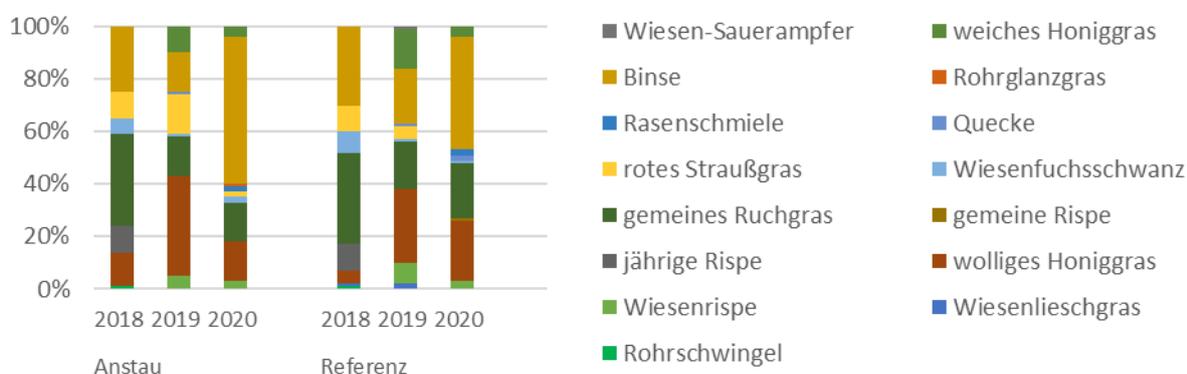


Abbildung 8.10: Jährliche Bonitur der Ertragsanteile des ersten Schnittes von 2018 bis 2020 auf D-08. Die ökonomische Bewertung ergab 48,50 € Gewinn für den Anstau im Gegensatz zur Referenzparzelle. Spezialkosten wurden hierbei nicht berücksichtigt, da sie bereits dem Versuch D-07 angerechnet wurden. Die Gewinne sind mit Vorsicht zu genießen, da die hohen Erträge 2018 noch nicht dem Einfluss des wassergefüllten Grabens, sondern dem vorgefundenen Flächenzustand zuzuschreiben sind. Wahrscheinlicher ist, dass der eingestaute gemeinsame Graben mit der benachbarten Unterflurbewässerung keinen Einfluss auf die höherliegende Fläche hat und weder Gewinne noch Verluste verursacht.

### C.9 Demonstrationsversuch D-09

#### Demonstrationsversuch 09:

*Großparzellenversuch zur Neuansaat ausgewählter Gräsermischungen auf einer Referenzfläche ohne Wasserstandsanhhebung*

#### Versuchsziel:

Beobachtung des Konkurrenzverhaltens, der Erträge, der Futterqualitäten und Reifeentwicklungen, der Narbenfestigkeit und der Ausdauer von neu angesäten Gräsermischungen auf konventionell gedrähten Flächen als Vergleich zu Neuansaat auf Versuchsflächen mit Wasserregulierung (D-06 und D-07).

# Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

## Generelle Information:

### Laufzeit:

April 2017 bis Dezember 2020

### Bewirtschaftung:

Nutzung als Wiese oder Weide mit 2-4 Schnitten, betriebsübliche Düngung

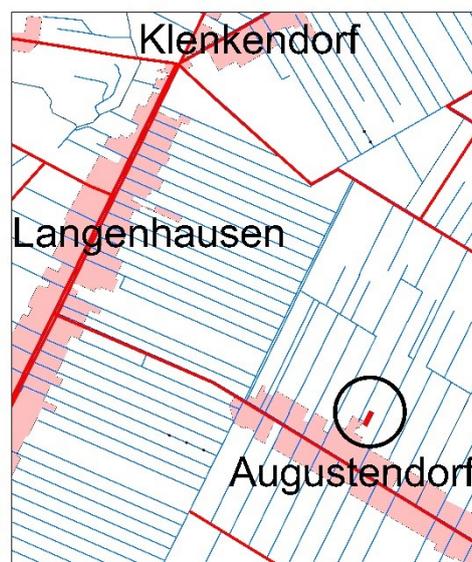
### Installation: (siehe Abbildung 2)

Ansaat von sechs Gräsermischungen mit Hafer als Deckfrucht im April 2017 nach Auflockerung und Saatbettbereitung mit Grubber und z.B. Kreiselegge nach Maisanbau. Aussaat von Hafer (2-3cm) und Gras (flach) am selben Tag in zwei Arbeitsgängen

Evtl. Installation einer Grundwassermessstelle im Frühjahr 2017

## Skizze und Karten:

### Übersicht:



D - 09  
Großparzellenversuch  
Gräsermischungen

Modellprojekt Gnarrenburger Moor  
Landwirtschaftskammer Niedersachsen  
Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie  
ERTS 1989 UTM Zone 32  
0 0,15 0,3 0,6 Kilometers

Abbildung 9.1: Lage der Versuchsfläche im Projektgebiet.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

### Versuchsaufbau:

Gesamtgröße: 0,432 ha

6 Parzellen mit je ca. 40m \* 18m = 720 m<sup>2</sup>

Grünland						
Intensiv I	Intensiv II	Intensiv III	Extensiv I	Extensiv II	Extensiv III	Neuansaat außerhalb des Versuches
Weg						

Abbildung 9.2: Anordnung der Parzellen mit Gräsermischungen

Tabelle 9.3: Zusammensetzung der Gräsermischungen.

Varianten	Varianten mit Gewichtsanteilen					
	1	2	3	4	5	6
Mischungsbezeichnung	Intensiv I*	Intensiv II**	Intensiv III	Extensiv I	Extensiv II	Extensiv III
Rohrschwengel	30	30		50		
Wiesenschwengel			20		20	43
Knaulgras	15	15		40		
D. Weidelgras früh			13		5	
D. Weidelgras mittel	15	15	20	10	5	
D. Weidelgras spät	15	15	20		6	
Wiesenlieschgras	15	15	17		24	17
Wiesenschweidel	10	10				
Wiesenrispe			10		20	16
Rotschwengel					20	
Wiesenfuchsschwanz						7
Weißes Straußgras						3
Weißklee						7
Schwedenklee						7
<b>Summe</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

\* diploid \*\* tetraploid

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

<b>Bewirtschaftung:</b>
<i>Betriebsübliche Nutzung als Wiese mit ca. 4 Schnitten. Mineralische und organische Düngung.</i>
<b>Datenerhebung:</b>
<i>Einmalig:</i>
<u>Hydrologie:</u> Bestimmung der Wasserleitfähigkeit des Weiß- und Schwarztorfes mit Hilfe der Bohrlochmethode (mind. je 3 Wiederholungen)
<u>Bodenkunde:</u> Bodenkundliche Profilaufnahme zur allgemeinen Beschreibung (Horizonte und Torfeigenschaften) sowie zur Aufnahme wichtiger bodenchemischer (Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt, pH-Werte, elektrische Leitfähigkeit) und bodenphysikalischer Kenngrößen (Lagerungsdichte [Substanzvolumen], hydraulische Leitfähigkeit [Labor], Retentionskurven)
<u>Pflanzenverfügbare Nährstoffe:</u> Zu Versuchsbeginn erfolgt die Bestimmung der pflanzenverfügbaren Nährstoffe (Phosphor, Kalium, Magnesium) in den Tiefen 0-5 cm sowie 5-10 cm.
<i>Regelmäßig:</i>
<u>Hydrologie:</u> Eventuell Messung der Grundwasserstände im Abstand von 60 Minuten mittels automatischen Datenloggern in ausgewählten Messstellen, in allen weiteren Grundwassermessstellen werden die Grundwasserstände manuell im Abstand von 14 Tage erfasst
<u>Befahrbarkeit:</u> Erfassen der Eindringwiderstände (jeweils 10 Wiederholungen) auf den Untersuchungsflächen zu den wesentlichen Schnitt-, Dünge- und Pfliegerterminen.
<u>Vegetationsentwicklung:</u> Futteranalyse (NIRS) und Erträge (TM; FM) zu jedem Schnitt und Bonituren (Mängel nach Winter; Ertragsanteile und Verunkrautung zum 1. Schnitt; Narbendichte nach dem 1. Schnitt; Verunkrautung zu Vegetationsende, Narbendichte und Mängel vor dem Winter) jeweils auf den Anstau- sowie der Kontrollfläche.
<u>Bewirtschaftung:</u> Führen einer Schlagkartei durch den Landwirt

### **C.10 Demonstrationsversuch D-10**

<b>Demonstrationsversuch 10:</b>
<b><i>Großparzellenversuch zur Neuansaat ausgewählter Gräsermischungen auf einer Referenzfläche ohne Wasserstandsanhebung</i></b>
<b>Versuchsziel:</b>

# Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Beobachtung des Konkurrenzverhaltens, der Erträge, der Futterqualitäten und Reifeentwicklungen, der Narbenfestigkeit und der Ausdauer von neu angesäten Gräsermischungen auf konventionell gedrähten Flächen als Vergleich zu Neuansäen auf Versuchsflächen mit Wasserregulierung (D-06 und D-07).

## Generelle Information:

*Laufzeit:*

Mai 2018 bis Juni 2021

*Bewirtschaftung:*

Nutzung als Wiese mit 3-4 Schnitten, betriebsübliche Düngung

*Installation: (siehe Abbildung 10.2)*

Ansaat von sechs Gräsermischungen im Mai 2018.

## Skizze und Karten:

*Übersicht:*

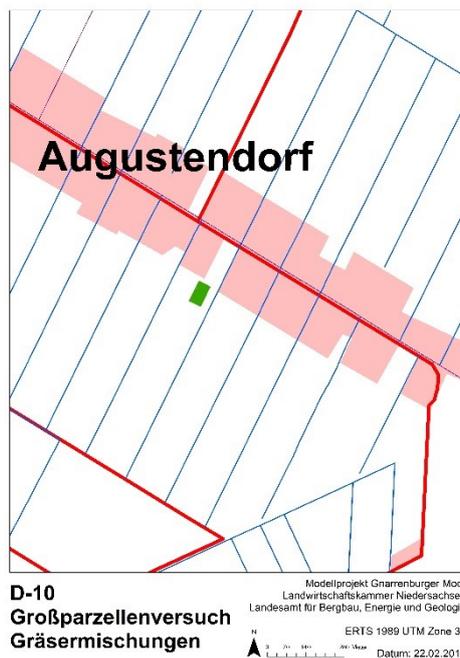


Abbildung 10.1: Lage der Versuchsfläche im Projektgebiet.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

### Versuchsaufbau:

Gesamtgröße: 0,252 ha

6 Parzellen mit je ca. 28m \* 15m = 420 m<sup>2</sup>

Blühstreifen						
Intensiv I	Intensiv II	Intensiv III	Extensiv I	Extensiv II	Extensiv III	Rand
Weg						

Abbildung 10.2: Anordnung der Parzellen mit Gräsermischungen.

Tabelle 10.3: Zusammensetzung der Gräsermischungen.

Varianten	Varianten mit Gewichtsanteilen					
	1	2	3	4	5	6
<b>Mischungsbezeichnung</b>	<b>Intensiv I*</b>	<b>Intensiv II**</b>	<b>Intensiv III</b>	<b>Extensiv I</b>	<b>Extensiv II</b>	<b>Extensiv III</b>
Rohrschwingel	30	30		50		
Wiesenschwingel			20		20	43
Knautgras	15	15		40		
D. Weidelgras früh			13		5	
D. Weidelgras mittel	15	15	20	10	5	
D. Weidelgras spät	15	15	20		6	
Wiesenschnitzgras	15	15	17		24	17
Wiesenschweidel	10	10				
Wiesenrispe			10		20	16
Rotschwingel					20	
Wiesenfuchsschwanz						7
Weißes Straußgras						3
Weißklee						7
Schwedenklee						7
<b>Summe</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

\* diploid \*\* tetraploid

### Bewirtschaftung:

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Betriebsübliche Nutzung als Wiese mit ca. 4 Schnitten. Mineralische und organische Düngung.
<b>Datenerhebung:</b>
<i>Einmalig:</i> <u>Pflanzenverfügbare Nährstoffe:</u> Zu Versuchsbeginn erfolgt die Bestimmung der pflanzenverfügbaren Nährstoffe (Phosphor, Kalium, Magnesium) in den Tiefen 0-5 cm sowie 5-10 cm.
<i>Regelmäßig:</i> <u>Hydrologie:</u> eventuell Messung der Grundwasserstände im Abstand von 60 Minuten mittels automatischen Datenloggern in ausgewählten Messstellen, in allen weiteren Grundwassermessstellen werden die Grundwasserstände manuell im Abstand von 14 Tage erfasst  <u>Vegetationsentwicklung:</u> Futteranalyse (NIRS) und Erträge (TM; FM) zu jedem Schnitt und Bonituren (Mängel nach Winter; Ertragsanteile und Verunkrautung zum 1. Schnitt; Narbendichte nach dem 1. Schnitt; Verunkrautung zu Vegetationsende, Narbendichte und Mängel vor dem Winter) jeweils auf den Anstau- sowie der Kontrollfläche.  <u>Bewirtschaftung:</u> Führen einer Schlagkartei durch den Landwirt

### C.11 Demonstrationsversuch D-11

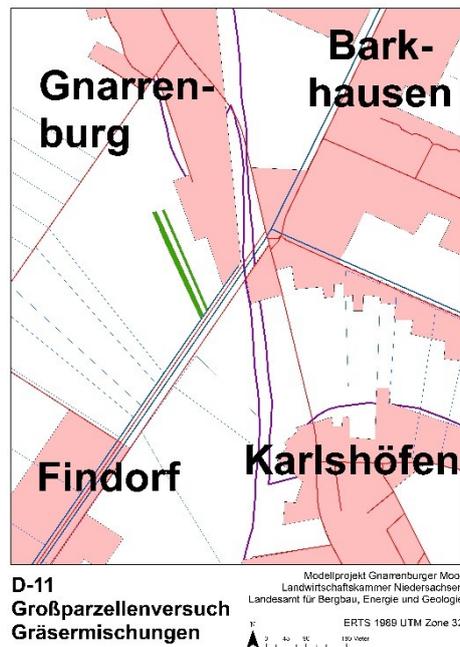
<b>Demonstrationsversuch 11:</b> <b><i>Großparzellenversuch zur Neuansaat ausgewählter Gräsermischungen auf einer Referenzfläche mit Gruppen ohne Wasserstandsanhebung</i></b>
<b>Versuchsziel:</b> Beobachtung des Konkurrenzverhaltens, der Erträge, der Futterqualitäten und Reifeentwicklungen, der Narbenfestigkeit und der Ausdauer von neu angesäten Gräsermischungen auf einer über Gruppen entwässerten Fläche als Vergleich zu Neuansaaten auf Versuchsflächen mit Wasserregulierung (D-06 und D-07).
<b>Generelle Information:</b>
<i>Laufzeit:</i> bis Dezember 2020
<i>Bewirtschaftung:</i> Nutzung als Wiese 1-3 Schnitten, betriebsübliche Düngung

*Installation: (siehe Abbildung 11.2)*

Ansaat von drei Gräsermischungen nach pflugloser Erneuerung nach Zerstörung der Krume und Einebnung der Fläche

**Skizze und Karten:**

*Übersicht:*



*Abbildung 11.1: Lage der Versuchsfläche im Projektgebiet.*

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

### Versuchsaufbau:

Gesamtgröße: 0,454 ha

6 Parzellen mit je ca. 126m \* 6m = 756 m<sup>2</sup>

Graben	Weg
Ansaat von Landwirt	
Grüppe	
Ansaat von Landwirt	
Extensiv III	
Grüppe	
Ansaat von Landwirt	
Extensiv II	
Extensiv I	
Grüppe	

Abbildung 11.2: Anordnung der Parzellen mit Gräsermischungen.

Tabelle 11.3: Zusammensetzung der Gräsermischungen.

	Varianten mit Gewichtsanteilen		
	4	5	6
Varianten	Extensiv I	Extensiv II	Extensiv III
Mischungsbezeichnung			
Rohrschwingel	50		
Wiesenschwingel		20	43
Knautgras	40		
D. Weidelgras früh		5	
D. Weidelgras mittel	10	5	
D. Weidelgras spät		6	
Wiesenlieschgras		24	17
Wiesenschweidel			
Wiesenrispe		20	16

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

	Rotschwingel		20	
	Wiesenfuchsschwanz			7
	Weißes Straußgras			3
	Weißklee			7
	Schwedenklee			7
	<b>Summe</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

\* diploid \*\* tetraploid

### **Bewirtschaftung:**

*Betriebsübliche Nutzung als Wiese mit ca. 1-3 Schnitten. Mineralische und organische Düngung.*

### **Datenerhebung:**

*Einmalig:*

Hydrologie: Bestimmung der Wasserleitfähigkeit des Weiß- und Schwarztorfes mit Hilfe der Bohrlochmethode (mind. je 3 Wiederholungen)

Bodenkunde: Bodenkundliche Profilaufnahme zur allgemeinen Beschreibung (Horizonte und Torfeigenschaften) sowie bei Bedarf Aufnahme wichtiger bodenchemischer (Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt, pH-Werte, elektrische Leitfähigkeit) und bodenphysikalischer Kenngrößen (Lagerungsdichte [Substanzvolumen], hydraulische Leitfähigkeit [Labor], Retentionskurven)

Pflanzenverfügbare Nährstoffe: Zu Versuchsbeginn erfolgt die Bestimmung der pflanzenverfügbaren Nährstoffe (Phosphor, Kalium, Magnesium) in den Tiefen 0-5 cm sowie 5-10 cm.

*Regelmäßig:*

Hydrologie: eventuell Messung der Grundwasserstände im Abstand von 60 Minuten mittels automatischen Datenloggern in ausgewählten Messstellen, in allen weiteren Grundwassermessstellen werden die Grundwasserstände manuell im Abstand von 14 Tage erfasst

Befahrbarkeit: Erfassen der Eindringwiderstände (jeweils 10 Wiederholungen) auf den Untersuchungsflächen zu den wesentlichen Schnitt-, Dünge- und Pflegeterminen.

Vegetationsentwicklung: Futteranalyse (NIRS) und Erträge (TM; FM) zu jedem Schnitt und Bonituren (Mängel nach Winter; Ertragsanteile und Verunkrautung zum 1. Schnitt; Narbendichte nach dem 1. Schnitt; Verunkrautung zu Vegetationsende, Narbendichte und Mängel vor dem Winter) jeweils auf den Anstau- sowie der Kontrollfläche.

Bewirtschaftung: Führen einer Schlagkartei durch den Landwirt

### **C.12 Demonstrationsversuch D-12**

#### **Demonstrationsversuch 12:**

***Grabenunabhängige Unterflurbewässerung auf Hochmoorgrünland mit hoher Intensität der Nutzung und Messung der Treibhausgasemissionen***

#### **Versuchsziel:**

Verbesserung der Klimabilanz von intensiv genutztem Hochmoorgrünland (siehe Abbildung 12.1) durch Anheben des sommerlichen Grundwasserstandes unter Beibehaltung einer angepassten Wirtschaftsweise (4-5 Schnitte). Angeschlossen an die wasserbaulichen Maßnahmen erfolgt die Messung von Treibhausgasemissionen zur Bewertung der Unterflurbewässerung im Hinblick auf das Klimaschutzpotenzial.

#### **Generelle Information:**

##### *Laufzeit:*

Herbst 2018 bis Juni 2021

##### *Bewirtschaftung:*

Nutzung als Wiese mit 4-5 Schnitten, betriebsübliche Düngung

##### *Installation:*

Installation zweier Kontrollschächte in die Mitte der Versuchsfläche

Installation von Drainagerohren im Abstand von 4 m, ca. 70 cm unterhalb der Geländeoberkante in drei Dränfeldern unter Berücksichtigung der Geländeunebenheiten

Neuansaat der Grasnarbe nach abgeschlossener Installation der Drainagerohre, voraussichtlich im Frühjahr 2019

Messung der Stoffflüsse Boden-Atmosphäre sowie Boden-Hydrosphäre zu Erstellung einer Kohlenstoff- und Stickstoffbilanz für die Versuchsfläche

Einrichtung eines Brunnens zur Förderung von Grundwasser und Einleitung in ein Schachtsystem zur Wassersteuerung

Einbau eines Venturi-Gerinnes zur Abflussmessung

Installation von Grundwassermessstellen mit automatischen Loggern, Dränwasserentnahmerohren und Saugplatten

Installation von Bodenrahmen und Stegen zur Messung der N<sub>2</sub>O- und CH<sub>4</sub>-Emissionen

Installation eines Messturmes mit Eddy-Kovarianz-Technik zur kontinuierlichen Messung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Nach Installation des Messturmes soll eine Grünlanderneuerung erfolgen, um die Flurschäden nach Installation der Drainage zu beseitigen und das Mikrorelief innerhalb der einzelnen Dränfelder möglichst zu bereinigen. Die Bodenbewegung soll auf 20% der Fläche beschränkt werden.

1. Zerkleinern der Altnarbe (Zinkenrotor) 5-10 cm tief
2. Pistenraupeneinsatz mit Planierschild 10 cm tief
3. Drillsaat mit Haferdeckfrucht 60 k/ha, Striegelbreitsaat Dauergünland 40 kg/ha (Mai)
4. erste Grünfütterernte als GPS im Juni, zum Rispenschieben des Hafer

### Skizze und Karten:

Übersicht:

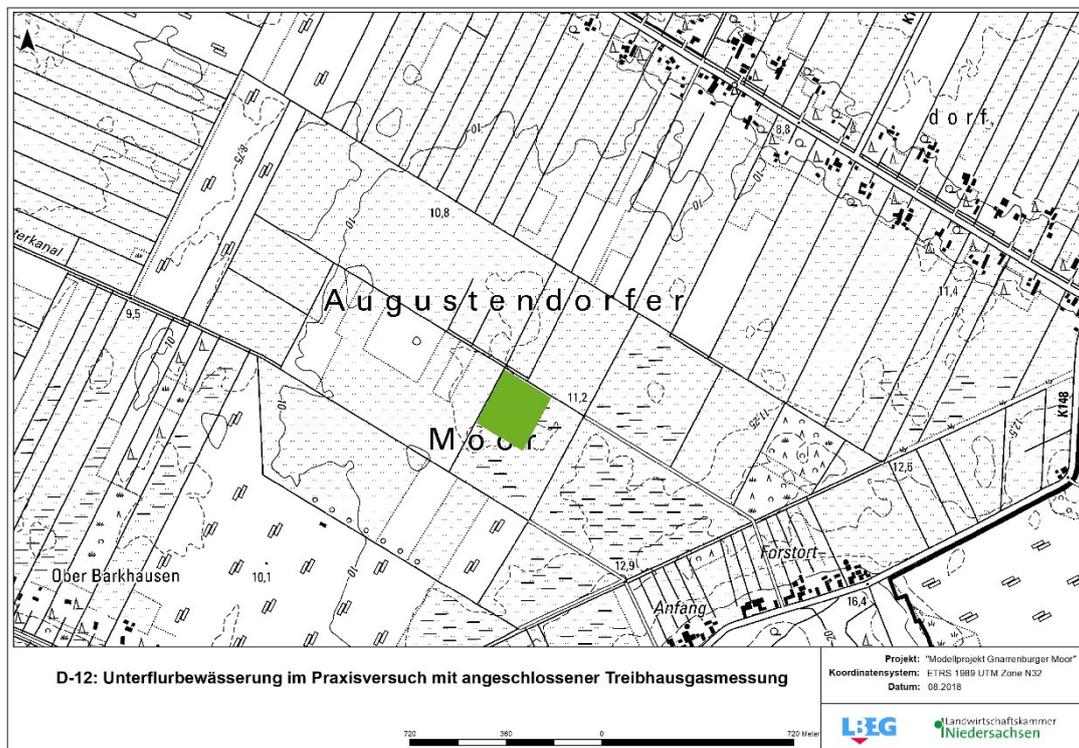


Abbildung 12.1: Lage der Versuchsfläche im Gnarrenburger Moor.

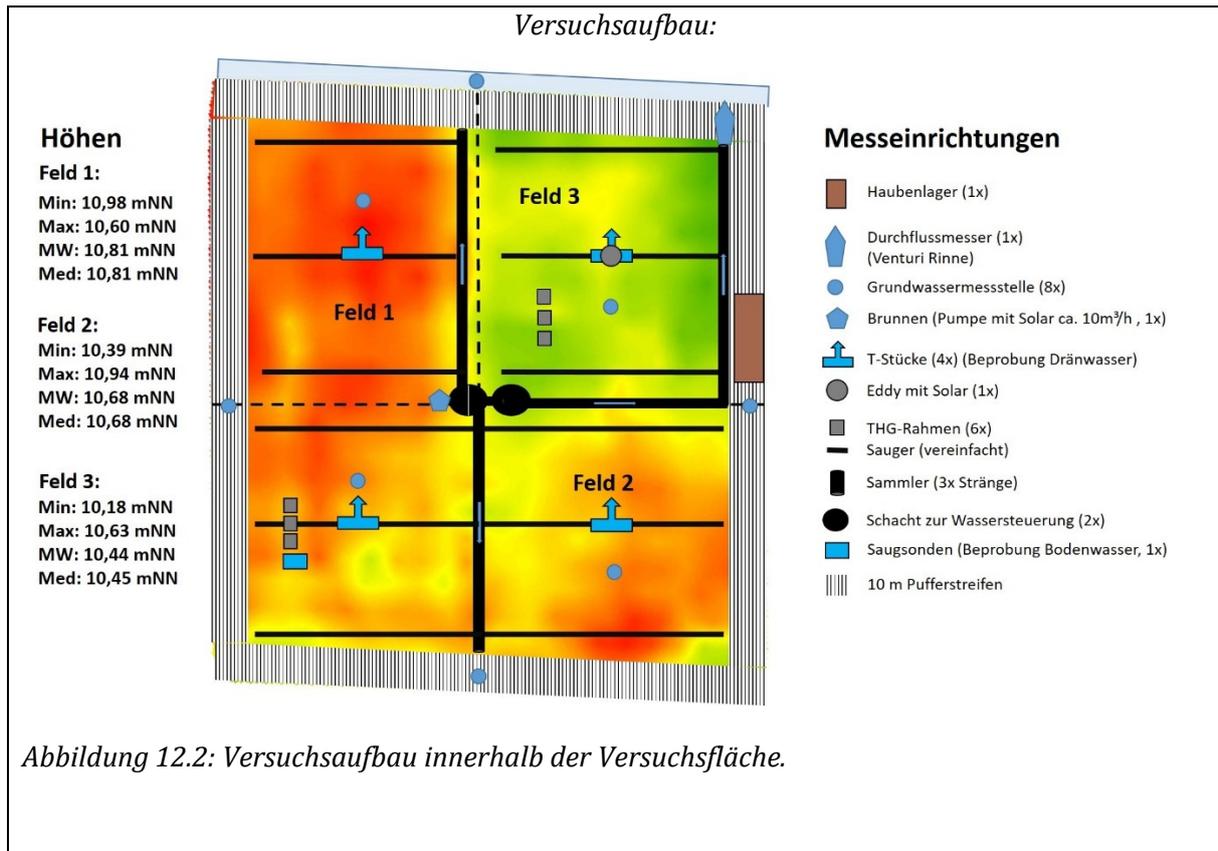


Abbildung 12.2: Versuchsaufbau innerhalb der Versuchsfläche.

**Management Wasserhaushalt:**

*Wehrsteuerung:*

Die Wasserstände für Schacht 1 liegen im Sommer bei 0,2 bis 0,4 m unter mittlerer GOK und im Winter bei 0,35 bis 0,8 unter mittlerer GOK. Die Wasserstände werden nach Bedarf gesteuert. Zu hoch angestautes Wasser infiltriert in Fläche 3 und erzeugt dort Überstau.

Die Wasserstände für Schacht 2 liegen im Sommer bei 0,15 und 0,25 m unter mittlerer GOK und im Winter bei 0,4 bis 0,6 m unter mittlerer GOK. Die Wasserstände werden nach Bedarf gesteuert.

Die Wasserstände am Auslass liegen im Sommer bei 0,2 bis 0,4 m unter mittlerer GOK und im Winter bei 0,4 bis 0,75 m unter mittlerer GOK. Die Wasserstände werden nach Bedarf gesteuert.

*Zusatzwasser:*

Der Bau des Brunnens erfolgt zentral auf der Fläche nahe den Kontrollschächten zur Wassersteuerung. Die Planung des Brunnens ist gegenwärtig noch in der Bearbeitung!

Fremdwasserzufuhr ist notwendig, da sommerliche Verdunstungsverluste nicht über die sommerlichen Niederschläge kompensiert werden können. Um eine konstante Wasserführung in

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

der Fläche zu ermöglichen, ist daher eine Zufuhr von Grundwasser in die Verteilschächte auf den Flächen notwendig.

**Fördermengenabschätzung:**

Die Fläche beträgt ca. 5 ha. Bei einem angenommenen mittleren Wasserbedarf von  $1500 \text{ m}^3$  pro ha, ergibt sich für die Fläche ein Bedarf von  $7.500 \text{ m}^3$ . Dies beträgt im Mittel pro Tag ca.  $21 \text{ m}^3$ , bei ausschließlicher Berücksichtigung der Tage von Mai bis September ca.  $41 \text{ m}^3$  pro Tag. Maximal kann eine Wassermenge von  $240 \text{ m}^3$  pro Tag zugeführt werden (limitiert durch die Solarpumpe mit  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ ). Ist dies über einen längeren trockenen Sommer notwendig, kann sich die zugeführte Menge Grundwasser auf bis zu  $45.000 \text{ m}^3$  erhöhen.

### **Datenerhebung:**

*Einmalig:*

Hydrologie: Bestimmung der Wasserleitfähigkeit der Torfe mit Hilfe der Bohrlochmethode (mind. 3 Wiederholungen)

Bodenkunde: Bodenkundliche Profilaufnahme zur allgemeinen Beschreibung (Horizonte und Torfeigenschaften) sowie zur Aufnahme wichtiger bodenchemischer (Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt, pH-Werte, elektrische Leitfähigkeit) und bodenphysikalischer Kenngrößen (Lagerungsdichte [Substanzvolumen], hydraulische Leitfähigkeit [Labor])

Pflanzenverfügbare Nährstoffe: Zu Versuchsbeginn erfolgt die Bestimmung der pflanzenverfügbaren Nährstoffe (Phosphor, Kalium, Magnesium) in den Tiefen 0-5 cm sowie 5-10 cm.

*Regelmäßig:*

Hydrologie: Stündliche Messung der Grundwasserstände mittels automatischen Datenloggern in ausgewählten Messstellen, in allen weiteren Grundwassermessstellen werden die Grundwasserstände im Abstand von 14 Tagen erfasst, kontinuierliche Ermittlung des Grabenabflusses mit Hilfe eines Venturi-Gerünes, permanente Erfassung der Fördermenge sowie des Stromverbrauches des Brunnens.

Hydrochemie: 14-tägige Messung der Konzentrationen an gelösten organischen Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen im Drän- und Bodenwasser

Befahrbarkeit: Monatliches Erfassen der Eindringwiderstände je Dränfeld (jeweils 10 Wiederholungen)

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Vegetationsentwicklung: Futteranalyse (NIRS) und Erträge (TM; FM) 14- tägig vor dem ersten Schnitt und einmalig zu den weiteren Schnitten sowie Bonituren (Mängel nach Winter; Ertragsanteil und Verunkrautung zum 1. Schnitt; Narbendichte nach dem 1. Schnitt; Verunkrautung zu Vegetationsende, Narbendichte und Mängel vor dem Winter)

Bewirtschaftung: Führen einer Schlagkartei durch den Landwirt

Treibhausgasmessungen: Kontinuierliche Messungen der Kohlenstoffdioxidflusse mit Hilfe der Eddy-Kovarianz-Methode sowie Messung der Lachgas- und Methanflusse alle 14 Tage mit Hilfe der geschlossenen Kammer-Methode

### **C.13 Demonstrationsversuch D-13**

#### **Demonstrationsversuch 13:**

#### ***Grabenanstau auf Niedermoorgrunland bei mittlerer Nutzungsintensität***

#### **Versuchsziel:**

Verbesserung der Klimabilanz auf Niedermoorgrunland bei mittlerer Intensität (siehe Abbildung 13.1) unter Beibehaltung einer angepassten Wirtschaftsweise (2-3 Schnitte), durch Rückhaltung des winterlichen Wasserüberschusses und ganzjährigen Grundwasserzustroms mit Hilfe von steuerbaren Wehren. Angeschlossenen an die wasserbaulichen Maßnahmen erfolgt die Beobachtung der Bestandsentwicklung, der Reife, des Ertrages und der Tragfähigkeit der Grasnarbe.

#### **Generelle Information:**

#### *Laufzeit:*

Herbst 2020 bis Dezember 2022

#### *Bewirtschaftung:*

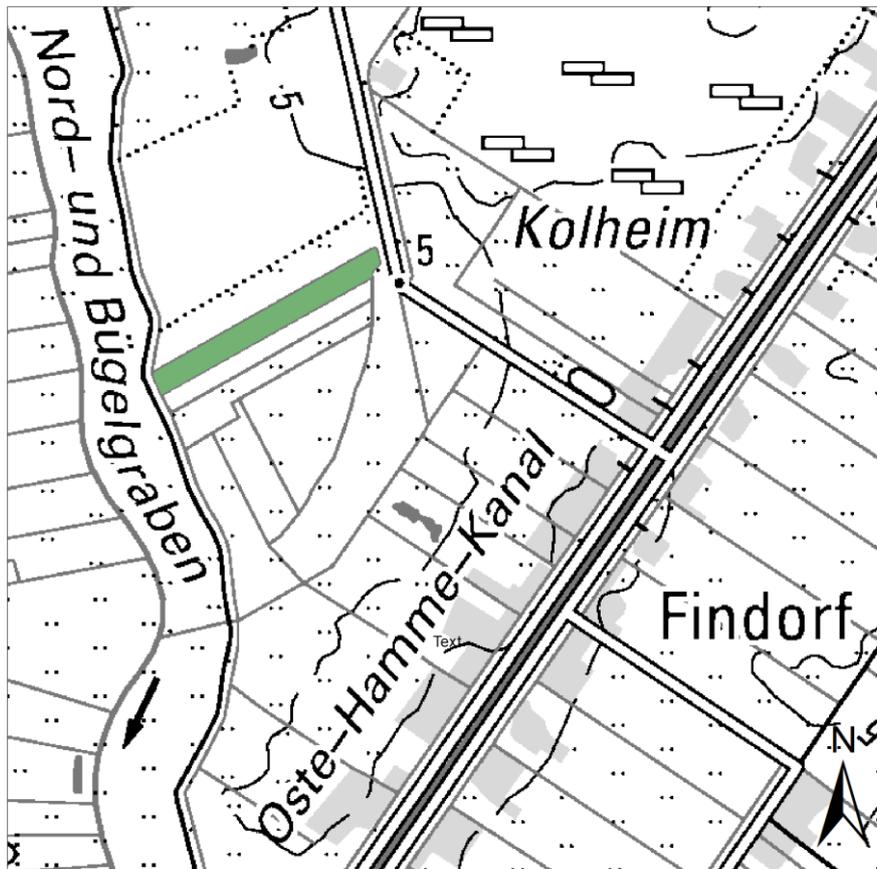
Nutzung als Wiese mit 2-3 Schnitten, betriebsübliche Düngung mit Gülle, gelegentlich mit Stallmist

#### *Installation (siehe Abbildung13. 2):*

Installation von 6 Stauen (Dämmen mit Knierohr zur Wasserstandregelung), sowie Installation von 6 Grabenpegeln, 4 Moorwassermessstellen und 4 Grundwassermessstellen im Herbst 2020. Die Positionen der Stau im Nordgraben und Südgraben sind so gewählt, dass die Reliefunterschiede (90% Konfidenzintervall) innerhalb jeder der drei Anstauerebenen nicht mehr als 30 cm betragen.

**Skizze und Karten:**

Übersicht:



Maßnahme:  
Grabenanstau (intensiv)  
B. Grabau

Abbildung 13.1: Lage der Versuchsfläche im Gnarrenburger Moor.

Versuchsaufbau:

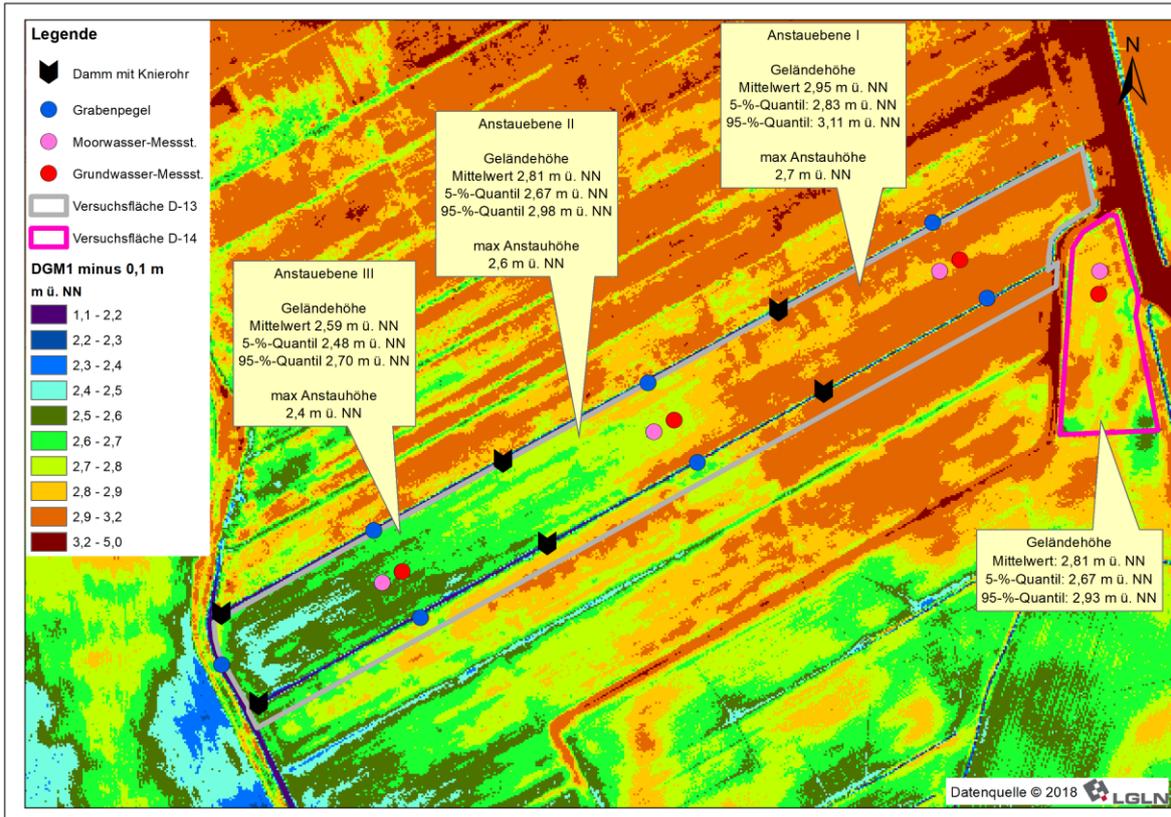
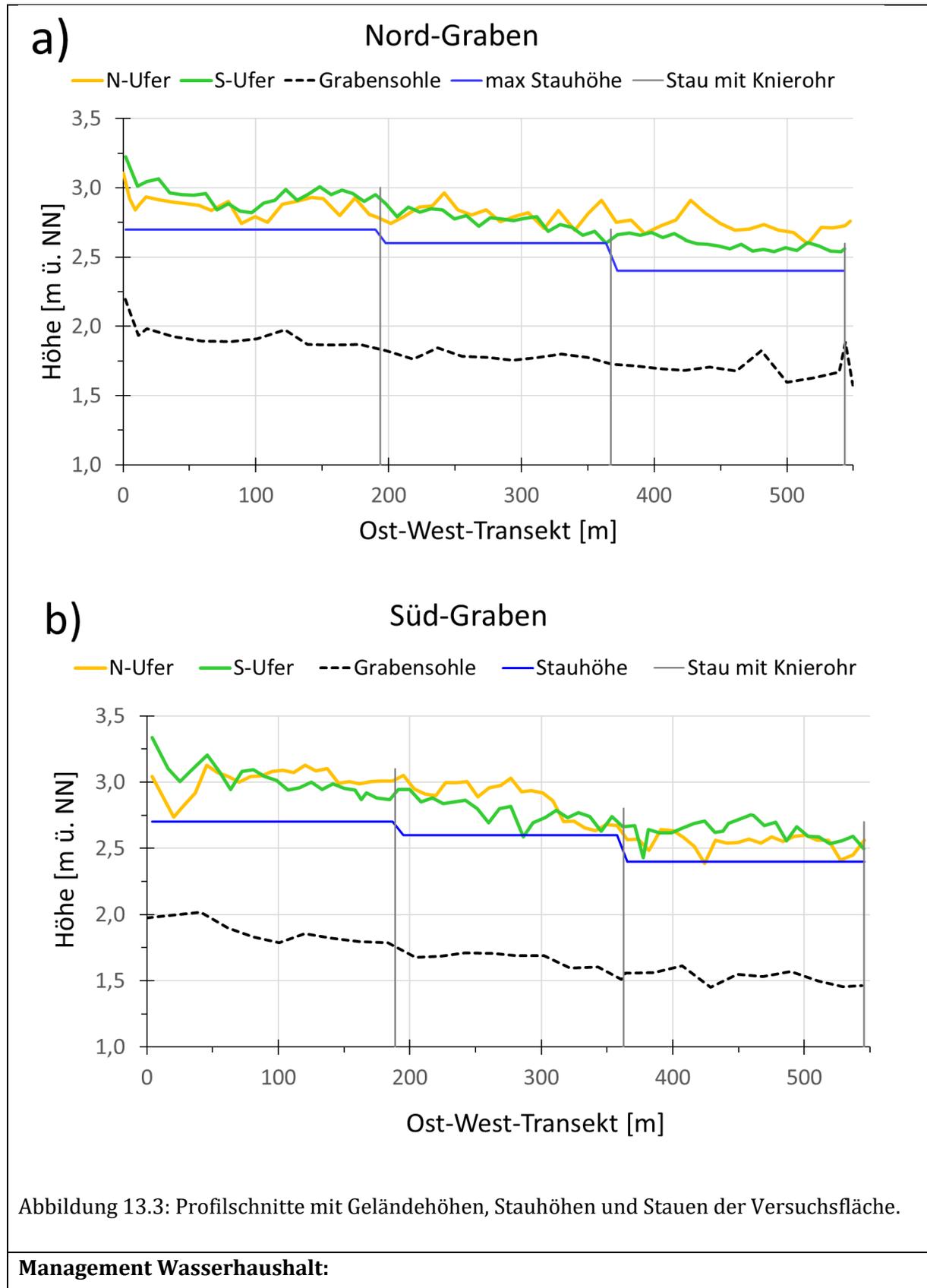


Abbildung 13.2: Versuchsaufbau innerhalb der Versuchsfläche.

Profilschnitt:



*Wehrsteuerung:*

Der Anstau erfolgt mit Erddämmen durch die ein KG-Rohr (DN 300) mit 2-3% Gefälle und auf der Anstauseite aufgesetztem Knierohr verläuft, so dass die Anstauhöhe durch Einstellen der Überlaufhöhe zwischen 20 cm und 80 cm unter Geländeoberkante verändert werden kann. Die Höhe der Dammkrone wird etwa 0,05 m niedriger sein, als die Grabenböschung, sodass im Falle einer Verstopfung des Rohrdurchgangs das Wasser über den Damm abfließen kann. Zielwasserstand im Graben beträgt 20 cm unter der mittleren Geländeoberkante der jeweiligen Anstauenebene (Abbildungen 13.2 und 13.3). Bei Bedarf kann der Grabenwasserstand auch bis zu 80 cm unter Geländeoberkante abgesenkt werden.

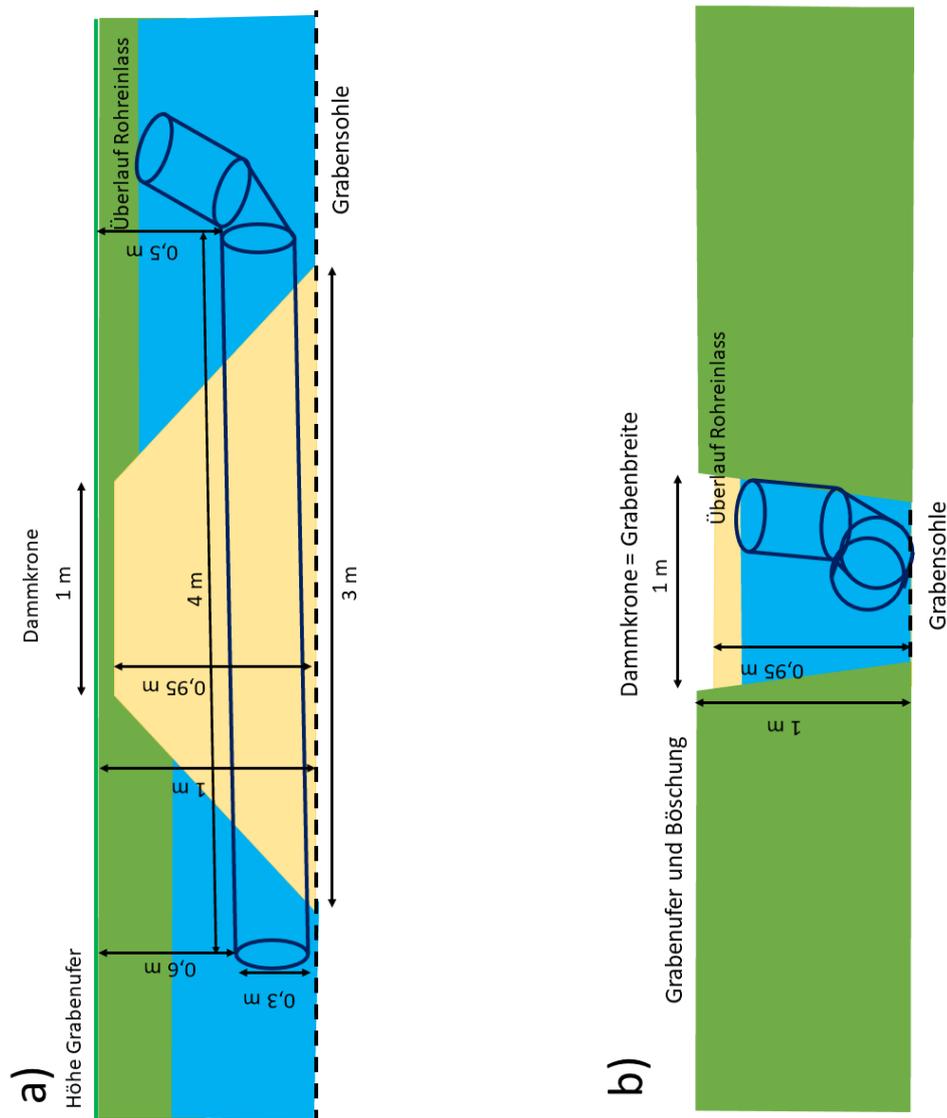


Abbildung 13.4: Damm mit Knierohr im a) im Querschnitt (längs zur Grabenfließrichtung) und b) Draufsicht im Grabenprofil.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

*Zusatzwasser:* nicht benötigt

### **Datenerhebung:**

*Einmalig:*

Hydrologie: Bestimmung der Wasserleitfähigkeit des Torfes mit Hilfe der Bohrlochmethode (mind. je 3 Wiederholungen)

Bodenkunde: Bodenkundliche Profilaufnahme zur allgemeinen Beschreibung (Horizonte und Torfeigenschaften) sowie zur Aufnahme wichtiger bodenchemischer (Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt, pH-Werte, elektrische Leitfähigkeit) und bodenphysikalischer Kenngrößen (Lagerungsdichte [Substanzvolumen], hydraulische Leitfähigkeit, Korngrößenanalyse des Sandes unterhalb des Torfhorizonts [Labor], Retentionskurven)

Pflanzenverfügbare Nährstoffe: Zu Versuchsbeginn erfolgt die Bestimmung der pflanzenverfügbaren Nährstoffe (Phosphor, Kalium, Magnesium) in den Tiefen 0-5 cm sowie 5-10 cm.

*Regelmäßig:*

Hydrologie: Messung der Grundwasserstände im Abstand von 60 Minuten mittels automatischen Datenloggern in ausgewählten Messstellen, Ermittlung des Grabenabflusses zu ausgewählten Terminen

Befahrbarkeit: Monatliches Erfassen der Eindringwiderstände (jeweils 10 Wiederholungen) auf den Untersuchungsflächen (siehe Abbildung 13.2).

Vegetationsentwicklung: Erträge (TM; FM) zu jedem Schnitt, zusätzlich Futteranalyse (NIRS) zum ersten Schnitt, Bonituren (Mängel nach Winter; Ertragsanteile und Verunkrautung zum 1. Schnitt; Narbendichte nach dem 1. Schnitt; Verunkrautung zu Vegetationsende, Narbendichte und Mängel vor dem Winter).

Bewirtschaftung: Führen einer Schlagkartei durch den Landwirt

Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

**A.14 Zusammengefasste Ergebnisse**

Tabelle 14.1: Pegel Gnarrenburger Moor

Pegel	Northing	Easting	PO m_NN	GOK m_NN	Dateibeginn	Ende	Start
D-01_519121	5917468,366	32505933,96	10,03	9,54	03.11.2017 17:00		03.11.2017 13:00
D-02_519081	5912700,459	32503996,7	11,94	11,37	03.11.2017 18:00		03.11.2017 13:00
D03_D1_504049	5913608,425	32502182,97	7,51	7,73	12.06.2018 12:00		20.06.2017 17:00
D04_AG_503221	5917589,226	32506121,65	9,28		20.06.2017 17:00		20.06.2017 17:00
D-04_AO_504302	5917604,945	32506146,52	9,34	9,20	05.05.2017 14:00		05.05.2017 11:00
D-04_AW_504358	5917577,836	32506096,82	9,59	9,34	05.05.2017 14:00		05.05.2017 11:00
D04_KG_503917	5917699,227	32506057,7	8,83		20.06.2017 17:00		20.06.2017 17:00
D-04_KO_504056	5917718,33	32506082,58	9,64	8,68	05.05.2017 13:00		05.05.2017 11:00
D-04_KW_504034	5917692,072	32506031,49	9,19	8,82	05.05.2017 13:00		05.05.2017 11:00
D-05_KG_503842	5917970,988	32504477,95	9,24	9,63	07.02.2018 18:00		05.05.2017 11:00
D-05_KN_503217	5917954,365	32504460,16	10,14	9,63	07.02.2018 18:00		05.05.2017 11:00
D-05_trans_1_519471	5917863,872	32504526,28	10,53	9,57	29.05.2018 14:00		29.05.2018 14:00
D-05_trans_2_519103	5917850,164	32504499,73	10,80	9,79	07.02.2018 18:00		07.02.2018 18:00
D-05_UF_519406	5917858,229	32504515,25	10,71	9,72	07.02.2018 18:00		07.02.2018 18:00
D-05_UG_504298	5917869,721	32504537,65	9,73	9,72	05.05.2017 15:00	24.10.2018 13:00	05.05.2017 11:00
D-06_KS_503227	5915407,579	32503317,92	7,48	7,69	05.05.2017 17:00		05.05.2017 11:00
D-06_KG_503212	5915431,229	32503328,47	7,66	8,82	05.05.2017 17:00		05.05.2017 11:00
D06_AE2G_503226	5915481,207	32503215,3	7,89		20.12.2018 15:00		05.05.2017 11:00
D-06_AE2S_503683	5915457,333	32503204,63	7,54	7,75	05.05.2017 16:00		05.05.2017 11:00
D-06_AE1G_503690	5915543,379	32503074,46	7,99		05.05.2017 16:00		05.05.2017 11:00
D-06_AE1S_504322	5915520,089	32503064,36	7,95	8,11	05.05.2017 16:00		05.05.2017 11:00
D06_E2N_519458	5915504,098	32503225,8	7,37	7,69	28.06.2017 14:00		28.06.2017 14:00
D06_KN_519404	5915454,481	32503337,79	7,45	7,67	28.06.2017 14:00		28.06.2017 14:00
D06_E1N_518760	5915566,147	32503085,76	7,62	7,91	28.06.2017 14:00		28.06.2017 14:00
D-07_AF_519410	5919499,395	32504325,03	8,57	8,00	03.11.2017 13:00		03.11.2017 13:00
D07_GA_504325	5919486,842	32504302,31	7,97		28.06.2017 14:00	24.10.2018 11:00	28.06.2017 14:00

Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

<b>Pegel</b>	<b>Northing</b>	<b>Easting</b>	<b>PO m_NN</b>	<b>GOK m_NN</b>	<b>Dateibeginn</b>	<b>Ende</b>	<b>Start</b>
D07_GK_503855	5919597,334	32504246,94	8,07		28.06.2017 14:00		28.06.2017 14:00
D-07_KF_519119	5919608,832	32504270,12	8,24	7,64	03.11.2017 13:00		03.11.2017 13:00
D-07_KF_2_519417	5919607,137	32504271,14	8,36	7,68	05.06.2018 12:00		05.06.2018 11:00
D08_AF_519414	5919474,499	32504279,59	9,30	8,45	28.06.2017 14:00		28.06.2017 14:00
D08_KF_519419	5919586,708	32504223,1	8,89	8,32	28.06.2017 14:00		28.06.2017 14:00
D-09_519469	5915712,078	32504520,14	10,14	8,97	09.11.2017 12:00		09.11.2017 11:00
D-12_519077_2a	5913672,00	32504126,98	11,59	10,71	26.04.2019 22:00		26.04.2019 14:00
D-12_519079_1	5913765,53	32504177,73	11,96	10,87	26.04.2019 23:00		26.04.2019 14:00
D-12_519100_2b	5913618,18	32504214,99	11,30	10,74	26.04.2019 14:00		26.04.2019 14:00
D-12_519101_Trans_3	5913715,05	32504266,52	10,93	10,48	11.07.2019 16:00		11.07.2019 15:00
D-12_519113_3	5913715,79	32504267,14	10,94	10,43	26.04.2019 16:00		26.04.2019 14:00
D-12_519115_Trans_2b	5913617,34	32504214,34	11,30	10,76	11.07.2019 16:00		11.07.2019 15:00
D-12_519407_G1	5913782,491	32504265,13	10,70		26.04.2019 16:00		26.04.2019 15:00
D-12_519420_Trans_1	5913766,43	32504178,28	11,96	10,88	11.07.2019 20:00		11.07.2019 15:00
D12_519423_G_2	5913743,314	32504328,02	9,99		23.07.2019 14:00		23.07.2019 13:00
D-12_519424_Trans_2a	5913671,02	32504126,59	11,64	10,70	11.07.2019 15:00		
D-12_NW_1	5913743,82	32504105,89	10,46	10,80	28.11.2019 18:00		
D-12_NW_2	5913746,23	32504101,96	10,31	10,81	28.11.2019 18:00		
D-12_NW_3	5913747,31	32504099,96	10,31	10,86	28.11.2019 18:00		
D-12_SO_1	5913638,07	32504278,76	10,13	10,52	28.11.2019 18:00		
D-12_SO_2	5913637,35	32504280,17	10,09	10,48	28.11.2019 18:00		
D-12_SO_3	5913636,91	32504280,91	10,05	10,46	28.11.2019 18:00		
D-12_SW_1	5913576,34	32504117,23	9,87	10,54	28.11.2019 18:00		
D-12_SW_2	5913574,44	32504116,20	9,96	10,58	28.11.2019 18:00		
D13_E1_Torf_soli- tär_745763	5912035,251	32498745,98	2,89	2,95	11.11.2020 15:00		
D13_E1GW_676048	5912031,563	32498739,71	2,78	2,93	01.10.2020 17:00		
D13_E1Torf_740831	5912031,634	32498739,93	2,75	2,93	01.10.2020 17:00		
D13_E2_Torf_soli- tär_743251	5911929,516	32498555,18	2,61	2,72	29.10.2020 14:00		

Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

<b>Pegel</b>	<b>Northing</b>	<b>Easting</b>	<b>PO m_NN</b>	<b>GOK m_NN</b>	<b>Dateibeginn</b>	<b>Ende</b>	<b>Start</b>
D13_E2GW_746667	5911922,755	32498542,84	2,49	2,71	07.10.2020 13:00		
D13_E2Torf_746874	5911922,847	32498542,94	2,51	2,71	01.10.2020 18:00		
D13_E3_Torf_soli- tär_746818	5911865,136	32498437,18	2,56	2,63	11.11.2020 14:00		
D13_E3GW_746318	5911868,578	32498443,64	2,54	2,63	01.10.2020 18:00		
D13_E3Torf_746592	5911868,678	32498443,81	2,46	2,63	01.10.2020 18:00		
D13_G1N_675998	5912056,328	32498726,43	2,81	2,92	10.09.2020 13:00		
D13_G1S_745917	5912011,953	32498753,95	2,97	3,07	10.09.2020 13:00		
D13_G2N_675769	5911948,118	32498529,32	2,81	2,72	10.09.2020 13:00		
D13_G2S_746483	5911903,683	32498559,63	2,76	2,67	10.09.2020 13:00		
D13_G3N_676083	5911915,442	32498470,53	2,72	2,68	10.09.2020 13:00		
D13_G3S_746090	5911866,408	32498492,33	2,53	2,56	10.09.2020 13:00		
D13_GWest_746385	5911816,993	32498349,57	2,57		07.10.2020 15:00		
D13_K1GW_746448	5911788,643	32498531,22	3,88	2,71	01.10.2020 18:00		
D13_K1Torf_743267	5911788,408	32498530,82	3,99	2,71	01.10.2020 18:00		
D14_Graben_746387	5912056,328	32498726,43	2,96		07.10.2020 15:00		
D-14_Torf_675896					04.12.2020 14:00		
D14_GW_676271					02.12.2020 14:00		
Mod_1_F_1_504300	5917515,26	32506264,4	10,40	9,31	05.05.2017 11:00		
Mod_1_F_2_504058	5917806,103	32505838,01	9,11	8,53	05.05.2017 11:00		
Mod_1_F_3_504052	5917973,599	32505573,23	9,39	8,84	08.06.2017 15:00		
Mod_1_F_4_503228	5918141,831	32505891,48	9,71	8,82	08.06.2017 15:00		
Mod_1_GP20_1_503210	5918016,591	32505270,02	7,54		08.06.2017 15:00		
Mod_1_GP20_2_504360	5918657,377	32506082,59	6,28		08.06.2017 15:00		
Mod_1_GP30_1_504053	5918395,654	32506340,09	7,69		08.06.2017 15:00		
Mod_1_GP30_2_504304	5917358,761	32506490,35	8,20		08.06.2017 15:00		
Mod_1_GP30_3_504345	5917266,358	32506491,93	8,32		08.06.2017 15:00		
Mod_1_Trans_1_503841	5917648,285	32506095,11	10,28	9,16	05.05.2017 11:00	15.11.2018 11:00	
Mod_1_Trans_1b_503841	5917592,703	32506127,44	9,30	8,97	15.11.2018 14:00		

Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

<b>Pegel</b>	<b>Northing</b>	<b>Easting</b>	<b>PO m_NN</b>	<b>GOK m_NN</b>	<b>Dateibeginn</b>	<b>Ende</b>	<b>Start</b>
Mod_1_Trans_2_504295	5917650,922	32506100,63	9,54	9,23	05.05.2017 11:00	15.11.2018	11:00
Mod_1_Trans_2b_504295	5917595,768	32506132,68	9,32	9,10	15.11.2018 14:00		
Mod_1_Trans_3_504288	5917664,681	32506128,72	9,67	9,36	05.05.2017 11:00		
D12-Baro	5913697,808	32504195,82			26.04.2019 13:00		
Steffens	5918305,06	32505657,18			05.05.2017 11:00		

Tabelle 14.3: Aufnahmeblatt der Kartierung D-04, (links); Bodenphysikalische Daten, D-04 (rechts); Pronum 41963.

**Aufnahmeblatt für die bodenkundliche Kartierung des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie**

TITELDATEN																																			
Nummer der Rahmenkarte TK25-Nr. D04.5		Büro/Institution		Projekt		Datum der Aufnahme		Aufnahmeinst.		Aufschlussart																									
2520		LBEG		Gnarrenburger Moor		26.06.2017 S. Frank/ S. Langner NK, P		GS		3508039																									
Profilkennzeichnung PRONUM = 41963		Lage		Höhe über NN		Rechtswert		Hochwert		Bemerkungen zu den Titeldaten																									
		T		9,60		5919621		9,60		Mit ergänzender Ortsbohrung ab Gubenshöhe (1,30m)																									
AUFNAHMESITUATION																																			
Witterung			Relief			Vegetation			Meliorationen			Abtrag- und Auftragserscheinungen			Bodenschätzung			Sonstiges																	
Witterungsverlauf			Wölbung			Hangneigung			Hangneigung			Hangneigung			Boden- bzw. Grundlandgrundzahl			Besondereheiten																	
SO			T			N0.2			N0.2			N0.2			33			33																	
HORIZONT - und SCHICHTBESCHREIBUNG																																			
Horizontgrenzen		Horizont		Bodenart/ Torfart		Festgest.		Zers. stufe		Herkunft		Stratigraphie		Geologie		Humus		Hydromorphie-merkmale		Carbonat		Feuchte		Durchwurzelung		Beimengungen, Beiläge		Gefügestufe		Verfestigung		Gänge/ Hohlräume		Sonstiges	
Tiefe		Form, Schärfe und Lage		Bodenart/ Torfart		Grobod./ Festgest.		Weitere Angab. zur Bodenart		Herkunft		Stratigraphie		Geologie		Humus		Hydromorphie-merkmale		Carbonat		Feuchte		Durchwurzelung		Beimengungen, Beiläge		Gefügestufe		Verfestigung		Gänge/ Hohlräume		Sonstiges	
8		Hv		Hh				5		qh		Hh		Hh		h7		c0		f3		f6		f6		kru									
18		Hv		Hh				5		qh		Hh		Hh		h7		c0		f4		f4		f4		kru						sub. beginnende Absonderung			
48		Hw		Hhsa				1		qh		Hh		Hh		h7		c0		f4		f4		f4								Ba,Be,Bih,Bim 337246,00			
80		Hw		Hhsa				2		qh		Hh		Hh		h7		c0		f5		f5		f5								Ba,Bih,Bim 337246,00			
130		Hr		Hhsu				2		qh		Hh		Hh		h7		c0		f5		f5		f5								Ba,Bih,Bim 337247,00			
200		Hr		Hhs				5		qh		Hh		Hh		h7		c0		f5		f5		f5								Be 337247,00			

<sup>A</sup>Wassergehalt bei pF4,2 aus Modellierung nach Mualem und vanGenuchten abgeschätzt.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

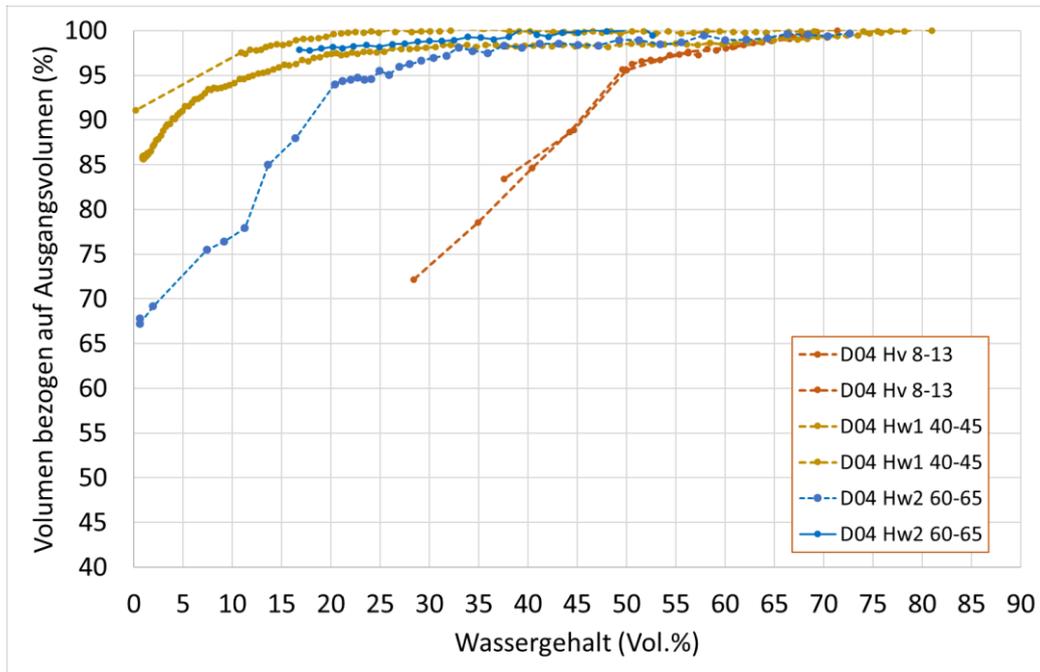


Abbildung 14.4: Schrumpfung: Veränderung des Volumens eines Torfkerns (Stechzylinder 250 cm<sup>3</sup>) bei Austrocknung in Abhängigkeit des Wassergehaltes für einzelne Proben aus den Horizonten Hv (Tiefe: 8-13 cm), Hw1 (40-45 cm) und Hw2 (60-65 cm Tiefe) am Standort D04

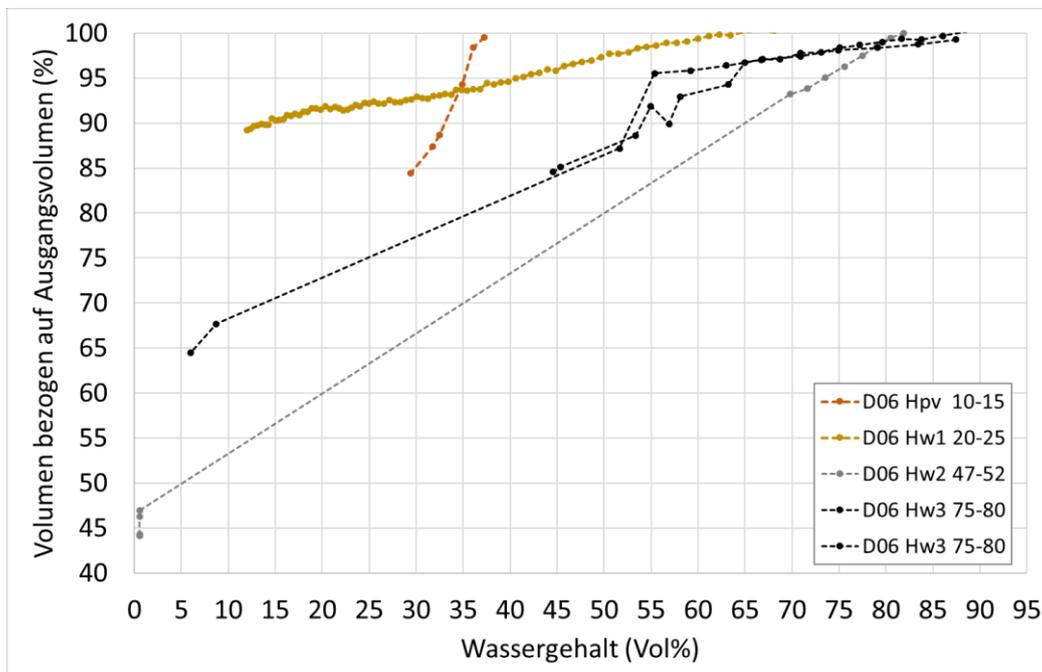


Abbildung 14.5: Schrumpfung: Veränderung des Volumens eines Torfkerns (Stechzylinder 250 cm<sup>3</sup>) bei Austrocknung in Abhängigkeit des Wassergehaltes für einzelne Proben aus den Horizonten Hpv (Tiefe: 10-15 cm), Hw1 (20-25 cm) und Hw2 (47-52 cm Tiefe) und Hw3 (75-80 cm) am Standort D06.



Tabelle 14.7: Aufnahmeblatt der Kartierung D-06, (links); Bodenphysikalische Daten, D-06 (rechts); Pronum 41962.

Aufnahmeblatt für die bodenkundliche Kartierung des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie																									
TITELDATEN																									
Nummer der Rahmenkarte D3K5	Profilnummer	Büroinstitution	Projekt	Datum der Aufnahme	Bereiter	Auftragsart	Rechtswert	Hochwert	Höhe über NN	Bemerkungen zu dem Titelblatt															
2620	PRONUM = 41962	LBEG	Gnarrenburger Moor	27.06.2017 S. Frank, S. Langner NK, P	GS	GS	3503433	5917387	8,60	Ergänzende Subbohrung ab Grubensohle (60 cm)															
AUFNAHMESITUATION																									
Relief																									
Witterung	Witterungs- verlauf	Horizont	Bodenart/ Torfart	Bodenart/ Torfart	Wölbung	Pos. d. Bohrpunkt (der Oberfl.)	Rauigk. in	Hang- neigung	in Stufen	in Prozent	Hang- richtung	Geologie	Substrat- symbol	Bemerkungen zur Nutzung	Nutzung	Vegetation	Meliorationen	Abtrag- und Auftragseinerungen	Bodenabtrag- auftrag	Boden- bzw. Grünland- grunozahl	Klassen- zeichen	Bodenschätzung	Acker- bzw. Grünland- grunozahl	Besonderheiten	Sonstiges
HORIZONT - und SCHICHTBESCHREIBUNG																									
Horizontgrenzen	Form, Schär- fe und Lage	Horizont	Bodenart, Torfart, Festgest.	Wackel- Angh. zur Bodenart	Herkunft	Zus- stufe	Strab- graphie	Geo- genese	Substrat- symbol	Substrat- symbol	Humus	Hydrochemie- merkmale	Carbonat	Feuchte	Durch- wurze- lung	Beimen- gungen, Bräulige	Bodengefüge	Sonstiges	Labo- nummer						
20		Hvp	Hh	nt(Hhsa, Hhsu)		5	qh	Hh		2.5YR2.5/1	h7		c0	SV4	f3		kru	zt(6a)	337248,00						
25		Hw	Hhsa	w(Hhsu)		2	qh	Hh		10R2.5/1	h7		c0	SV4	f3		pla	Bim.Bh	337249,00						
55		Hw	Hhsa	w(Hhsu)		3	qh	Hh		7.5YR3/3	h7		c0	SV3	f4			Bim.Bh,Be	337250,00						
90		Hw	Hh	w(Hhsu)		3	qh	Hh		5YR3/3	h7		c0	SV4	f5			Bim.Bh,Be	337251,00						
160		Hr	Hh	w(Hhsu)		3	qh	Hh		7.5YR3/2	h7		c0	SV4	f5			Be	337252,00						
210		Hr	Hh			4	qh	Hh		7.5YR2.5/2	h7		c0	SV4	f5			Be	337253,00						

Tabelle 14.8: Aufnahmeblatt der Kartierung D-07, (links); Gesättigte Wasserleitfähigkeit (Labor), D-07 (rechts); Pronum 42007.

Aufnahmeblatt für die bodenkundliche Kartierung des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie																																			
TITELDATEN																																			
Nummer der Rahmenkarte DSKS		Profilnummer		Projekt		Datum der Aufnahme		Bearbeiter		Aufschlussart		Rechtswert		Höhe über NN		Bemerkungen zu den Titeldaten																			
2520		PRONUM = 42007		LBEG		Gnarrenburger Moor		05.11.2018		Evertsbusch, Schäfer, P		GS		3504357		5921483		8,18																	
AUFNAHMESITUATION																																			
Witterung				Relief				Nutzung				Vegetation				Mikrotonen				Bodenbeschätzung				Sonstiges											
Witterungsverlauf		Relief-typ		Witterung		Wölbung		Hangneigung		Höhe		Kulturnutzung		Bemerkungen zur Nutzung		Häufigkeit		Vegetation		Mikrotonen		Bodenbeschätzung		Sonstiges											
N		WT2		T		RW		N0		GM		WE		DG, DR		33		33		33		33		33		Text									
HORIZONT- und SCHICHTBESCHREIBUNG																																			
Horizont		Bodenart		Herkunft		Zersetzungsstufe		Geologie		Substrat-Symbol		Bodenfarbe		Humus		Hydromorphie		Carbonat		Feuchte		Durchwurzelung		Bienenbällige		Bodengefüge		Sonstiges							
Tiefe		Bodenart/Torfart		Weitere Angaben zur Bodenart		Zersetzungsstufe		Stratigraphie		Geologie		Substrat-Symbol		Bodenfarbe		Humus		Hydromorphie		Carbonat		Feuchte		Durchwurzelung		Bienenbällige		Bodengefüge		Sonstiges					
16		w, sc, h		Hh		dm(fS, mS)		Hh		z5		qh		Hh		og-H		bnsw		h7		c0		SV5		f1		W5, W6		pol, o, gre4		Rre1		Zersetzungsgrad POST	
42		w, de, h		Hhsy		Hh		Hh		z2		qh		Hh		og-H		robn		h7		c0		SV4		f3		W1		Bih, Bim		h2-3		Zersetzungsgrad POST	
62		w, de, h		Hhs		Hh		Hh		z3		qh		Hh		og-H		rosw		h7		c0		SV3		f4		W1		Bim, Be		H6		Zersetzungsgrad POST	
80		w, de, h		Hhsu		Hh		Hh		z3		qh		Hh		og-H		robn		h7		c0		SV3		f4		W0		Bw, Bim		H5		Zersetzungsgrad POST	
100		w, de, h		Hhs		Hh		Hh		z4		qh		Hh		og-H		rosw		h7		c0		SV3		f4		W0		Bim, Bw		H8		Zersetzungsgrad POST	

Horiz.	POT	PUT	Torfart	von Post	z	kf (cm/d)	kf (cm/d)	kf (cm/d)
						Median	U-Quantil	O-Quantil
Hv			Hh	10	5	nb	nb	nb
Hw	0,25	0,33	Hhsy	2-3	2	227	14	3175
Hw	0,48	0,56	Hhsy	6	3	7	3	24
Hr	0,68	0,76	Hhsu	5	3	15	6	187
Hr	0,9	0,98	Hhs	8	4	73	34	249

## **D. Modul 3 „Moorbuch“**

### ***D.1 Verfahren zur Umsetzung von Agrarumwelt- und -klimaschutzmaßnahmen mit Wassermanagement auf landwirtschaftlichen Mooren (Entwurf)***

- Vorabfestlegungen (Ministerien, Landesbehörden)
- Festlegung und Konkretisierung von AUKM, incl. genauer Maßnahmenbeschreibung und Ausgleichszahlungen, Kontrolle
- Festlegung einer Gebietskulisse für die AUKM (z.B. nur Niedermoore mit einer gewissen Mindestmächtigkeit)
- Bereitstellung von Informationen zu hydrologischen Einheiten als Mindestgröße für Maßnahmengebiete, z.B. Basiseinzugsgebiete des NLWKN
- Bereitstellung von Finanzmitteln zur Verfahrensdurchführung und Fördermodalitäten

#### ***Gebietsmanager (GM)***

Gebietsweise könnten Gebietsmanager damit beauftragt werden, Vorhaben im u.a. Sinne zu entwickeln und konkrete Projekte auf den Weg zu bringen. Hier ist auch eine Mehrstufigkeit möglich, nach den folgenden Aufgaben getrennt bearbeitet werden:

(Bei landesweiter Umsetzung: Beratung und Akquisition von interessierten Landwirten in einem größeren Betreuungsgebiet, mit dem Ziel, vorläufige Projekt-/Maßnahmengebiete festzulegen.)

Bearbeitung eines Projekt-/Maßnahmengebietes, v.a. weitere Akquisition vor Ort, Gründung und Betreuung einer Kooperation, wasserwirtschaftliche Planung und Umsetzung. Der GM für die gebietsbezogenen Aufgaben wird im Folgenden „GM-Verfahren“ genannt.

Betreuung und Begleitung der AUKM: Unterstützung der Landwirte bei der Antragstellung, Vertragsabschlüsse, Aktivierung und Kontrolle der wasserregulierenden Maßnahmen. Der GM für einzelflächenbezogene Maßnahmen wird im Folgenden „GM-AUKM“ genannt.

Diese Gebietsmanager könnten sein:

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

- Regional zuständige Planungsbüros, z.B. nach Ausschreibung ermittelt (GM-Verfahren oder GM-AUKM)  
(analog zur Aufteilung des Landes in Beratungsgebiete nach EG-WRRL)
- ArL (vorzugsweise GM-Verfahren)
- Landwirtschaftskammer (vorzugsweise GM-AUKM)

### **Verfahrensbeteiligte**

(ggf. in Arbeitskreis oder Kooperation zusammengefasst. Zu klären: Wer kann Initiator bzw. Antragsteller für welchen Verfahrensschritt werden?)

- betroffene Flächeneigentümer und -besitzer
- Landwirtschaftskammer (wenn nicht GM)
- LBEG (Standort, Klimaschutz)
- UWB, UNB
- WuB
- Landvolk
- Gemeinde
- ggf. weitere (Berater, NLWKN, ...)

### **Verfahren**

In Teilen könnte das Verfahren analog zum Verfahrensablauf in einem Flurbereinigungsverfahren stattfinden, jedoch nicht hoheitlich und ohne umfänglichen Flächentausch (freiwilliger Flächentausch möglich). In einem Vorprojekt ist geplant, das Verfahren in 1 bis 3 Gebieten testweise umzusetzen, um Erfahrungen zu sammeln. Es könnten mehrere Gebietsmanager (GM) mit unterschiedlichen Zuständigkeiten zum Einsatz kommen (s.o.), deren Aktivitäten sinnvoll ineinandergreifen müssen.

(Bei landesweiter Umsetzung: Land beauftragt Gebietsmanager (GM-Verfahren), die für abgegrenzte, moorreiche Teilgebiete Niedersachsens zuständig sind<sup>12</sup> und stattet sie mit den notwendigen Ressourcen, zunächst v.a. Personalmittel, aus.)

---

<sup>12</sup> Ein Gebietsmanager kann in seinem Gebiet mehrere Verfahren für abgegrenzte Maßnahmegebiete auf den Weg bringen.

GM-AUKM akquiriert Landwirte, die an definierten AUKM konkret<sup>13</sup> interessiert sind. GM begleitet eine vorläufige Antragstellung der Landwirte für AUKM (die unter dem Vorbehalt eines geeigneten Wassermanagements stehen). Ziel ist es, in hydrologisch zusammenhängenden und standortkundlich geeigneten Gebieten möglichst viele (alle) Landwirte für die Maßnahmen zu interessieren.

GM-Verfahren legt in Abstimmung mit GM-AUKM ein vorläufiges Maßnahmengbiet fest.

GM-Verfahren gründet einen Arbeitskreis („Kooperation“) zur Begleitung von Planung und Umsetzung des gebietsbezogenen Wassermanagements.

GM-Verfahren erarbeitet zusammen mit GM-AUKM und der Kooperation ein (gebietsbezogenes) Maßnahmenkonzept.

GM-Verfahren klärt die Finanzierung für die Planungen (u.a. wasserwirtschaftliche Planung und wasserrechtliches Verfahren) und vergibt, in Abstimmung mit dem Arbeitskreis, eine wasserwirtschaftliche Planung mit dem Ziel, AUKM zu ermöglichen und zu kontrollieren

Unter Moderation des GM-Verfahren werden die Ergebnisse der wasserwirtschaftlichen Planung im Arbeitskreis besprochen und beschlossen. Die Abstimmung muss unter den Stimmberechtigten einstimmig erfolgen. Es kann auch ein endgültiges Maßnahmengbiet festgelegt werden.

GM-AUKM holt die (schriftliche) Zustimmung alle betroffenen Flächeneigentümer und –besitzer ein.

GM-Verfahren führt ein wasserrechtliches Verfahren zur Umsetzung der geplanten wasserwirtschaftlichen Maßnahmen und des Wassermanagements durch bzw. lässt dies durchführen. Die UWB prüft und genehmigt das wasserrechtliche Verfahren.

GM-Verfahren klärt die Finanzierung der wasserwirtschaftlichen Maßnahmen einschließlich Kontrollmöglichkeiten (Pegel, GW-Messstellen), ggf. Gestattungsverträge mit Anliegern, die keine AUKM in Anspruch nehmen wollen. GM-Verfahren vergibt die Umsetzung der wasserwirtschaftlichen Maßnahmen. Die Maßnahmen werden durch den Auftragnehmer, ggf. in Kooperation mit dem WuB und den Landwirten, umgesetzt.

---

<sup>13</sup> Zunächst werden möglicherweise nur 1, max. 2 AUKM-Typen angeboten.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Die einzelflächenbezogenen Maßnahmen (im Vorprojekt analog AUKM ausgestaltet) werden, sofern es sich noch um ein Demonstrationsvorhaben handelt, mit Gestattungsverträgen besiegelt. (Ab 2023 wären die AUKM, sofern sie zur Förderung angeboten werden, vom Flächenbewirtschafter zu beantragen und von der zuständigen Bewilligungsstelle zu bewilligen).

Das Wassermanagement wird durch den WuB aktiviert und kontrolliert. Die Anlagen werden vom WuB gewartet.<sup>14</sup>

Nach Ablauf der Gestattungsverträge (im Vorprojekt: Demonstrationsvorhaben) wird das Wassermanagement durch den WuB „inaktiviert“, sofern keine Anschlussförderung erfolgt.

---

<sup>14</sup> Die Aufgaben der WuBs werden entweder aus Beiträgen der beteiligten Landwirten (Erstattung als Bestandteil der AUKM) oder vom GM (Finanzierung aus dem Vorhaben) finanziert.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

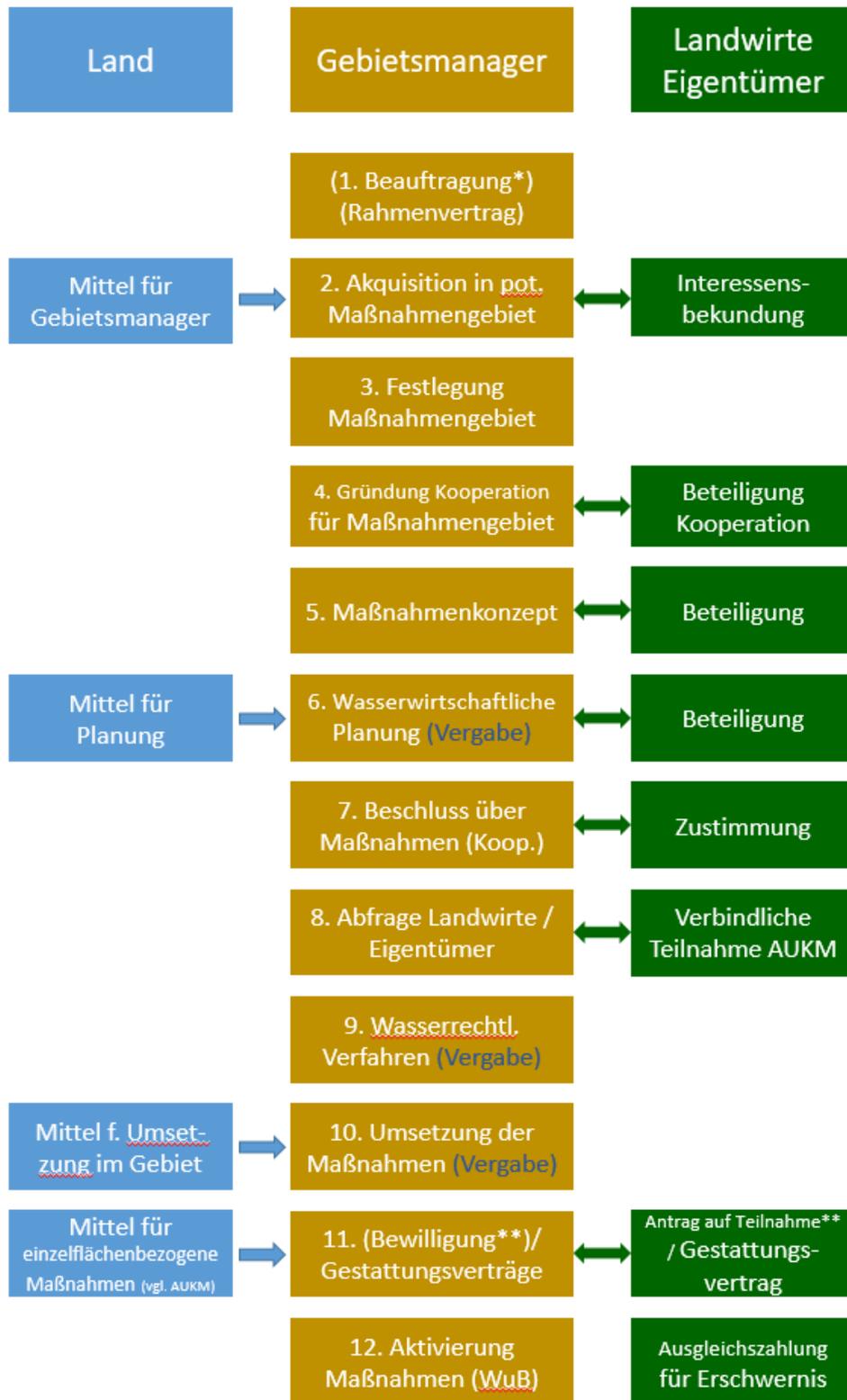


Abbildung 1.1: Ablaufschema und Hauptakteure zur Einführung gebietsbezogener Maßnahmen als Voraussetzung für verbindliche Zusage einzelflächenbezogene Maßnahme (vgl. AUKM); \* Nur bei landesweiter Umsetzung (z.B. ab 2023); \*\* Ab 2023 wären die AUKM, sofern zur Förderung angeboten, vom Flächenbewirtschafter zu beantragen und von der zuständigen Bewilligungsstelle (vermutlich nicht GM) zu bewilligen.

## ***D.2 Freiwillige Agrarklimaschutzmaßnahmen (AKM) auf Moorstandorten zum Boden- und Klimaschutz „Moorbuch“***

### ***Vorläufiger Maßnahmenkatalog***

*Kommentar: Mit dem Maßnahmenkatalog soll auf die Handlungsoptionen hingewiesen werden. Der Maßnahmenkatalog kann im Laufe der Jahre ergänzt, modifiziert und angepasst werden. Die Maßnahmen wurden im Rahmen der Kooperation konkretisiert. Ggf. können auch andere Ziele (z.B. Naturschutz, Gewässerschutz) mit den Maßnahmen umgesetzt werden. Dieses wird hier nicht berücksichtigt und kann ggf. auch als Umweltkomponenten ergänzend dazukommen.*

#### ***D.2.1 Kontrollierte Anhebung des Wasserstandes: Grabenanstau/Grabeneinstau auf Niedermooren bei mittlerer Nutzungsintensität und Nutzung als Wiese oder Mähweide***

Zielsetzung: Reduzierung der Treibhausgasemissionen, der Moorsackung und der Torfdegradierung im Oberboden (Klima- und Bodenschutz)

#### ***Beschreibung der Maßnahme***

In Niedermoorgebiete, mit natürlichem Zufluss, werden Gräben mit regelbaren Stauwehren versehen. Dies erfordert häufig wasserrechtliche Verfahren und eine Umsetzung ggf. als gemeinsame Maßnahmen über Eigentümergeinschaften und/oder Wasser- und Bodenverbände unter Beteiligung der Unteren Wasserbehörde. Anzahl bzw. Abstand der Wehre richtet sich nach der Topographie. Die Stauhöhe der Wehre wird ganzjährig möglichst hoch eingestellt. Im Winterhalbjahr werden sich oberflächennahe Bodenwasserstände einstellen, im Sommerhalbjahr liegen die Bodenwasserstände unterhalb der Grabenwasserstände und erlauben die Befahrung. Die Bewirtschaftung erfolgt als Grünland in Abhängigkeit der Befahrbarkeit der Flächen und schließt eine bedarfsgerechte Düngung ein. Bei Berücksichtigung der begrenzten Befahrbarkeit wird die organische Düngung eingeschränkt. Die Grünlandverbesserung erfolgt bodenschonend und ohne Herbizideinsatz.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Tabelle 2.1: Komponenten.

Komponente	Erläuterung	Begründung
1. Einbau von regelbaren Stauwehren in Gräben nach Geländestufen (Höhenabstufung alle 0,2-0,3 m)	Schaffung der Möglichkeit zur Anhebung des Grabenwasserstandes, Kosten: abhängig von Verfahrensaufwand und Art und Anzahl der Stauwehre, Finanzierung von Investitionen durch Abzinsung	Technische Voraussetzung für 2.
2. Einstellen der Stauhöhe auf 0,2m unter mittlerer Geländeoberkante (0,1-0,3)	Anhebung des Grabenwasserstands. Der tatsächliche Grabenwasserstand ist abhängig vom lateralem Wasserzufluss und von der Witterung. Die Maßnahme führt dazu, dass im Winterhalbjahr der Bodenwasserstand etwa auf Höhe der Geländeoberkante (GOK) steht. Im Sommerhalbjahr (ab Mai) ist witterungsabhängig ein Bodenwasserstand deutlich unterhalb des Grabenwasserstandes zu erwarten. Kosten: abhängig vom Betreuungsaufwand; Einschränkung der Bewirtschaftung im Frühjahr / Frühsommer	Verringerung von Torfdegradation, Torfmineralisation, Geländesackung und THG-Emissionen
3. Beibehaltung des Grünlands	Ackernutzung und intensive Grünlandnutzung sind aufgrund der Wasserstandsanhebung nicht gut möglich. Kritische Phasen für Befahrung bei Pflege- und Düngemaßnahmen v.a. in Frühjahr (März-April) und Herbst (Oktober), Einsatz "leichter" Technik hilfreich	Bessere Befahrbarkeit im Vergleich zu Acker, ermöglicht höhere Wasserstände, und daher mehr Emissionsminderung
4. Verzicht auf Narbenerneuerung durch Grünlandumbruch	Grünlandverbesserung als Durchsaat- oder Übersaat (ohne Umbruch der Altnarbe und ohne Anwendung von Herbiziden)	Verminderung von THG-Emissionen und Stoffausstragen, Erhaltung der Tragfähigkeit der Grasnarbe
5. Düngung nach DüV bei mittlerer Nutzungsintensität	Max. 3 Nutzungen, P-Düngung nach Entzug, Senkung der Salden, max. 110 kg N /ha (nach Abzug des Abschlags für Niedermoor), erste Düngergabe nach Befahrbarkeit, kann witterungsbedingt erst im Mai möglich sein	Verminderung der N <sub>2</sub> O-Emissionen (sowie von Torfdegradation, Torfmineralisation), Verminderung
6. <i>Teilverzicht auf organische Düngung</i>	<i>Max. 50 % der Stickstoffdüngung über organische Düngemittel, alternativ: Stickstoff aus organischer Düngung zu 100 % anrechnen</i> <i>Kosten: betriebsabhängig: Wirtschaftsdüngerlagerung, Mineraldüngerzukauf</i>	<i>Reduzierung der Bodenschäden bei begrenzter Befahrbarkeit</i>
7. Beweidung kurzrasig mit Rindern/Schafen bei guter Trittfestigkeit (Mai bis Sept.)	Erhalt einer leistungsfähigen Grünlandnarbe durch Vermeidung von Trittschäden, Tiere müssen bei starker Vernässung auf trittfeste Teilbereiche ausweichen können oder kurzfristig von der Fläche entfernt werden, optimale Viehbesatzdichte wählen,	Verringerung Porenvolumen im Oberboden, Förderung von Wurzelwachstum und Narbendichte, Verbesserung Scherkraftwiderstand, Trittfestigkeit und Befahrbarkeit

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Referenzsituation ohne Maßnahme (zur Wirkungsabschätzung)	
(Ackernutzung und ) Intensive Grünlandnutzung auf Mooren ohne Anstau; auch Rinderweidemast ohne Anstau	

Tabelle 2.2: Eignungsbewertung; Eignungsbewertung: +++ = sehr gut, ++ = gut, + = mäßig, 0 = ungeeignet, - negativ.

Boden-Klima-Raum			Betriebstyp / Norg-Anfall			Flächennutzung					
Niedermoor ++			MF < 40 kg N/ha	0	Acker	0					
Hochmoor < 600 mm			VE 40 - 120 kg	0	Grünland	+++					
Hochmoor >= 600 mm			VE >120 kg N/ha	0	Dauerkultur	0					
			FB 40 - 120 kg	++	Gemüse	0					
			FB > 120 kg N/ha	+							
Erläuterung Flächeneignung:											
Entgelt [€/ha]			Erfolgsparemeter	Zielwerte			Emissionsminderung				
min.	Mittel	max.		min. <sup>15</sup>	Mittel	max. <sup>15</sup>	THG_von	THG-bis	max.		
Noch zu ermitteln (incl.)				[m u. GOK]			[t CO <sub>2</sub> -Ä./ha/a]				
Planung, Investition (Wehre)			Wehreinstellung (fix)	-0,30	-0,20	-0,10	7	9	14 <sup>16</sup>		
Minderertrag, Futterzukauf			Grabenwasserstand <sup>17</sup>								
Erschwernis (Technik)			- Jahresmittel	-0,30	-0,20	-0,10					
			- Mittel Mai - Okt.	-0,30	-0,25	>-0,20					
			N-Düngung	[Kg N/ha/Jahr]			1	2	4		
			- jährlich		110						
Umsetzbarkeit der Maßnahme			sonstige ökologische Wirkungen								
Akzeptanz			+	Gewässerschutz			+				
Prüffähigkeit			+	Naturschutz, Biodiversität			(+)				
Verwaltungsaufwand			++ <sup>18</sup>								

### Kommentare

Der Einbau von regelbaren Stauwehren setzt in der Regel ein wasserrechtliches Verfahren voraus. Es kann sinnvoll sein, sich zu Eigentümer- oder Besitzergemeinschaften zusammenzuschließen und hydrologisch zusammenhängende Gebiete gemeinsam, ggf. unterstützt durch Wasser- und Bodenverbände, in die Maßnahmen einzubinden. Die

<sup>15</sup> min. = tiefster Wasserstand, max. = höchster Wasserstand, > = höher als, in m unter mittlerer Geländeoberfläche

<sup>16</sup> Anhebung des mittleren Bodenwasserstandes um 0,1 m bringt 7 bis 9 t CO<sub>2</sub>-Minderung (SWAMPS Zwischenbericht 2019), sofern der ursprüngliche Wasserstand im Jahresmittel nicht tiefer als 0,55 m u. GOK liegt. Hier Anhebung um 0,1 bis 0,15 m angenommen

<sup>17</sup> Der Grabenwasserstand wird einerseits durch die Wehreinstellung andererseits durch den Wasserzufluss und den Niederschlag bestimmt. Die Zielwerte sind hier daher orientierend zu verstehen. Idealerweise sollte der Grabenwasserstand ganzjährig auf Höhe des Stauwehres stehen. Kann dies, v.a. im Sommerhalbjahr, über längere Phasen nicht erreicht werden, werden auch die Minderungsziele verfehlt.

<sup>18</sup> Verwaltungsaufwand gering, wenn Stauwehreinstellung verblompt werden kann. Offen ist, ob eine Kontrolle über Grabenpegel, ggf. mit Fernübertragung, möglich ist. Hängt auch davon ab, wieviel Stauwehre benötigt werden.

Kosten für planerische und investive Maßnahmen könnten über jährliche Zahlungen auf die Dauer der AKM umgelegt werden.

Die Minderung der CO<sub>2</sub>-Freisetzung hängt davon ab, welche mittleren Wasserstände in den Sommermonaten erreicht werden. Dies hängt im Niedermoor wiederum davon ab, wie stark die Anströmung von Grundwasser ist. Darüber hinaus ist zu prüfen, wieviel Grabenwasser in den Sommermonaten zuströmt und ob es gelingen kann, die angestrebten Grabenwasserstände durchgehend zu halten. Die hydrologischen Verhältnisse können möglicherweise durch flächendeckende wasserregulierende Maßnahmen verbessert werden, indem der Gebietsabfluss in den Sommermonaten vermindert und die Versickerung erhöht wird.

Die Moorboden-Wasserstände fallen, je nach Wasserleitfähigkeit der Torfe und nach Grabenabständen, in den Sommermonaten um 0,2 bis 0,4 m tiefer aus als die Grabenwasserstände. Die Minderung der CO<sub>2</sub>-Emission kann höher ausfallen, wenn Flächen gedränt und die Dräne geflutet werden oder wenn eine Unterflurbewässerung installiert wird. Zusätzlich zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Freisetzung kann es bei der Reduzierung der Stickstoffdüngung zu einer Minderung der N<sub>2</sub>O-Emission kommen. Nach Leppelt et al. (2015) kann bei Grünlandnutzung auf Moorstandorten von einer Minderung der N<sub>2</sub>O-Emission um 0,04 t CO<sub>2</sub>-Äq./ha/Jahr je kg eingespartem N ausgegangen werden. Bei Minderung der Düngung um 50 kg N werden somit ca. 2 t CO<sub>2</sub>-Äq./ha/Jahr eingespart.

Kontrolle ist einfach möglich, wenn die Wehreinstellung durch ein Schloss oder eine Plombe gesichert wird. Allerdings ist dann nicht dokumentiert, welche Wasserstände tatsächlich im Graben oder im Boden erreicht worden sind. Hier könnten, begleitend, Wasserstandsmessstellen mit Datalogger platziert werden. Betrieb der Messstellen, Auslesen und Auswerten der Daten ist mit zusätzlichen Kosten bzw. Ressourcenbedarf verbunden.

### ***Hinweise zum Wehrbau***

Ein Stauwehr aus Holz oder Metall sollte beidseitig mindestens 1 m über die Böschungskante des Grabens hinausgehen, oben eben mit der Geländeoberkante abschließen und eine Tiefe von mindestens 1 m unter der festen Grabensohle aufweisen. Die Wehrenden können durch 1,5 bis 2 m breite und min. 1.5 m tiefe (Metall-)Platten gegen Umwühlen

durch den Bisam gesichert werden. Die Wehrenden sollten gegen versehentliches Befahren geschützt werden.

### ***D.2.2 Grabenanstau auf Hochmoor bei mittlerer Nutzungsintensität und Nutzung als Wiese oder Mähweide***

Zielsetzung: Reduzierung der Treibhausgasemissionen, der Moorsackung und der Torfdegradierung im Oberboden (Klima- und Bodenschutz)

Eine direkte emissionsmindernde Wirkung dieser Maßnahme ist vermutlich nicht gegeben, mit Ausnahme einer gewissen Senkung der N<sub>2</sub>O-Emissionen bei Reduktion der Stickstoffdüngung. Der Wert der Maßnahme wird zum einen als Einstieg in eine Wasserstandsregulierung gesehen, die ein Umdenken im Umgang mit dem Wasser bewirken kann. Dabei ist zu berücksichtigen, dass auch die Nutzungsintensität reduziert wird, da es zumindest zeitweise zu stärkeren Beeinträchtigungen von Befahr- und Beweidbarkeit kommen kann als ohne Grabenanstau. Zum anderen kann die Maßnahme in einen Grabeneinstau, ggf. auch mit Unterflurbewässerung, erweitert werden, wenn Zusatzwasser bereitgestellt wird. Dabei können maximal mittlere Nutzungsintensitäten, z.B. 2-3 Nutzungen, angestrebt werden. Auch kann in nassen Jahren oder in Gebieten mit Gebietswasserzufluss eine bessere Wirkung zur Emissionsminderung erzielt werden. Nicht zuletzt ist die Grabenverfüllung eine Maßnahme zur Moorvernässung im Naturschutz.

### ***Beschreibung der Maßnahme***

In Hochmoorgebieten, die überwiegend durch Niederschlag gespeist sind, werden Gräben mit regelbaren Stauwehren versehen. Dies erfordert in der Regel wasserrechtliche Verfahren und eine Umsetzung als gemeinschaftliche Maßnahmen über Eigentümergemeinschaften und/oder Wasser- und Bodenverbände unter Beteiligung der Unteren Wasserbehörde. Anzahl bzw. Abstand der Wehre richtet sich nach der Topographie. Die Wehre werden ganzjährig möglichst hoch angestaut. Im Winterhalbjahr stellen sich, auch ohne Grabenanstau, oberflächennahe Bodenwasserstände ein. Ab Mitte April bis Anfang Mai<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> Im Modellprojekt Gnarrenburger Moor wurden bei Grabenanstau für eine Befahrung tolerierbare Moorwasserstände von 0,4 m unter Flur ab dem 10.04. (Frühjahr 2019 und 2020) und, nach einem nassen Winter, ab dem 15.05. (Frühjahr 2018) erreicht.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

fallen die Bodenwasserstände deutlich ab und erlauben die Befahrung. Eine Verzögerung der Befahrbarkeit durch die Maßnahme gegenüber Flächen ohne Grabenanstau von 14 Tagen ist möglich. Die Bewirtschaftung erfolgt als Grünland in Abhängigkeit der Befahrbarkeit der Flächen und schließt eine bedarfsgerechte Düngung ein. Infolge zeitweise nicht vorhandener Befahrbarkeit kann die organische Düngung in nassen Frühjahren eingeschränkt sein. Die Grünlandverbesserung erfolgt bodenschonend und ohne Herbizideinsatz.

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Tabelle 3.1: Komponenten.

Komponente	Erläuterung	Begründung
1. Einbau von regelbaren Stauwehren in Gräben nach Geländestufen (Höhenabstufung 0,2-0,3 m)	Schaffung der Möglichkeit zur Anhebung des Grabenwasserstandes, <b>Kosten:</b> abhängig von Verfahrensaufwand und Art und Anzahl der Stauwehre, Finanzierung von Investitionen durch Abzinsung	Technische Voraussetzung für 2.
2. Einstellen der Stauhöhe auf 0,3m unter mittlerer Geländeoberkante	Anhebung des höchstmöglichen Grabenwasserstands. Der tatsächliche Grabenwasserstand hängt von der Witterung (und ggf. einem lateralen Wasserzufluss) ab. Im späten Frühjahr (Mitte April, spätestens Mitte Mai) ist witterungsabhängig ein Bodenwasserstand deutlich unterhalb von 0,4 m u. GOK zu erwarten und Befahrbarkeit geben. <b>Kosten:</b> abhängig vom Betreuungsaufwand; Einschränkung der Bewirtschaftung im Frühjahr / Frühsommer in nassen Jahren möglich, in der Regel jedoch gering.	Geringfügige Verringerung von Torfdegradation, Torfmineralisation, Geländesackung
3. Beibehaltung des Grünlands	Ackernutzung und intensive Grünlandnutzung sind aufgrund der Wasserstandsanhhebung nicht gut möglich. Kritische Phasen für Befahrung bei Pflege- und Düngemaßnahmen v.a. in Frühjahr (März-April) und Herbst (Oktober), Einsatz "leichter" Technik hilfreich	Bessere Befahrbarkeit im Vergleich zu Acker, ermöglicht höhere Wasserstände, ggf. Emissionsminderung durch <b>Verzicht auf Boden-</b>
4. Verzicht auf Narbenerneuerung durch Grünlandumbruch	Grünlandverbesserung als Durchsaat- oder Übersaat (ohne Umbruch der Altnarbe und ohne Anwendung von Herbiziden)	Verminderung von THG-Emissionen und Stoffausträgen, Erhaltung der Tragfähigkeit der Grasnarbe
5. Düngung nach DüV bei mittlerer Nutzungsintensität	Max. 3 Nutzungen, P-Düngung nach Entzug, Senkung der Salden, max. 140 kg N /ha (nach Abzug des Abschlags für Hochmoor), erste Düngergabe nach Befahrbarkeit <b>Kosten:</b> betriebsabhängig	Verminderung der N <sub>2</sub> O-Emissionen (sowie von Torfdegradation, Torfmineralisation), Verminderung P-Austräge
6. <i>Teilverzicht auf organische Düngung</i>	<i>Max. 50 % der Stickstoffdüngung über organische Düngemittel, alternativ: Stickstoff aus organischer Düngung zu 100 % anrechnen</i> <b>Kosten:</b> <i>betriebsabhängig: Wirtschaftsdüngerlagerung, Mineraldüngerzukauf</i>	<i>Reduzierung der Bodenschäden bei begrenzter Befahrbarkeit</i>
7. Optional: Beweidung kurzrasig mit Rindern/Schafen bei guter Trittfestigkeit (Mai bis Sept.)	Erhalt einer leistungsfähigen Grünlandnarbe durch Vermeidung von Trittschäden, Tiere müssen bei starker Vernässung auf trittfeste Teilbereiche ausweichen können oder kurzfristig von der Fläche entfernt werden, optimale Viehbesatzdichte wählen,	Verringerung Porenvolumen im Oberboden, Förderung von Wurzelwachstum und Narbendichte, Verbesserung Scherkraftwiderstand, Trittfestigkeit und Befahrbarkeit
<b>Referenzsituation ohne Maßnahme</b> (zur Wirkungsabschätzung)		
(Ackernutzung und ) Intensive Grünlandnutzung auf Mooren ohne Anstau; auch Rinderweidemast ohne Anstau, Regelmäßige Narbenerneuerung		

## Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“

Tabelle 3.2: Eignungsbewertung: +++ = sehr gut, ++ = gut, + = mäßig, 0 = ungeeignet, - negativ.

Boden-Klima-Raum			Betriebstyp / Norg-An-			Flächennutzung			
Niedermoor			MF < 40 kg N/ha	0	Acker	0			
Hochmoor < 600 mm +			VE 40 - 120 kg	0	Grünland	+++			
Hochmoor >= 600 mm ++			VE >120 kg N/ha	0	Dauerkultur	0			
			FB 40 - 120 kg	++	Gemüse	0			
			FB > 120 kg	++					
Erläuterung Flächeneignung:									
Entgelt			Erfolgsparemeter	Zielwerte			Emissionsminderung		
min.	Mit-	max.		min.	Mittel	max.	THG_von	THG-bis	max.
Noch zu ermitteln (incl.)			[m u. GOK]			[t CO <sub>2</sub> -Ä./ha/a]			
Planung, Investition (Wehre)			Wehreinstellung		-0,30				0 <sup>21</sup>
Minderertrag, Futterzukauf			(fix)						
Erschwernis (Technik)			Grabenwasserstand <sup>22</sup>						
			- Jahresmittel	-0,80	-0,70	-0,60			
			- Mittel Mai - Okt.	-0,90	-0,80	-0,70			
			N-Düngung	[Kg N/ha/Jahr]					
			- jährlich		140		1	2	2
Umsetzbarkeit der Maßnahme			sonstige ökologische Wirkungen						
Akzeptanz			+	Gewässerschutz			+		
Prüffähigkeit			+	Naturschutz, Biodiversität			(+)		
Verwaltungsaufwand			++ <sup>23</sup>						

### Kommentare

Der Einbau von regelbaren Stauwehren setzt in der Regel ein wasserrechtliches Verfahren voraus. Es kann für Flächeneigentümer und Besitzer sinnvoll sein, sich zusammenzuschließen und hydrologisch zusammenhängende Gebiete gemeinsam, ggf. unterstützt durch Wasser- und Bodenverbände, in die Maßnahmen einzubinden. Die Kosten für planerische und investive Maßnahmen könnten über jährliche Zahlungen auf die Dauer der AKM umgelegt werden.

Die Minderung der CO<sub>2</sub>-Freisetzung hängt davon ab, welche mittleren Wasserstände in den Sommermonaten erreicht werden. Dies hängt im Hochmoor überwiegend von den

<sup>20</sup> min. = tiefster Wasserstand, max. = höchster Wasserstand

<sup>21</sup> Durch diese Maßnahme kann keine Emissionsminderung erreicht werden. Dennoch kann sie erforderlich und sinnvoll sein, z.B. im Randbereich von Vernässungsflächen, in Vorbereitung von Verfahren des Grabeneinstaus oder in Gebieten, wo dies für andere /benachbarte Flächen geplant ist (aktive Wasserzufuhr). Ggf. gewisse Emissionsminderung durch Verzicht auf Bodenbearbeitung und Narbenerneuerung durch Umbruch.

<sup>22</sup> Der Grabenwasserstand wird einerseits durch die Wehreinstellung andererseits durch den Niederschlag bestimmt. Die Zielwerte sind hier daher orientierend zu verstehen, höhere Wasserstände sind ohne Zuwässerung kaum zu erreichen. Ohne Anstau können die Grabenwasserstände im Hochmoor auf > 1,3 m unter GOK abfallen.

<sup>23</sup> Verwaltungsaufwand gering, wenn Stauwehreinstellung verblompt werden kann. Offen ist, ob eine Kontrolle über Grabenpegel, ggf. mit Fernübertragung, möglich ist. Hängt auch davon ab, wieviel Stauwehre benötigt werden.

Niederschlägen ab und kann daher wenig direkt beeinflusst werden. Höhere Wasserstände können nur durch Zuwässerung erreicht werden.

Zusätzlich zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Freisetzung kann es bei der Reduzierung der Stickstoffdüngung zu einer Minderung der N<sub>2</sub>O-Emission kommen. Nach Leppelt et al. (2015) kann bei Grünlandnutzung auf Moorstandorten von einer Minderung der N<sub>2</sub>O-Emission um 0,04 t CO<sub>2</sub>-Äq./ha/Jahr je kg eingespartem N ausgegangen werden. Bei Minderung der Düngung um 50 kg N werden somit ca. 2 t CO<sub>2</sub>-Äq./ha/Jahr eingespart.

Kontrolle ist einfach möglich, wenn die Wehreinrichtung durch ein Schloss oder eine Plombe gesichert wird. Allerdings ist dann nicht dokumentiert, welche Wasserstände tatsächlich im Graben oder im Boden erreicht worden sind. Hier könnten, begleitend, Wasserstandsmessstellen mit Datalogger platziert werden. Betrieb der Messstellen, Auslesen und Auswerten der Daten ist mit zusätzlichen Kosten bzw. Ressourcenbedarf verbunden.

### ***Hinweise zum Wehrbau***

Ein Stauwehr aus Holz oder Metall sollte beidseitig mindestens 1 m über die Böschungskante des Grabens hinausgehen, oben eben mit der Geländeoberkante abschließen und eine Tiefe von mindestens 1 m unter der festen Grabensohle aufweisen. Die Wehrenden können durch 1,5 bis 2 m breite und min. 1.5 m tiefe (Metall-)Platten gegen Umwühlen durch den Bisam gesichert werden. Die Wehrenden sollten gegen versehentliches Befahren geschützt werden.