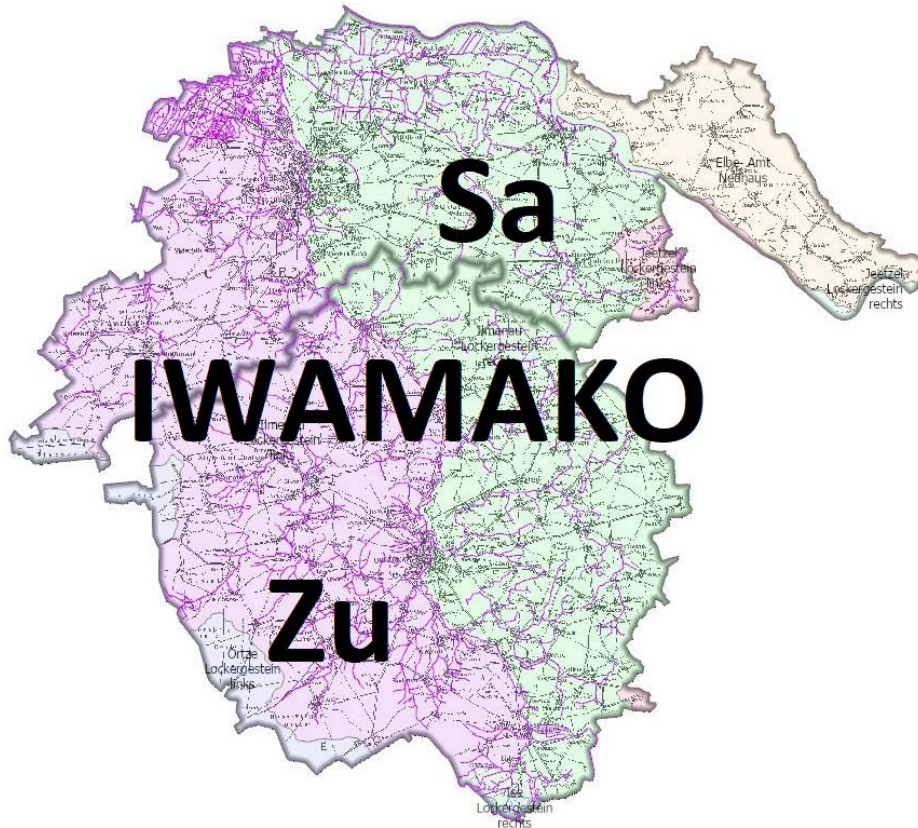


Integriertes Wasserversorgungs- und Wassermengen - Managementkonzept



Abschlussbericht

Dezember 2023

gefördert durch:



**Niedersächsisches Ministerium
für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz**

über die

NBank
Wir fördern Niedersachsen



Auftraggeber:



HANSESTADT LÜNEBURG



LANDKREIS LÜNEBURG



BEREGNUNGSVERBAND
ELBE-SEITENKANAL

Projekträger:



BEREGNUNGSVERBAND
ELBE-SEITENKANAL

Auftrag vom:

10. Juni 2022

Ansprechpartner:

Ulrich Ostermann

Auftragnehmer:

Kreisverband der Wasser- und Bodenverbände Uelzen

INBW / Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften

CONSULAQUA Hildesheim

Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Projektbearbeitung:

Jörg Martens (Projektleitung), Jasmina Bock

(Kreisverband der Wasser- und Bodenverbände Uelzen)

Michael Bruns, Daniel Nienstedt, Manuela König, Lena-Marie Kuhlmann, Marita Strub, Lennard Lux

(CONSULAQUA Hildesheim)

Klaus Röttcher, Louis Anton Bohny, Nathalie Kockemüller, Henning Janssen

(Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, INBW)

Ekkehard Fricke, Henning Gödeke

(Landwirtschaftskammer Niedersachsen)

Beteiligungsprozess/Moderation:

Das Projekt wurde durch einen moderierten Beteiligungsprozess begleitet, über den ein separater Bericht vorgelegt wird. Der Prozess wurde konzipiert und moderiert durch INTERESSEN IM FLUSS / SCHELP MEDIATION.



Kreisverband der Wasser- und Bodenverbände
Uelzen

Kreisverband der Wasser- und Bodenverbände

Uelzen

Meilerweg 101

29525 Uelzen

Telefon: 0581 – 9755-0

Email: info@wasser-uelzen.de



Ostfalia
Hochschule für angewandte
Wissenschaften

Suderburg
Fakultät Bau-Wasser-Boden

Ostfalia Hochschule für angewandte

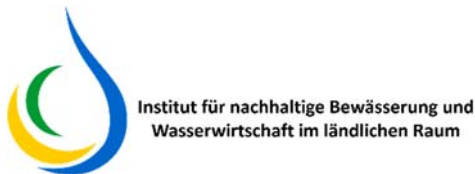
**Wissenschaften, Institut für nachhaltige Be-
wässerung und Wasserwirtschaft im ländlichen
Raum (INBW)**

Fakultät Bau-Wasser-Boden

Herbert-Meyer-Straße 7

29556 Suderburg

Email: inbw@ostfalia.de



Institut für nachhaltige Bewässerung und
Wasserwirtschaft im ländlichen Raum



CONSULAQUA
Hildesheim

CONSULAQUA Hildesheim

Bördestraße 3,

31135 Hildesheim

Telefon: 05121 76820

Email: hildesheim@consulaqua.de



Landwirtschaftskammer
Niedersachsen

Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Mars-la-Tour-Straße 1 – 13

26121 Oldenburg

Telefon: 0441 801-0

Email: info@lwk-niedersachsen.de



Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	- 1 -
2	Sachstand und Veranlassung	- 10 -
2.1	Wasserwirtschaftliche Herausforderungen im Projektgebiet	- 10 -
2.2	Stand der Forschung	- 10 -
2.3	Zielstellung von „IWAMA-KO“	- 10 -
3	Datengrundlagen	- 12 -
4	Wasserversorgungskonzepte (WVK).....	- 13 -
4.1	Wasserversorgungskonzepte verschiedener Bundesländer	- 13 -
4.2	Wasserversorgungskonzept Niedersachsen	- 14 -
4.3	Regionale Wasserversorgungskonzepte auf Basis des Niedersächsischen Wasserversorgungskonzeptes	- 15 -
4.4	Ergebnisse des WVK Niedersachsen	- 16 -
5	Beschreibung des Projektgebietes.....	- 25 -
5.1	Lage und Begrenzung.....	- 25 -
5.2	Verwaltungsstruktur und Flächennutzung	- 26 -
5.3	Landschaftsformen und Böden.....	- 27 -
5.4	Aktuelle Wasserwirtschaftliche Situation im Projektgebiet	- 29 -
5.4.1	Erteilte Entnahmeerlaubnisse	- 29 -
5.4.2	Bedarfsprognosen und Antragsmengen für die Feldberegnung	- 31 -
6	Systembeschreibung des Projektgebietes Amt Neuhaus rechts der Elbe	- 35 -
6.1	Einführung	- 35 -
6.2	Dargebotsberechnungen für Amt Neuhaus auf Basis der Daten zur Grundwasserneubildung gemäß mGROWA22	- 70 -
6.3	Zusammenfassung der Untersuchungen für das Amt Neuhaus	- 76 -
7	Systembeschreibung des Projektgebiets links der Elbe.....	- 78 -
7.1	Oberflächengewässer	- 78 -
7.1.1	Natürliche Gewässer und Einzugsgebiete.....	- 78 -
7.1.2	Abflussmengen	- 79 -
7.1.3	Entwässerung der Marschengebiete	- 82 -
7.2	Grundwasseranschluss der Fließgewässer	- 83 -
7.3	Wassersystem Elbe-Seitenkanal	- 86 -
7.3.1	Beschreibung des Elbe-Seitenkanals	- 86 -
7.3.2	Derzeitige Entnahmen aus dem Elbe-Seitenkanal	- 88 -
7.3.3	Erlaubte Entnahmemengen aus dem ESK.....	- 93 -
7.3.4	Zuflüsse und Abflüsse, Hydrologische Einflussfaktoren auf den ESK.....	- 94 -



7.4	Geologie und Hydrogeologie	- 101 -
7.4.1	Grundwasserkörper im Projektgebiet	- 101 -
7.4.2	(Hydro-)geologischer Aufbau.....	- 104 -
7.4.3	Grundwasserfließrichtungen	- 113 -
7.5	Klima	- 115 -
7.5.1	Klimawandel, regionale Klimawandelaspekte	- 116 -
7.5.2	Temperatur.....	- 116 -
7.5.3	Niederschlag/Verdunstung.....	- 116 -
7.5.4	Grundwasserneubildung.....	- 118 -
7.6	Grundwassersituation und -entwicklung.....	- 121 -
7.7	Nutzung des Grundwasserdargebots	- 131 -
7.8	Grundwasserabhängige Landökosysteme	- 132 -
7.9	Drainagesysteme	- 133 -
7.10	Alternative Wasserressourcen.....	- 135 -
7.10.1	Identifikation alternativer Wasserressourcen über Wasserrechte	- 135 -
7.10.2	Anforderungen zur Qualität an Bewässerungswasser.....	- 137 -
8	Das numerische Grundwassermodell als Berechnungsinstrument	- 139 -
8.1	Modellränder	- 139 -
8.2	Modellierungskonzept und Modellkalibrierung / -prüfung	- 141 -
8.3	Bewertung der Modellkalibrierung / -prüfung	- 145 -
8.4	Berechnung und Auswertung von Maßnahmenvarianten	- 145 -
8.5	Wasserbilanz im Modellgebiet	- 147 -
9	Maßnahmen zur Stärkung des Wasserhaushalts in der Region und Entwicklung nachhaltiger Nutzungskonzepte	- 151 -
9.1	Maßnahmen zur Erhöhung der Grundwasserneubildung	- 151 -
9.1.1	Grundwasseranreicherung, Identifizierung geeigneter Suchräume für Grundwasseranreicherungen ...	- 151 -
9.1.2	Maßnahmen an Gewässern.....	- 159 -
9.1.3	Wasserrückhalt und Retention in der Fläche.....	- 165 -
9.1.4	Auswirkung von Sohlhebungen in Fließgewässern.....	- 177 -
9.1.5	Steuerbare Drainagen.....	- 187 -
9.2	Maßnahmen zur Erschließung alternativer Wasserquellen aus dem ESK	- 222 -
9.2.1	Versorgung der Beregnungsflächen aus dem Elbe-Seitenkanal	- 222 -
9.2.2	Neubau Schleuse Lüneburg	- 223 -
9.2.3	Bau eines neuen oder Ausbau des vorhandenen Pumpwerkes am Standort Scharnebeck zur Erhöhung der Entnahmen aus dem ESK	- 225 -
9.2.4	Entnahmen aus dem Unterwasser der Schleuse Scharnebeck.....	- 227 -
9.2.5	Optimierungen der Entnahmen aus dem ESK durch die Anpassung der Steuerung der Pumpwerke.....	- 240 -



9.2.6	Nutzung von Entlastungswasser aus dem Elbe-Seitenkanal in den Wintermonaten	- 241 -
9.2.7	Der ESK als Speicherlösung – die Bewirtschaftungslamellen und / oder der Bau zusätzlicher Umfahrungen.....	- 292 -
9.3	Kläranlagen, Nutzung des Klarwassers	- 293 -
9.3.1	Kläranlagen und eingeleitete Wassermengen	- 293 -
9.3.2	Simulationen zur Nutzung des Klarwassers für Versickerungen.....	- 295 -
9.4	Schwammstadt, (Stadt)-Entwicklungsziele und Innovationserfordernisse	- 325 -
9.5	Überregionale Transportleitungen	- 327 -
9.6	Maßnahmen der Landwirtschaft	- 328 -
9.6.1	Einleitung	- 328 -
9.6.2	Begriffsdefinition	- 328 -
9.6.3	Weiche Maßnahmen	- 330 -
9.6.4	Humus und Bodenfruchtbarkeit	- 343 -
9.6.5	Agroforst und Hecken.....	- 345 -
9.6.6	Berechnungstechnik	- 347 -
9.6.7	Zusammenfassung	- 352 -
9.7	Administrative Maßnahmen und Umsetzbarkeit	- 354 -
9.7.1	Effiziente Wassernutzung und Einsparpotentiale.....	- 354 -
9.7.2	Priorisierung für die Umsetzung der Maßnahmen	- 358 -
9.7.3	Digitalisierung	- 359 -
9.7.4	Bewertung der untersuchten Maßnahmen und Kostenermittlung.....	- 361 -
9.7.5	Finanzierung	- 365 -
9.7.6	Rechtliche Aspekte	- 366 -
10	Offene Fragestellungen, weiterer Untersuchungsbedarf, nächste Schritte	- 369 -
11	Quellen	- 373 -
11.1	Quellenverzeichnis.....	- 373 -



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Chevronliste mit Darstellung der Entwicklung bzw. des Workflows zu IWAMAKO ZuSa (KV, Martens)	- 11 -
Abbildung 2: Landesweite, erwartete Gesamtentnahmen der verschiedenen Nutzergruppen aus dem Grundwasser für den IST-Zustand und die Betrachtungszeitpunkte 2030 und 2050 (Nds. MU, 2022c)	- 17 -
Abbildung 3: Anteil der Entnahmen aus den Grundwasserkörpern, die im Projektgebiet vorkommen nach Daten aus dem WVK Niedersachsen (Nds. MU, 2022c)	- 19 -
Abbildung 4: Ergebnisse aus dem Wasserversorgungskonzept Niedersachsen (Ist-Zustand)	- 21 -
Abbildung 5: Projektgebiet im Nordosten Niedersachsens	- 25 -
Abbildung 6: Flächennutzung im Projektgebiet (Datengrundlage: (GeoBasis-DE / BKG, 2018))	- 27 -
Abbildung 7: Geländehöhen und Gewässerläufe im Projektgebiet (LGLN, Landesvermessung und Geobasisinformationen Niedersachsen, 2022).....	- 28 -
Abbildung 8: Erteilte wasserrechtliche Entnahmeerlaubnisse in Stadt/Landkreis Lüneburg	- 30 -
Abbildung 9: Erteilte wasserrechtliche Entnahmeerlaubnisse im Landkreis Uelzen	- 31 -
Abbildung 10: Prognostizierte Wasserbedarfe für den Landkreis und die Stadt Lüneburg.....	- 32 -
Abbildung 11: Prognostizierte aktuelle Wasserbedarfe für den Landkreis Uelzen.....	- 33 -
Abbildung 12: Wasserbedarf aus dem Grundwasser für die Feldberegnung nach verschiedenen Ansätzen und Prognosehorizonten.	- 33 -
Abbildung 13: Übersicht Lage Amt Neuhaus und beteiligte Grundwasserteilkörper	- 36 -
Abbildung 14: Grundwasserneubildungsraten im Bereich der Grundwasserkörper Sude und Röginitz/Amt Neuhaus.....	- 37 -
Abbildung 15: Gewässer und Trinkwassergewinnungsgebiete.....	- 38 -
Abbildung 16: Auen prioritärer Gewässer (WRRRL), festgesetzte Überschwemmungsgebiete und Hochwasserrisikogebiete (HQ100)	- 39 -
Abbildung 17: Einzugsgebiete und trockenfallende Gewässer	- 40 -
Abbildung 18: Naturschutzrechtlich ausgewiesene Flächen.....	- 41 -
Abbildung 19: Bodenübersichtskarte (BÜK500) und Auswertung BK50 gemäß WMS des LBEG	- 43 -
Abbildung 20: Geologie der Grundwasserkörper Sude und Röginitz / Amt Neuhaus gemäß Geologischer Übersichtskarte 1 : 500.000 des LBEG und des LUNG (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie, MV, 2012;).....	- 44 -
Abbildung 21: Grundwasserressourcen in Mecklenburg-Vorpommern (Ausschnitt GWK Sude und Röginitz / Amt Neuhaus) aus (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie, MV, 2012)	- 47 -
Abbildung 22: Grundwassergleichen im Bereich der Grundwasserkörper "Sude" und "Röginitz/Amt Neuhaus"	- 48 -
Abbildung 23: Grundwassermessstellen im Gemeindegebiet Amt Neuhaus	- 49 -
Abbildung 24: Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen der NLWKN-Messstellen von 1997 bis 2022 (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz)	- 50 -



Abbildung 25: Gegenüberstellung von Niederschlag, Fördermengen WG Neuhaus und Grundwasserganglinien, Jahre 2010 – 2021 (Wasserbeschaffungsverband Elbmarsch); (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz) - 51 -

Abbildung 26: Ganglinien der Abstiche und Lage ausgewählter Grundwassermessstellen GWK Rögnitz/Amt Neuhaus, Gebiet Mecklenburg-Vorpommern (Nds. MU); (Land Niedersachsen) - 52 -

Abbildung 27: Wasserrechtlich genehmigte Wasserentnahmen im Bereich der GWK "Sude" und "Rögnitz/Amt Neuhaus" (für Mecklenburg-Vorpommern gemäß (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern) und für das Gemeindegebiet Amt Neuhaus gemäß (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, 2022) - 53 -

Abbildung 28: Flächennutzung im Bereich der Grundwasserkörper Sude und Rögnitz / Amt Neuhaus gemäß - 55 -

Abbildung 29: Struktur der Flächennutzung - 56 -

Abbildung 30: Lage der berücksichtigten Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes (Deutscher Wetterdienst) - 57 -

Abbildung 31: Jahressummen des Niederschlags der betrachteten vier Wetterstationen (Deutscher Wetterdienst) - 58 -

Abbildung 32: Monatssummen des Niederschlags 2017-2021 der DWD-Stationen Bleckede-Walmsbuerg und Lübtheen (Deutscher Wetterdienst) - 59 -

Abbildung 33: Berechnete langjährige klimatische Wasserbilanz am Beispiel der zwei DWD-Stationen Bleckede-Walmsburg/Boitzenburg und Schwerin für Werte von pot. Verdunstung (nach Haude) und realer Verdunstung (AMBAV) (Deutscher Wetterdienst) - 61 -

Abbildung 34: Klimatische Wasserbilanz und potenzielle Grundwasserneubildung, Monatswerte der Jahre 2017-2021, DWD-Stationen Bleckede-Walmsburg/Boitzenburg (Deutscher Wetterdienst) - 62 -

Abbildung 35: Landwirtschaftliche Nutzung und Gewässer im Bereich der GWK Sude und Rögnitz / Amt Neuhaus gemäß (ML/SLA Niedersachsen, 2022) und (Landesamt für innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern, Amt für Geoinformation, Vermessungs- und Katasterwesen, 2023)..... - 64 -

Abbildung 36: Grundwasserneubildung gemäß mGROWA22, Jahreswerte 1991-2020 für mittlere Verhältnisse (links) und trockene Verhältnisse (rechts) gemäß (Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, 2023) - 71 -

Abbildung 37: Grundwasserneubildung gemäß mGROWA22, 1991 - 2020, mittlere Verhältnisse im Sommerhalbjahr (links) und im Winterhalbjahr (rechts) (Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, 2023) - 72 -

Abbildung 38: Schema Verfahrensweise zur Abschichtung des nutzbaren Grundwasserdargebots..... - 73 -

Abbildung 39: Gewässerstruktur und oberirdische Einzugsgebiete im Projektgebiet..... - 79 -

Abbildung 40: Prozentuale Abweichung der Jahresmittelwerte der gemessenen Gesamtabflüsse vom langjährigen mittleren Abfluss (MQ) an den Pegeln im Projektgebiet. - 80 -



Abbildung 41: Zeitraum 2008 – 2017: Prozentuale Abweichung der Jahresmittelwerte der gemessenen Gesamtabflüsse vom langjährigen mittleren Abfluss (MQ) an den Pegeln im Projektgebiet - 81 -

Abbildung 42: Marschengebiete mit Gewässernetz (2024)..... - 83 -

Abbildung 43: Elbe-Seitenkanal und Mittellandkanal zwischen Dortmund-Ems-Kanal im Westen und Schleuse Sülfeld im Osten, mit Darstellung ausgewählter Abstiegsbauwerke (Schleusen, Schiffshebewerk) sowie der an das Kanalsystem angebotenen Fließgewässer (BfG, 2022a).
..... - 86 -

Abbildung 44: Systemskizze der Schleusen und Pumpwerke am ESK und MLK zwischen Minden und Rothensee mit Länge und Normalstauhöhe der Kanalhaltungen (Römer et al., 2016)..... - 88 -

Abbildung 45: ESK-BV's obere Haltung - 90 -

Abbildung 46: ESK-BV's Mittlere Haltung..... - 90 -

Abbildung 47: Auslastung der Entnahmbauwerke in den Jahren ? - 92 -

Abbildung 48: Schematische Darstellung der mittleren und oberen Haltung des ESK im Längsschnitt (Kanalstrecken nicht längentreu) mit Informationen des WWA LG (1988) und der BfG (1990) über den Grundwasserzustrom an den ungedichteten Kanalstrecken (BfG, 2016a) - 96 -

Abbildung 49: Schema der täglichen haltungsspezifischen Bilanzierung (links), Gegenüberstellung mit dem Bewirtschaftungsziel (Mitte) und den resultierenden Bewirtschaftungsmaßnahmen (rechts), exemplarisch dargestellt an einer Kanalstauhaltung mit je einer oberhalb und unterhalb gelegenen Stauhaltung (Abbildung verändert nach einem Entwurf des KIT, 2008, erstellt im Rahmen eines Auftrags der BfG) (BfG, 2016a). - 97 -

Abbildung 50: Jahresentlastungsmengen aus der Mittleren Haltung von 1995 – 2021 (Gesamt, innerhalb und außerhalb der Berechnungsperiode)..... - 100 -

Abbildung 51: Entlastungsmengen der Mittleren Haltung aus gemittelten Monatswerten für den aufgezeichneten Zeitraum (1995-2021), die letzten 20 Jahre (2002-2021) und die letzten 10 Jahre (2012-2021)..... - 100 -

Abbildung 52: Grundwasserkörper im Projektgebiet - 102 -

Abbildung 53: Schematischer Profilschnitt im Bereich des Lüneburger Salzstocks (CAH, Nienstedt 2022) - 111 -

Abbildung 54: Quartärmächtigkeit und Rinnenverläufe (CAH, Nienstedt 2023) - 112 -

Abbildung 55: Blockbild des hydrogeologischen Strukturmodells(CAH, Nienstedt/Bruns 2020) - 113 -

Abbildung 56: Grundwassergleichenplan im Hauptförderhorizont AQ3 (Stichtagsmessung März 2018)..... - 114 -

Abbildung 57: Mittlerer monatliche Niederschlagshöhen und Temperaturen der Klimaperiode 1981 bis 2010 für die Station Uelzen (ID 5146) (Nienstedt M. Sc. Geoökol. et al., 2022) - 117 -

Abbildung 58: Mittlere monatliche Niederschlagshöhen und Temperaturen der Klimaperiode 1981 bis 2010 für die Station Wendisch Evern (ID6093) und Lüneburg (ID3103) (Nienstedt M. Sc. Geoökol. et al., 2022) - 117 -

Abbildung 59: Mittlerer jährlicher Niederschlag im Projektgebiet und Lage der Niederschlagsmessstationen (Nienstedt M. Sc. Geoökol. et al., 2022), (Deutscher Wetterdienst)..... - 118 -

Abbildung 60: Jahreswerte der Grundwasserneubildung als Grundlage zur Berechnung von Maßnahmenvarianten (Jahresgang der Monatsmittelwerte für den Zeitraum 2008 - 2017) - 120 -



Abbildung 61: Räumliche Verteilung des Landesmessstellennetzes im Modellgebiet und Auswahl der Grundwassermessstellen für die Grimm-Strele-Auswertung..... - 124 -

Abbildung 62: Langzeitauswertung der Monatsmittelwerte der Standrohrspiegelhöhen der Grundwassermessstelle "Bockholt F1" nach dem Grimm-Strele-Verfahren im Zeitraum 1991 bis 2020..... - 127 -

Abbildung 63: Räumliche Verteilung der nach dem Grimm-Strele-Verfahren für den Zeitraum 1991-2020 ausgewerteten Grundwassermessstellen im Untersuchungsgebiet - 129 -

Abbildung 64: Trendentwicklung der Ganglinien in den verschiedenen Grundwasserleitern nach Grimm-Strele im Zeitraum 1991-2020 - 130 -

Abbildung 65: Bekannte Grundwasserentnahmen im Projektgebiet - 131 -

Abbildung 66: Lage der potenziellen Dränflächen nach BK50 im Untersuchungsgebiet..... - 134 -

Abbildung 67: Modellgebiet, Grundwasserkörper und Landkreisgrenzen - 139 -

Abbildung 68: Aussagegebiet innerhalb des Modellgebiet - 140 -

Abbildung 69: Modellgebiet mit horizontalem Diskretisierungsnetz, Verfeinerung im Bereich der Vorfluter, Entnahmebrunnen und Rinnenränder..... - 142 -

Abbildung 70: Darstellung der gemessenen Standrohrspiegelhöhen an der GWMS Himbergen F1 / F1.1 als Grundlage für die Auswahl der Zeiträume für die Modellkalibrierung und den Modelltest..... - 144 -

Abbildung 71: Erzeugung des „mittleren Jahresgangs“ aus den Messwerten am Beispiel von Standrohrspiegelhöhen - 146 -

Abbildung 72: Exemplarische Darstellung der wesentlichen Komponenten der Grundwasserbilanz (CAH / Wasserverband Lingener Land WVLL, unveröffentlicht, 2002, verändert) - 148 -

Abbildung 73: Suchräume für Grundwasseranreicherungen in Landkreis und Stadt Lüneburg..... - 155 -

Abbildung 74: Suchräume für Grundwasseranreicherungen im Landkreis Uelzen - 155 -

Abbildung 75: Schema Aufstau von trockenfallenden Gewässern/Gräben (Grafik: INBW) - 161 -

Abbildung 76: Suderburger Stauklappe (Hydraulisch gesteuertes Wehr) Bild links: Hydraulisch gesteuertes Wehr öffnet sich durch den absinkenden Unterwasserspiegel. Bild rechts: Hydraulisch gesteuertes Wehr vollständig geöffnet. - 162 -

Abbildung 77: Trockenfallender Abschnitt des Gollernbach (hellblau) - 163 -

Abbildung 78: Erforderliche Anzahl an Stauen pro km in Abhängigkeit von Wasserspiegelunterschied am Staustandort und dem Wasserspiegelgefälle bzw. dem Sohlgefälle des Gewässers. - 165 -

Abbildung 79: Lage des Maßnahmensgebiets, der Beobachtungspunkte und des Bilanzbereichs des Basisabflusses für die Untersuchung der Retentionswirkung - 170 -

Abbildung 80: Darstellung der modellberechneten Infiltration als Monatssummen für die Prognose-Variante (blau) und Ausgangs-Variante (grün) im Bereich der Retentionsfläche an der Hardau - 172 -

Abbildung 81: Darstellung der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen für die Prognose-Variante (blau) und Ausgangs-Variante (grün) sowie der Geländeoberkante (braun) am Beobachtungspunkt südlich der Hardau..... - 173 -



Abbildung 82: Darstellung der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen für die Prognose-Variante (blau) und Ausgangs-Variante (grün) sowie der Geländeoberkante (braun) am Beobachtungspunkt am östlichen Rand der Ortslage Holxen - 174 -

Abbildung 83: Darstellung der modellberechneten Basisabflüsse als Monatssummen für die Prognose-Variante (blau) und Ausgangs-Variante (grün) der Fließgewässer im Bereich der Retentionsfläche - 175 -

Abbildung 84: Untersuchungsgebiet zur Sohlanhebung am Fließgewässer Neetze südlich von Dahlenburg - 179 -

Abbildung 85: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 180 -

Abbildung 86: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 181 -

Abbildung 87: Ganglinien der Monatsmittelwerte der modellberechneten Basisabflüsse am Pegel Marienau (Neetze) für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 182 -

Abbildung 88: Untersuchungsgebiet zur Sohlanhebung am Fließgewässer Wipperau östlich von Oetzmühle .. - 183 -

Abbildung 89: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 184 -

Abbildung 90: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 185 -

Abbildung 91: Ganglinien der Monatsmittelwerte der modellberechneten Basisabflüsse am Pegel Oetzmühle (Wipperau) für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 186 -

Abbildung 92: verschiedene Drainagesysteme: Links: Klassische Drainage; Mitte: mittels Klappe gesteuerte Drainage; Rechts: mittels Mönchsbauwerk gesteuerte Drainage (Quelle: INBW,2023) - 188 -

Abbildung 93: Lage der potenziellen Dränflächen nach BK50 im Untersuchungsgebiet - 191 -

Abbildung 94: Lage der Standorte für die Modelluntersuchungen - 195 -

Abbildung 95: Darstellung des Untersuchungsgebiets und Bilanzbereichs des Basisabflusses für die Steuerung der Drainagen am Standort 1 Wrestedt - 197 -

Abbildung 96: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 199 -

Abbildung 97: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 200 -

Abbildung 98: Ganglinie modellberechneter Basisabflüsse am Pegel Niendorf II W für die Prognose-Variante 1 (blau) und Ausgangs-Variante (grün) - 201 -

Abbildung 99: Darstellung des Untersuchungsgebiets und Bilanzbereichs des Basisabflusses für die Steuerung der Drainagen am Standort 2 Groß Thondorf - 202 -

Abbildung 100: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 204 -

Abbildung 101: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 205 -



Abbildung 102: Ganglinie modellberechneter Basisabflüsse am Pegel Klein Hesebeck für die Prognose-Variante 1 (blau) und Ausgangs-Variante (grün) - 206 -

Abbildung 103: Darstellung des Untersuchungsgebiets und Bilanzbereichs des Basisabflusses für die Steuerung der Drainagen am Standort 3 Klein Hesebeck..... - 207 -

Abbildung 104: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 209 -

Abbildung 105: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 210 -

Abbildung 106: Ganglinie modellberechneter Basisabflüsse im Bilanzbereich am Röbbelbach für die Prognose-Variante 1 (blau) und Ausgangs-Variante (grün)..... - 211 -

Abbildung 107: Darstellung des Untersuchungsgebiets und Bilanzbereichs des Basisabflusses für die Steuerung der Drainagen am Standort 4 Grabau - 212 -

Abbildung 108: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 214 -

Abbildung 109: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 215 -

Abbildung 110: Ganglinie modellberechneter Basisabflüsse am Pegel Rosche für die Prognose-Variante (blau) und Ausgangs-Variante (grün)..... - 216 -

Abbildung 111: Darstellung des Untersuchungsgebiets und Bilanzbereichs des Basisabflusses für die Steuerung der Drainagen am Standort 5 Klein Sommerbeck..... - 217 -

Abbildung 112: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 219 -

Abbildung 113: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 220 -

Abbildung 114: Ganglinie modellberechneter Basisabflüsse am Pegel Rosche für die Prognose-Variante (blau) und Ausgangs-Variante (grün)..... - 221 -

Abbildung 115: Systemskizze der Schleusen und Pumpwerke am Elbe-Seitenkanalzwischen Minden und Rothensee (ohne Stichkanal). Schema von Ost (Elbe) nach West (Weser) und von Süd (Sülfeld) nach Nord (Lüneburg), (BfG, 2016a) ergänzt (KV, Martens 2023). - 225 -

Abbildung 116: ESK-Beregnung, angeschlossene Verbände, potentielle Anschlussflächen im 10 km Korridor Versorgung von Flächen aus der Unteren Haltung des ESK - 227 -

Abbildung 117: Lageplan der potentiellen Anschlussflächen - 229 -

Abbildung 118: Darstellung der Beregnungsflächen und der Lage der Beregnungsbrunnen der BV's Bardowick i.G. und Brietlingen im LK Lüneburg..... - 230 -

Abbildung 119: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 233 -

Abbildung 120: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 234 -



Abbildung 121: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 3 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 236 -

Abbildung 122: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 4 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 237 -

Abbildung 123: Ganglinien der Monatsmittelwerte modellberechneter Basisabflüsse am Pegel Rottorf für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 238 -

Abbildung 124: Struktur einer zukünftigen Datenerfassung der Entnahmen aus dem ESK - 241 -

Abbildung 125: Vergleich der Entlastungsmenge- und Entnahmemengen aus der Mittleren Haltung..... - 243 -

Abbildung 126: Standorte der geplanten Speicherbecken im Untersuchungsgebiet..... - 246 -

Abbildung 127: Lage des Speicherbeckens, der Versickerungsfläche und der substituierten Grundwasserentnahmen sowie Darstellung des Bilanzbereichs des Basisabflusses am Standort 1 - 250 -

Abbildung 128: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 254 -

Abbildung 129: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 254 -

Abbildung 130: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 3 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 255 -

Abbildung 131: modellberechneter Basisabfluss für den Bilanzbereich am Standort 1, Prognose-Variante 2 (dunkelblau), Prognose-Variante 1 (blau) und Ausgangs-Variante (grün)..... - 255 -

Abbildung 132: Lage des Speicherbeckens, der Versickerungsfläche und der substituierten Grundwasserentnahmen am Standort 2 - 257 -

Abbildung 133: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 261 -

Abbildung 134: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 261 -

Abbildung 135: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 3 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 262 -

Abbildung 136: modellberechneter Basisabfluss im Bilanzbereich des Standorts 2, Prognose-Variante 2 (dunkelblau), Prognose-Variante 1 (blau) und Ausgangs-Variante (grün)..... - 262 -

Abbildung 137: Lage des Speicherbeckens, der Versickerungsfläche und der substituierten Grundwasserentnahmen am Standort 3 - 264 -



Abbildung 138: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 268 -

Abbildung 139: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 268 -

Abbildung 140: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 3 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 269 -

Abbildung 141: modellberechneter Basisabfluss für den Bilanzbereich am Standort 3, Prognose-Variante 2 (dunkelblau), Prognose-Variante 1 (blau) und Ausgangs-Variante (grün)..... - 269 -

Abbildung 142: Lage des Speicherbeckens, der Versickerungsfläche, der substituierten Grundwasserentnahmen und des Bilanzbereichs des Basisabflusses am Standort 4 - 271 -

Abbildung 143: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 275 -

Abbildung 144: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 275 -

Abbildung 145: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 3 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 276 -

Abbildung 146: modellberechneter Basisabfluss für den Bilanzbereich am Standort 4, Prognose-Variante 2 (dunkelblau), Prognose-Variante 1 (blau) und Ausgangs-Variante (grün)..... - 276 -

Abbildung 147: Lage des Speicherbeckens, der Versickerungsfläche und der substituierten Grundwasserentnahmen am Standort 5 - 278 -

Abbildung 148: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 282 -

Abbildung 149: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 282 -

Abbildung 150: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 3 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 283 -

Abbildung 151: modellberechneter Basisabfluss im Bilanzbereich am Standort 5, Prognose-Variante 2 (dunkelblau), Prognose-Variante 1 (blau) und Ausgangs-Variante (grün)..... - 283 -

Abbildung 152: Lage des Speicherbeckens, der Versickerungsfläche und der substituierten Grundwasserentnahmen am Standort 6 - 285 -



Abbildung 153: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 289 -

Abbildung 154: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 289 -

Abbildung 155: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 3 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 290 -

Abbildung 156: modellberechneter Basisabfluss im Bilanzbereich Standort 6, Prognose-Variante 2 (dunkelblau), Prognose-Variante 1 (blau) und Ausgangs-Variante (grün)..... - 290 -

Abbildung 157: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 299 -

Abbildung 158: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 300 -

Abbildung 159: Darstellung der Bilanzbereiche des Basisabflusses für die Versickerung am Standort 1 - 301 -

Abbildung 160: Ganglinien der Monatsmittelwerte der modellberechneten Basisabflüsse im westlichen Bilanzbereich (Ilmenau) für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)... - 302 -

Abbildung 161: Ganglinien der Monatsmittelwerte der modellberechneten Basisabflüsse im östlichen Bilanzbereich (Neetze) für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 303 -

Abbildung 162: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 an der nördlichen Versickerungsfläche für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 305 -

Abbildung 163: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 an der östlichen Versickerungsfläche für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 306 -

Abbildung 164: Darstellung der Bilanzbereiche des Basisabflusses für die Versickerung am Standort 2 - 307 -

Abbildung 165: Ganglinien der Monatsmittelwerte der modellberechneten Basisabflüsse im Bilanzbereich (Neetze) für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 308 -

Abbildung 166: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 an der nordwestlichen Versickerungsfläche für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 310 -

Abbildung 167: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 an der nordwestlichen Versickerungsfläche für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 311 -

Abbildung 168: Darstellung des Bilanzbereichs des Basisabflusses für die Versickerung am Standort 3..... - 312 -

Abbildung 169: Ganglinien der Monatsmittelwerte der modellberechneten Basisabflüsse im Bilanzbereich der Luhe für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 313 -



Abbildung 170: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 315 -

Abbildung 171: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 316 -

Abbildung 172: Darstellung des Bilanzbereichs des Basisabflusses für die Versickerung am Standort 4..... - 317 -

Abbildung 173: Ganglinien der Monatsmittelwerte der modellberechneten Basisabflüsse am Pegel Bienenbüttel für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 318 -

Abbildung 174: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 an der nördlichen Versickerungsfläche für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 320 -

Abbildung 175: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 an der südlichen für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün) - 321 -

Abbildung 176: Darstellung des Bilanzbereichs des Basisabflusses für die Versickerung am Standort 5..... - 322 -

Abbildung 177: Ganglinien der Monatsmittelwerte der modellberechneten Basisabflüsse am Pegel Suderburg für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)..... - 323 -

Abbildung 178: Stadtwasserbedarf und -nutzung (Prof. Köster, ISAH)..... - 325 -

Abbildung 179: Entwässerungsinfrastruktur einer Schwammstadt, Vorschlag (Köster & Beier, 2023) - 326 -

Abbildung 180: Wasserbilanzgrößen in der landwirtschaftlichen Nutzpflanzenproduktion (Grocholl 2011) - 330 -

Abbildung 181: Mulchsaat (Foto LWK) - 332 -

Abbildung 183: Erträge unterschiedlicher Ackerkulturen in Abhängigkeit der Bodenbearbeitung (Bischoff, 2016)..... - 335 -

Abbildung 183: Zuckerertrag und –gehalt von Zuckerrüben in Abhängigkeit der Beregnungsintensität und der Bodenbearbeitung am Versuchstandort Hamerstorf 2011-2023 - 336 -

Abbildung 184: Kornerträge unterschiedlicher Wintergerstensorten in Abhängigkeit der Beregnungsintensität, Hamerstorf 2011-2013 - 341 -

Abbildung 185: Getreideernte zwischen Gehölzstreifen (Foto Christian Dupraz, INRA) - 345 -

Abbildung 187: Mobile Beregnungsmaschinen mit Starkregner (Foto LWK) - 348 -

Abbildung 188: Mobile Beregnungsmaschinen mit Düsenwagen (Foto LWK)..... - 349 -

Abbildung 189: Kreisberegnung (Foto LWK) - 350 -

Abbildung 190: Tropfbewässerung (Foto LWK) - 351 -

Abbildung 191: Schacht mit Magnetisch-Induktiven oder Ultraschall-Durchflussmesser, Datenlogger und Datenübertragungseinheit - 360 -

Abbildung 192: Datenübertragung, - Sammlung und Auswertung - 360 -

Abbildung 193: Im Projekt betrachtete gewinnbare Wassermengen und Nutzen-Kosten-Bewertung..... - 362 -

Abbildung 194: Gesamtbewertung der Planer zur durchgeführten Potentialanalyse..... - 363 -



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wasserversorgungskonzepte der Bundesländer	- 14 -
Tabelle 2: Ergebnisse des Wasserversorgungskonzeptes Niedersachsen für das Projektgebiet (Ist-Situation = 2015)	- 18 -
Tabelle 3: Ergebnisse aus dem Wasserversorgungskonzept Niedersachsen (Nds. MU, 2022b) - prozentuale Aufteilung der Entnahmemengen der Nutzergruppen im Ist-Zustand (2015) und prozentuale Änderungen der nutzerspezifischen Entnahmen bis 2050 gegenüber dem Ist-Zustand.....	- 22 -
Tabelle 4: Kenndaten Grundwasserkörper Sude und Rönitz / Amt Neuhaus	- 35 -
Tabelle 5: Stratigraphische Gliederung im Bereich Amt Neuhaus gemäß (Reutter, 2011); (2023)	- 45 -
Tabelle 6: Wasserrechte Gebiet Amt Neuhaus gemäß (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, 2022), Stand 2022, Abfrage Februar 2023	- 54 -
Tabelle 7: Überschlägige Abschätzung des Grundwasserdargebotes - Ergebnisse Ansatz 1.....	- 65 -
Tabelle 8: Überschlägige Abschätzung des Grundwasser-Gesamtdargebot - Ergebnis Ansatz 2	- 67 -
Tabelle 9: Auswertung Monatswerte potenzielle Grundwasserneubildung	- 68 -
Tabelle 10: Überschlägige Abschätzung des Grundwasser-Gesamtdargebotes - Ergebnisse Ansatz 3.....	- 69 -
Tabelle 11: Ergebnisse der Dargebotsberechnung in Anlehnung an (Nds. MU, 2022b).....	- 76 -
Tabelle 12: Pegel im Projektgebiet.....	- 80 -
Tabelle 13: Derzeitige Entnahmen aus dem ESK und angeschlossene Beregnungsflächen	- 89 -
Tabelle 14: Mittlere jährliche Niederschlags- und Verdunstungshöhe sowie der über die Haltungsoberfläche umgerechnete Volumenstrom der Haltungen im Projektgebiet (Mittelwerte hydrologische Jahre 2001 bis 2015) (BfG, 2022b).....	- 94 -
Tabelle 15: Schleusen am ESK und MLK zwischen Minden und Sülfeld: Schleusenkammerverluste unter Berücksichtigung aller Sparbecken (SB), angesetzte Spaltwasserverluste (SPW), mittlere Anzahl der Kammerfüllungen pro Tag und mittlere Schleusungswasserverluste summarisch je Standort (BfG, 2016a).....	- 98 -
Tabelle 16: Mittlere beobachtete Pump- und Entlastungswassermengen am ESK und MLK zwischen Minden und Sülfeld aus Tageswertzeitreihen im Zeitraum vom 01.11.2000 bis 31.10.2013. Zusätzlich sind die Schleusungswassermengen aus Tabelle 15 aufgeführt (Anzahl von Fehlwerten jeweils kursiv in Klammern) (BfG, 2016a)	- 99 -
Tabelle 17: Durchschnittliche mittlere jährliche Entlastungsmengen für den aufgezeichneten Zeitraum (1995-2021), die letzten 20 Jahre (2002-2021) und die letzten 10 Jahre (2012-2021)	- 101 -



Tabelle 18: Grundwasserkörper im Projektgebiet (LK Lüneburg und Uelzen).....	- 103 -
Tabelle 19: Hydrostratigraphische Einteilung des Untersuchungsgebietes (CAH, Nienstedt/Brun 2022).....	- 107 -
Tabelle 20: Aquiferzuordnung der Grundwassermessstellen im Projektgebiet	- 122 -
Tabelle 21: Qualitätskriterien und Kategorisierung der Grundwassermessstellen im Projektgebiet	- 123 -
Tabelle 22: Kategorisierung der Steigungswerte des Grimm-Strele-Verfahrens im niedersächsischen Raum (NLWKN, 2013).....	- 125 -
Tabelle 23: Ergebnisse der Trendauswertung langjähriger Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen im Projektgebiet	- 128 -
Tabelle 24: Anzahl und Umfang der Wasserrechte für Grundwasserentnahmen in den Kreisen Lüneburg und Uelzen sowie der Stadt Lüneburg.....	- 132 -
Tabelle 25: Potenzielle Dränflächen nach BK50 im Untersuchungsgebiet	- 133 -
Tabelle 26: Anzahl vergebener Erlaubnisse / Befugnisse unterteilt in Rechtszwecke.....	- 135 -
Tabelle 27: Vertikale Diskretisierung und Umsetzung des hydrogeologischen Strukturmodells	- 143 -
Tabelle 28: Wasserhaushaltsbilanz für das Modellgebiet als Ergebnis des numerischen Grundwassermodells (Ausgangs-Variante)	- 149 -
Tabelle 29: Flächen der Landkreise Lüneburg (inkl. Stadtgebiet) und Uelzen differenziert nach der Bewertung ihrer Versickerungsfähigkeit.....	- 156 -
Tabelle 30: Klassifizierung der Versickerungsfähigkeit nach geologischer Karte.....	- 157 -
Tabelle 31: Klassifizierung der Versickerungsfähigkeit nach Bodenkarte	- 158 -
Tabelle 32: Klassifizierung der Versickerungsfähigkeit anhand der Grundwasserflurabstände	- 158 -
Tabelle 33: Klassifizierung der Versickerungsfähigkeit anhand der oberflächennahen Geringleiter	- 158 -
Tabelle 34: Gesamtbewertung der Versickerungsfähigkeit.....	- 159 -
Tabelle 35: Ergebnisse: Anzahl benötigte Staue in Abhängigkeit der Höhe der Staue.....	- 163 -
Tabelle 36: Potenzielle Dränflächen nach BK50 im Untersuchungsgebiet	- 189 -
Tabelle 37: Übersicht der fünf Standorte für die Modelluntersuchungen	- 195 -
Tabelle 38: Entnahmemengen aus dem ESK und angeschlossene Beregnungsflächen differenziert nach Landkreisen	- 226 -
Tabelle 39: Flächen des BV Bardowick i.G. und des BV Brietlingen (Stand 2023)	- 228 -
Tabelle 40: Brunnen, Erlaubnisse und Beregnungsflächen im Bereich Brietlingen/Bardowick.....	- 231 -
Tabelle 41: Übersicht zu den sechs gewählten Standorten der Speicherbecken im Untersuchungsgebiet sowie Anzahl der vorhandenen Brunnen und Menge der substituierten Grundwasserentnahmen	- 247 -



Tabelle 42: Übersicht zu den Versickerungsmengen und Versickerungsflächen an den sechs
gewählten Standorten in der Nähe der Speicherbecken..... - 248 -

Tabelle 43: Theoretische Speichervolumina im Elbe-Seitenkanal (Degenhart et al., 2015, S. 16) - 292 -

Tabelle 44: Ergebnisse der Variantenuntersuchungen zur Nutzung von ESK-Umfahrungen als
Speicher. (INBW, Jassen) - 293 -

Tabelle 45: Kläranlagen und Anschlusswerte im Projektgebiet..... - 294 -

Tabelle 46: Liste der fünf Standorte für die Modelluntersuchungen mit Menge an
angefallendem Klarwasser im Jahr 2022 - 296 -

Tabelle 47: Übersicht zu den angenommenen Versickerungsflächen am Standort 3 - 308 -

Tabelle 48: Vergleich unterschiedlicher Bodenbearbeitungsvarianten (Schmidt, Brandhuber &
Bug, 2022) - 333 -

Tabelle 49: Berechnungsmengen von Ackerkulturen - 338 -

Tabelle 50: Möglichkeiten zur effizienten Wassernutzung und Einsparpotentialen, um
alternative Wasserressourcen zu erschließen..... - 356 -

Tabelle 51: Möglichkeiten zur effizienten Wassernutzung und Einsparpotentiale für eine
effiziente Wassernutzung und die Minimierung von Verlusten..... - 357 -

Tabelle 52: Möglichkeiten zur effizienten Wassernutzung und Einsparpotentiale, um
Niederschläge länger in der Landschaft halten - 358 -



Anlagenverzeichnis

Anlagen A (Maßnahmenblätter)

Maßnahmenblatt	Beschreibung
1	Steuerung von Drainagen
2	Anhebung der Gewässersohle für den Schutz und die Versorgung von grundwasserabhängigen Landökosystemen (gwLös)
3	Einrichtung von Retentionsflächen für Fließgewässer
4	Maßnahmen in der Landwirtschaft
5	Digitalisierung in der Wasserwirtschaft
6.1	Erweiterung der ESK-Beregnung
6.2	Substitution von GW aus Überschusswasserableitungen im ESK
7	Substitution von GW, Untere Haltung ESK/Elbe
8.1	Versickerung aus Kläranlagen
8.2	Verregnung aus Kläranlagen nach Speicherung
9	Schwammstadt

Anlagen B (Karten + Pläne)

Anlagennummer	Beschreibung
	Oberflächengewässer
7.1.2	Pegel im Projektgebiet
	Grundwasseranschluss der Fließgewässer
7.2.1	Übersichtskarte zur Anbindung der Fließgewässer an den oberflächennahen Grundwasserleiter
-	Grundwasserkörper im Projektgebiet
7.4.1	Projektgebiet mit den Grundwasserkörpern
-	Grundwassersituation und -entwicklung
7.6.1	Grimm-Strele-Auswertung der Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen 1991-2020 Aquifer AQ1
7.6.2	Grimm-Strele-Auswertung der Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen 1991-2020 Aquifer AQ2
7.6.3	Grimm-Strele-Auswertung der Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen 1991-2020 Aquifer AQ3
7.6.4	Grimm-Strele-Auswertung der Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen 1991-2020 Aquifer AQ4
7.6.5	Grimm-Strele-Auswertung der Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen 1991-2020 Aquifer AQ5
7.6.6	Grimm-Strele-Auswertung der Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen 1991-2020 Aquifer AQ6
-	Grundwasserabhängige Landökosysteme
7.8	Übersichtskarte zur Verbreitung der grundwasserabhängigen Landökosysteme (gwaLös) im Untersuchungsgebiet
-	Maßnahmen an Gewässern
9.1.2	Trockenfallende Gewässer
-	Wasserrückhalt und Retention in der Fläche
9.1.3	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante / Ausgangs-Variante oberflächennaher GWL AQ2 Zustand 15. Februar Standort Hardau



-	Auswirkung der Sohlenerhebung in Fließgewässern
9.1.4.1	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose- / Ausgangs-Variante oberflächennaher Grundwasserleiter AQ2 Sohlenerhebung Neetze Zustand August
9.1.4.2	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose- / Ausgangs-Variante oberflächennaher Grundwasserleiter AQ2 Sohlenerhebung Wipperau Zustand August
9.1.4.3	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose- / Ausgangs-Variante Grundwasserleiter AQ6 Sohlenerhebung Wipperau Zustand August
-	Steuerbare Drainagen
9.2.3.1	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante / Ausgangs-Variante Grundwasserleiter AQ2 Standort 1
9.2.3.2	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante / Ausgangs-Variante Grundwasserleiter AQ2 Standort 2
9.2.3.3	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante / Ausgangs-Variante Grundwasserleiter AQ6 Standort 2
9.2.3.4	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante / Ausgangs-Variante Grundwasserleiter AQ2 Standort 3
9.2.3.5	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante / Ausgangs-Variante Grundwasserleiter AQ2 Standort 4
9.2.3.6	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante / Ausgangs-Variante Grundwasserleiter AQ2 Standort 5
-	Entnahme aus dem Unterwasser der Schleuse Lüneburg / Schiffshebewerk Scharnebeck
9.2.4.1	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante / Ausgangs-Variante Grundwasserleiter AQ2 Zustand August BV Bardowick / BV Brietlingen
9.2.4.2	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante / Ausgangs-Variante Grundwasserleiter AQ4 Zustand August BV Bardowick / BV Brietlingen
9.2.4.3	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante / Ausgangs-Variante Grundwasserleiter AQ6 Zustand August BV Bardowick / BV Brietlingen
-	Nutzung von Entlastungswasser aus dem Elbe-Seitenkanal in den Wintermonaten
9.2.6.1	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 1 / Ausgangs-Variante oberflächennaher GWL AQ2 Zustand August Standort 1 - Horndorf
9.2.6.2	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 2 / Ausgangs-Variante oberflächennaher GWL AQ2 Zustand August Standort 1 - Horndorf
9.2.6.3	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 2 / Ausgangs-Variante oberflächennaher GWL AQ2 Zustand Februar Standort 1 - Horndorf
9.2.6.4	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 1 / Ausgangs-Variante GWL AQ6 Zustand August Standort 1 - Horndorf
9.2.6.5	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 2 / Ausgangs-Variante GWL AQ6 Zustand August Standort 1 - Horndorf
9.2.6.6	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 2 / Ausgangs-Variante GWL AQ6 Zustand Februar Standort 1 - Horndorf
9.2.6.7	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 1 / Ausgangs-Variante oberflächennaher GWL AQ2 Zustand August Standort 2 - Embsen



9.2.6.8	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 2 / Ausgangs-Variante oberflächennaher GWL AQ2 Zustand August Standort 2 - Embsen
9.2.6.9	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 2 / Ausgangs-Variante oberflächennaher GWL AQ2 Zustand Februar Standort 2 - Embsen
9.2.6.10	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 1 / Ausgangs-Variante oberflächennaher GWL AQ2 Zustand August Standort 3 - Kettelsdorf
9.2.6.11	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 2 / Ausgangs-Variante oberflächennaher GWL AQ2 Zustand August Standort 3 - Kettelsdorf
9.2.6.12	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 2 / Ausgangs-Variante oberflächennaher GWL AQ2 Zustand Februar Standort 3 - Kettelsdorf
9.2.6.13	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 1 / Ausgangs-Variante GWL AQ6 Zustand August Standort 3 - Kettelsdorf
9.2.6.14	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 2 / Ausgangs-Variante GWL AQ6 Zustand August Standort 3 - Kettelsdorf
9.2.6.15	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 1 / Ausgangs-Variante oberflächennaher GWL AQ2 Zustand August Standort 4 - Oetzendorf
9.2.6.16	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 2 / Ausgangs-Variante oberflächennaher GWL AQ2 Zustand August Standort 4 - Oetzendorf
9.2.6.17	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 2 / Ausgangs-Variante oberflächennaher GWL AQ2 Zustand Februar Standort 4 - Oetzendorf
9.2.6.18	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 1 / Ausgangs-Variante GWL AQ6 Zustand August Standort 4 - Oetzendorf
9.2.6.19	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 2 / Ausgangs-Variante GWL AQ6 Zustand August Standort 4 - Oetzendorf
9.2.6.20	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 1 / Ausgangs-Variante oberflächennaher GWL AQ2 Zustand August Standort 5 - Stadensen
9.2.6.21	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 2 / Ausgangs-Variante oberflächennaher GWL AQ2 Zustand August Standort 5 - Stadensen
9.2.6.22	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 2 / Ausgangs-Variante oberflächennaher GWL AQ2 Zustand Februar Standort 5 - Stadensen
9.2.6.23	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 1 / Ausgangs-Variante GWL AQ6 Zustand August Standort 5 - Stadensen
9.2.6.24	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 2 / Ausgangs-Variante GWL AQ6 Zustand August Standort 5 - Stadensen



9.2.6.25	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 2 / Ausgangs-Variante GWL AQ6 Zustand Februar Standort 5 - Stadensen
9.2.6.26	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 1 / Ausgangs-Variante oberflächennaher GWL AQ2 Zustand August Standort 6 - Gavendorf
9.2.6.27	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 2 / Ausgangs-Variante oberflächennaher GWL AQ2 Zustand August Standort 6 - Gavendorf
9.2.6.28	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 2 / Ausgangs-Variante oberflächennaher GWL AQ2 Zustand Februar Standort 6 - Gavendorf
9.2.6.29	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 1 / Ausgangs-Variante GWL AQ6 Zustand August Standort 6 - Gavendorf
9.2.6.30	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 2 / Ausgangs-Variante GWL AQ6 Zustand August Standort 6 - Gavendorf
9.2.6.31	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose-Variante 2 / Ausgangs-Variante GWL AQ6 Zustand Februar Standort 6 - Gavendorf
-	Modelltechnische Untersuchungen der Nutzung des Klarwassers zur Versickerung
9.3.2.1	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose- / Ausgangs-Variante oberflächennaher Grundwasserleiter AQ2 Versickerung Klarwasser KA Lüneburg Zustand August
9.3.2.2	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose- / Ausgangs-Variante oberflächennaher Grundwasserleiter AQ6 Versickerung Klarwasser KA Lüneburg Zustand August
9.3.2.3	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose- / Ausgangs-Variante oberflächennaher Grundwasserleiter AQ2 Versickerung Klarwasser KA Dahlenburg Zustand August
9.3.2.4	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose- / Ausgangs-Variante oberflächennaher Grundwasserleiter AQ2 Versickerung Klarwasser KA Amelinghausen Zustand August
9.3.2.5	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose- / Ausgangs-Variante oberflächennaher Grundwasserleiter AQ2 Versickerung Klarwasser KA Uelzen Zustand August
9.3.2.6	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose- / Ausgangs-Variante oberflächennaher Grundwasserleiter AQ6 Versickerung Klarwasser KA Uelzen Zustand August
9.3.2.7	Differenzen der Standrohrspiegelhöhen Prognose- / Ausgangs-Variante oberflächennaher Grundwasserleiter AQ2 Versickerung Klarwasser KA Suderburg Zustand August



Anhangsverzeichnis

Anhang	Beschreibung
1	Öffentliche und frei verfügbare Daten und Unterlagen
2	Nicht öffentliche Daten und Unterlagen



Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung, Beschreibung/Bedeutung
AMBAV	Agrarmeteorologisches Modell zur Berechnung der Verdunstung
AQ	Aquifer, Grundwasserleiter
AT	Aquitarde, Grundwassergeringleiter
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BÜK	Bodenübersichtskarten
CAH	Consulaqua Hildesheim
DFL	Dachverband Feldberegnung Lüneburg
DFU	Dachverband Feldberegnung Uelzen
DGM	digitales Geländemodell
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
DWD	Deutscher Wetterdienst
ESK	Elbe-Seitenkanal
GK	Geologische Karte
GLD	Gewässerkundlicher Landesdienst (NLWKN und LBEG)
GOK	Geländeoberkante
GWK	Grundwasserkörper
GWL	Grundwasserleiter
gwLös	g rund w asser a bh ä ngige L and ö kosysteme
GWMS	Grundwassermessstelle
GW(T)K	Grundwasser(teil)körper
HSM	hydrogeologisches Strukturmodell
INBW	Institut für nachhaltige Bewässerung und Wasserwirtschaft im ländlichen Raum
KV	Kreisverband der Wasser- und Bodenverbände Uelzen
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
LGLN	Landesvermessung und Geobasisinformationen Niedersachsen
LK	Landkreis
LWK	Landwirtschaftskammer
mGROWA22 / 18	m onatlicher G roß r äumiger W asserhaushalt; Wasserhaushaltsmodell zur Berechnung der Grundwasserneubildung in Niedersachsen mit der letzten Aktualisierung 2022
MLK	Mittellandkanal
MQ	mittlerer Abfluss
MW	Mittelwasser
NHN	Normalhöhennull
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- u. Naturschutz
RCP 8.5	Repräsentativer Konzentrationspfad, Zunahme des Strahlungsantrieb bis 2100 um 8,5 W/m ²
UVPg	Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz
UWB	Untere Wasserbehörde
WBV	Wasserbeschaffungsverband
WRRL	EU-Wasserrahmenrichtlinie
WSV	Wasser- und Schifffahrtsverwaltung
WVK	Wasserversorgungskonzept



Hinweis zur Bearbeitung und Dokumentation

Die Bearbeitung des Projektes IWAMA KO erfolgte in zwei getrennten Losen. Die Bearbeitung der Aufgaben in Los 1 erfolgte durch den Kreisverband der Wasser- und Bodenverbände Uelzen, dem Institut für nachhaltige Bewässerung und Wasserwirtschaft im ländlichen Raum und der Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Die Bearbeitung des Loses 2 erfolgte durch die Consulaqua Hildesheim.

Die Dokumentation erfolgte gemeinsam durch die Bearbeiter der Lose 1 und 2. Für die Ebene der Hauptkapitel sowie die erste Ebene der Unterkapitel sind die jeweiligen Bearbeiterinnen und Bearbeiter bzw. Autorinnen und Autoren sowie die zugehörigen Institutionen aufgeführt. Sofern für die Unterkapitel keine weiteren Bearbeiterinnen und Bearbeiter bzw. Autorinnen und Autoren aufgeführt werden, gelten die im Hauptkapitel genannten.

Die Federführung der Dokumentation liegt bei Hr. Martens, KV.



1 Zusammenfassung

(Martens, KV)

Das integrierte Wasserversorgungs- und Wassermengen - Managementkonzept

Zunächst wurde eine **Bestandsanalyse** durchgeführt, bei der Konzepte aus anderen Regionen berücksichtigt werden. Des Weiteren erfolgte eine Analyse der Wasserrechte und des tatsächlichen Verbrauchs für alle Nutzer. Die Wasserbedarfsanalyse für sämtliche Nutzungen ist ein weiterer Schwerpunkt.

Die Untersuchung umfasst die Analyse der Grundwasserstände der letzten Jahre, die Grundwasserneubildung und den Wasseraustausch über die Grenzen der Grundwasserkörper. Hierbei werden Klimawandelaspekte berücksichtigt.

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich über rund 2.800 km² im Nordosten Niedersachsens, hauptsächlich in den Landkreisen Uelzen und Lüneburg sowie der Stadt Lüneburg. Es beinhaltet auch die Gemeinde Amt Neuhaus östlich der Elbe. Das Gebiet weist eine steigende Nachfrage nach Wasser für Trink-, Brauch- und Betriebswasserversorgung sowie Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen auf.

Die Flächennutzung ist durch Ackerland, Wald, Grünland und Siedlungsflächen geprägt. Der Landkreis Uelzen zeichnet sich durch landwirtschaftliche Nutzung aus, während im Landkreis Lüneburg auch vermehrt Grünland, besonders im Bereich der Elbeniederung vorhanden ist. Zusätzlich sind im LK Lüneburg deutlich höhere Anteile an Siedlungs- und Gewerbeflächen vorhanden.

Das Projektgebiet gehört zum Norddeutschen Tiefland mit Geest-Landschaft und sandigen Sedimenten. Endmoränenzüge prägen das Relief, wobei das Uelzener Becken durch Erosion entstanden ist. Die Bodenarten variieren regional und lokal, von sandig über tonig bis lößhaltig. Die Elbniederung und Marschengebiete haben eigene Bodencharakteristika.

Das Gebiet liegt im Fluss- bzw. Einzugsgebiet der Elbe. Die Ilmenau bildet den zentralen Vorfluter, während die Luhe und weitere Gewässer das Projektgebiet randlich durchziehen. Die Marschengebiete werden durch ein dichtes Netz von Gräben entwässert, wobei Elbehochwasser zu Überflutungen führen können.

In der Lüneburger Heide ist der hydrogeologische Aufbau aufgrund der komplexen Struktur und der unterschiedlichen Durchlässigkeiten sehr vielfältig. Die Grundwasserleiter bestehen aus sandigen Lockergesteinen, während die Grundwasserhemmer hauptsächlich aus Geschiebelehm bestehen. Die Grundwasserneubildung ist im Mittel hoch und reicht örtlich bis über 450 mm/a. Das Grundwasser in der Lüneburger Heide zeichnet sich überwiegend durch einen geringen Gesamtlösungsinhalt aus und ist daher besonders gut für die Trinkwassergewinnung geeignet.



Das Gebiet wird auch von eiszeitlichen Rinnen geprägt, die zu großen Mächtigungsunterschieden führen können. Die Gesamtmächtigkeit der untersuchten Schichtenfolge beträgt im Mittel rund 175 m, kann aber in den tiefen quartären Rinnen bis zu 500 m erreichen.

Die hydrogeologische Situation wird durch ein hydrogeologisches Strukturmodell abgebildet, durch das der Untergrund dreidimensional beschrieben und dargestellt wird. Dieses Modell dient als Grundlage für das Grundwasserströmungsmodell und ermöglicht eine detaillierte Analyse der Grundwasserbewegung im Untersuchungsgebiet.

Im Projektgebiet sind gemäß der EG-Wasserrahmenrichtlinie sieben Grundwasserkörper (GWK) vorhanden. Die beiden bedeutendsten Grundwasserkörper sind Ilmenau Lockergestein links und Ilmenau Lockergestein rechts, die jeweils einen Flächenanteil von 41,4 % bzw. 44,5 % im Projektgebiet ausmachen. Zusammen umfassen sie den größten Teil des Projektgebiets. Die restlichen Grundwasserkörper befinden sich im Randbereich des Projektgebiets und machen nur einen geringen Anteil der Gesamtfläche aus, wobei der Grundwasserkörper Rößnitz/Amt Neuhaus rechts der Elbe eine Ausnahme darstellt und innerhalb dieses Projekts z. T. separat betrachtet wird.

Deutschland liegt in der warmgemäßigten Klimazone der mittleren Breiten und wird sowohl vom maritimen Klima Westeuropas als auch vom kontinentalen Klima Osteuropas beeinflusst. Das Klima in Mitteleuropa wird durch feuchte atlantische Luftmassen und trockene kontinentale Luft geprägt. Niedersachsen hat aufgrund seiner Nähe zum Meer relativ milde Winter und mäßig warme Sommer.

Es wird erwartet, dass sich aufgrund des Klimawandels die Vegetationsphase der Pflanzen verlängert, wobei das Risiko von Schäden durch Spätfröste steigt.

Die Erwärmungstrends setzen sich fort, wobei die Anzahl der Frosttage abnimmt und die Anzahl der Sommertage zunimmt. Für den Zeitraum 2021 bis 2050 wird ein Temperaturanstieg um 1,4 °C und für den Zeitraum 2071 bis 2100 ein Anstieg um 3,5 °C bei dem verwandten Klimamodell prognostiziert.

Es wird erwartet, dass sich die Niederschläge von den Sommermonaten zu den Wintermonaten verschieben und dass Starkniederschlagsereignisse in Häufigkeit und Intensität zunehmen. Die räumliche Niederschlagsverteilung zeigt höhere Niederschläge im Westen und eine abnehmende Niederschlagshöhe in Richtung Osten.

Die für das Projektgebiet erstellte Grundwasserbilanz beinhaltet sämtliche Zu- und Abflüsse. Sie umfasst folgende Komponenten:



- Grundwasserneubildung
- Grundwasserentnahmen
- Grundwasseraustausch mit Oberflächengewässern (Basisabfluss)
- Grundwasseraustausch über die Gebiets- bzw. Modellränder

Die Gesamtsumme der Zu- und Abflüsse beträgt in dem hier betrachteten Zeitraum (Jahresgang der Monatsmittelwerte der Jahre 2008 – 2017) nahezu Null. Es bedeutet, dass die Gesamtmenge des betrachteten Wassersystems im betrachteten Zeitraum weitgehend stabil ist.

Die Grundwasserneubildung beträgt etwa 685 Millionen Kubikmeter pro Jahr für das gesamte Modellgebiet des Grundwasserströmungsmodells, wobei die Werte je nach geografischer Lage variieren. Diese Werte basieren auf Modellierungen und werden durch Messungen und Geländebeobachtungen validiert. Das Grundwasser fließt überwiegend nach Norden in Richtung Elbe.

Im Wasserversorgungskonzept (WVK) Niedersachsen wird davon ausgegangen, dass der Gesamtbedarf der öffentlichen Wasserversorgung aufgrund prognostizierter rückläufiger Einwohnerzahlen langfristig abnimmt. Im Projektgebiet wird ein mittlerer bis hoher Nutzungsdruck erwartet, insbesondere in Bezug auf die Feldberegnung. Das WVK Niedersachsen liefert wichtige Erkenntnisse und Herangehensweisen für die langfristige Bewirtschaftung der Grundwasserressourcen.

Die **Aspekte des Wasserverbrauchs, des Wasserbedarfs und der Grundwassernutzung** in den Landkreisen Lüneburg und Uelzen sowie der Stadt Lüneburg werden umfangreich beschrieben. Hier sind die wichtigsten Informationen zusammengefasst:

Wassernutzung und -entnahme:

Derzeit wird 100% des Trinkwassers in den Landkreisen und der Stadt Lüneburg aus Grundwasser gewonnen.

Für die landwirtschaftliche Beregnung werden etwa 83% des Wassers aus Grundwasser entnommen, 15% aus Oberflächengewässern und 2% durch WaterReuse aus Kühl-, Brauch- und Betriebswasser bereitgestellt.

Die erteilten wasserrechtlichen Entnahmeerlaubnisse für Trinkwasser liegen bei etwa 40 % für Lüneburg und rd. 13 % für Uelzen der Gesamtentnahmen. Der überwiegende Anteil wird für Brauchwasser und Feldbewässerung verwendet, wobei der größte Anteil für die Feldbewässerung genutzt wird.



Bedarfsprognosen:

Die Bedarfsmengen für Trinkwasser und Gewerbe/Industrie werden pauschal um 10% erhöht, obwohl kein aktueller Bedarf besteht und durch einen prognostizierten Bevölkerungsrückgang auch ein geringerer Bedarf entsteht. Mit der Erhöhung um 10 % wird eine Mindestreservemenge für die Trinkwasserversorgung vorgehalten. Der Bedarf für die Feldberegnung wird anhand von prognostizierten Flächen und Beregnungshöhen abgeschätzt.

Grundwassersituation und -entwicklung:

Obwohl der Zustand der Grundwasserleiter insgesamt als nicht gefährdet beurteilt wird, gab es nach den Trockenjahren 2018-2019 einen deutlichen Rückgang der Grundwasserstände. Die Auswertung von Wasserstandsdaten zeigt, dass die Mehrheit der Grundwassermessstellen eine gleichbleibende Entwicklung aufweist, jedoch gibt es auch eine signifikante Anzahl von Messstellen mit fallender sowie mit steigender Tendenz.

Es gibt eine gute Verfügbarkeit von Grundwasserressourcen, jedoch variieren die nutzbaren Dargebote je nach geologischen Bedingungen.

Alternative Wasserressourcen

Um den steigenden Wasserbedarf in Zukunft zu decken und die Grundwasserressourcen nicht zu übernutzen, ist es wichtig, als zusätzliche Option auf bisher nicht genutzte (alternative) Wasserressourcen zuzugreifen. Diese umfassen Quellen und Methoden zur Gewinnung und Nutzung von Wasser, die als alternative oder ergänzende Lösungen zu herkömmlichen Wasserquellen dienen.

Identifikation zukünftiger alternativer Wasserressourcen über Wasserrechte

Eine Möglichkeit zur Identifikation alternativer Wasserressourcen bieten die Wasserrechte, die in den Landkreisen Uelzen und Lüneburg sowie der Stadt Lüneburg vergeben wurden. Diese umfassen Erlaubnisse und alte Befugnisse zur Einleitung von Stoffen in oberirdische und Küstengewässer. Eine Analyse dieser Rechte zeigt, dass einige davon als potenzielle alternative Wasserressourcen in Betracht gezogen werden können, während andere aufgrund von Qualitäts- oder Quantitätsproblemen ausgeschlossen werden.

Anforderungen zur Qualität an Bewässerungswasser

Um Wasser sicher zur Bewässerung von Feldfrüchten nutzen zu können, müssen bestimmte qualitative Anforderungen erfüllt sein. Aktuell sind diese Anforderungen in der DIN 19650 geregelt, allerdings ist eine Überarbeitung dieser Norm erforderlich. Zusätzlich trat die Verordnung (EU) 2020/741 in Kraft,



die Mindestanforderungen für die Wasserwiederverwendung festlegt. Zur Umsetzung dieser Verordnung werden Regelungsvorschläge entwickelt, darunter das DWA-Merkblatt zur Wasserwiederverwendung.

Wassersystem Elbe-Seitenkanal

Der Elbe-Seitenkanal (ESK) dient nicht nur der Schifffahrt, sondern auch der Versorgung landwirtschaftlicher Flächen mit Beregnungswasser. Die Entnahmemengen aus dem ESK sind durch Planfeststellungsbeschlüsse festgelegt und werden kontrolliert. Es besteht die Möglichkeit, die Entnahmekapazitäten aus dem Kanal zu erhöhen, aber dies erfordert technische Maßnahmen durch die WSV und eine umfassende Analyse der Auswirkungen auf das gesamte Kanalsystem, die nur in enger Zusammenarbeit aller Stakeholder erfolgen kann.

Maßnahmen zur Stärkung des Wasserhaushaltes in der Region und die Entwicklung nachhaltiger Nutzungskonzepte sind wesentlicher Bestandteil des Konzeptes. Die Maßnahmen sind äußerst wichtig, um die Wasserressourcen nachhaltig zu nutzen sowie den ökologischen Zustand der Gewässer und der grundwasserabhängigen Landökosysteme (gwLÖs) zu verbessern.

Die vorgeschlagenen Maßnahmen zur **Erhöhung der Grundwasserneubildung** (Kapitel 9.1) durch Grundwasseranreicherung und Wasserrückhalt in der Fläche sind sowohl hydrogeologisch als auch ökologisch fundiert. Durch die Identifizierung geeigneter Standorte für die Versickerung von Wasser und die Bewertung der Eignung dieser Standorte anhand verschiedener Parameter wie Bodenart, geologische Eigenschaften und Grundwasserflurabstand wird sichergestellt, dass die Maßnahmen effektiv und nachhaltig sind. Es wurden verschiedene potenziell geeignete Standorte identifiziert, die eine erhebliche Fläche des Untersuchungsgebiets abdecken.

In Kapitel 0 wurden die Auswirkungen von **Sohlanhebungen in Fließgewässern** anhand von Berechnungsvarianten mit dem numerischen Grundwassermodell untersucht. Durch eine Anhebung der Gewässersohle verändert sich der hydraulische Gradient zwischen Grundwasser und Fließgewässer, was einerseits zu einer Verringerung des Basisabflusses führt, andererseits trägt dies aber zur Stützung der Grundwasserstände bei grundwasserabhängigen Landökosystemen bei.

Das bisherige Wassermanagement- und Drainagesysteme: Das traditionelle Wassermanagement in der Landwirtschaft basierte auf der schnellen Entwässerung von Ackerflächen durch Drainagen, um die Befahrbarkeit und Bodenbearbeitung zu erleichtern sowie die Vegetationszeit zu verlängern. Dies führte zu Mehrerträgen und ermöglichte die Nutzung von Feuchtgebieten für die Landwirtschaft. **Steuerebare Drainagen** könnten dazu beitragen, die negativen Auswirkungen herkömmlicher Drainagen zu



minimieren, indem sie die schnelle Entwässerung während der Winterperiode stoppen und die Grundwasserneubildung fördern. Durch eine rechtzeitige Aktivierung vor der landwirtschaftlichen Bearbeitung der Flächen kann die Bewirtschaftung ermöglicht werden. Mit dem numerischen Grundwassermodell wurde simuliert, wie die Steuerung der Drainagen die Grundwasserneubildung beeinflussen könnte (Kapitel 9.1.5). Die Einführung steuerbarer Drainagen könnte somit eine Möglichkeit sein, die Wasserbewirtschaftung in der Landwirtschaft zu verbessern und gleichzeitig die negativen Auswirkungen herkömmlicher Drainagesysteme zu minimieren.

Es wurden verschiedenen Maßnahmen zur Erschließung **alternativer Wasserquellen** untersucht, insbesondere im Zusammenhang mit dem **Elbe-Seitenkanal (ESK)** und der Schleuse Lüneburg (Kapitel 9.2). Hier werden verschiedene Vorschläge und Planungen diskutiert, um die Wasserversorgung für landwirtschaftliche Zwecke zu verbessern und alternative Wasserquellen zu erschließen.

Es wird vorgeschlagen, die **Pumpenleistung der Pumpwerke** am Elbe-Seitenkanal zu erhöhen, um **zusätzliche Beregnungsflächen** mit Wasser zu versorgen und den Grundwasserkörper entlang des ESK zu entlasten (Substitution von Grundwasserentnahmen und zusätzlich Versickerung von Kanalwasser in den Untergrund). Die möglichen Auswirkungen auf das Grundwassersystem (Grundwasserdargebot, Grundwasserstände etc.) wurden mit dem numerischen Grundwassermodell untersucht. Allerdings gibt es derzeit Einschränkungen seitens der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV), die die Freigabe der zusätzlichen Pumpleistung nicht ermöglicht.

Der Bau einer neuen Schleuse in Lüneburg soll Engpässe für die Schifffahrt beseitigen. Der Betrieb der neuen Schleuse könnte die Pumpkapazitäten beeinflussen und erfordert eine enge Zusammenarbeit mit der WSV (Kapitel 9.2.2).

Es wird empfohlen, an der neuen Schleuse ein zusätzliches Pumpwerk zu bauen oder das vorhandene Pumpwerk zu erweitern, um die Wasserversorgung weiter zu verbessern und zusätzliche Beregnungsflächen zu erschließen (Kapitel 9.2.3).

Weiter wird ein Ansatz zur **Optimierung der Entnahmen** aus dem ESK durch Anpassung der Steuerung der Pumpwerke vorgestellt. Dies beinhaltet die Auswertung digitaler Pumpdaten, um ein Konzept zur optimalen Nutzung der Entnahmekapazitäten zu entwickeln. Zukünftig wird angestrebt, alle Entnahmebauwerke mit automatisierter Datenerfassung auszustatten und eine gemeinsame Datenplattform für effiziente Datenverarbeitung und -nutzung einzurichten. Dies würde auch eine flexiblere Anpassung der Wasserentnahmen ermöglichen.

Im Kapitel 9.3 wird analysiert, wie das **Klarwasser aus Kläranlagen** genutzt werden kann, um einen Teil des zukünftigen Wasserbedarfs in der Projektregion zu decken. Es wird festgestellt, dass jährlich etwa



19 Millionen Kubikmeter Wasser aus 15 Kläranlagen in die Gewässer der Projektregion eingeleitet werden, jedoch größtenteils ungenutzt bleiben und ins Meer fließen. Die Möglichkeit der Nutzung dieses Wassers wird erörtert, wobei die Ausstattung der Kläranlagen mit einer vierten Reinigungsstufe als Voraussetzung für die Verwendung des Klarwassers diskutiert wird. Diese Reinigungsstufe ist ab einem bestimmten Anschlusswert zukünftig verpflichtend und soll die Entfernung von Spurenstoffen und die Desinfektion des Klarwassers gewährleisten. Neben der direkten Verwendung des Klarwassers wird auch die Möglichkeit der Versickerung diskutiert, um zusätzliches Grundwasser anzureichern.

Eine Auswahl von fünf Kläranlagen wird modellhaft betrachtet, wobei Klarwassermengen und Versickerungsflächen festgelegt werden. Ziel ist es, die Auswirkungen der Grundwasseranreicherung auf die Standrohrspiegelhöhen und die Basisabflüsse zu quantifizieren.

Die Ergebnisse der modelltechnischen Untersuchungen zur oberflächennahen Versickerung von geklärtem Abwasser an fünf ausgewählten Standorten zeigen, dass an nahezu allen Standorten die im Jahr 2022 angefallenen Mengen vollständig versickert werden konnten. Eine Ausnahme bildet die Kläranlage Lüneburg, wo aufgrund geologischer Gegebenheiten nur etwa 10 % des geklärten Abwassers infiltriert werden konnten.

Insgesamt konnten über alle Standorte hinweg etwa 6 Millionen Kubikmeter pro Jahr versickert werden. Die Modellberechnungen zeigen lokale Unterschiede in der Zunahme der Grundwasserstände, wobei an einigen Standorten eine Zunahme von wenigen Dezimetern bis über 20 Metern beobachtet wurde. Diese Zunahme der Grundwasserstände führt zu einer Erhöhung der Basisabflüsse an den Fließgewässern um etwa 4,8 Millionen Kubikmeter pro Jahr. Letztendlich fließt das infiltrierte Wasser, soweit es nicht durch zusätzliche Entnahmen genutzt wird, wieder über die Gewässer ab, sodass sich ein neues Gleichgewicht im Grundwassersystem einstellt, in dem insgesamt 6 Millionen Kubikmeter pro Jahr mehr Wasser enthalten sind als zuvor.

Für die Umsetzung dieser Maßnahmen ist die Errichtung der notwendigen Infrastruktur erforderlich, einschließlich Transportleitungen von den Kläranlagen zu den Versickerungsstandorten und die Schaffung von Versickerungsflächen. Zudem muss die Qualität des zu versickernden Wassers kontrolliert werden, wofür die Implementierung einer vierten Reinigungsstufe erforderlich ist. Die Kostenverteilung für die Umsetzung der vierten Reinigungsstufe muss festgelegt werden.

Das Konzept der **Schwammstadt** wird in Kapitel 9.4 behandelt als ein Ansatz zur Transformation bestehender und zukünftiger Stadträume mit dem Ziel, die Lebensqualität in Städten zu verbessern. Dieser Ansatz geht über die herkömmliche städtische Überflutungsvorsorge hinaus und zielt darauf ab, Städte wassersensibel zu gestalten. Die Umsetzung einer Schwammstadt erfordert eine technische Ausgestaltung und die Schaffung quartiersspezifischer Wasserbilanzen, um den Bedarf an Stadtwasser differenziert zu ermitteln. Möglichkeiten zur Realisierung einer Schwammstadt umfassen die direkte



Versickerung von Niederschlagswasser, den Ausbau eines Stadtwasserkanalsystems und die Nutzung von unverschmutztem Regenwasser für verschiedene Zwecke, wie die Bewässerung von Stadtgrün oder Grünfassaden.

Im Kapitel 9.5 wird diskutiert, wie **überregionale Wassermengen aus der Elbe** genutzt werden können, insbesondere oberhalb des Elbe-Stauwehres bei Geesthacht aus dem Rückstaubereich des Wehres. Es wird festgestellt, dass eine überregionale Transportleitung nicht erforderlich ist, da das Wasser der Elbe bereits über die Untere Haltung des Elbe-Seitenkanals transportiert und verteilt werden kann. Das Wasser der Elbe könnte für Bewässerungszwecke genutzt und die Grundwasserentnahmen entsprechend substituiert werden. Allerdings sind spezifische Maßnahmen erforderlich, um die Wassermenge entsprechend den Bedürfnissen der Landwirtschaft zu fördern. Es werden Berechnungen angestellt, um den Bedarf an Bewässerungswasser abzuschätzen und die erforderlichen Förderkapazitäten zu bestimmen.

Die Untersuchungen der **Landwirtschaftskammer** in Kapitel 0 zeigen, dass wassersparende Maßnahmen zwar helfen können, den **Beregnungseinsatz zu optimieren**, jedoch nicht ausreichen, damit zukünftig keine zusätzlichen Wassermengen für die Beregnung erforderlich werden oder vollständig auf eine Bewässerung zu verzichten. Es besteht weiterhin Forschungsbedarf in Hinblick auf eine effiziente Deckung des Beregnungswasserbedarfs.

Das Projekt IWAMA ZuSa befasst sich mit Maßnahmen zur Steigerung des Grundwasserdargebots im Projektgebiet (Kapitel 9.7). Es wurden verschiedene Optionen analysiert, darunter die Erweiterung der ESK-Versorgung, Versickerung von Kläranlagenwasser und Substitution von Grundwasserentnahmen durch ESK-Zusatzwasser. Die durchgeführten Untersuchungen zeigen das Potential für eine signifikante Erhöhung des Grundwasserdargebots auf. Eine Nutzen-Kostenanalyse gibt erste Hinweise auf die Umsetzbarkeit der untersuchten Maßnahmen.

Das Wassermengenmanagement zielt darauf ab, den Umfang der Grundwassernutzung zu verringern und lokale Grundwasserneubildung zu fördern.

Das Konzept betont den steigenden Wasserbedarf, vor allem für landwirtschaftliche Bewässerung, und schlägt verschiedene Maßnahmen zur Wasserbereitstellung vor, darunter Wasserspeicherung, Grundwasseranreicherung, Nutzung von Substituten, Wassereinsparung und Nutzung von Kläranlagenwasser. Es werden Rahmenbedingungen für die Umsetzung genannt, darunter transparente Rechtsverfahren, politischer und gesellschaftlicher Konsens, aktive Beteiligung der Akteure und Einbeziehung der Wassernutzer.



Die Finanzierungsmöglichkeiten werden diskutiert, wobei Fördermittel aus verschiedenen Quellen wie GAK, AFP und ELER in Betracht gezogen werden. Es wird darauf hingewiesen, dass ohne entsprechende Förderung viele Maßnahmen, insbesondere im Bereich Feldbewässerung, nicht umsetzbar wären.

Die rechtlichen Aspekte der vorgeschlagenen Maßnahmen werden skizziert, wobei für jede einzelne Maßnahme individuelle rechtliche Prüfungen erforderlich sind. Die rechtlichen Voraussetzungen reichen von privatrechtlichen Abstimmungen/Vereinbarungen mit Unternehmen oder Landwirten bis zu umfangreichen öffentlichen Planfeststellungsverfahren für Wasserspeicher, Retentionsflächen oder Wasserentnahmen.

Insgesamt liefert das Konzept eine umfassende Analyse von Maßnahmen zur Sicherung und Steigerung des Grundwasserdargebots im Projektgebiet, betont jedoch die Notwendigkeit von Finanzierungsmöglichkeiten und rechtlicher Klärung für eine erfolgreiche Umsetzung.



2 Sachstand und Veranlassung

(Martens, KV)

2.1 Wasserwirtschaftliche Herausforderungen im Projektgebiet

Allgemeine Herausforderungen im Projektgebiet sind die steigenden Wasserbedarfe, insbesondere für die landwirtschaftliche Feldbewässerung, die durch den Klimawandel entstanden sind und sich noch weiter erhöhen werden. In der Projektregion hat sich in den letzten 60 Jahren eine Bewässerungslandwirtschaft etabliert, die ohne eine Bereitstellung von entsprechenden Wassermengen nicht bestehen kann. In der Trinkwasserversorgung wird demgegenüber ein stagnierender Bedarf erwartet, da im Projektgebiet mit einem Bevölkerungsrückgang zu rechnen ist. Allerdings sind aufgrund von Vorsorgegedanken zusätzliche Reserven von 10% Mehrmenge für die Trinkwasserbereitstellung einzurechnen.

2.2 Stand der Forschung

Im Projektgebiet sind in der Vergangenheit bereits diverse Untersuchungen und Projekte zur überregionalen Wasserbewirtschaftung durchgeführt worden. 2007 wurden im Rahmen von NoRegret (Martens Jörg Dipl.-Ing., 2007) erstmals Überlegungen zur überregionalen Wasserbeschaffung und Bewirtschaftung angestellt. 2011 wurde im Rahmen der Machbarkeitsstudie AquaRo (Alternative Quellen anzapfen für den Raum Rosche) (Martens Jörg Dipl.-Ing., 2011) die Versickerung von Klarwasser aus der Kläranlage Rosche zur Grundwasserauffüllung geplant und im Rahmen des Projektes Aquarius (CONSULAQUA Hildesheim - Geo-Infometric, 2012) umgesetzt. Daran anschließend wurden die Auswirkungen auf den betroffenen Grundwasserkörper und auf eine Grundwasseranreicherung mit Drainage-Wasser im Raum Groß Thondorf geprüft und umgesetzt.

Ein weiterer Untersuchungsschwerpunkt hat sich in der Region aus der Vorbereitung der Wasserrechtsverfahren für die Erteilung von Erlaubnissen zur Entnahme von Grundwasser für die Feldberegnung in den Dachverbänden Feldberegnung Lüneburg (DFL) und Uelzen (DFU) ergeben. Hier konnte im Rahmen eines Interreg-Projektes „TopSoil-AquaModul“ ein Monitoringsystem zur Bewirtschaftungssteuerung und Beobachtung großräumiger Grundwasserkörper in der Region Uelzen / Lüneburg, „Top-Soil-Entwicklung / Erprobung Monitoringsystem sowie Bewirtschaftungssteuerung großräumiger Grundwasserkörper Region Uelzen / Lüneburg, Januar 2022“ (Nienstedt M. et al., 2022), entwickelt und geprüft werden.

2.3 Zielstellung von „IWAMAKO“

Im Projekt ist ein ganzheitlicher Ansatz als Grundlage für eine Potenzialanalyse zu verfolgen (Abbildung 1). Dafür sind in großem Umfang Daten zusammenzutragen, auszuwerten und zu berechnen. Dabei



handelt es sich um Daten zur Wassernutzung, zum Verbrauch und zu möglichen Wasserquellen für die Verwendung bereits in Prozessen befindlicher Wassermengen.

Daneben sind auch die Entwicklung der Grundwasserstände der letzten Jahre, die Grundwasser-Neubildung und der Wasseraustausch über die Grundwasserkörpergrenzen zu untersuchen.

- Berücksichtigung der Klimawandelaspekte
- Bestandsanalyse/Recherche zu Konzepten in anderen Regionen
- Bestandsanalyse für alle Nutzer nach Wasserrechten und tatsächlichen Verbrauch
- Wasserbedarfsanalyse für alle Nutzungen

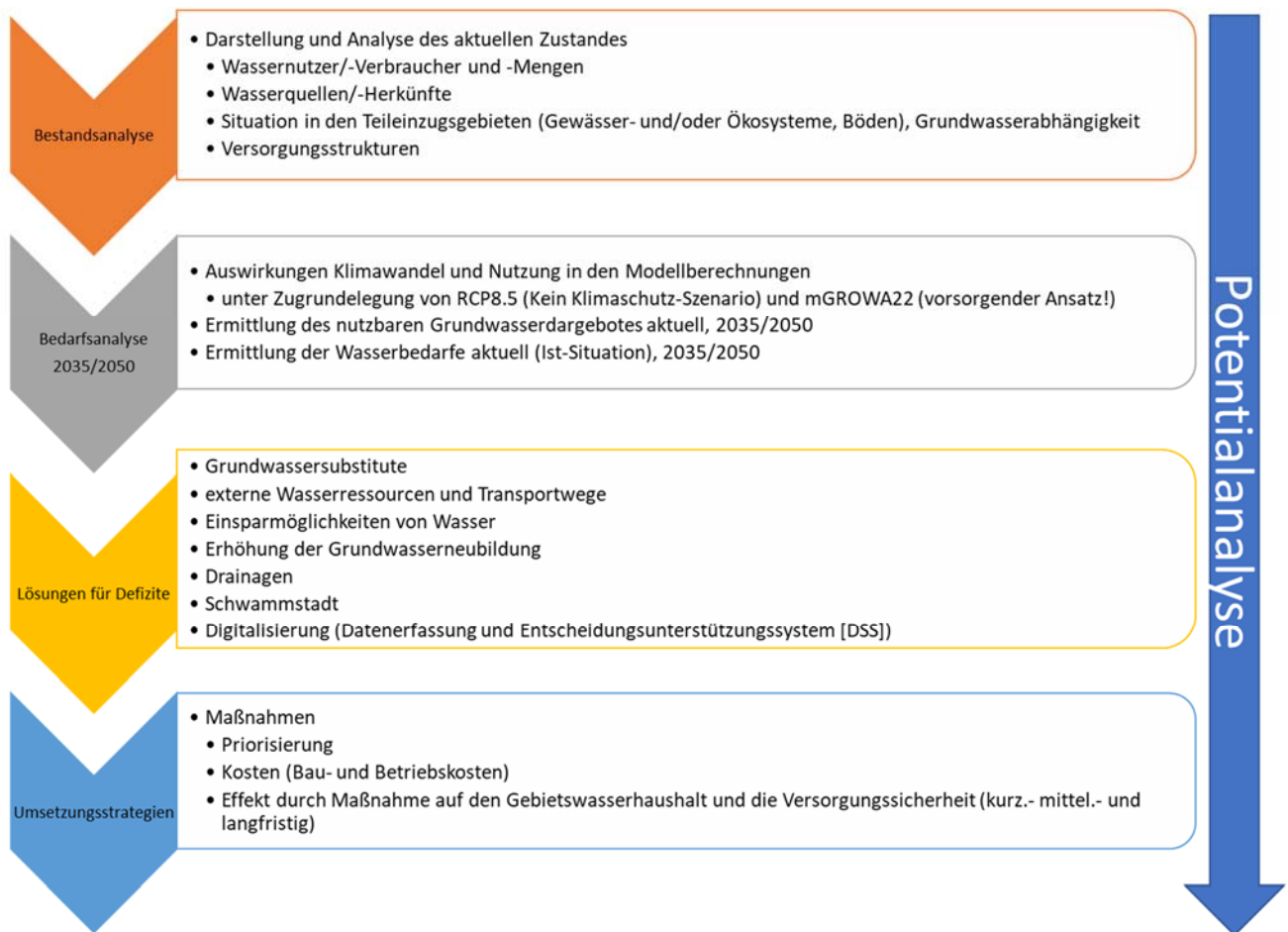


Abbildung 1: Chevronliste mit Darstellung der Entwicklung bzw. des Workflows zu IWAMAKO ZuSa (KV, Martens)



3 Datengrundlagen

(Nienstedt / Bruns, CAH; Bohny / Röttcher, INBW; Martens, KV)

Für die Bearbeitung des Projektes IWAMA-KO wurden umfangreiche Dokumente und Datensätze verwendet. Es wird dabei nach freien bzw. öffentlich verfügbaren sowie nicht freien bzw. öffentlich verfügbaren Dokumenten und Datensätzen unterschieden, die Dokumente und Datensätze sind in den Anhängen 1 und 2 zusammengestellt.



4 Wasserversorgungskonzepte (WVK)

(Bohny / Röttcher, INBW; Nienstedt / Bruns, CAH; Martens, KV)

4.1 Wasserversorgungskonzepte verschiedener Bundesländer

Dieses Kapitel gibt einen kurzen Überblick über vorhandene beziehungsweise sich in Planung befindliche Wasserversorgungskonzepte der Bundesländer in Deutschland. Auf Grundlage einer Internetrecherche wurden die Wasserversorgungskonzepte der einzelnen Bundesländer zusammengestellt. Die Ergebnisse dieser Recherche (Stand 22.08.2023) sind in Tabelle 1 dargestellt. Nach einer allgemeinen Prüfung der Konzepte ergab sich, dass neben dem Niedersächsischen Wasserversorgungskonzept keines der Konzepte aus den anderen Bundesländern weitere, für die Umsetzung von IWAMAKO relevante Aspekte enthält.



Tabelle 1: Wasserversorgungskonzepte der Bundesländer

Bundesland	Wasserversorgungskonzept	Umsetzung / in Planung seit
Baden-Württemberg	Masterplan Wasserversorgung Baden-Württemberg (MUKE-BW, 2023)	2020
Bayern	Wasserzukunft Bayern 2050 (StMUV, 2023)	2020
Berlin	Wasserversorgungskonzept 2040 (Berliner Wasserbetriebe, 2008) Masterplan Wasser (SenUMVK, 2022)	2008 2022
Brandenburg	Wasserversorgungsplan: Sachlicher Teilabschnitt mengenmäßige Grundwasserbewirtschaftung (LfU, 2022)	2021
Bremen	Zukunftssichere Wasserversorgung für das Land Bremen – Aufstellung eines Trinkwasserversorgungskonzeptes für den Zeitraum bis 2050 (SUKW, 2021)	2021
Hamburg	Wasserbedarfsprognose 2045 für das Versorgungsgebiet von HAMBURG WASSER (HWW, 2014)	2014
Hessen	Integriertes Wasserressourcenmanagement IWRM (HMUKLV, 2019) Zukunftsplan Wasser – Wasserwirtschaftlicher Fachplan Hessen (HMUKLV, 2022)	2019 2022
Mecklenburg-Vorpommern	Trinkwasserversorgungskonzeption des Land Mecklenburg-Vorpommern (MKLLU MV, 2019)	2019
Niedersachsen	Niedersächsisches Wasserversorgungskonzept (Nds. MU, 2022a)	2017
Nordrhein-Westfalen	Kommunale Wasserversorgungskonzepte NRW (LANUV, 2023)	2018
Rheinland-Pfalz	Fortschreibung Wasserversorgungsplan RP (MKUEM, 2022)	2021
Saarland	Masterplan Zukunftssichere Wasserversorgung 2040 für das Saarland (SMAKMAV, 2023)	2023
Sachsen	Grundsatzkonzeption Wasserversorgung 2030 für den Freistaat Sachsen (SMEKUL, 2022)	2017
Sachsen-Anhalt	-	-
Schleswig-Holstein	Wassermanagementstrategie bis 2029 (SZ, 2023)	2023
Thüringen	Konzeption zur Stärkung der Trinkwasserinfrastruktur im ländlichen Raum über ein Förderprogramm (TIS-RL) (TMUEN, 2019) Thüringer Niedrigwasserstrategie – Ergänzung zum Landesprogramm Gewässerschutz (TMUEN, 2022)	2020

4.2 Wasserversorgungskonzept Niedersachsen

Im landesweiten Wasserversorgungskonzept (WVK) Niedersachsen (Nds. MU, 2022b) werden die erwarteten generellen Entwicklungstendenzen zum Thema Wasserwirtschaft und deren Auswirkungen



sowie daraus resultierende potenzielle Handlungsbedarfe beschrieben und bewertet. Neben Aspekten einer mengenmäßig nachhaltigen Gewässerbewirtschaftung und zunehmendem Nutzungsdruck vor dem Hintergrund des Klimawandels wird die Entwicklung der zukünftigen Wasserbedarfe der unterschiedlichen Nutzergruppen bis 2030 und bis 2050 gegenüber dem Stand 2015 hergeleitet.

Zusätzlich zur Bewertung des Nutzungsdrucks, der sich aus dem Verhältnis von gewinnbarem Grundwasserangebot zu genehmigten und beantragten Grundwasserentnahmen ergibt, werden Informationen zur Qualität (Nitrat, Pflanzenschutzmittel) und zu Schutzgütern (grundwasserabhängige Landökosysteme und potenziell an das Grundwasser angebundene Fließgewässer) als weitere Einflussfaktoren berücksichtigt, die sich auf konkrete Entscheidungs- und Maßnahmenerfordernisse auswirken können.

Betrachtungsebene für die Untersuchungen sind die niedersächsischen Grundwasser(teil)körper (GW(T)K, Abbildung 52) als vorgegebene Bewirtschaftungskörper. Verschiedene Teilergebnisse werden zusätzlich auf Landkreisebene dargestellt. Eine weitere Darstellungsebene bilden sog. Modellregionen: Entsprechend der Himmelsrichtung erfolgt eine Einteilung des Landes Niedersachsen in vier Regionen. Das Projektgebiet liegt in der Modellregion Ostniedersachsen.

Mit dem Wasserversorgungskonzept (WVK) Niedersachsen wird eine landesweite Informationsgrundlage als Basis für weitergehende, kleinräumigere Untersuchungen bereitgestellt. Zugleich soll das WVK den verschiedenen Akteuren der Wasserwirtschaft als Planungsgrundlage und zur Entscheidungsunterstützung dienen. In diesem Zusammenhang wird auf die Bedeutung langfristig angelegter Überwachungs- und Evaluierungsmaßnahmen (Landkreis Osnabrück, 2021) hingewiesen.

Es wird eine Vielzahl unterschiedlicher Handlungs- und Maßnahmenoptionen vorgestellt, die durch die Unterteilung in die Kategorien „Handlungsfeld“ und „Zielsetzung“ auf verschiedene Perspektiven eingehen. Maßnahmen aus dem Bereich „Handlungsfeld“ sind weiter unterteilt in konzeptionell-planerische Maßnahmen, Verbesserung der Datengrundlage sowie nach Sektoren unterteilte technische Maßnahmen. Bei Maßnahmenoptionen nach „Zielsetzung“ werden temporäre und strukturelle Maßnahmen unterschieden.

4.3 Regionale Wasserversorgungskonzepte auf Basis des Niedersächsischen Wasserversorgungskonzeptes

Im Rahmen von IWAMAKO wurde geprüft, welche regionalen Wasserversorgungskonzepte bereits existieren. Hierfür wurde auf Grundlage einer Internetrecherche untersucht, in welchen Landkreisen bereits ein Wasserversorgungskonzept erstellt wurde. Während der Recherche (Stand 22.08.2023) konnten folgende Wasserversorgungskonzepte ermittelt werden:



- Nienburg/Weser - Integrales Managementkonzept zur Bewirtschaftung von Wassermengen im Landkreis Nienburg/Weser (Landkreis Nienburg/Weser, 2022)
- Osnabrück - Zukunftskonzept Wasserversorgung (Landkreis Osnabrück, 2021)

Folgendes Wasserversorgungskonzept ist in Bearbeitung:

- Diepholz - Entwurf - Wasserversorgungskonzept Landkreis Diepholz (Landkreis Diepholz, 2020)

In einigen weiteren Landkreisen ist die Erstellung von Wasserversorgungskonzepten in Planung, diese werden hier nicht aufgeführt.

4.4 Ergebnisse des WVK Niedersachsen

Grundsätzlich werden die Entnahmen zur öffentlichen Trink- und Brauchwasserversorgung durch die Anzahl der versorgten Einwohner, dem jeweiligen Pro-Kopf-Verbrauch, der Abnahmemengen von Industrie und Gewerbe sowie tierhaltenden Betrieben geprägt. Es wird davon ausgegangen, dass in Niedersachsen (ohne Bremen) der pro-Kopf-Verbrauch und der Bedarf von Industrie und Gewerbe bis 2030 bzw. bis 2050 um jeweils 10 % bzw. 15 % leicht ansteigen werden. Für den Anschlussgrad tierhaltender Betriebe wird eine Steigerung von 40 % (2015) auf 75 % (2030) bzw. 80 % (2050) angenommen, die vorhandenen betrieblichen Einzelentnahmen entfallen dann. Dass dennoch eine Abnahme des Gesamtbedarfs der öffentlichen Wasserversorgung erwartet wird, ist im Wesentlichen auf die prognostizierten rückläufigen Einwohnerzahlen zurückzuführen.

Generell wird für Niedersachsen erwartet, dass die Feldberegnung zukünftig der maßgebliche Treiber der Bedarfsentwicklung sein wird. Ein wesentlicher Grund dafür sind direkte und indirekte Auswirkungen der klimatischen Veränderungen, z.B. die Verlängerung der Vegetationsperiode, langanhaltende Trocken- und Hitzeperioden in den Wachstumsmonaten und Windzunahmen (höhere Verdunstung, Erosion), aber auch Veränderungen der angebauten Fruchtarten sowie steigende Wirtschaftlichkeit der Bewässerungswirtschaft (Beregnungswürdigkeit).

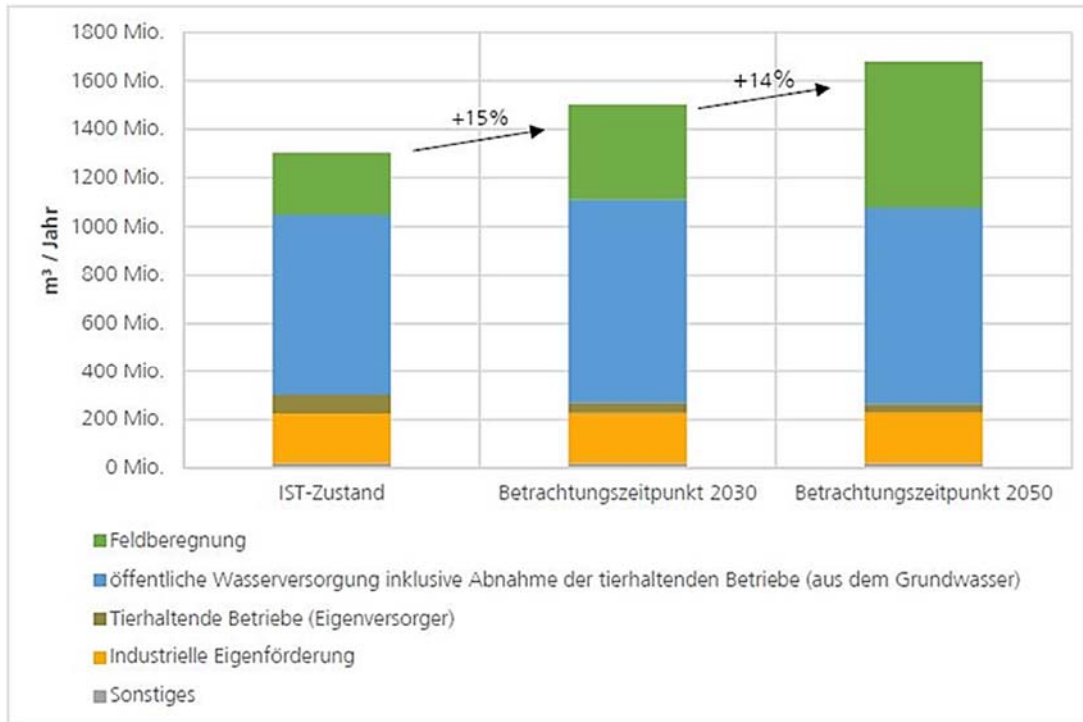


Abbildung 2: Landesweite, erwartete Gesamtentnahmen der verschiedenen Nutzergruppen aus dem Grundwasser für den IST-Zustand und die Betrachtungszeitpunkte 2030 und 2050 (Nds. MU, 2022b)

Die Bewertung des Nutzungsdruckes anhand der Klassifizierung in gering, mittel bzw. hoch führt für alle Betrachtungszeitpunkte und -ebenen zu dem Ergebnis, dass auch bei mittleren Verhältnissen landesweit ein zumindest mittlerer Nutzungsdruck herrscht. Für trockene Verhältnisse wird der Nutzungsdruck in Niedersachsen fast ausschließlich als hoch eingestuft. Ist der Nutzungsdruck eines Grundwasserkörpers oder in einem Landkreis besonders groß, muss sich die Ausrichtung der aktuellen und zukünftigen Wassernutzungen an den verfügbaren Wasserressourcen erfolgen. Eine Verlagerung des Nutzungsdrucks kann sich über einen (unterirdischen) Zustrom von Grundwasser z.B. aus anderen Grundwasserkörpern bzw. Grundwasservorkommen (außerhalb des Grundwasserkörpers/Landkreises) oder aus einem Zustrom aus Oberflächengewässern ergeben.

Die Ergebnisse für die **Landkreise Lüneburg (einschl. Stadt Lüneburg) und Uelzen** aus dem landesweiten Wasserversorgungskonzept werden nachstehend zunächst separat tabellarisch zusammengestellt, Tabelle 2. Anschließend erfolgt eine zusammenfassende Beschreibung und Bewertung für das gesamte Projektgebiet.



Tabelle 2: Ergebnisse des Wasserversorgungskonzeptes Niedersachsen für das Projektgebiet (Ist-Situation = 2015)

	Kriterium	LK u. Stadt Lüneburg	LK Uelzen
	Einwohnerzahl bis 2050	überwiegend abnehmend; Ausnahme: Stadt Lüneburg und nördl. angrenzende Gemeinden	generell abnehmend
Dargebot	Grundwassergesamtdargebot (Raster) mittlere Verhältnisse, Ist- Situation und 2030 (unterteilt in gering, mittel, hoch)	überwiegend gering bis mittel; stellenweise versalztes Grundwasser	überwiegend mittel; stellenweise versalztes Grundwasser
	Gewinnbares Grundwasser- dargebot (Raster) mittlere Verhält- nisse, Ist-Situation und 2030 (unterteilt in gering, mittel, hoch)	überwiegend gering bis mittel	Überwiegend mittel
Bedarf	Erwartete Entnahmen der öffentlichen Wasserversorgung	bis 2030 leicht steigend, dann bis 2050 gleichbleibend	bis 2030 leicht steigend, bis 2050 leicht steigend
	Erwartete Entwicklung der Feldberegnung	bis 2030 steigend bis 2050 steigend	bei vergleichsweise hohem Ausgangswert bis 2030 steigend, bis 2050 steigend
	Erwartete Entnahmen der Betriebe mit Tierhaltung (Eigenentnahmen)	bis 2030 gleichbleibend bis 2050 abnehmend	bei vergleichsweise sehr geringem Ausgangswert bis 2030 gleichbleibend bis 2050 abnehmend
	Erwartete Entnahmen der Industrie (Eigenentnahmen)	bis 2050 gleichbleibend	bei vergleichsweise sehr geringem Ausgangswert bis 2050 gleichbleibend
	Erwartete Gesamtentnahmen	bis 2030 steigend bis 2050 steigend	bis 2030 steigend bis 2050 steigend
Nutzungsdruck	Ist, mittlere Verhältnisse	hoch	mittel
	mittlere Verhältnisse, Veränderung ggü. Ist-Situation	bis 2030: geringfügig zu- oder abnehmend bis 2050: geringfügig zu- oder abnehmend	bis 2030: geringfügig zu- o- der abnehmend Bis 2050: geringfügig zu- o- der abnehmend
	Ist, trockene Verhältnisse	hoch	hoch
	trockene Verhältnisse, Veränderung ggü. Ist-Situation	bis 2030: zunehmend bis 2050: geringfügig zu- oder abnehmend	bis 2030: geringfügig zu- o- der abnehmend bis 2050: geringfügig zu- o- der abnehmend

Es wird davon ausgegangen, dass die Bevölkerungszahl im Projektgebiet insgesamt sinkt. Lokale Zunahmen werden für die Stadt Lüneburg und angrenzende Gebiete erwartet. Für die Bedarfe der öffentlichen Trinkwasserversorgung, der Industrie (Eigenversorgung) und tierhaltender Betriebe werden für die Zeitpunkte 2030 und 2050 nur geringe Änderungen erwartet. Bedarfe der Industrie und tierhaltender Betriebe sind im Projektgebiet, insbesondere im Landkreis Uelzen, gering. Der Bedarf für landwirtschaftlichen Beregnung ist bereits aktuell im niedersächsischen Vergleich hoch. Dies gilt insbesondere für den Landkreis Uelzen. Für die Zeitpunkte 2030 und 2050 werden weitere Bedarfssteigerungen erwartet. Die Feldberegnung ist im Projektgebiet somit die treibende Kraft für die erwartete Steigerung des Gesamtbedarfs in den kommenden Jahrzehnten.



Das mengenmäßige, gewinnbare Grundwasserangebot wird aktuell und für die nahe Zukunft (bis 2030) im Projektgebiet überwiegend als mittel eingestuft. Im nördlichen Randbereich (einschließlich Amt Neuhaus), im Verbreitungsgebiet von quartären Flussablagerungen, wird das Dargebot aus Grundwasserneubildung als gering bewertet.

In der Abbildung 4: Ergebnisse aus dem Wasserversorgungskonzept Niedersachsen (Ist-Zustand) werden für das Projektgebiet wesentliche Ergebnisse auf Ebene der Grundwasser(teil)körper dargestellt. In dem Grundwasserkörper Ilmenau Lockergestein links, der die östliche Hälfte des Projektgebietes einnimmt, ist der Nutzungsdruck hoch. Hinzu kommt eine qualitative Beeinträchtigung durch Pflanzenschutzmittel (PSM), die zu Nutzungseinschränkungen bzw. erheblichen Aufwendungen zur Verwendbarkeit des Wassers führen kann. Im Bereich des Gemeindegebietes Amt Neuhaus sind viele Flächen als grundwasserabhängige Landökosysteme unter Schutz gestellt. Bei ohnehin geringem Grundwasserangebot (s.o.) ist dieses Gebiet als besonders sensibel bzgl. Grundwasserentnahmen einzustufen.

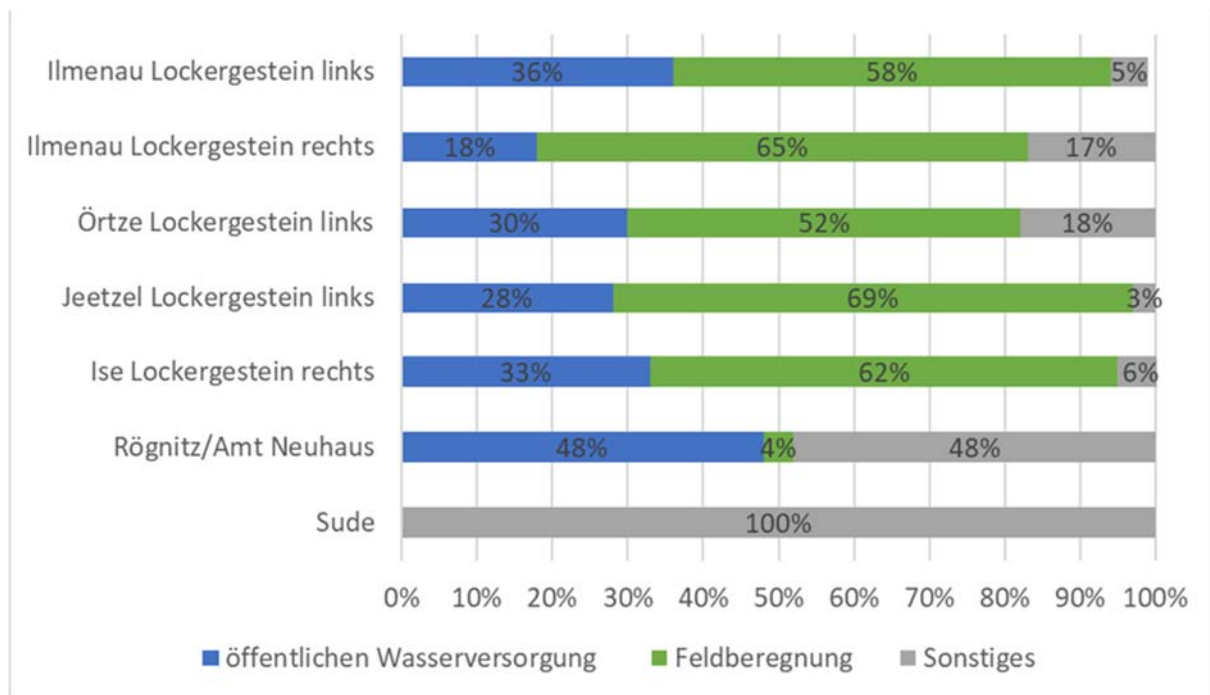


Abbildung 3: Anteil der Entnahmen aus den Grundwasserkörpern, die im Projektgebiet vorkommen nach Daten aus dem WVK Niedersachsen (Nds. MU, 2022b)

Nach dem Niedersächsischen Wasserversorgungskonzept werden etwa 36 % des entnommenen Grundwassers aus dem Grundwasserkörper „Ilmenau Lockergestein links“ zur „Öffentlichen Wasserversorgung“ genutzt, Rund 58 % dienen der „Landwirtschaftlichen Feldberegnung“ und 5% werden der



Kategorie „Sonstige“ zugeordnet. Bis zum Jahr 2050 wird der Grundwasserbedarf „Ilmenau Lockergestein links“ um etwa 36 % zunehmen.

Aus dem Grundwasserkörper „Ilmenau Lockergestein rechts“ entfällt ein Großteil der Grundwasserentnahmen ebenfalls auf die Kategorie „Landwirtschaftliche Feldberegnung“, der Anteil beträgt etwa 65 %. Rund 18 % der Grundwasserentnahmen werden für die „Öffentliche Wasserversorgung“ verwendet und 17% fällt in die Kategorie „Sonstige“. Bis zum Jahr 2050 wird mit einem Anstieg der Grundwasserentnahmen von insgesamt 41% gerechnet.

Aus dem Grundwasserkörper „Rögnitz/Amt Neuhaus“ werden 48 % der Wasserentnahmen für die „Landwirtschaftliche Feldberegnung“ verwendet, 48 % des entnommenen Grundwassers wird für die „Öffentliche Wasserversorgung“ benötigt und 4% entfällt an die Kategorie „Sonstige“. Bis zum Jahr

2050 wird die Entnahmemenge aus dem Grundwasserkörper „Rögnitz/Amt Neuhaus“ deutlich ansteigen.

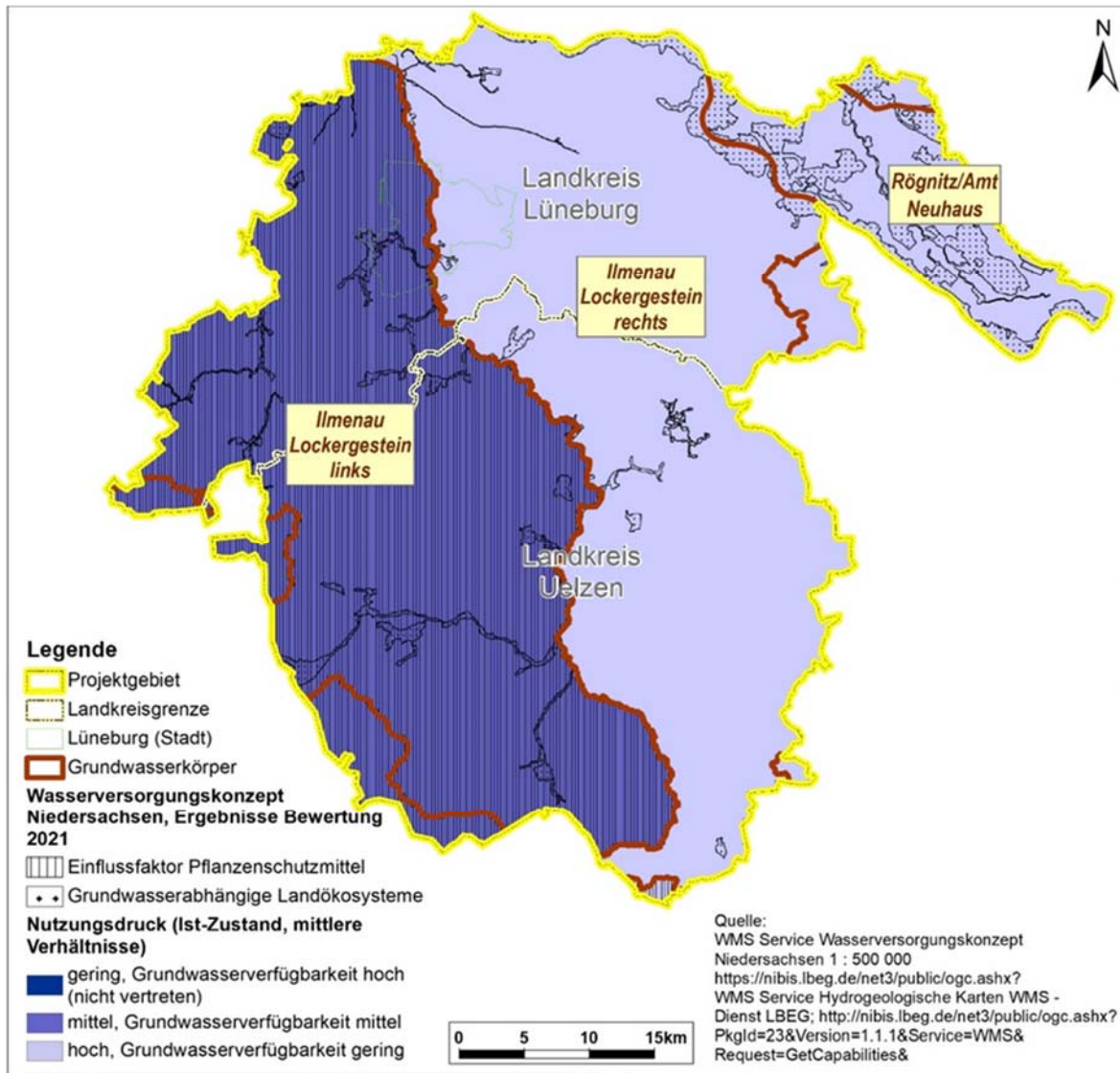


Abbildung 4: Ergebnisse aus dem Wasserversorgungskonzept Niedersachsen (Ist-Zustand)

Den größten Anteil am Projektgebiet nehmen mit zusammen rund 94 % die drei Grundwasserteilkörper „Ilmenau Lockergestein links“, „Ilmenau Lockergestein rechts“ und „Rögnitz/Amt Neuhaus“ (MEL_SU_4) ein. Die Grundwasserkörper Ilmenau Lockergestein links und rechts liegen vollständig bzw. annähernd vollständig in Niedersachsen. Der jeweils größte Flächenanteil liegt im Projektgebiet. Der niedersächsische Teil des GWK „Rögnitz/Amt Neuhaus“ liegt ebenfalls größtenteils im Projektgebiet.

In Tabelle 3 sind für die drei genannten GW(T)K die prozentuale Aufteilung der Entnahmen der verschiedenen Nutzergruppen des Ist-Zustandes (2015) sowie die erwarteten prozentualen Änderungen



der Entnahmemengen der einzelnen Nutzergruppen bis 2050 gegenübergestellt. Diese Angaben beziehen sich jeweils auf den gesamten niedersächsischen Anteil des Grundwasser(teil)körpers. Sie verdeutlichen die bereits aktuell große und zukünftig deutlich weiter ansteigende Bedeutung der Feldberechnung.

Tabelle 3: Ergebnisse aus dem Wasserversorgungskonzept Niedersachsen (Nds. MU, 2022b) - prozentuale Aufteilung der Entnahmemengen der Nutzergruppen im Ist-Zustand (2015) und prozentuale Änderungen der nutzerspezifischen Entnahmen bis 2050 gegenüber dem Ist-Zustand

Name <i>Fläche [km²]</i>	Ilmenau Locker- gestein rechts <i>1.242.</i>		Ilmenau Locker- gestein links <i>1.153</i>		Rögnitz/ Amt Neuhaus <i>239</i>	
	Ist (2015)	2050	Ist (2015)	2050	Ist (2015)	2050
Öffentliche Trinkwasserversorgung	18	+1	36	-2	48	-5
Feldberechnung	65	+41	58	+38	4	+188
Tierhaltende Betriebe	2	0	2	0	48	-5
Industrie	14	-	3	-	-	-
Sonstige	1	-	0	-	-	-

Die beschriebenen und dargestellten Ergebnisse liefern, entsprechend dem Ziel des WVK Niedersachsen, einen wichtigen Beitrag für die Entscheidungsunterstützung hinsichtlich notwendiger Planungen und Investitionen zur langfristigen, nachhaltigen Bewirtschaftung der Grundwasserressourcen. Im Projektgebiet bilden der ohnehin gegebene Nutzungsdruck sowie regionale, qualitativ und ökologisch bedingte Nutzungseinschränkungen und die große Bedeutung der landwirtschaftlichen Berechnung die Eckpfeiler für künftige Maßnahmenoptionen und Handlungsstrategien.

Im Projektgebiet wurden bzw. werden bereits verschiedene Projekte zur Stabilisierung des Gebietswasserhaushaltes und zur nachhaltigen, klimaresilienten Grundwasserbewirtschaftung durchgeführt, (Martens Jörg Dipl.-Ing., 2011), (Nienstedt M. Sc. Geoökol. et al., 2022).

Aus dem Handlungs- und Maßnahmenkatalog des WVK Niedersachsen sind darüber hinaus viele weitere Optionen benannt, die sich für die gebietspezifischen Bedingungen und Ziele als zweckdienlich erweisen könnten. Dazu zählen zum Beispiel:

- Bildung von Netzwerken der wasserwirtschaftlichen Akteure
- Verschiedene, lokal angepasste Maßnahmen zur Grundwasseranreicherung (Wiedervernäsung von Mooren, Stauhaltung von Gewässern und Gräben, Wasserüberläufe/Versicker-



ungsteiche, Retentionsräume, Regenrückhaltebecken, Verregnung von gereinigtem Abwasser/unkritischem Prozesswasser auf geeigneten Flächen, Sickerteiche für Dränwasser, Waldumbau zu Laubwald, etc.)

- Maßnahmen zur Erhöhung der Wasserspeicherfähigkeit (ackerbauliche Verfahren, Verminderung versiegelter Flächen, Steuerung des Abflusses von Oberflächengewässern)
- Optimierung der Beregnungswirtschaft (Technik, Beregnungseinsatz, Fruchtfolge)
- Verbesserung der Datengrundlage (digitale Wassermengenerfassung, digitale Grundwasserpegel etc.)
- Wassertransport ungenutzter Wassermengen zu defizitären Bedarfsregionen

Über die Auswahl konkreter Maßnahmen für die jeweiligen örtlichen Gegebenheiten und Zielsetzungen muss fachlich und kooperativ entschieden werden. Dazu bedarf es einer gezielten Auswahl potenziell geeigneter Maßnahmen und einer umfassenden Prüfung der zu erwartende Wirksamkeit im regionalen und lokalen Kontext.

Zusammenfassung

Mit dem Wasserversorgungskonzept werden für das Land Niedersachsen die generellen Bedingungen und erwarteten Entwicklungen der Wasserwirtschaft auf Ebene der Grundwasserkörper und auf Basis der Landkreise betrachtet. Die Ergebnisse liefern eine erste Einschätzung, welche Faktoren sich maßgeblich auf den Nutzungsdruck auswirken und wo künftig mit steigendem Nutzungsdruck zu rechnen ist. Dort, wo das gewinnbare Grundwasserdargebot mengenmäßig sowie aufgrund ökologischer und qualitativer Einflussfaktoren nicht ausreicht, um die Bedarfe der verschiedenen Nutzergruppen zu decken, sind bzw. werden Maßnahmen und Handlungen erforderlich, um die Grundwasserressourcen langfristig und nachhaltig nutzen zu können und die natürlichen Ressourcen dabei nicht zu übernutzen. Die Erkenntnisse des WVK stellen eine Grundlage für regionalisierte, detaillierte Untersuchungen und eine Entscheidungshilfe für Planungen zu Maßnahmen und Handlungen dar. Es unterstreicht die Bedeutung einer belastbaren Datengrundlage und enthält einen umfassenden Katalog von Handlungs- und Maßnahmenoptionen.

Für das Projektgebiet lassen sich folgende, generelle Einschätzungen ableiten: Schon jetzt herrscht ein mittlerer (Grundwasserteilkörper „Ilmenau Lockergestein rechts“ und „Rögnitz/ Amt Neuhaus“) bis hoher („Ilmenau Lockergestein links“) Nutzungsdruck. Der Anteil an Grundwasserentnahmen für die Feldberegnung ist hoch und der Bedarf wird bis 2050 deutlich ansteigen, so dass, trotz eher sinkender Bedarfe der übrigen Nutzergruppen, der Gesamtbedarf und damit der Nutzungsdruck steigen dürfte.



Maßnahmen zur langfristigen Stabilisierung des Grundwasserhaushalts müssen dementsprechend vor allem auf eine Zusammenarbeit der beteiligten Akteure, eine solide Datengrundlage, ein Konzept zur kontinuierlichen Überwachung des Grundwassers, verschiedene Möglichkeiten zur Grundwasseranreicherung und -retention sowie auf Einsparmöglichkeiten ausgerichtet sein.

5 Beschreibung des Projektgebietes

(Nienstedt / Bruns, CAH; Martens, KV)

5.1 Lage und Begrenzung

(Nienstedt / Bruns, CAH)

Das Projektgebiet hat eine Größe von ca. 2.800 km² und befindet sich im Nordosten Niedersachsens. Es umfasst die Landkreise (LK) Uelzen und Lüneburg sowie die Stadt Lüneburg. Damit entspricht das Projektgebiet in großen Teilen dem Modellgebiet, für das für frühere und laufende Untersuchungen ein hydrogeologisches und ein numerisches instationäres Grundwassermodell erarbeitet und dokumentiert wurde ((CONSULAQUA Hildesheim, 2022); Abbildung 5). Das aktuelle Projektgebiet beschränkt sich jedoch auf die Landkreise Uelzen und Lüneburg sowie die Stadt Lüneburg und schließt die östlich der Elbe gelegene Gemeinde Amt Neuhaus mit ein, die allerdings nicht Teil des Grundwassermodells (CONSULAQUA Hildesheim, 2022; Landesamt für Statistik Niedersachsen) ist.

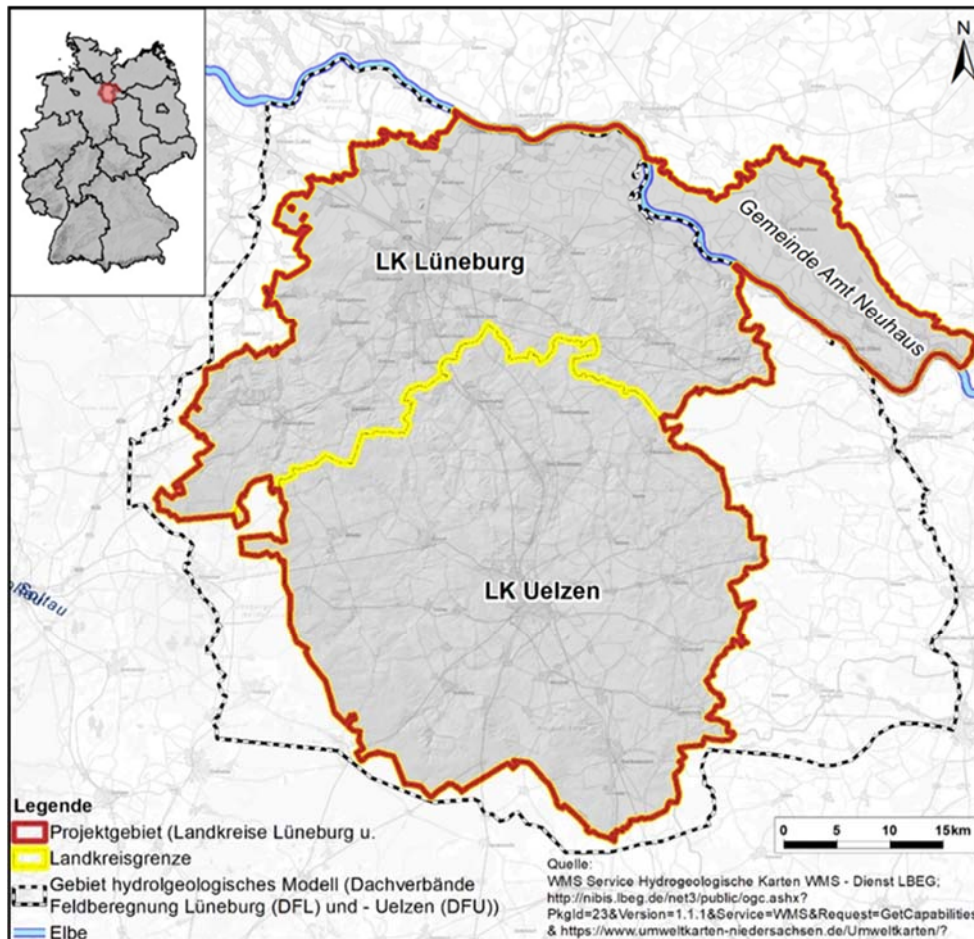


Abbildung 5: Projektgebiet im Nordosten Niedersachsens



Entsprechend dem in Abbildung 5 dargestellten Gebiet des numerischen Modells ist die nachfolgende Beschreibung der Untersuchungen im Rahmen des Projektes IWAMA KO unterteilt. Nach einer Einführung in das gesamte Projektgebiet (Kap. 5.2 bis 0), beschreibt das Kap. 6 die hydrogeologische, hydrologische und wasserwirtschaftliche Situation im Gebiet Amt Neuhaus, rechts der Elbe (ohne Grundwassermodell). Ab Kap. 7 folgen die entsprechenden Beschreibungen und Untersuchungen für den Teil des Projektgebietes links der Elbe (mit Grundwassermodell).

Im gesamten Projektgebiet leben ca. 280.000 Einwohner, davon ca. 190.000 im LK Lüneburg und 90.000 im LK Uelzen (Stand April 2023 (Landesamt für Statistik Niedersachsen)). Zur Versorgung der Einwohner mit Trink- und Brauchwasser sowie zur Betriebswasserversorgung und insbesondere für die Beregnung landwirtschaftlicher Flächen ist das Gebiet durch einen steigenden Wasserbedarf geprägt.

5.2 Verwaltungsstruktur und Flächennutzung

(Nienstedt / Bruns, CAH)

Die Flächennutzung im Projektgebiet ist in Abbildung 6 dargestellt. Fast 50 % der Fläche des Projektgebietes sind landwirtschaftliche Nutzflächen (Ackerland). Hohe Flächenanteile haben außerdem Waldbestände (ca. 30 %), Grünland (12 %) sowie Siedlungs- und Verkehrsflächen mit städtischer Prägung (ca. 4 %). Zusammenhängende Siedlungs- und Gewerbeflächen sind dabei insbesondere im Bereich der Städte Lüneburg und Uelzen zu finden. Der Landkreis Uelzen ist durch großflächige landwirtschaftliche Nutzung gekennzeichnet, während im Landkreis Lüneburg, einschließlich der Gemeinde Amt Neuhaus neben Ackerland auch vermehrt Grünland zu finden ist. Im Bereich der Elbeniederung durchziehen zahlreiche Gräben und Gewässerflächen das nördliche Projektgebiet. Im gesamten Gebiet sind zudem zahlreiche Waldflächen zu finden, die größten zusammenhängenden Waldgebiete liegen am (süd-)westlichen Rand des Projektgebietes sowie im Bereich der Gemeinde Amt Neuhaus.

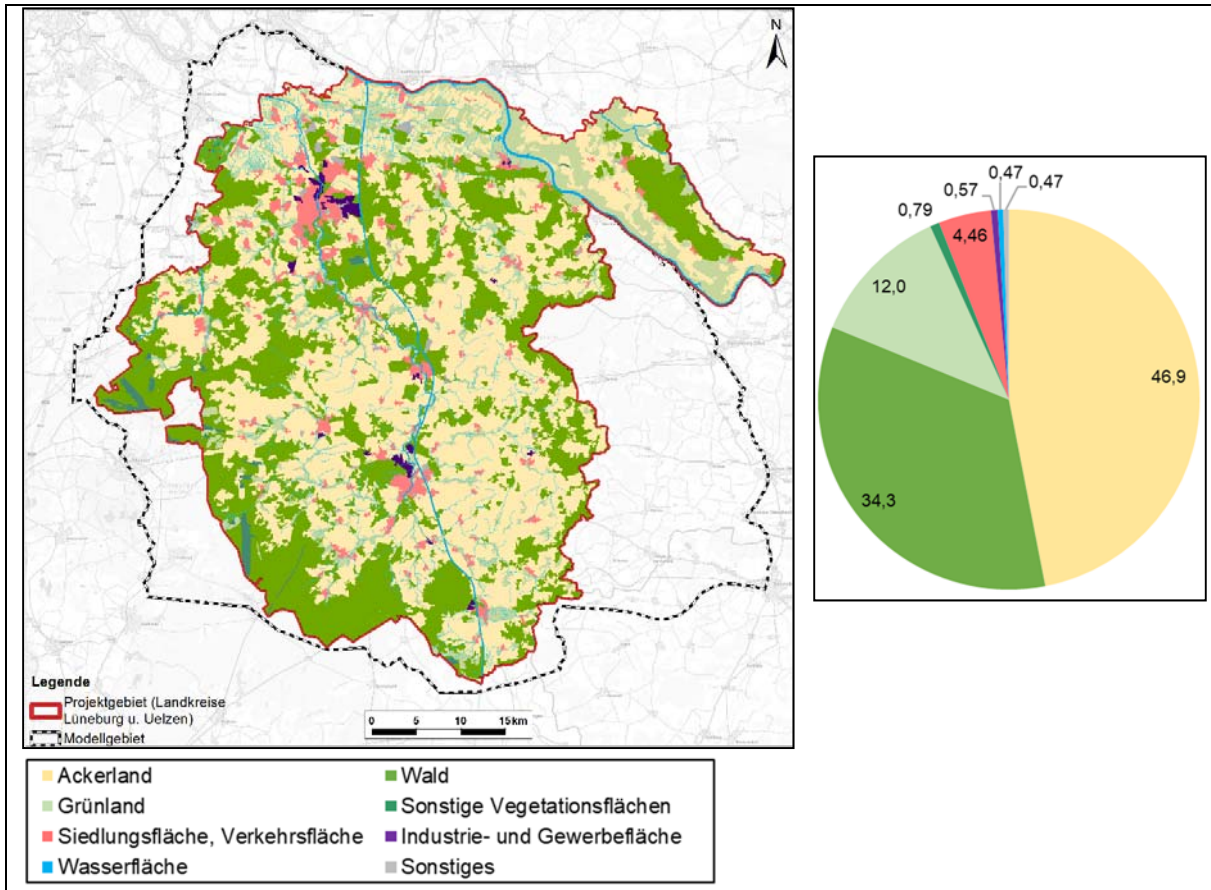


Abbildung 6: Flächennutzung im Projektgebiet (Datengrundlage: (GeoBasis-DE / BKG, 2018))

5.3 Landschaftsformen und Böden

(Nienstedt / Bruns, CAH)

Das Projektgebiet befindet sich im Norddeutschen Tiefland in der Geest-Landschaft der östlichen Lüneburger Heide, die vor allem durch die überwiegend sandigen Sedimente der Saale-Kaltzeit geprägt ist. Das Relief ist durch die Endmoränenzüge mehrerer Eisvorstöße geprägt, die am südlichen und östlichen Rand des Projektgebietes die Hochlagen (max. 150 m NHN) bilden. Innerhalb dieser Hochlagen hat sich durch Erosionsprozesse der Flusssysteme des Warthe-Stadiums das Uelzener Becken ausgebildet, dessen Geländehöhen im Mittel bei ca. 50 m NHN liegen (Abbildung 7). Auch hier treten vereinzelte Höhenzüge auf. Entlang des Verlaufs der Ilmenau und Neetze (Abbildung 39) sind die Geländehöhen tiefer eingeschnitten (CONSULAQUA Hildesheim, 2022), (Schönheim et al., 2012).

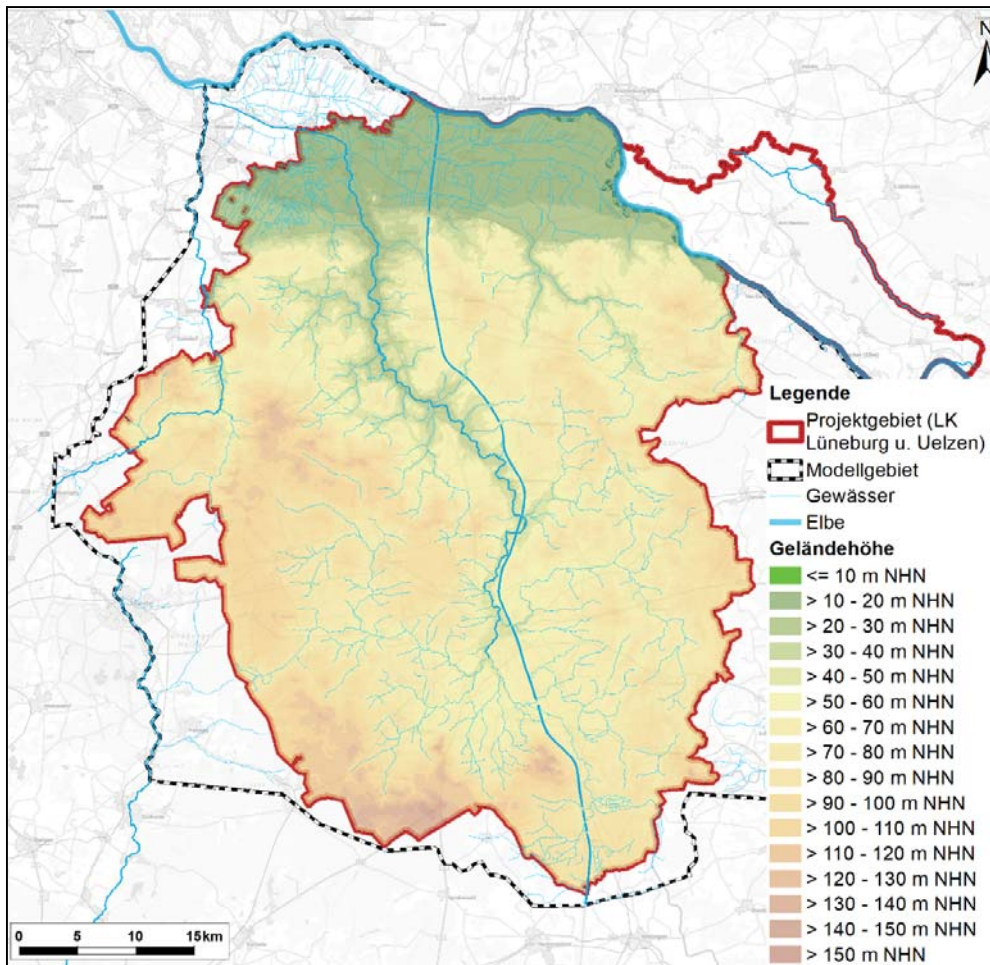


Abbildung 7: Geländehöhen und Gewässerläufe im Projektgebiet (LGLN, Landesvermessung und Geobasisinformationen Niedersachsen, 2022)

Die im Gebiet verbreiteten Bodenarten variieren lokal und regional stark und können eine sandige, tonige und lößhaltige Ausprägung besitzen. Die sandigen Böden im Bereich der Geest besitzen eine geringe Wasserhaltekapazität, woraus ein hoher Zusatzwasserbedarf für die Landwirtschaft resultiert (CONSULAQUA Hildesheim, 2022), (Schönheim et al., 2012).

Im Landkreis Lüneburg schließt nördlich an die Geest die Elbniederung an, eine mit Entwässerungsgräben durchzogenen reliefarmen Landschaft, die durch eine flache Morphologie (Geländehöhen bei max. 20 m NHN; (Abbildung 7)) geprägt ist. Den Untergrund bilden Sande und Kiese der Weichsel-Kaltzeit sowie Auelehme und -sande des Holozän. Auch die Bodenarten sind geprägt durch die Flusslandschaft der Elbe und bestehen aus Gleyen, Pseudogleyen sowie Auenböden, Niedermoorablagerungen und Marschböden (CONSULAQUA Hildesheim, 2022), (Schönheim et al., 2012), (Wiegand, 2019).



5.4 Aktuelle Wasserwirtschaftliche Situation im Projektgebiet

(Martens, KV)

5.4.1 Erteilte Entnahmeerlaubnisse

Das Trinkwasser wird in beiden Landkreisen und in der Stadt Lüneburg zu 100 % aus dem Grundwasser gewonnen.

Für die Beregnung der landwirtschaftlichen Flächen der beiden Landkreise werden rund 83 % aus dem Grundwasser entnommen, 15 % stammen aus Kanälen oder größeren Flüssen, wie dem Elbe-Seitenkanal, der Elbe oder der Ilmenau. Die verbleibenden 2 % im Bereich der Beregnung werden durch Wasserwiederverwendung aus Kühl-, Brauch- und Betriebswasser gewonnen.

Die nachfolgenden Grafiken bilden die derzeit erteilten wasserrechtlichen Entnahmeerlaubnisse im Projektgebiet (inkl. Amt Neuhaus) ab. Als allgemeine Erläuterungen zu den Charts wird folgendes ausgeführt:

- Die Mengen wurden über die von den Unteren Wasserbehörden (UWB) übermittelten Aufstellungen der erteilten wasserrechtlichen Erlaubnisse und Bewilligungen für die Entnahme von Grundwasser und aus Oberflächengewässern (ESK) ermittelt.
- Bei den Daten sind Differenzen zwischen den von den Dachverbänden gemeinsam mit CAH ermittelten Flächen und Mengen zu den Aufstellungen der UWB vorhanden, die im Rahmen der Projektbearbeitung nicht aufgelöst werden konnten.
- Die mittleren Entnahmemengen im Zeitraum 2011 bis 2020 bzw. 2018 bis 2020 sind jeweils ohne die Mengen des Wasserwerkes Lüneburg dargestellt. Hier liegen lediglich Werte für den Zeitraum 2020 bis 2022 vor.

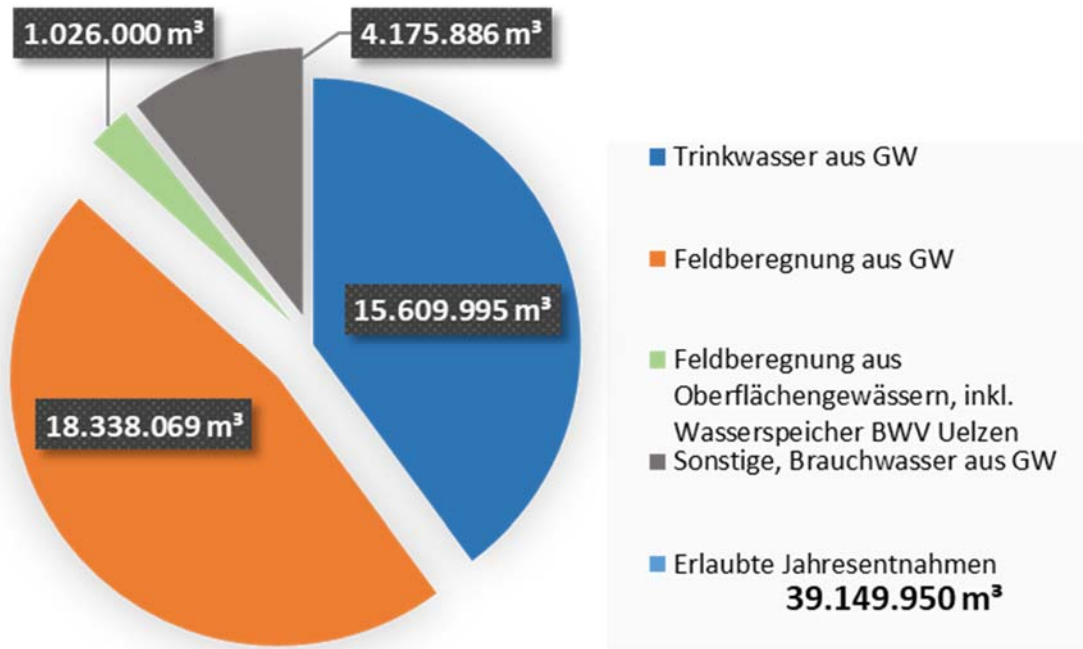


Abbildung 8: Erteilte wasserrechtliche Entnahmeerlaubnisse in Stadt/Landkreis Lüneburg

Derzeit beträgt der bewilligte Anteil der Wassernutzungen für die Trinkwasserversorgung im Gebiet des Landkreises und der Stadt Lüneburg rund 40 % der Gesamtentnahmen, rund 11 % sind erlaubte Entnahmen als Brauchwasser und für sonstige Nutzungen und 49 % sind Wasserentnahmen für die Feldbewässerung (46 % aus dem Grundwasser und 2 % aus Oberflächengewässern).

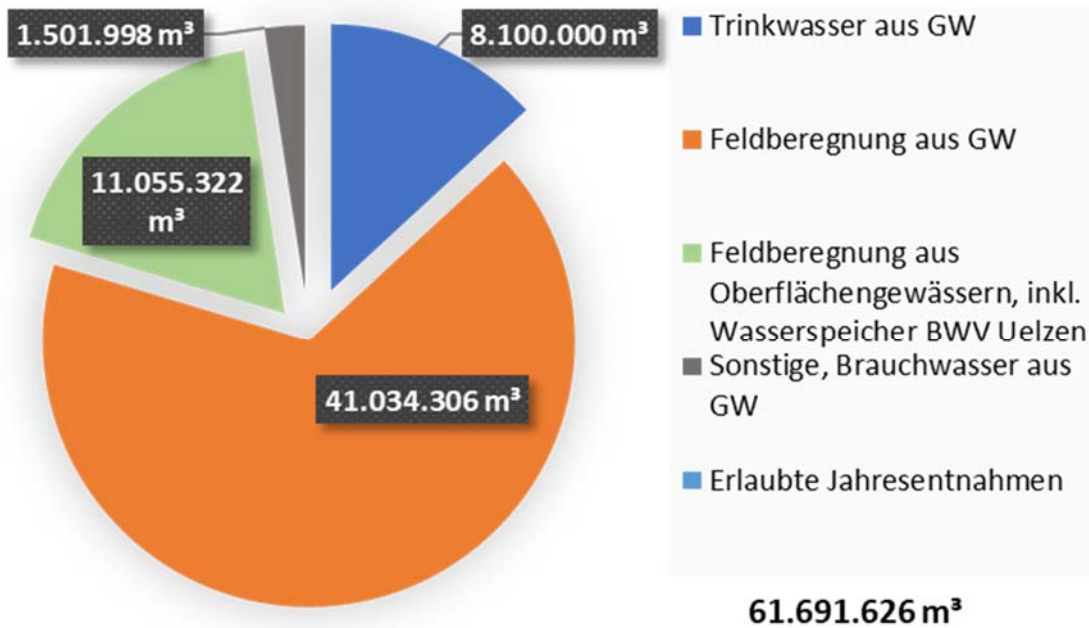


Abbildung 9: Erteilte wasserrechtliche Entnahmeerlaubnisse im Landkreis Uelzen

Der erlaubte Anteil der Wassernutzungen für die Trinkwasserversorgung im Gebiet des Landkreises Uelzen beträgt rund 13%, rund 3% sind erlaubte Entnahmen als Brauchwasser und für sonstige Nutzungen und 84% sind Wasserentnahmen für die Feldbewässerung (68% aus dem Grundwasser und 16% aus Oberflächengewässern).

5.4.2 Bedarfsprognosen und Antragsmengen für die Feldberegnung

- Die Prognosemengen für den Bereich der Trinkwasserversorgung, die für dieses Projekt ermittelt wurden, ergeben sich über einen pauschalen Aufschlag von 10% als Zukunftsreserve, ohne dass ein aktueller Bedarf besteht. Es wird eine Abnahme der Bevölkerungszahlen für die Region erwartet wodurch auch der Trinkwasserbedarf bei unverändertem Pro-Kopf-Verbrauch sinkt. Der von den Trinkwasserversorgern für Gewerbe und Industrie bereitgestellte Anteil wurde ebenfalls mit einem 10%igen Aufschlag versehen. Der Vorrang des Wasserbedarfs zur Trinkwasserversorgung gegenüber dem Bedarf von Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie ist zu beachten.
- Für die Wasserentnahmemengen für die Feldberegnung aus dem Grundwasser wurden die voraussichtlichen Flächen zum Wasserrechtsverfahren Feldberegnung und die prognostizierte Beregnungshöhen, die sich angelehnt an den Grundwassererlass des Landes Niedersachsen und die nutzbaren Restmengen für den am stärksten beanspruchten Grundwasserkörper "Ilmenau Lockergestein rechts" ergeben, zugrunde gelegt. Diese Mengen werden mit einem



Grundwasserströmungsmodell hinsichtlich ihrer Auswirkungen untersucht und die Umweltverträglichkeit der Entnahmen sichergestellt.

- Die Feldberechnungsmengen in der Prognose sind für die Oberflächenwasserentnahmen unverändert angesetzt worden, da derzeit nicht absehbar ist, dass eine höhere Entnahme aus dem ESK durch die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes erlaubt wird. Hierzu werden im Abschnitt Maßnahmen weitere Ausführungen gemacht.

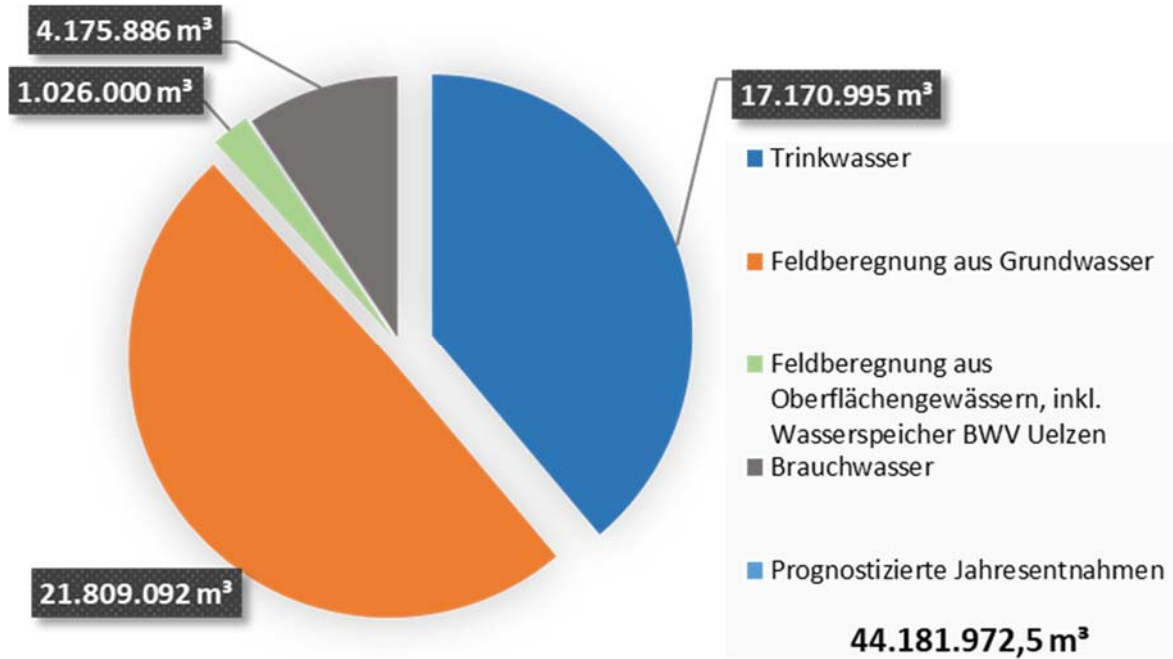


Abbildung 10: Prognostizierte Wasserbedarfe für den Landkreis und die Stadt Lüneburg

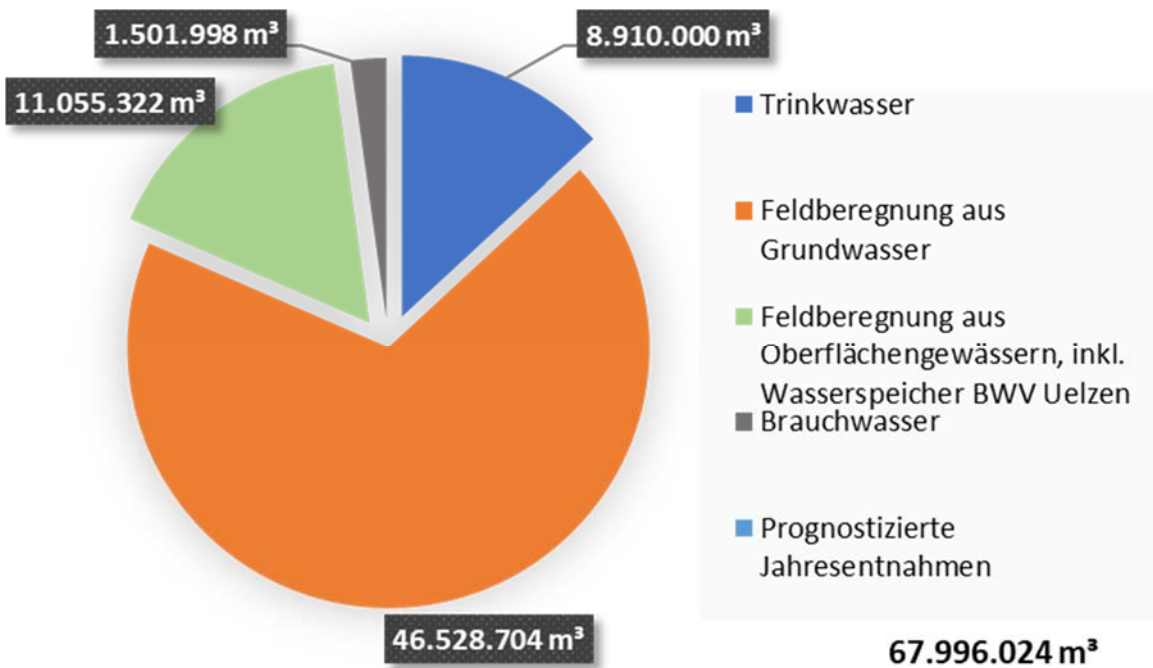


Abbildung 11: Prognostizierte Wasserbedarfe für den Landkreis Uelzen

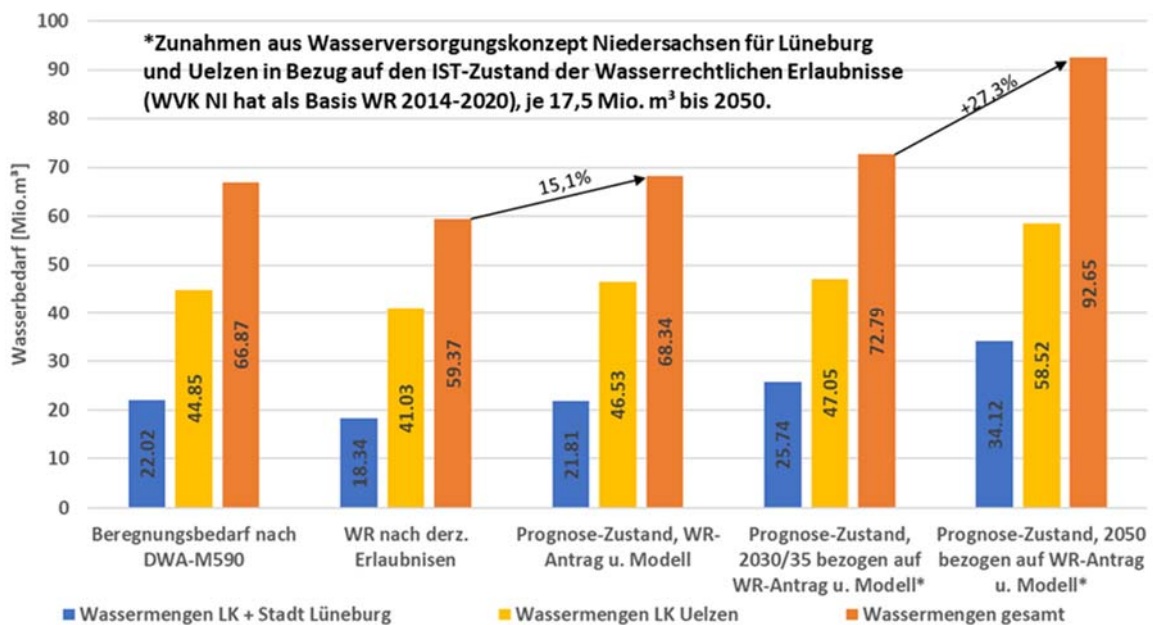


Abbildung 12: Wasserbedarf aus dem Grundwasser für die Feldberegnung nach verschiedenen Ansätzen und Prognosehorizonten.

Abbildung 12 zeigt den Wasserbedarf für die beiden Landkreise und die Stadt Lüneburg, sowie den Gesamtbedarf nach verschiedenen Betrachtungsweisen und Prognosehorizonten. Entsprechend den derzeitigen Erlaubnissen dürfen ca. 60 Mio. m³ Wasser aus dem Grundwasser für die Feldberegnung



entnommen werden. Nach den Ansätzen des DWA Merkblattes M590 ergibt sich ein ermittelter Wasserbedarf von 66,8 Mio. m³. Für den in Vorbereitung befindlichen Wasserrechtsantrag wird auf der Basis der Berechnungen mit dem hydrogeologischen Modell, das auch dem Projekt IWAMAko zu Grunde liegt, von einem zukünftigen Wasserbedarf von 68,3 Mio. m³ ausgegangen. Unter Berücksichtigung der Ansätze des niedersächsischen Wasserversorgungskonzeptes, bezogen auf die im Wasserrechtsantrag betrachtete Fläche, ergibt sich für 2030 ein Bedarf von 72,7 und für 2050 von 92,6 Mio. m³. Die Planer gehen davon aus, dass der, gegenüber dem in Vorbereitung befindlichen Wasserrechtsantrag, zusätzliche Wasserbedarf bis 2030 in Höhe von 44 Mio. m³ wahrscheinlich noch aus dem Grundwasser gedeckt werden könnte. Der darüberhinausgehende Bedarf bis 2050 in Höhe von knapp 20 Mio. m³ muss aber in jedem Fall aus anderen Quellen, als dem Grundwasser gedeckt werden. Zusätzliche Wasserressourcen können durch erhöhte Entnahmen aus dem Elbeseitenkanal, die Verwendung von Klarwasser aus Kläranlagen, verbunden mit weiteren Reinigungsschritten, und Wasser aus Wassereinleitungen gewonnen werden. In den meisten Fällen muss dazu das Wasser zwischengespeichert werden, um während der Vegetationsperiode für die Beregnung verwendet werden zu können. Dies kann in Form von natürlichen und künstlichen Wasserspeichern erfolgen, aber auch durch Versickerung und Speicherung im Grundwasser in Form einer Grundwasseranreicherung. Die entsprechenden Maßnahmen und Potenziale hierfür werden im weiteren Bericht ausführlich erläutert.



6 Systembeschreibung des Projektgebietes Amt Neuhaus rechts der Elbe

(Strub / Bruns, CAH)

6.1 Einführung

Die Gemeinde Amt Neuhaus liegt am östlichen Elbufer, im Naturpark Elbtalau zwischen der Elbe und der Grenze zu Mecklenburg-Vorpommern (vgl. Abbildung 5) und umfasst acht Ortschaften. Im Zuge der Spaltung Deutschlands war das Gebiet der ehemaligen DDR zugeteilt worden, seit 1993 ist es wieder Teil Niedersachsens (Landkreis Lüneburg). Auf einer Fläche von knapp 240 km² leben rund 5.000 Einwohner.

Das Gemeindegebiet liegt im Naturraum „Elbtalniederung“, in der naturräumlichen Haupteinheit „Untere Mittelelbe-Niederung“, die von weitläufigen Auenlandschaften mit zahlreichen Nebenflüssen und Altarmen sowie Überschwemmungsgebieten geprägt ist (Bundesamt für Naturschutz, 2007). Die Geländehöhen liegen bei rund 6 m ü. NHN bis zu knapp 36 m ü. NHN im Bereich der bewaldeten Flugsanddüne, die sich von Südosten nach Nordwesten über das Gemeindegebiet erstreckt (Abbildung 19). Das Gebiet hat Anteil an den Grundwasserkörpern (GWK) DE_GB_DEMV_MEL_SU_3 „Sude“ und DE_GB_DEMV_MEL_SU_4 „Rögnitz/Amt Neuhaus“. Darüber hinaus erstrecken sich diese beiden Grundwasserkörper größtenteils auf das Bundesland Mecklenburg-Vorpommern (Abbildung 13). Kenndaten der beiden GWK sind Tabelle 4 zusammengefasst:

Tabelle 4: Kenndaten Grundwasserkörper Sude und Rögnitz / Amt Neuhaus

	Sude (MEL_SU_3)	Rögnitz / Amt Neuhaus (MEL_SU_4)
Gesamtfläche GWK	795,5 km ²	675,5 km ²
Flächenanteil Amt Neuhaus	15,4 km ²	222,4 km ²
% von Gesamtfläche GWK	1,9 %	32,9 %
% von Fläche Amt Neuhaus	6,5 %	93,5 %
Flächenanteil Niedersachsen	15,4 km ²	238,9 km ²
% von Gesamtfläche	1,9 %	35,4 %
Gebiet Amt Neuhaus		
Lage Grundwasseroberfläche	5 – 10 m unter GOK	5 – 12 m unter GOK
Grundwasserleitertyp	Porengrundwasserleiter	
Hydr. Entnahmebedingungen	Sehr gute Entnahmebedingungen	
Hydrogeologische Einheiten	Flussablagerungen, Hang- und Schwemmablagerungen; Dünen und Flugsande	

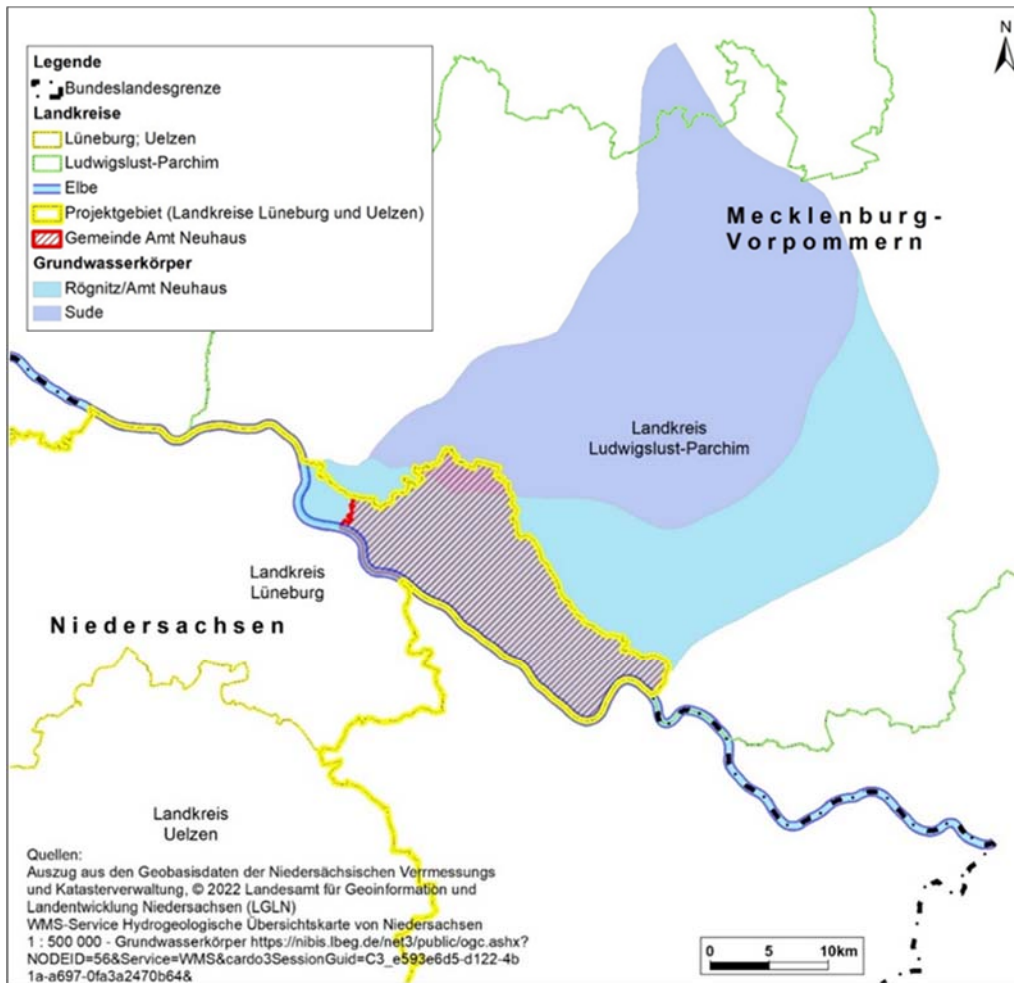


Abbildung 13: Übersicht Lage Amt Neuhaus und beteiligte Grundwasserteilkörper

Grundwasserneubildungsdaten

Für den niedersächsischen Teil der Grundwasserkörper stehen Rasterdatensätze zur Grundwasserneubildung aus Niederschlag (mGROWA22, LBEG, 2023) sowohl für den Ist-Zustand (Beobachtungswerte der Zeiträume 1961 – 1991, 1971 – 2000, 1981 – 2010, 1991 – 2020) als auch für die Projektionszeiträume 2021 – 2050 (mittlere Zukunft) und 2071 – 2100 (ferne Zukunft) zur Verfügung. Sie bilden die rechnerische Grundlage für die Betrachtung des Grundwasserhaushalts Amt Neuhaus.

Der Ermittlung von landesweiten Grundwasserneubildungsraten im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern liegt dagegen das BAGLUVA-Verfahren zugrunde, einem Wasserhaushaltsmodell zur Berechnung vieljähriger Mittelwerte von realer Verdunstung und Gesamtabfluss (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie, 2014). Die Erstberechnung für Mecklenburg-Vorpommern geht auf das Jahr 2007 zurück und wurde 2009 aktualisiert (Berücksichtigung der meist dränbedingten Direktabflüsse). Die Datensätze für Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern sind somit nicht direkt vergleichbar (Abbildung 14).

Abbildung 15). Bei dem Laaver Kanal handelt es sich um einen Graben, der gemäß (Nds. MU) eine wesentliche Rolle bei der Entwässerung umliegender (naturschutzrechtlich geschützter) Flächen spielt. Ein Großteil des Gemeindegebietes ist im Rahmen des „Aktionsprogramms Niedersächsische Gewässerlandschaften“ des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz im Rahmen der Umsetzung relevanter europäischer Vorgaben als Auengebiet ausgewiesen. Die Darstellung erfolgt, zusammen mit Überschwemmungsgebieten und Hochwasserrisikogebieten in der Abbildung 16. Die Abbildung 17 enthält die beteiligten Teileinzugsgebiete sowie die Gewässer(-abschnitte), die gemäß (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern) regelmäßig weniger als sechs Monate im Jahr wasserführend sind. Annähernd alle Gewässer im Bereich Amt Neuhaus sind demnach als trockenfallend eingestuft.

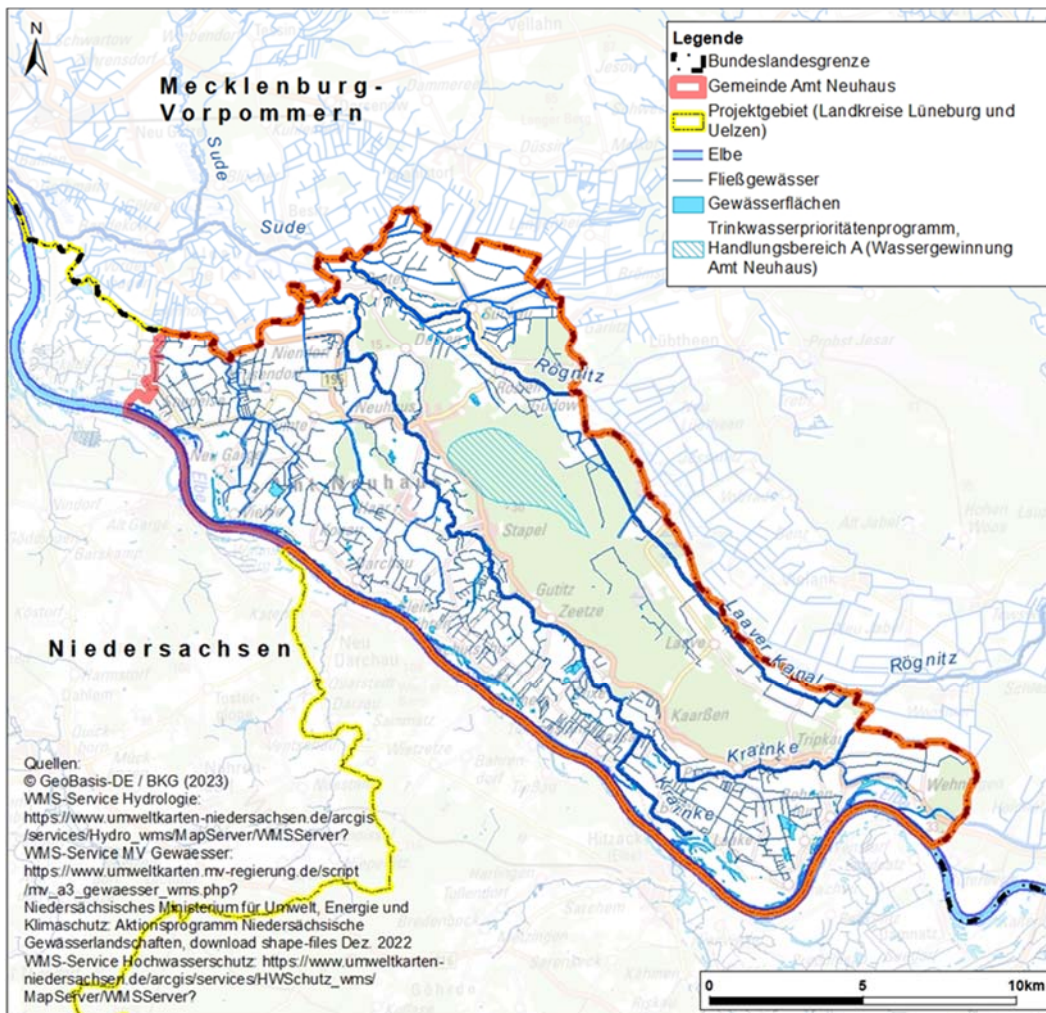


Abbildung 15: Gewässer und Trinkwassergewinnungsgebiete

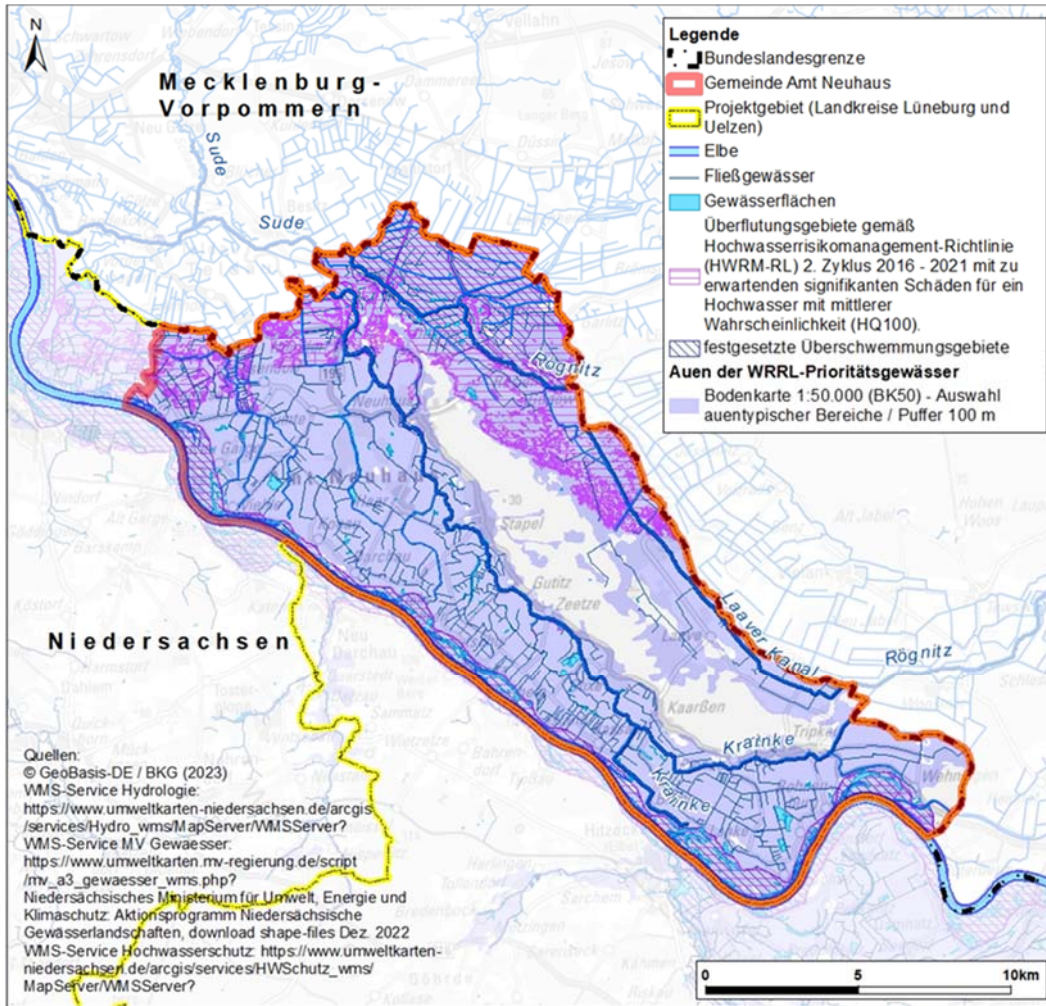


Abbildung 16: Auen prioritärer Gewässer (WRRL), festgesetzte Überschwemmungsgebiete und Hochwasserrisikogebiete (HQ100)

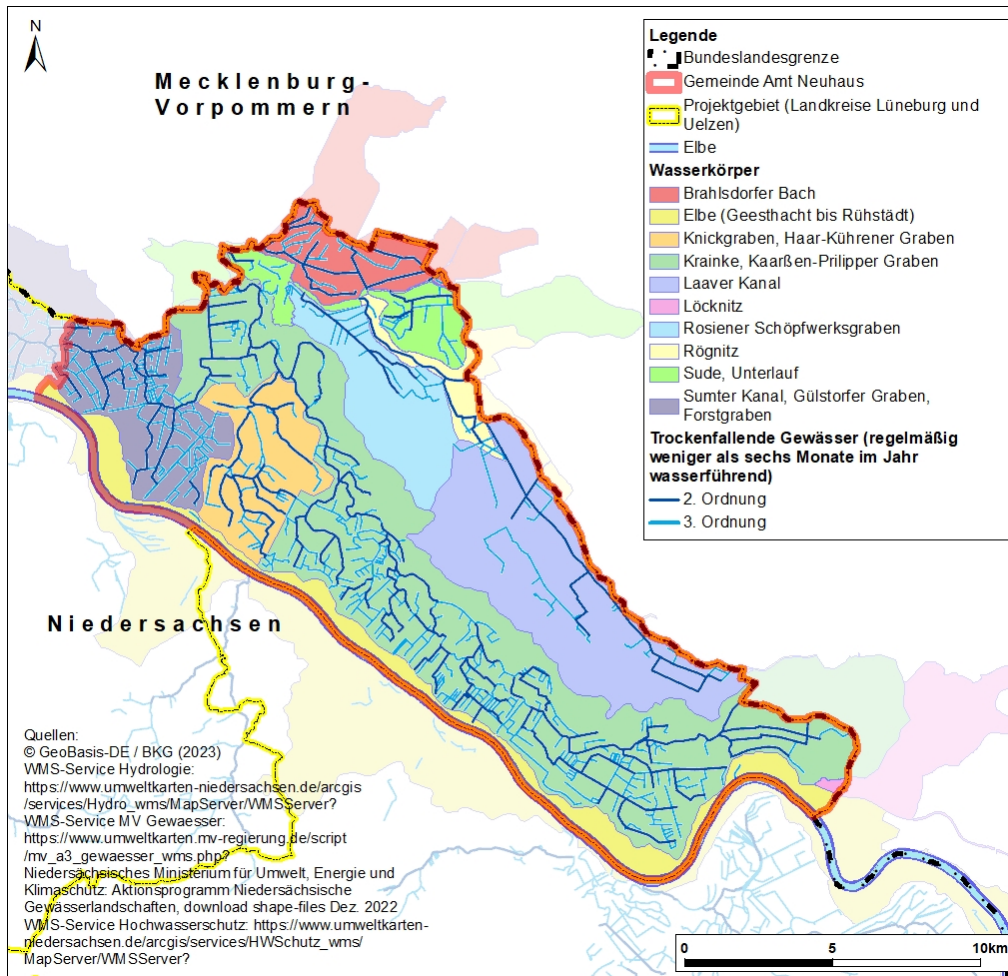


Abbildung 17: Einzugsgebiete und trockenfallende Gewässer

Natur

Das Gebiet Amt Neuhaus befindet sich in dem 2002 vom Land Niedersachsen eingerichteten Biosphärenreservat „Niedersächsische Elbtalau“ und ist damit Teil des von der UNESCO anerkannten länderübergreifenden Biosphärenreservats „Flusslandschaft Elbe“, das die Bundesländer Niedersachsen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein umfasst. Die Gebietsdaten (Reutter, 2011) enthalten dazu folgende Kurzbeschreibung: „Großräumige Stromtallandschaft, teilweise bedeckt, mit Feuchtwiesenkomplexen, Auwäldern, Altarmen, Qualmwassern, Nebenflüssen und deren Niederungen, Übergängen zur Geest, Kiefernforsten, Misch- und Laubwäldern und Ackerflächen“.

Fast das gesamte Gebiet Amt Neuhaus ist naturschutzrechtlich gewürdigt (Schutzbietsnetz Natura 2000). Die flächenhafte Ausdehnung der betreffenden Schutzgüter ist Gegenstand der Abbildung 18. Die FFH-Flächen überschneiden sich im Bereich Amt Neuhaus exakt mit den als grundwasserabhängige Landökosysteme (gwLÖS) ausgewiesenen Flächen. Die ausgewiesenen Vogelschutzgebiete lassen sich

weiter unterscheiden nach wertvollen Bereichen für Gast- und Brutvögel und als Lebensraum für Großvögel.

Im Rahmen von (Arten)schutzmaßnahmen wurden spezielle Förderkulissen für die Landwirtschaft eingerichtet, um durch gezielte Agrarumweltmaßnahmen (AUKM) verschiedene, lokal angepasste Schutzziele zu erreichen.

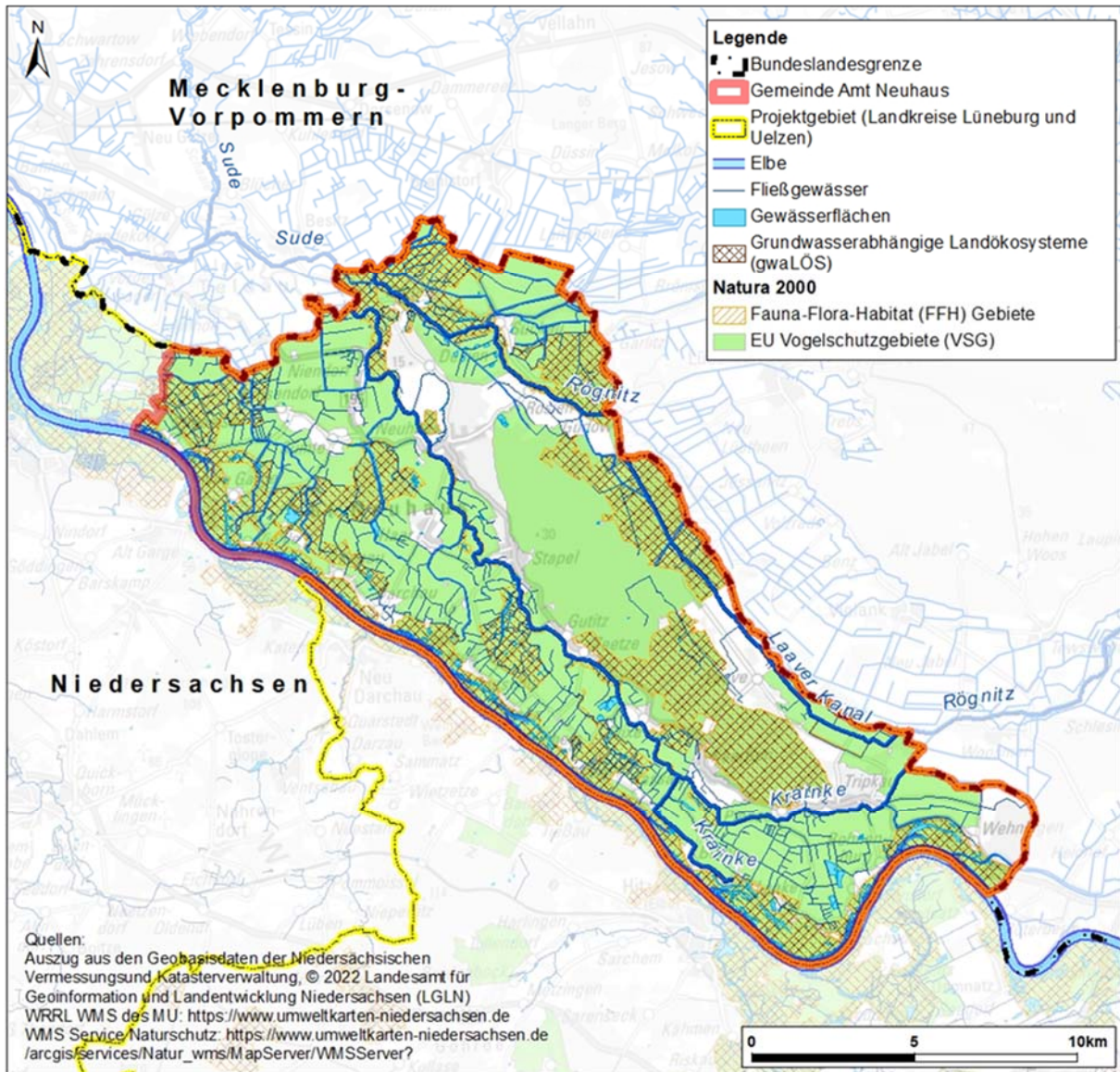


Abbildung 18: Naturschutzrechtlich ausgewiesene Flächen

Boden, Geologie und Hydrogeologie

Das Gebiet Amt Neuhaus ist eine glazial geprägte Flusslandschaft. Hinsichtlich der bodenkundlichen Differenzierung Niedersachsens in Bodengroßlandschaften sind die Böden des Gebietes Amt Neuhaus dem Spektrum „Auen und Niederterrassen“ zugeordnet. Nach der überregionalen, allgemeinen Cha-



rakterisierung sind die drei Bodengesellschaften Moore und lagunäre Ablagerungen, Auenablagerungen sowie Dünen und Flugsande anzutreffen. Zu den Bodentypen, die sich in diesem Gebiet, unter dem Einfluss von Grundwasser, entwickelt haben, gehören vor allem Gley und Vega, sowie im zentralen, von Dünen geprägten Bereich, Gley-Podsol, Podsol-Regosol, Gley-Podsol-Lockersyosem. Untergeordnet sind Erdniedermoorflächen anzutreffen. Oftmals sind die Böden durch Grundwasserabsenkungen überprägt. Außerhalb des zentralen, bewaldeten Bereichs ist ein Großteil der Böden aufgrund hoher natürlicher Bodenfruchtbarkeit bzw. naturgeschichtlicher Bedeutung als schutzwürdig eingestuft.

Für Betrachtungen zum Grundwasserhaushalt sind bestimmte Auswertungen der bodenkundlichen Karten des LBEG relevant. Dazu zählen insbesondere Drängebiete, Sickerwasserrate und Grundwasserstufe, die, zusammen mit der Bodenübersichtskarte (BÜK 1 : 500.000) in der Abbildung 19 dargestellt sind. Außerhalb der zentralen Dünengebiete sind Gleye und mit Gleyen vergesellschaftete Bodentypen im Gebiet Amt Neuhaus verbreitet. Somit sind ganzjährig durch oberflächennahes Grundwasser beeinflusste Böden vorherrschend. Die Gleyböden werden gleichermaßen als Grünland und Ackerland genutzt und entsprechend zur Grundwasserregulierung künstlich entwässert. Grundsätzlich wirken sich Dränagen negativ auf den Landschaftswasserhaushalt aus, auch wenn bei Gleyböden mit landwirtschaftlicher Nutzung auf Grund erhöhter Wasserdurchlässigkeit eine höhere Grundwasserneubildungsrate einhergehen kann.

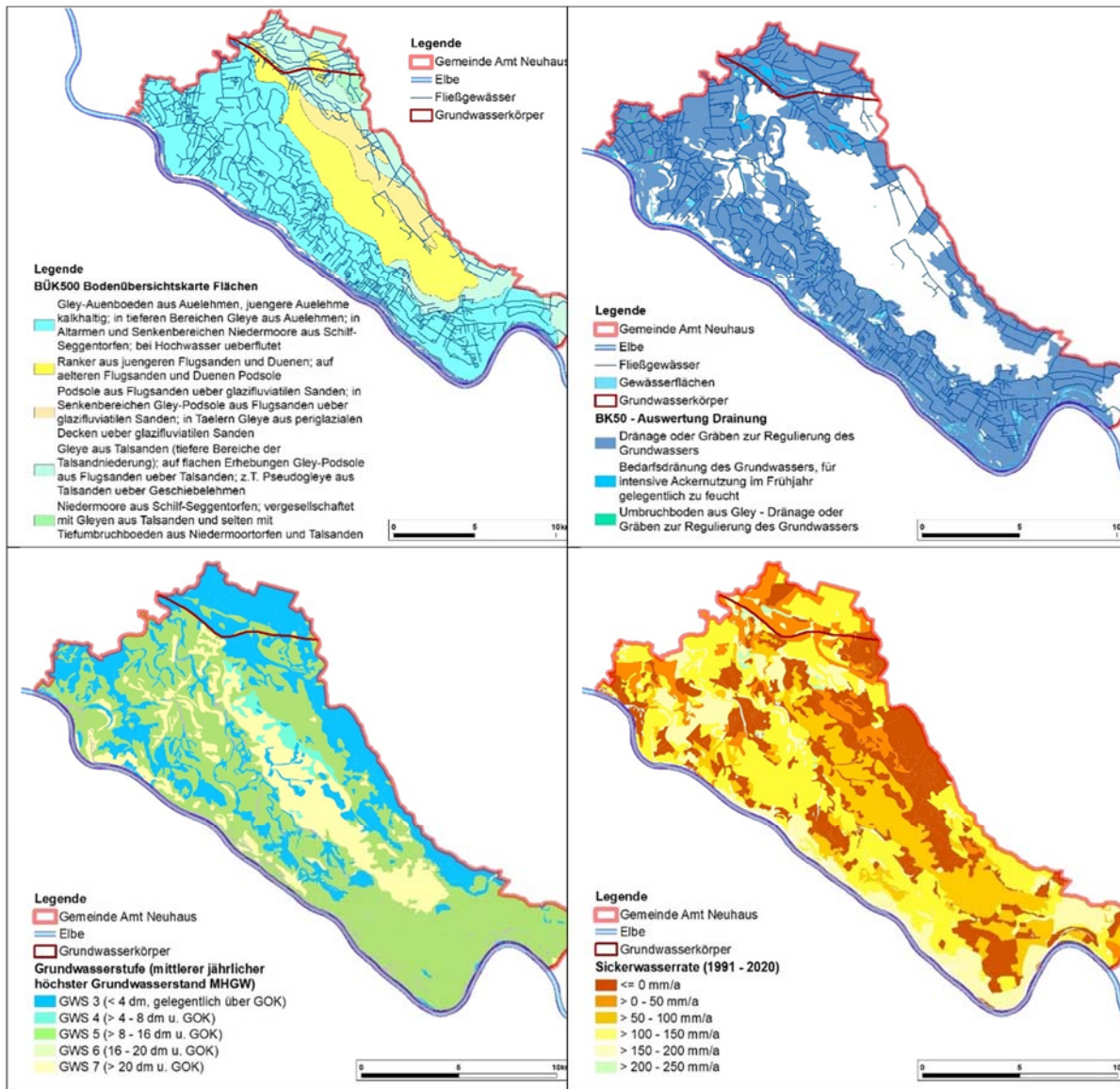


Abbildung 19: Bodenübersichtskarte (BÜK500) und Auswertung BK50 gemäß WMS des LBEG

In der Abbildung 20 sind die geologischen Verhältnisse dargestellt. Der Bereich der beiden GWK Sude und Rögnitz / Amt Neuhaus ist von den pleistozänen Glazialen Elster, Saale und Weichsel geprägt. Mächtige Inlandeisbedeckungen, wechselnde Phasen von Eisvorstoß und Rückzug sowie periglaziale Prozesse haben zur Ausbildung von Rinnen, Moränen, Becken und Flussterrassen etc. mit entsprechenden Ablagerungen von limnischen und fluviatilen Sedimenten, teils mit marinen Einschaltungen, von Vorschütt-sedimenten, Geschiebemergel, Geschiebelehm etc. geführt. Im Gebiet Amt Neuhaus liegen die quartären Lockersedimente auf tertiären Schichten und weisen mehrere Zehnermeter Mächtigkeit auf. Die pleistozänen Lockersedimente sind hier fast flächendeckend von holozänen fluviatilen Sedimenten bedeckt.

Die Karte in Abbildung 20 enthält zudem die Profilschnittlinien der geologischen und hydrogeologischen Profilschnitte „PS_GE_200179_Elbe_Amt_Neuhaus_PS01“ und „PS_GE_200179_Elbe_Amt_Neuhaus_PS2“. Die beiden Profile wurden hinsichtlich der Angaben zur (Hydro)stratigrafie ausgewertet und der generelle Schichtaufbau in Tabelle 5 zusammengefasst. Anhand der Profilschnitte ist zu erkennen, dass die grundwassergeringleitenden Schichten nicht durchgehend vorhanden sind, so dass gut durchlässige Schichten teils mächtige Grundwasserleiter bilden. Teils dürften lokal begrenzte Ausbreitungen grundwasserhemmender Schichten zur Ausbildung schwebender Grundwasserstockwerke führen.

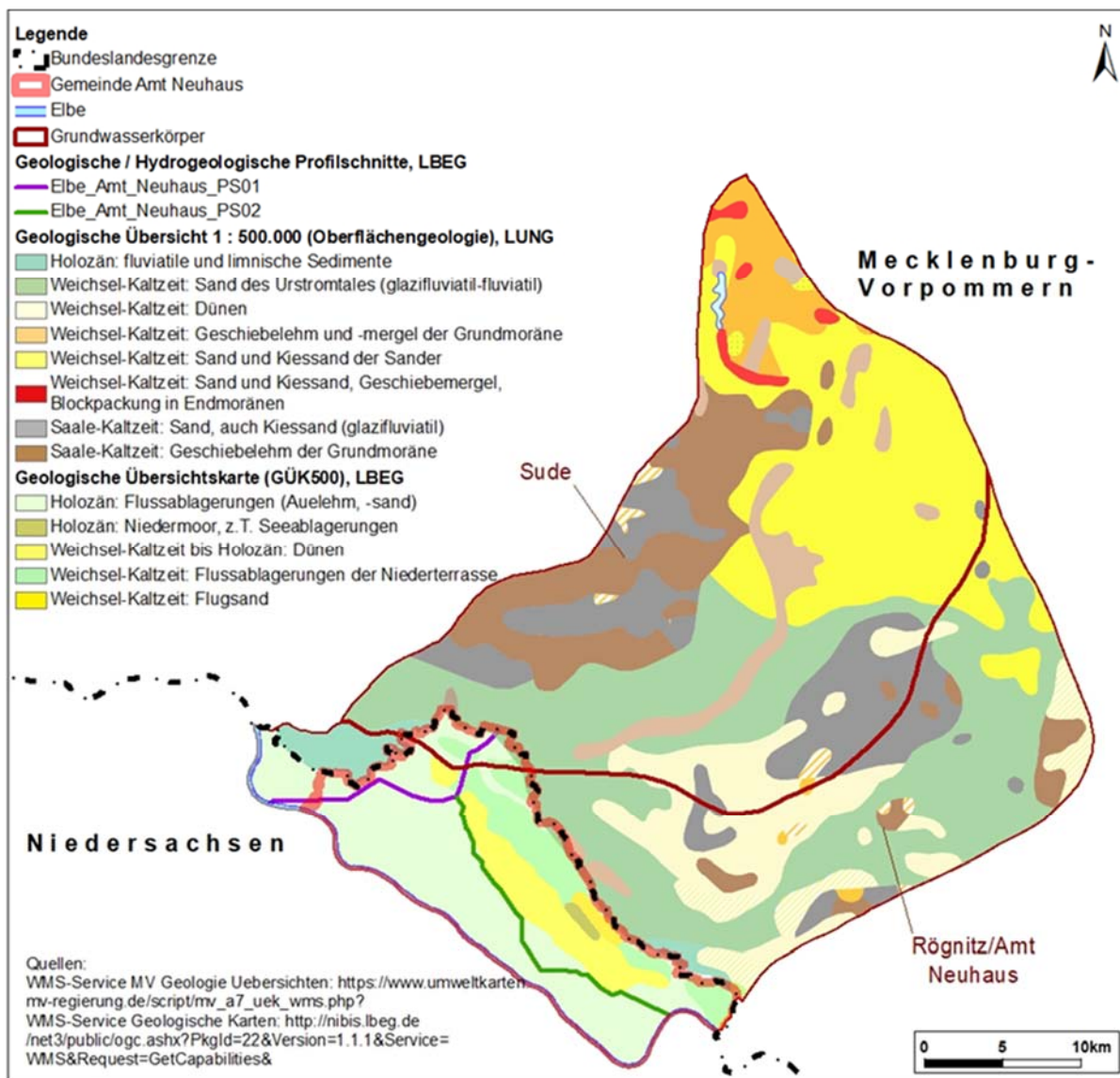


Abbildung 20: Geologie der Grundwasserkörper Sude und Rognitz / Amt Neuhaus gemäß Geologischer Übersichtskarte 1 : 500.000 des LBEG und des LUNG (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie, MV, 2012;)



Tabelle 5: Stratigraphische Gliederung im Bereich Amt Neuhaus gemäß (Reutter, 2011); (2023)

Stratigraphie		Petrografie	Genese	Hydrostratigraphie
Quartär	Holozän	Feinsand-Mittelsand (grobsandig (teilweise))	Dünenbildung	Gw-Leiter L 1.2
		Ton, Schluff Schluff (tonig)	Auelehm fluviatil	Gw-Hemmer H 1.2
		Sand	fluviatil	Gw-Leiter L 1.2
		Torf	Moor	Gw-Hemmer H 1.3
	Weichsel-Kaltzeit	Sand, Kies	fluviatil	Gw-Leiter L 1.2
	Drenthe-Stadium	Ton, Schluff, Sand Kies	Geschiebelehm, Geschiebemergel	Gw-Hemmer H 3
		Schluff (feinsandig)	Beckenablagerung	Gw-Hemmer H 3.3
		Sand, Kies	glazifluviatil	Gw-Leiter L 3
	Holstein-Warmzeit	Ton, Schluff (Torf)	Beckenablagerung	Gw-Hemmer H 4.1
		Sand		Gw-Leiter L 3
	Elster-Kaltzeit (Lauenburg Schichten)	Ton-Schluff (Feinsand)	Beckenablagerung	Gw-Hemmer H 4.1
	Elster-Kaltzeit	Ton, Schluff, Sand Kies	Geschiebelehm, Geschiebemergel	Gw-Hemmer H 4.2
		Sand, Kies	glazifluviatil	Gw-Leiter L 4.2
		Schluff, Feinsand	Beckenablagerung	Gw-Hemmer H 4.3
Tertiär (Unter-miozän)	Obere Braunkohlesande	Sand		Gw-Leiter L 6
	Hamburger Ton	Ton, Schluff		Gw-Hemmer H 6.1
	Untere Braunkohlesande	Sand		Gw-Leiter L 6
		Schluff (tonig)		Gw-Hemmer H 7

Für Mecklenburg-Vorpommern gibt es eine Karte regionalisierter Grundwasserressourcen (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie, MV, 2012), die für die GWK Sude und Rögnitz / Amt Neuhaus in der Abbildung 21 wiedergegeben ist.

Die Bewertung des nutzbaren Grundwasserdargebots spiegelt die glazial bedingten, teils kleinräumigen Wechsel der morphologischen, sedimentologischen und stratigraphischen Bedingungen gut ab. Bereiche, die aufgrund ihrer flächenhaften Verbreitung bei günstigen lithologischen Bedingungen hinsichtlich Gewinnbarkeit und Qualität als potenziell gut einzustufen sind, nehmen ca. ein Viertel der Fläche ein. Es überwiegen Flächen, die aufgrund hydraulisch ungünstiger Bedingungen bzw. eines zu geringen mengenmäßigen Dargebots und/oder aufgrund chemischer Einschränkungen für die Nutzung als Trinkwasser (Versalzungen/ Qualität) bzw. für mengenmäßig relevante Grundwasserentnahmen



nicht oder nur bedingt geeignet sind. Die tatsächliche wasserwirtschaftliche Nutzung erfolgt flächendeckend (Abbildung 21).

In Abbildung 21 sind außerdem die Einzugsgebiete von Grundwassergewinnungen mit Entnahmen von mehr als 10.000 m³/a dargestellt. Gehören zu einer wasserrechtlichen Genehmigung mehrere, weit auseinanderliegende Brunnen, wurden die einzelnen Einzugsgebiete auf Basis gleichmäßig verteilter Mengenanteile ermittelt. Einzugsgebiete, die sich durch summarische Effekte ergeben, z.B. wenn mehrere Beregnungsbrunnen (mit separaten Wasserrechten) räumlich nah beieinander liegen, wurden nicht berücksichtigt. Gemäß (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie, MV, 2012) bzw. Abbildung 27 ragen keine Einzugsgebiete von Wassergewinnungen in das Gebiet Amt Neuhaus.

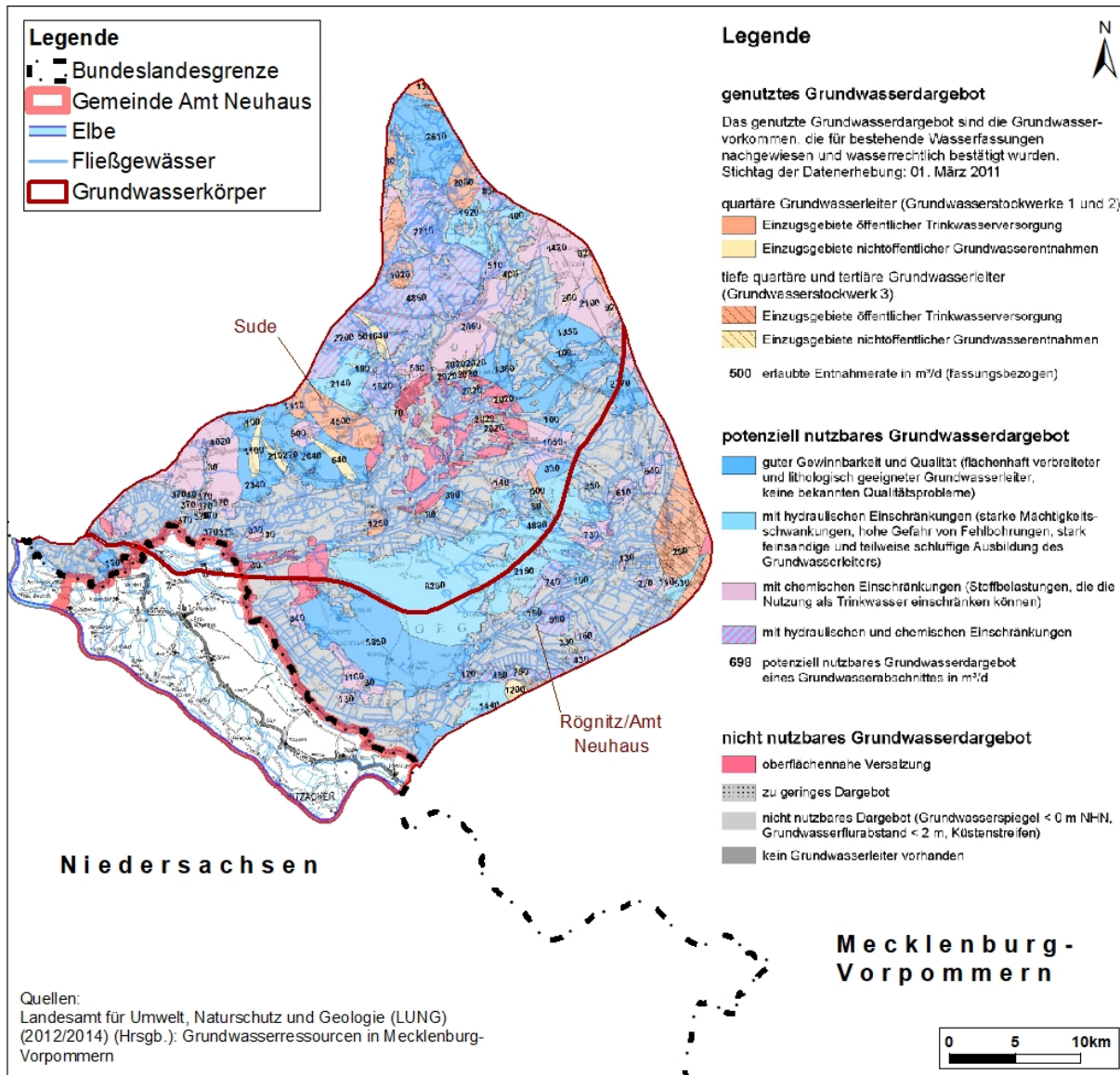


Abbildung 21: Grundwasserressourcen in Mecklenburg-Vorpommern (Ausschnitt GWK Sude und Rögnitz / Amt Neuhaus) Quelle: (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie, MV, 2012)

Erläuterungen zusätzlich zur Legende: Bei Flächen mit der Einstufung „zu geringes Dargebot“ handelt es sich um Gebiete mit einem Grundwasserdargebot von unter 300 m³/d bzw. einem nutzbaren Dargebot von unter 90 m³/d (entsprechend rund 110.000 bzw. 30.000 m³/a). Flächen, die eine „oberflächennahe Versalzung“ aufweisen, basieren auf Angaben zur Tiefenlage Süß-/Salzwassergrenze [WMS1].

Die Grundwasserfließrichtung wird anhand des Grundwassergleichenplans für Mecklenburg-Vorpommern aus (ML/SLA Niedersachsen, 2022) aus dem Jahr 2016 in Abbildung 22 dargestellt. Die generelle Fließrichtung erfolgt aus östlicher bis nordöstlicher Richtung zur Elbe hin. Die Abgrenzungen der GWK „Sude“ und „Rögnitz/Amt Neuhaus“ orientieren sich an Erhöhungen, die als Wasserscheiden wirksam sind. An der östlichen Grenze der GWK liegt der Grundwasserspiegel bei ca. 35 bis 45 m NHN. Im Bereich Amt Neuhaus verläuft die 10 m-Isolinie, das Grundwasser bewegt sich mit flachem Gradienten in

nordwestliche Richtung. Ein Teil des Grundwassers dürfte das Gebiet Amt Neuhaus zunächst in nordwestlicher Richtung verlassen bevor es der Elbe zufließt.

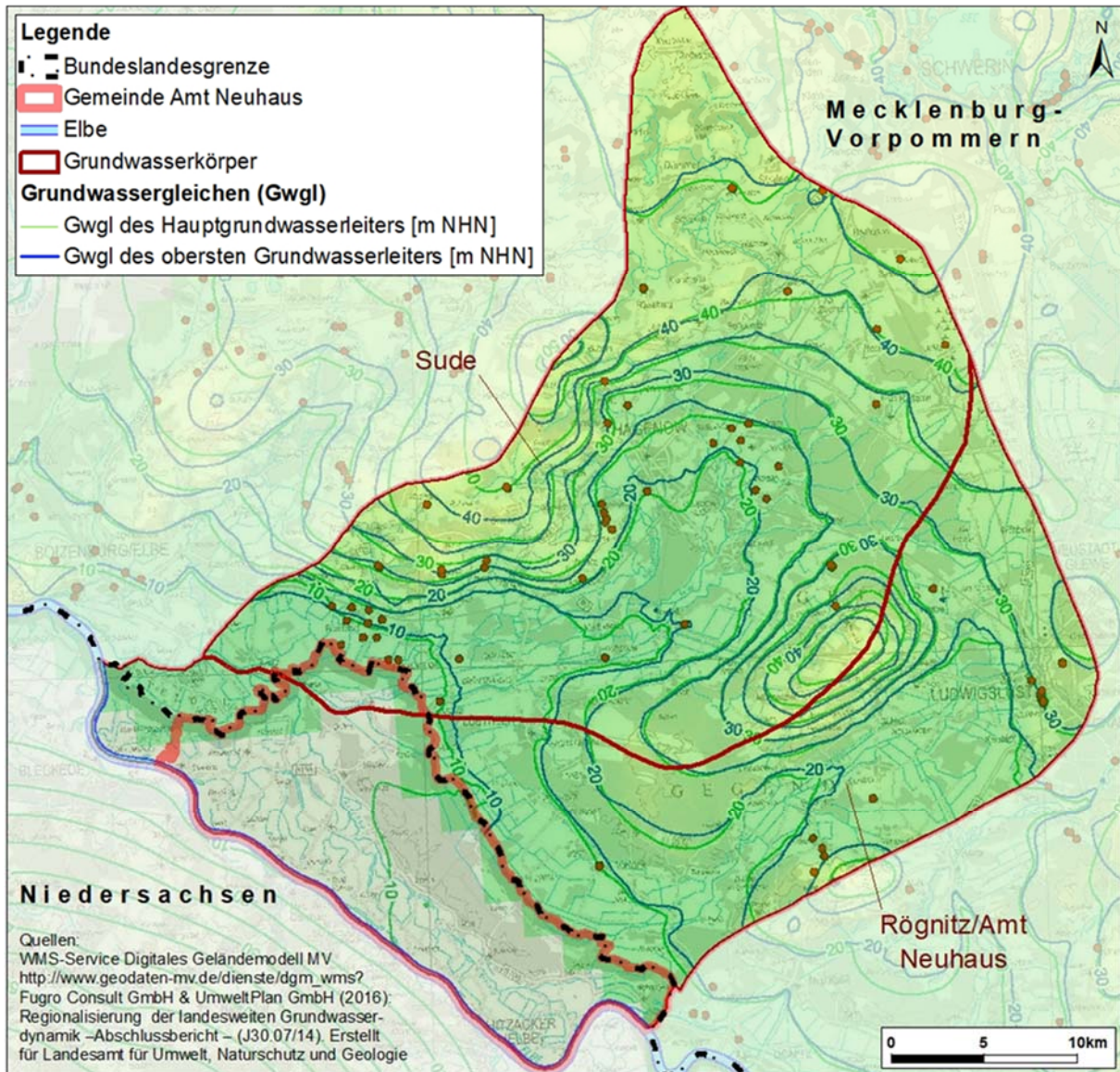


Abbildung 22: Grundwassergleichen im Bereich der Grundwasserkörper "Sude" und "Rögnitz/Amt Neuhaus"

Grundwassermessstellen und Grundwasserganglinien

Zur Auswertung standen die Grundwassermessstellen (GWM) des WBV Elbmarsch im Umfeld der Wassergewinnung Neuhaus und drei vom NLWKN (NLWKN, 2022) im Gebiet Amt Neuhaus betriebenen Grundwassermessstellen sowie Abstichsdaten zu ausgewählten GWM im Bereich Mecklenburg-Vorpommern zur Verfügung (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern), (Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Westmecklenburg, 2023). Die jeweilige Lage ist der Abbildung 22 sowie der Abbildung 23 zu entnehmen.

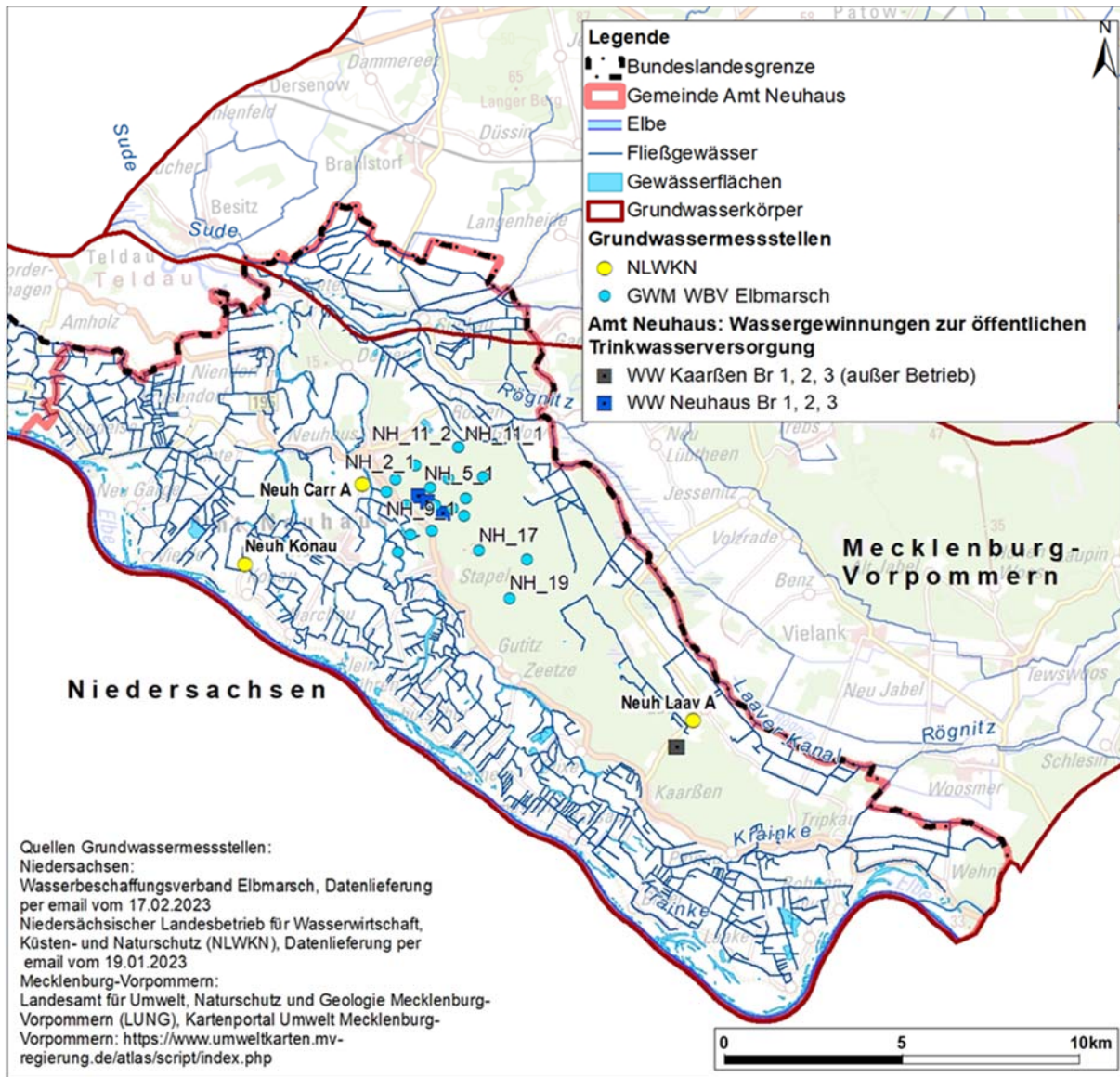


Abbildung 23: Grundwassermessstellen im Gemeindegebiet Amt Neuhaus

Langjährige Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen der drei Messstellen des NLWKN sind in der Abbildung 24 dargestellt. Die Messstelle „Neuh Laav A“ befindet sich inmitten des bewaldeten Dünengürtels, die Messstelle „Neuh Carr A“ weiter nordwestlich am Übergang zur Auenlandschaft. Beide Ganglinien weisen sehr ähnliche Verläufe auf. Die Niveaus bestätigen die nordwestlich gerichtete Komponente der Grundwasserbewegung. An beiden Ganglinienverläufen spiegelt sich die Trockenperiode 2018/2019 wider, langfristige signifikante Trends sind nicht abzulesen. Fördereinflüsse der Standrohrspiegelhöhen sind, auch in der nahe der Wassergewinnung Neuhaus gelegenen GWM „Neuh Carr A“, nicht erkennbar. Die Messstelle „Neuh Konau“ liegt im Bereich der von Drängräben durchzogenen, landwirtschaftlich genutzten Flächen, gut einen Kilometer von der Elbe entfernt. Die Ganglinie weist ebenfalls einen typischen Jahresgang auf, allerdings mit wesentlich stärkeren Amplituden. Diese Gang-



linie ist geprägt von der für Tieflandgebiete typischen intensiven Interaktion zwischen Oberflächengewässern und Grundwasser. Sowohl die Wasserstände der Elbe als auch die durch Dränung hervorgerufenen starken Schwankungen der Abflüsse (Kap. 0) dürften sich maßgeblich auf den Ganglinienverlauf auswirken. Die Tiefstwerte im abgebildeten Zeitraum werden gegen Ende der Jahre 2018 und 2019 erreicht. Ein langfristiger signifikanter Trend ist ebenfalls nicht erkennbar.

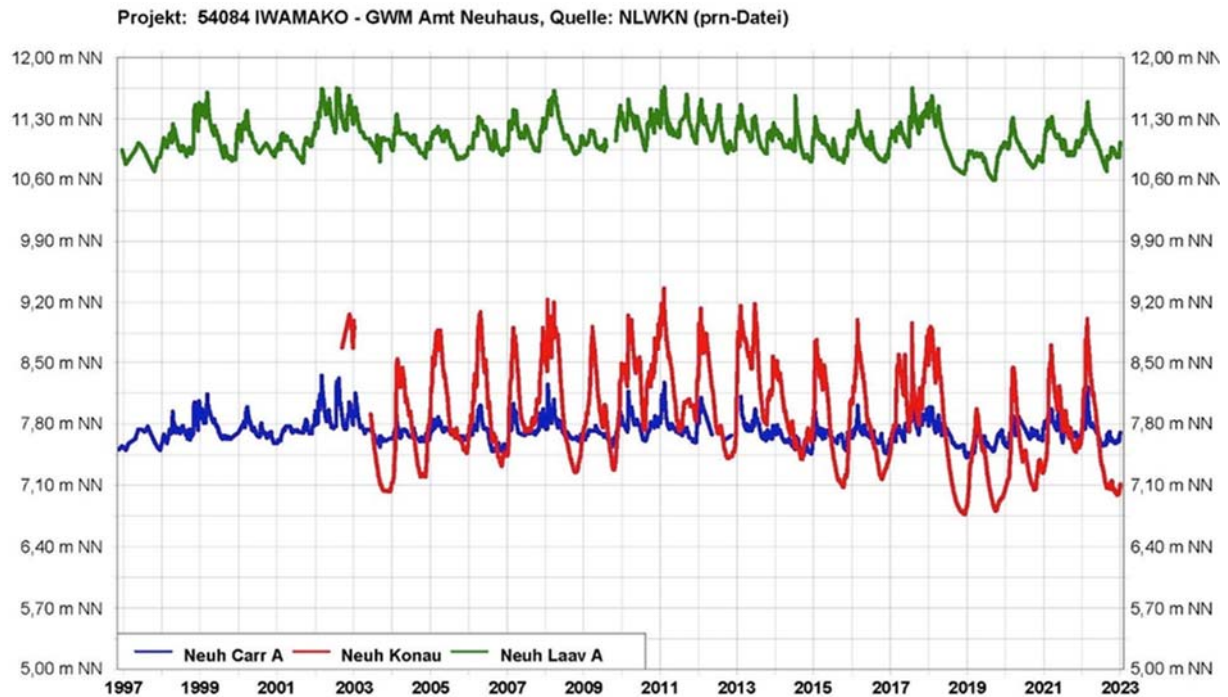


Abbildung 24: Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen der NLWKN-Messstellen von 1997 bis 2022 (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz)

In der Abbildung 25 sind die Jahressummen des Niederschlags (DWD-Station Bleckede-Walmsburg), der Förderung aus den drei Brunnen der Wassergewinnung Neuhaus, die Grundwasserganglinien der vom NLWKN betriebenen Messstellen sowie ausgewählten vom WBV Elbmarsch betriebenen Messstellen für den Zeitraum 2010 bis 2021 synoptisch dargestellt.

Gut zu erkennen ist, dass in den Jahren 2018 – 2021 die defizitären Niederschläge mit erhöhten Fördermengen einhergehen. Die Grundwasserganglinien reagieren insgesamt gleichsinnig, eine signifikante Reaktion auf die Beanspruchung der Jahre 2018 bis 2021 ist nicht ablesbar.

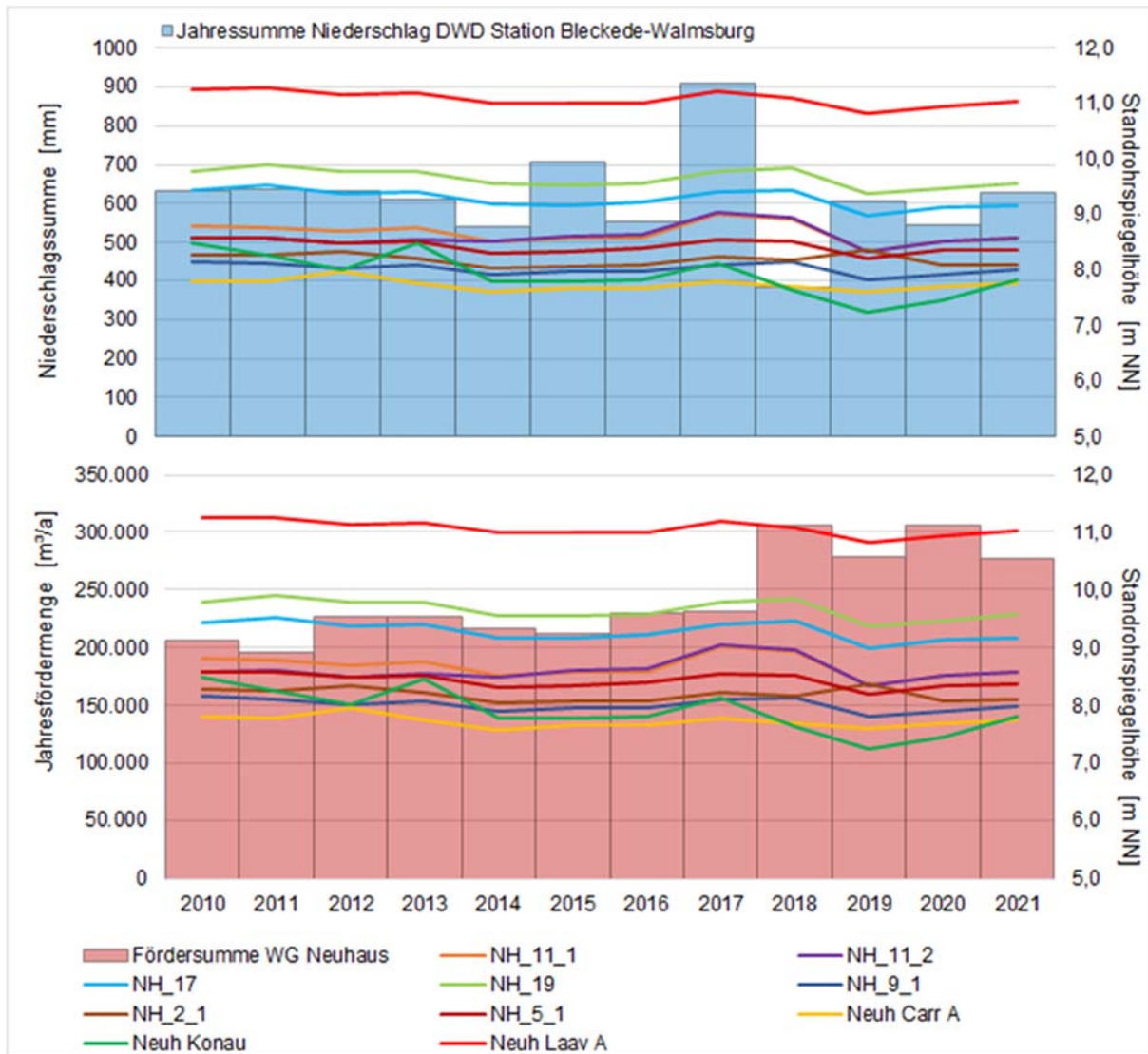


Abbildung 25: Gegenüberstellung von Niederschlag, Fördermengen WG Neuhaus und Grundwasserganglinien, Jahre 2010 – 2021 (Wasserbeschaffungsverband Elbmarsch); (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz)

Die Ganglinien für die ausgewählten Messstellen im Bereich des GWK Rognitz / Amt Neuhaus, auf dem Gebiet Mecklenburg-Vorpommern sind Gegenstand der Abbildung 26. Sie befinden sich nahe der Grenze zu Niedersachsen bzw. nahe der nordöstlichen Grenze des GWK. Die Ganglinien weisen vergleichbare Verläufe auf, bilden ebenfalls die Trockenperioden, insbesondere 2018 gut ab, und erholen sich anschließend wieder (bis auf Benz 562). Gleiches gilt für die GWM Quassel und Strohkirchen im Bereich des GWK Sude (Tageswerte, teilweise ab 2017, nicht dargestellt). Die Grundwasserganglinien bestätigen damit den bisherigen guten mengenmäßigen Zustand der betrachteten Grundwasserkörper.

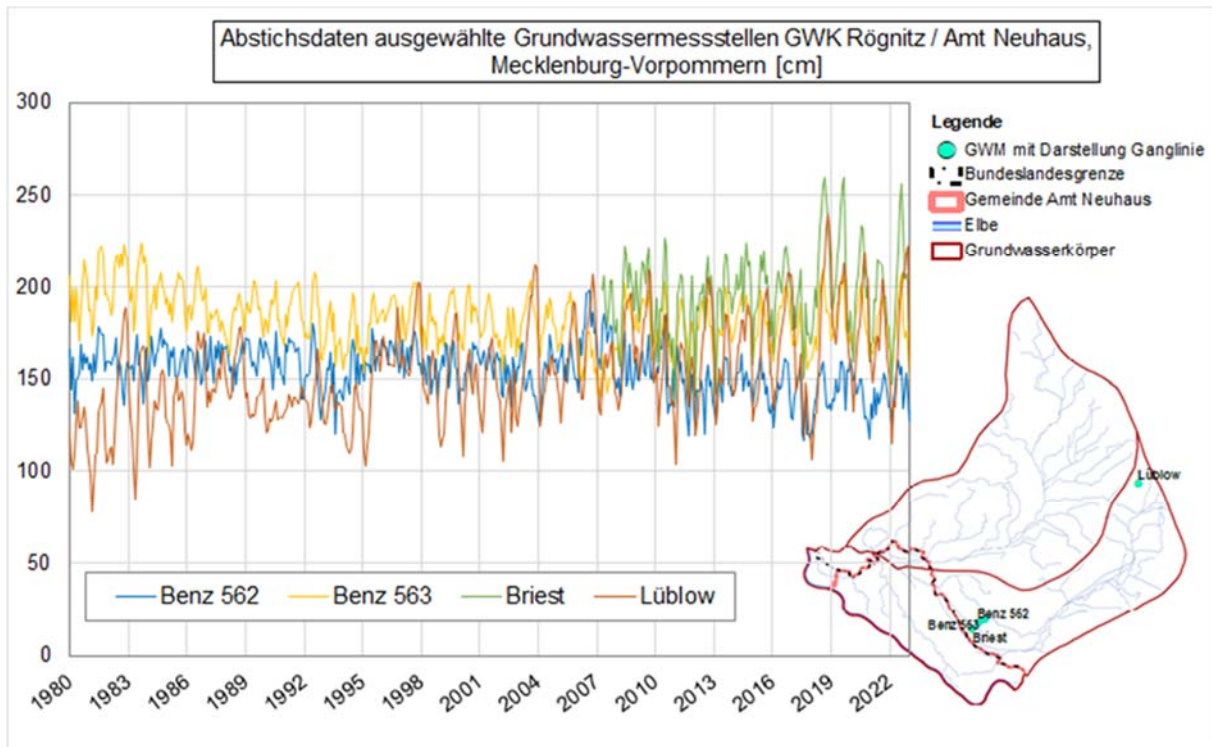


Abbildung 26: Ganglinien der Abstiche und Lage ausgewählter Grundwassermessstellen GWK Rögnitz/Amt Neuhaus, Gebiet Mecklenburg-Vorpommern (Nds. MU); (Land Niedersachsen)

Wassernutzungen und Wasserrechte

In der Abbildung 27, ist die Lage der wasserrechtlich genehmigten Wassernutzungen im Bereich der GWK Sude und Rögnitz / Amt Neuhaus dargestellt. Für das Gebiet in Mecklenburg-Vorpommern sind die Nutzungen gemäß ? (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern) abgebildet, für Amt Neuhaus wurden die Daten aus ? (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, 2022) verwendet. In der Tabelle 6 sind die Wasserrechtsdaten für Amt Neuhaus im Detail aufgelistet.

Aus Einzelabfragen zu Wasserrechtszwecken über das Kartenportal des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG) geht hervor, dass es sich bei den Grundwasserentnahmen („andere Entnahme“) mehrheitlich um Brunnen zur Feldberegnung handelt.

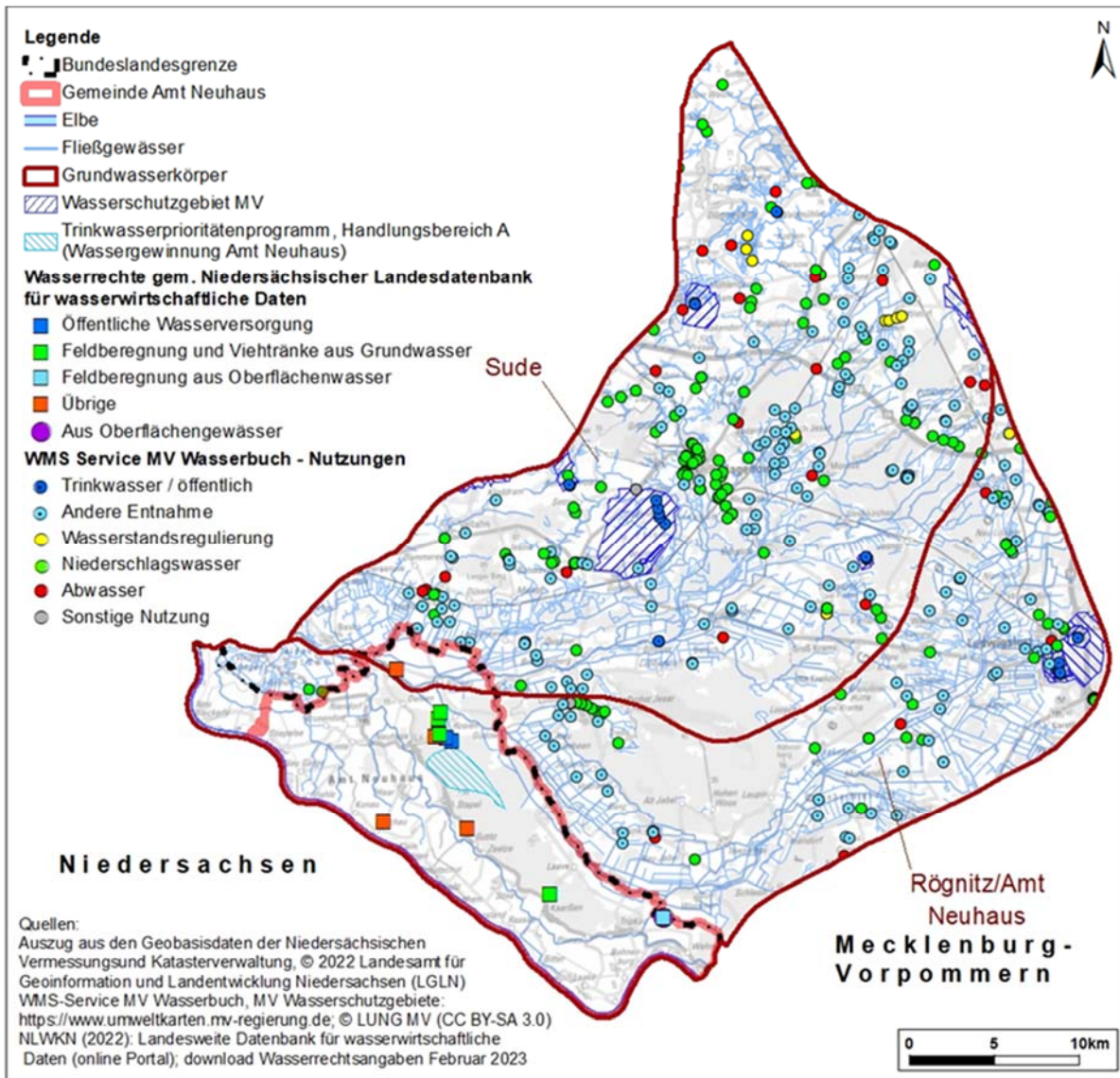


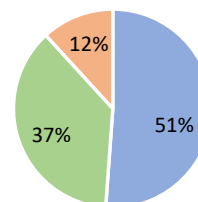
Abbildung 27: Wasserrechtlich genehmigte Wasserentnahmen im Bereich der GWK "Sude" und "Rögnitz/Amt Neuhaus" (für Mecklenburg-Vorpommern gemäß ? (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern) und für das Gemeindegebiet Amt Neuhaus gemäß ? (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, 2022)

Die Trinkwassergewinnung Neuhaus (drei Brunnen) wird vom Wasserbeschaffungsverband (WBV) Elbmarsch betrieben. Das Wasserwerk Kaarßen (ebenfalls WBV Elbmarsch) wird dauerhaft nicht mehr betrieben, das Wasserrecht über 99.000 m³/a ist inaktiv. Im Rahmen der Dargebotsberechnung wird dieses Wasserrecht berücksichtigt. Die Entnahmen zur Trinkwasserversorgung machen in Amt Neuhaus somit knapp zwei Drittel der wasserrechtlich genehmigten Entnahmemengen aus. Rund ein Drittel wird in der Landwirtschaft (einschließlich Tierhaltung) genutzt.

97 % der in der Landwirtschaft genutzten Wassers stammt aus Grundwasserentnahmen. 57 % der landwirtschaftlichen Entnahmerechte entfallen auf ein Wasserrecht zur Nutztierhaltung, 43 % auf vier genehmigte Entnahmen zur Feldberegnung.

Tabelle 6: Wasserrechte Gebiet Amt Neuhaus gemäß (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, 2022), Stand 2022, Abfrage Februar 2023

Entnahme aus	Zweck	Menge [m³/a]	Gültig bis	Status	Grundwasserkörper
Grundwasser (Gw)	Betriebswasserversorgung	40.000	31.12.30	aktiv	MEL_SU_4
Grundwasser (Gw)	Betriebswasserversorgung	3.500	31.12.33	aktiv	MEL_SU_4
Grundwasser (Gw)	Betriebswasserversorgung	20.000	31.12.30	aktiv	MEL_SU_4
Grundwasser (Gw)	Brauchwasserversorgung zur Viehtränke	131.400	31.12.26	aktiv	MEL_SU_4
Grundwasser (Gw)	landwirtschaftliche Beregnung oder Berieselung	10.000	31.12.37	aktiv	MEL_SU_4
Grundwasser (Gw)	landwirtschaftliche Beregnung oder Berieselung	41.348	31.12.38	aktiv	MEL_SU_4
Grundwasser (Gw)	landwirtschaftliche Beregnung oder Berieselung	41.348	31.12.38	aktiv	MEL_SU_4
Grundwasser (Gw)	landwirtschaftliche Beregnung oder Berieselung	65.700	31.12.26	aktiv	MEL_SU_4
Grundwasser (Gw)	öffentl. Trinkwasserversorgung	133.333	31.12.22	aktiv	MEL_SU_4
Grundwasser (Gw)	öffentl. Trinkwasserversorgung	133.333	31.12.22	aktiv	MEL_SU_4
Grundwasser (Gw)	öffentl. Trinkwasserversorgung	133.333	31.12.22	aktiv	MEL_SU_4
Grundwasser (Gw)	öffentl. Trinkwasserversorgung	99.000		inaktiv	MEL_SU_4
Grundwasser (Gw)	private Wasserversorgung Brauchwasser	20.000	31.12.20	aktiv	MEL_SU_4
Grundwasser (Gw)	private Wasserversorgung Brauchwasser	1.800	31.08.36	aktiv	MEL_SU_3
Oberflächenwasser	landwirtschaftliche Beregnung oder Berieselung	7.000	31.12.20	aktiv	MEL_SU_4
Teilsomme Gw	öffentliche Trinkwasserversorgung (aktiv)	400.000			
Teilsomme Gw	landwirtschaftliche Nutzung	289.796			
Teilsomme	übrige	92.300			
Summe (aktiv)		782.096			



Die Flächennutzung der Grundwasserkörper „Sude“ und „Rögnitz/ Amt Neuhaus“ ist kartographisch gemäß ? (GeoBasis-DE / BKG, 2018) dargestellt (Abbildung 28, ohne Straßen, Fließgewässer: nur Elbe). In der Abbildung 29 erfolgt eine Auswertung der Struktur der Flächennutzung. Zur besseren Übersicht wurden einige untergeordnet vertretene Kategorien (< 1 %) Kategorien unter Sonstiges zusammengefasst. Das Gebiet ist ländlich geprägt. Als größte Orte sind Hagenow und Ludwigslust in Mecklenburg-Vorpommern mit jeweils rund 12.000 Einwohnern zu nennen. Industrie- und Gewerbeflächen spielen mit ca. 0,3 % kaum eine Rolle. Rund ein Drittel der Fläche ist bewaldet.

Im Grundwasserkörper wird rund die Hälfte der Fläche ackerbaulich genutzt, im Bereich des GWK „Rögnitz/Amt Neuhaus“ sind es knapp 40 %. Im Gemeindegebiet Amt Neuhaus nehmen Acker- und Grünlandflächen jeweils etwa ein Drittel der Gesamtfläche ein, bewaldet sind knapp 30 %. Gemäß (ML/SLA Niedersachsen, 2022) werden ca. 53 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche ackerbaulich genutzt, ca. 46 % sind Grünland. Somit sind über 90 % der Gesamtfläche unversiegelt.

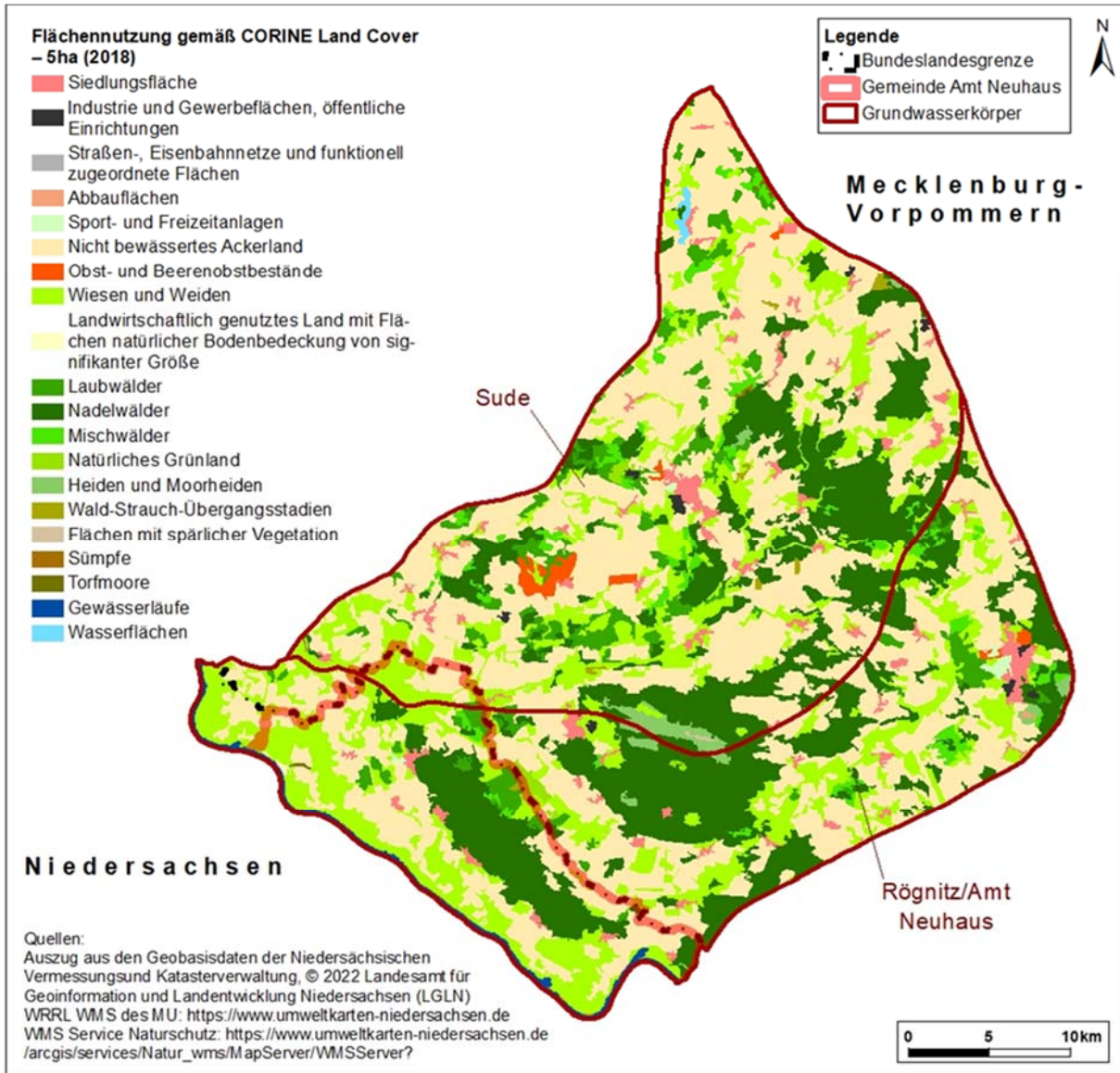


Abbildung 28: Flächennutzung im Bereich der Grundwasserkörper Sude und Rögnitz / Amt Neuhaus gemäß

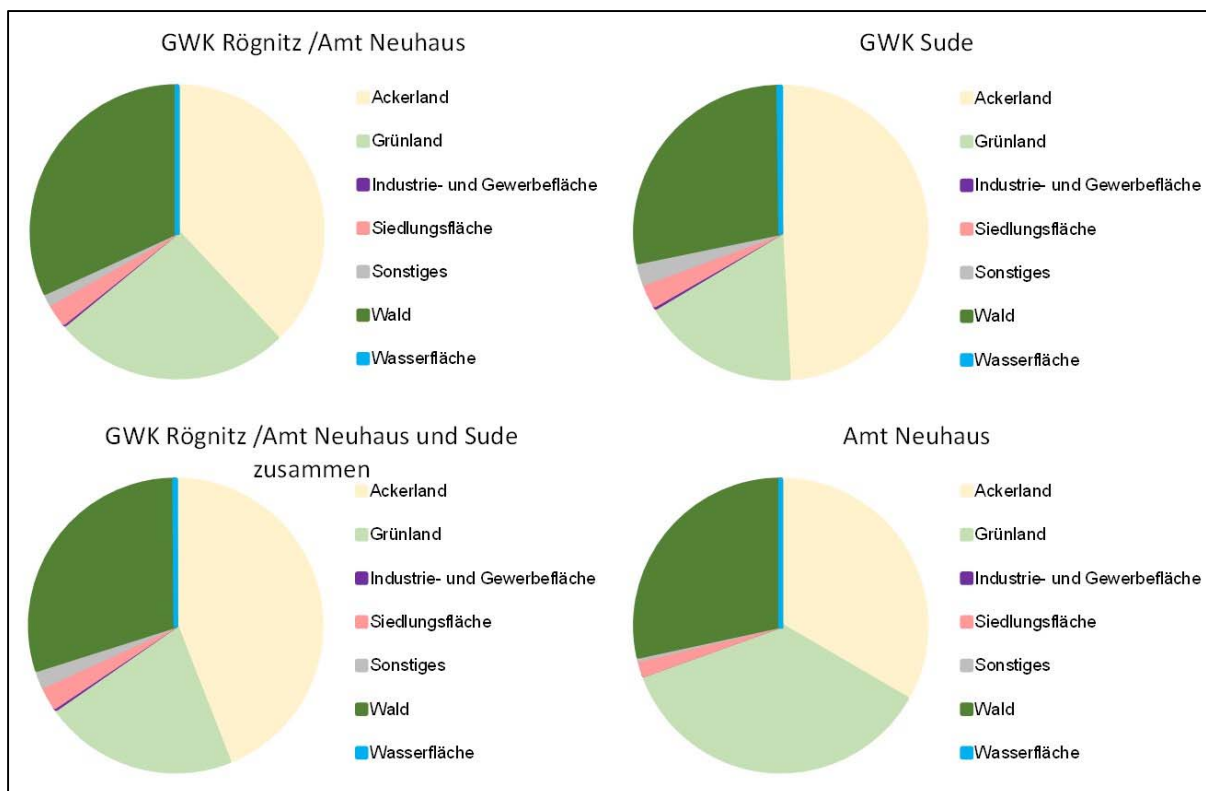


Abbildung 29: Struktur der Flächennutzung

Abschätzung des Grundwassergesamtdargebotes auf Basis von Klimakennwerten

Es werden die Klimakennwerte Niederschlag und Verdunstung für ausgewählte Wetterstationen des DWD unter Verwendung der Tageswerte betrachtet (Deutscher Wetterdienst). Berücksichtigt werden die Niederschlagsdaten der Stationen Amt Neuhaus, Bleckede Walmsburg, Lübtheen und Schwerin sowie die Verdunstungsdaten der Stationen Boitzenburg und Schwerin. Die Lage der Stationen kann der Abbildung 30 entnommen werden. Die Station Schwerin wurde in die Auswertung einbezogen, um zu prüfen, ob das dortige Niederschlagsverhalten mit dem im Bereich Amt Neuhaus vergleichbar ist, ob also auf Basis der Klimadaten Aussagen für beide betrachteten Grundwasserkörper getroffen werden können.

Daten zur Evaporation als Gesamtverdunstung von einer natürlich bewachsenen Bodenoberfläche werden vom DWD nicht für alle Wetterstationen ermittelt und stehen für die Stationen Amt Neuhaus, Bleckede Walmsburg und Lübtheen nicht zur Verfügung. Da aber die lokale Variation der Verdunstung deutlich geringer ist als die des Niederschlags, ist es für die hier durchgeführten Auswertungen hinreichend genau, die Verdunstungswerte der nächsten, nordwestlich gelegenen Station Boitzenburg auf die drei genannten Stationen zu übertragen. Für die Station in Schwerin stehen Verdunstungsdaten zur Verfügung.

Folgende Verdunstungsdaten werden bei den Auswertungen berücksichtigt:

- AMBAV (Agrarmeteorologische Berechnung der aktuellen Verdunstung, Deutscher Wetterdienst) – reale Evapotranspiration über Gras auf sandigem Lehm (Kürzel VGSL. [mm])
- AMBAV – potenzielle Evapotranspiration über Gras (Kürzel VPGB. [mm])
- HAUDE – potenzielle Evapotranspiration über Gras (Kürzel VPGH. [mm])

(Die potenzielle "Verdunstung nach Haude" gibt monatliche Näherungswerte für die maximal mögliche Verdunstung. Durch den empirisch ermittelten "Haude-Faktor" wird versucht, einen jahreszeitlichen und vegetationsabhängigen Einfluss zu berücksichtigen.)

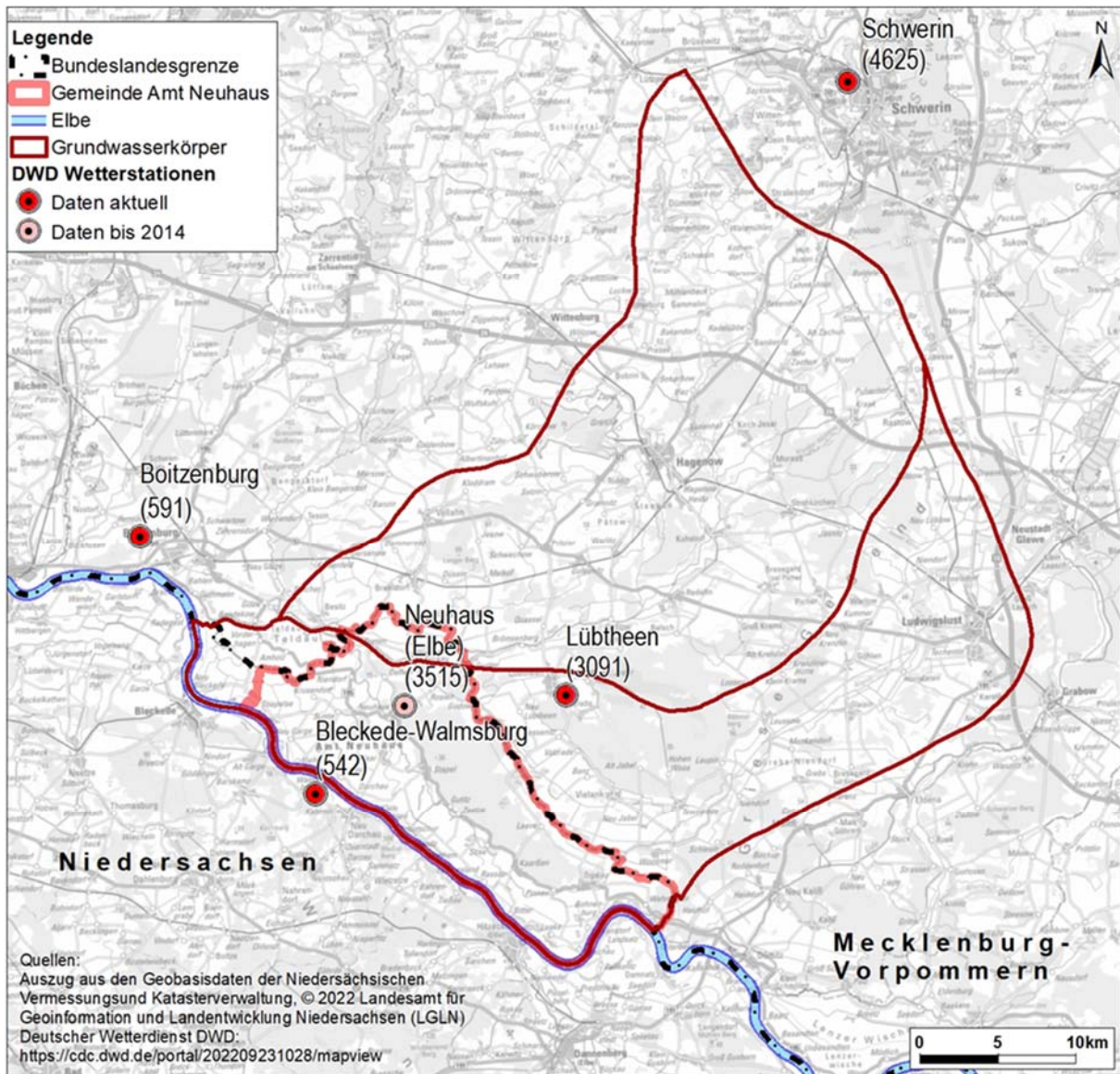


Abbildung 30: Lage der berücksichtigten Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes (Deutscher Wetterdienst)

Der aus Klimadaten berechnete Wert der potenziellen Evapotranspiration stellt einen Näherungswert für die maximal mögliche Verdunstung bewachsener Landflächen bei einem theoretisch unbegrenzten



Wasservorrat dar. Die reale Evapotranspiration ist die Wassermenge, die von einem Pflanzenbestand unter natürlichen Bedingungen an die Atmosphäre abgegeben wird. In Perioden starker Regenfälle und einer damit verbundenen hohen Bodenfeuchte ist diese mit der potenziellen Evapotranspiration identisch. Bei Austrocknung des Bodens unter einen Schwellenwert liegt die potenzielle über der realen Evapotranspiration.

In der Abbildung 31 sind die Jahressummen der vier betrachteten Wetterstationen des DWD grafisch dargestellt. Die gemessenen Niederschläge der drei Stationen im Bereich Amt Neuhaus sind mit denen in Schwerin insgesamt vergleichbar. Lediglich 2019 ergibt sich eine deutliche Differenz von etwa 200 mm zwischen den Stationen Lübtheen und Schwerin. Die vier niederschlagsreichsten Jahre im abgebildeten Zeitraum (1997-2021) mit Jahressummen zwischen rund 800 und 900 mm waren 1998, 2002, 2007 und zuletzt 2017. Die niederschlagsärmsten Jahre desselben Zeitraumes waren 2003 mit Summen um die 500 mm und 2018 mit Werten um 400 mm. Die letzten vier Jahren (2018-2021) des dargestellten 25-jährigen Zeitraums wiesen, mit Ausnahme Schwerin 2019, zu geringe Niederschlags-summen gegenüber dem jeweiligen langjährigen Jahresmittel auf.

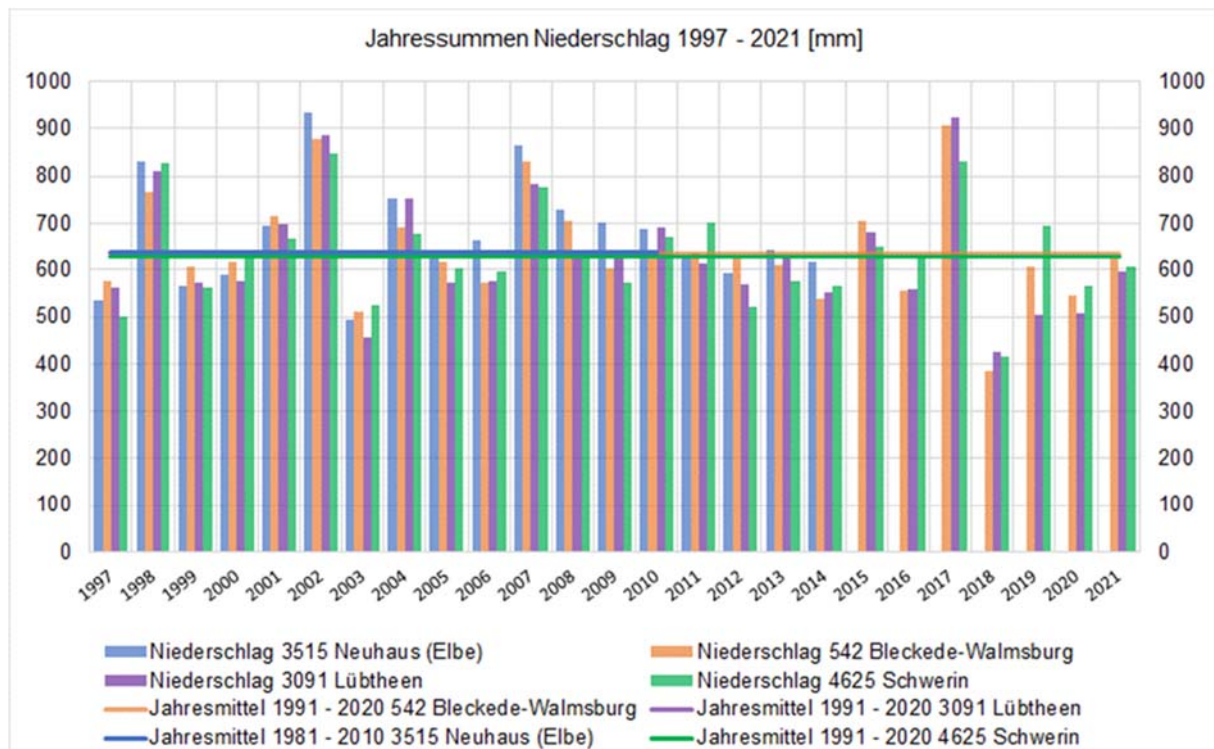


Abbildung 31: Jahressummen des Niederschlags der betrachteten vier Wetterstationen (Deutscher Wetterdienst)

(Hinweis: Jahresmittellinie Lübtheen von den übrigen verdeckt)

In der Abbildung 32 sind die Monatssummen des Niederschlags der DWD-Stationen Bleckede-Walmsburg und Lübtheen für die Jahre 2017-2021 zusammen mit den jeweiligen Monatsmittelwerten der Referenzperiode 1991-2020 grafisch dargestellt. Gut zu erkennen sind die annähernd durchgehenden



Niederschlagsüberschüsse in 2017 mit rund doppelten Summen in Juni und Juli im Vergleich zu den jeweiligen Mittelwerten. Das Jahr 2018 ist fast durchgehend von defizitären Monatsmengen des Niederschlags geprägt. Auch die Jahre 2019 und 2020 weisen häufig Monate mit deutlich zu wenig Niederschlag gegenüber dem Mittelwert auf, wobei solche Monate sowohl auf das hydrologische Winter- wie Sommerhalbjahr fallen. Gegenüber den Jahreswerten sind bei den Monatswerten vereinzelt deutliche Unterschiede zwischen den Stationen zu erkennen, die ein Hinweis auf lokal besonders ausgeprägte Niederschlagsereignisse sind.

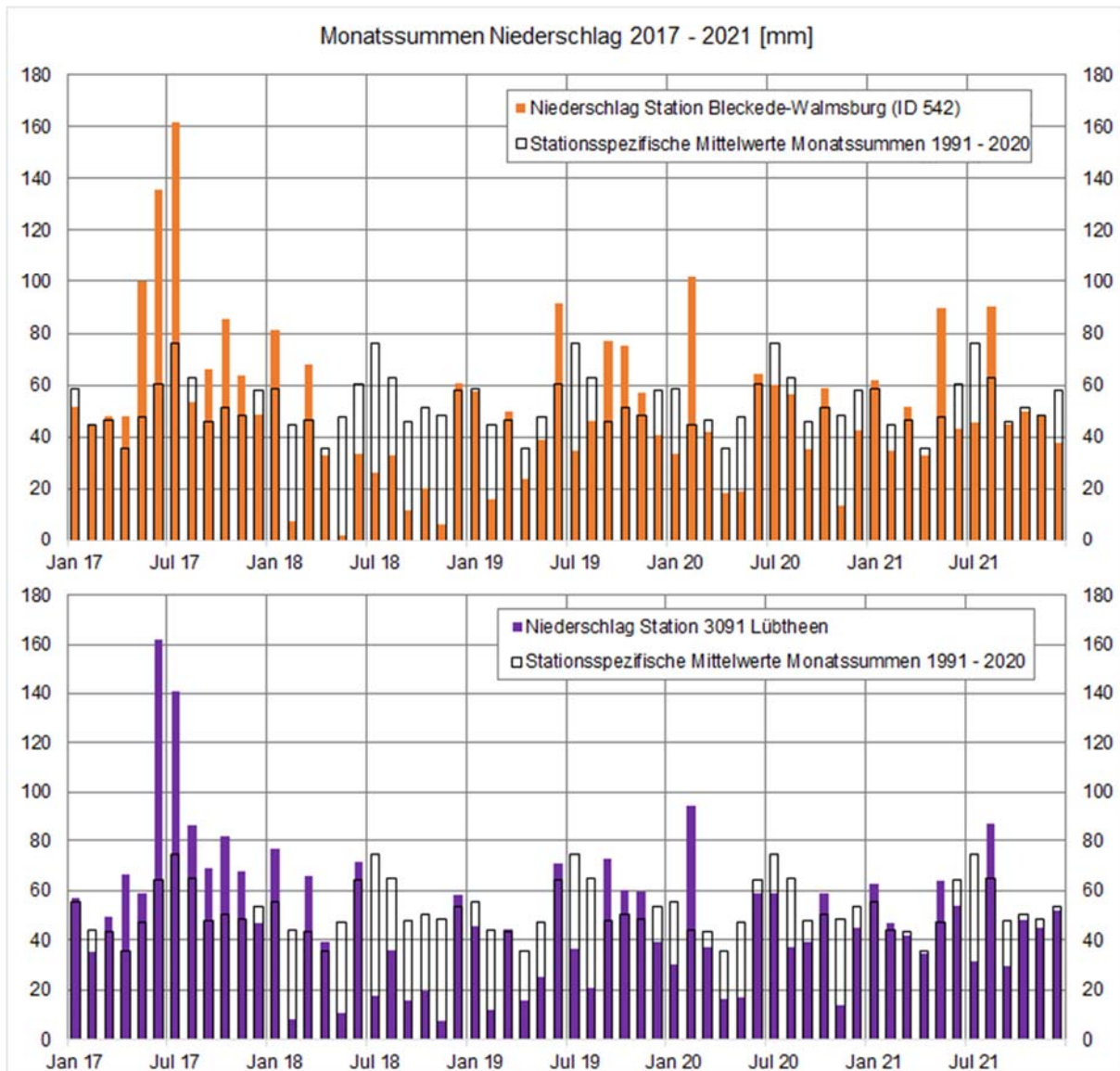


Abbildung 32: Monatssummen des Niederschlags 2017-2021 der DWD-Stationen Bleckede-Walmsburg und Lübtheen (Deutscher Wetterdienst)

Die klimatische Wasserbilanz, die sich aus dem Niederschlag abzüglich der Verdunstung errechnet, gibt Auskunft darüber, ob Wasser zur Verfügung steht, welches potenziell in die tieferen Bodenzonen versickern und dem Grundwasser zutreten kann. In den Sommermonaten ist das in der Regel nicht der



Fall, da die Verdunstungshöhe größer ist als die Niederschlagshöhe. Welcher Anteil eines Wasserüberschusses (hauptsächlich im Winterhalbjahr) tatsächlich in den Boden versickert, hängt von vielen Parametern der Bodenbeschaffenheit ab. Letztendlich zeigt aber die klimatische Wasserbilanz auf, in welchen Monaten es potenziell zu einer Grundwasserneubildung aus Niederschlag kommen kann und in welchen nicht.

In der Abbildung 33, sind langjährige Ganglinien der klimatischen Wasserbilanz für Bleckede-Walmsburg/Boitzenburg und Schwerin, für Werte von potenzieller Verdunstung (nach Haude) und realer Verdunstung (AMBAV) (Datengrundlage: DWD) aufgezeichnet. Bei Gegenüberstellung von potenzieller Verdunstung und Niederschlag erreicht die klimatische Wasserbilanz regelmäßig Werte im Minusbereich, d.h. dem Boden wird Wasser entzogen, es findet keine Grundwasserneubildung statt. Besonders hohe Defizite werden in den trockenen Jahren 2003 und 2018 erreicht. Bei Berücksichtigung der Werte zur realen Verdunstung erhält man grundsätzlich einen ähnlichen Kurvenverlauf, allerdings bleiben die Werte im positiven Zahlenbereich, die Ganglinien weisen weniger starke Ausschläge auf. Die Werte für 2003 und 2018 sind ebenfalls niedriger als üblich, die geringsten Werte werden jedoch im Jahr 2014 erreicht. In diesem Jahr waren die Niederschläge im Sommer durchweg überdurchschnittlich hoch, die Wintermonate dagegen durchgehend defizitär. Hier dürften demnach in den Sommermonaten potenzielle und reale Verdunstung auf einem Niveau gelegen haben. Im Jahr 2017 liegen die Werte der klimatischen Wasserbilanz der drei Stationen dicht beieinander. Dieses Jahr war geprägt von ganzjährig hohen Niederschlägen, die auch in den Sommermonaten teils sehr deutlich über dem Monatsmittel lagen. Potenzielle und reale Verdunstung dürften daher annähernd gleich gewesen sein und haben zu übereinstimmenden Ergebnissen geführt. Generell sind die Ganglinienverläufe der betrachteten Stationen vergleichbar und ergeben ein insgesamt einheitliches Bild für das Gebiet der Grundwasserkörper Sude und Rögnitz / Amt Neuhaus.

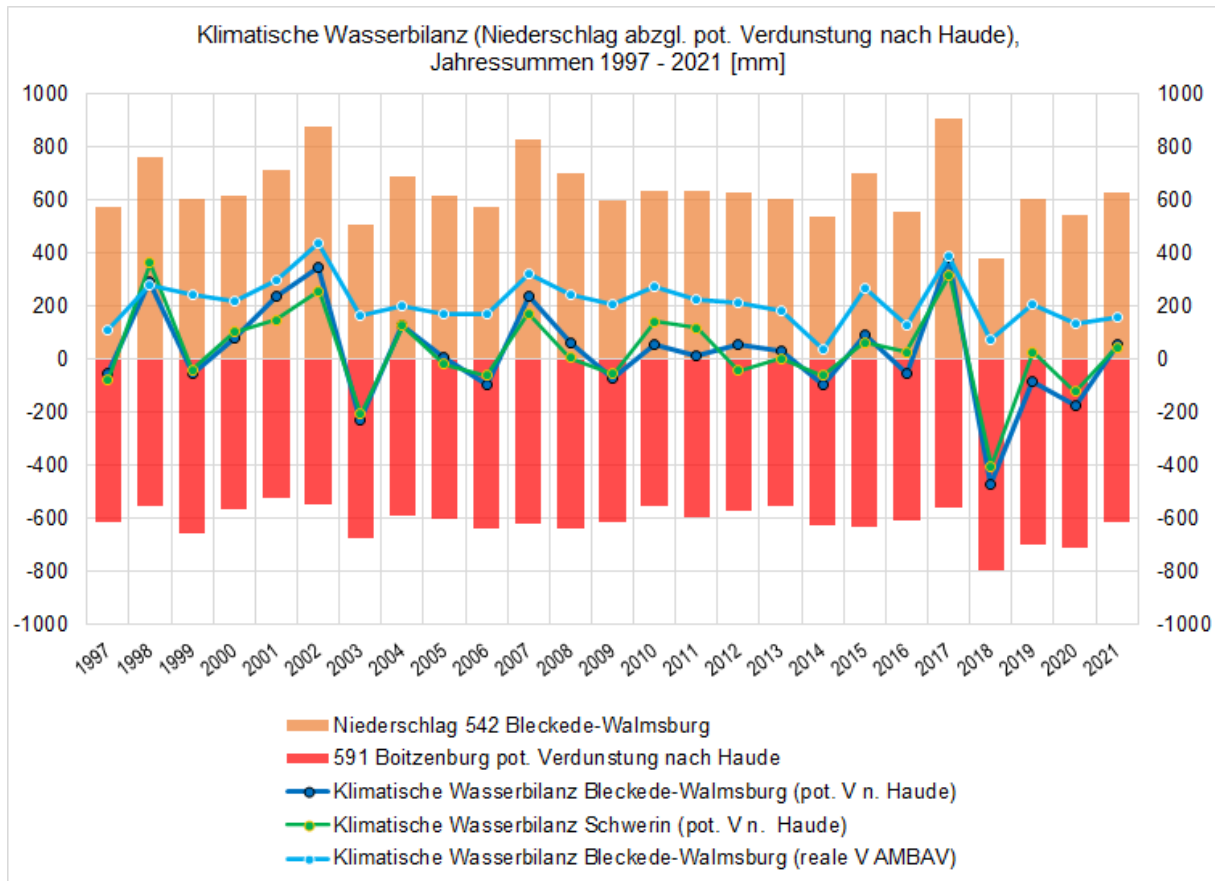


Abbildung 33: Berechnete langjährige klimatische Wasserbilanz am Beispiel der zwei DWD-Stationen Bleckede-Walmsburg/Boitzenburg und Schwerin für Werte von pot. Verdunstung (nach Haude) und realer Verdunstung (AMBAV) (Deutscher Wetterdienst)

In der Abbildung 34, sind die Ergebnisse der berechneten klimatischen Wasserbilanz für die Jahre 2017-2021 auf Monatsebene dargestellt. Dafür wurden die Monatssummen des Niederschlags denen der potenziellen Verdunstung (nach Haude) gegenübergestellt. Die positiven Werte, die eine mögliche Grundwasseranreicherung repräsentieren, sind farbig hervorgehoben. Erwartungsgemäß ist vorwiegend in den Monaten des hydrologischen Winterhalbjahres von einer Grundwasserneubildung aus Niederschlag auszugehen, während die Monate des hydrologischen Sommers meist defizitär ausfallen. Auch hier sind die Effekte des niederschlagsreichen Jahres 2017 und die langanhaltende Trocken- und Hitzeperiode 2018 gut erkennbar.

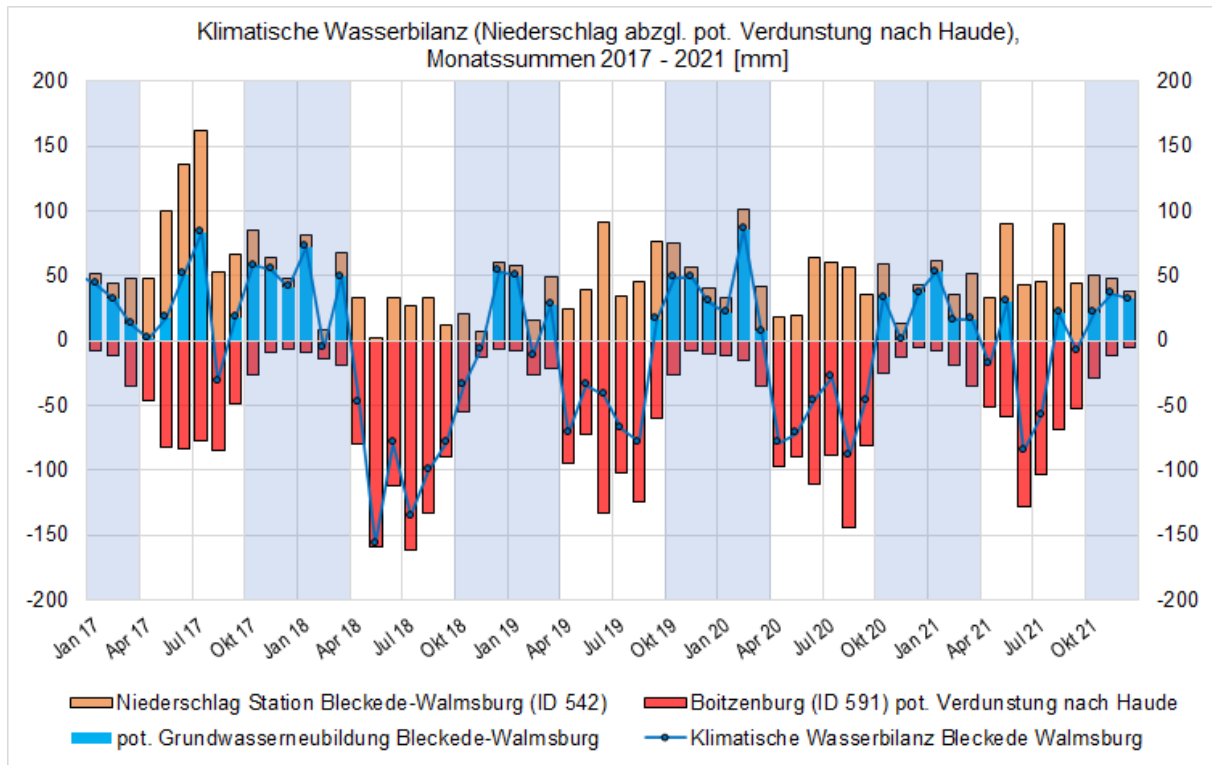


Abbildung 34: Klimatische Wasserbilanz und potenzielle Grundwasserneubildung, Monatswerte der Jahre 2017-2021, DWD-Stationen Bleckede-Walmsburg/Boitzenburg (Deutscher Wetterdienst)

Abflussgeschehen

Anhand der klimatischen Wasserbilanz kann überschlägig eine flächenbezogene Abschätzung zur Grundwasserneubildung erfolgen. Es bedarf dazu der Berücksichtigung der Abflüsse im Bereich der betrachteten zwei Grundwasserkörper.

Wie nach (Henning & Hilgert, 2007) für das gesamte Bundesland Mecklenburg-Vorpommern beschrieben, überwiegt im Bereich der GWK „Sude“ und „Rögnitz/Amt Neuhaus“ der dränungsdominierte Abflusstyp. Verbreitet sind bindige, überwiegend landwirtschaftlich genutzte Böden anzutreffen, die gedränt werden, um die landwirtschaftliche Bewirtschaftung zu verbessern. Die künstlichen Abflüsse weisen ein stetiges Gefälle zu den Vorflutern mit entsprechend hohen Abflüssen im Vergleich zum natürlichen Zwischenabfluss auf (Gemäß DIN 4049-3:1994-10 Hydrologie - Teil 3, Teil des Abflusses, der dem Vorfluter als Reaktion auf ein auslösendes Ereignis (Niederschlag oder Schneeschmelze) aus den oberflächennahen Bodenschichten zugeflossen ist. ANMERKUNG: Der Zwischenabfluss ist gegenüber dem Oberflächenabfluss zeitlich verzögert). Nach (Henning & Hilgert, 2007) überwiegen in Mecklenburg-Vorpommern dementsprechend „stark schwankende Abflüsse in aus Drainagen und in Gewässern sowie schnelle Reaktionen auf Niederschläge“, die häufig Beträge von 50 % des Gesamtabflusses erreichen. Gezielte Untersuchungen in drei ausgewählten Einzugsgebieten in Mecklenburg-Vorpommern haben zu folgenden Ergebnissen geführt: Bei einem Anteil an Dränflächen zwischen 60 und 69 %



und Jahresniederschlägen zwischen 625 und 722 mm betragen die direkten Abflussspenden auf Dränflächen 120 bis 200 mm und die Grundwasserneubildungsraten 96 bis 140 mm. Daraus resultiert rechnerisch für die drei untersuchten Gebiete, dass der Anteil der Grundwasserneubildung am Niederschlag 15 % (Gebietsgröße > 200 km²) bzw. 20 % (Gebietsgröße < 70 km²) beträgt.

In der Abbildung 35 sind die landwirtschaftlichen Nutzflächen anhand der Feldblöcke sowie die Gewässer im Bereich der GWK „Sude“ und „Rögnitz/Amt Neuhaus“ dargestellt. Der Anteil an Flächen die als Ackerland, Grünland, für Dauer- oder Sonderkulturen genutzt werden, beträgt 56 %. Der Anteil der Dränfläche kann demnach ebenfalls mit 60 % angesetzt werden. Die Untersuchungsergebnisse aus (Henning & Hilgert, 2007) werden daher bei der überschlägigen Ableitung der Grundwasserneubildung bzw. des Dargebots mitberücksichtigt.

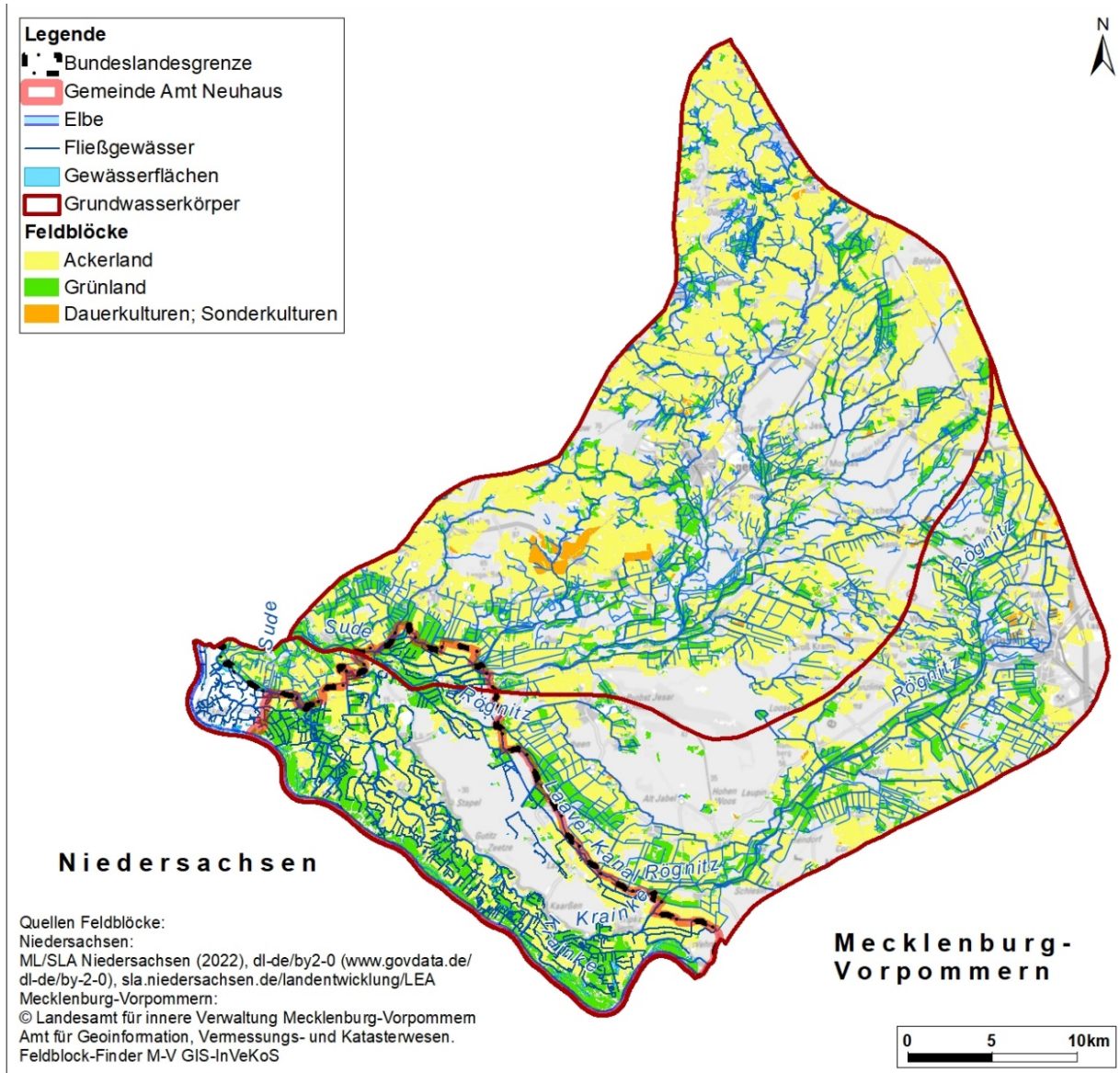


Abbildung 35: Landwirtschaftliche Nutzung und Gewässer im Bereich der GWK Sude und Rognitz / Amt Neuhaus gemäß (ML/SLA Niedersachsen, 2022) und (Landesamt für innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern, Amt für Geoinformation, Vermessungs- und Katasterwesen, 2023)

Ansätze zur überschlägigen Abschätzung des Grundwassergesamtdargebotes

Ansatz 1 beruht auf Klimabilanzwerten ausgewählter Stationen des DWD (Deutscher Wetterdienst)

Anhand der Mittelwerte der klimatischen Wasserbilanz (1997 – 2021) auf Basis von Niederschlag und realer Verdunstung kann die potenzielle Grundwasserneubildung bzw. das flächenbezogene potenzielle Grundwasserdargebot (ohne Abflusskomponenten) überschlägig abgeschätzt werden. Die entsprechenden Werte der Stationen Schwerin (Niederschlag und Verdunstung) im Norden der beiden betrachteten GWK sowie Bleckede-Walmsburg (Niederschlag) im Süden und Boitzenburg (Verdunstung) im Nordwesten sind ungefähr gleich, so dass sowohl für das Gebiet Amt Neuhaus als auch für



das Gesamtgebiet der GWK Sude und Rögnitz / Amt Neuhaus das potenzielle mittlere Jährliche Grundwasserangebot aus Niederschlag als Orientierungswert ermittelt werden kann (Tabelle 7).

Für die zwei Grundwasserkörper ergibt sich bei einer Gesamtfläche von 1.471 km² ein potenzielles Dargebot von rund 300 Mio. m³/a (reale Verdunstung) bzw. rund 100 Mio. m³/a (Potenzielle Verdunstung. Bezogen auf Amt Neuhaus (Fläche 238 km²) liegen die entsprechenden Werte bei etwa 50 bzw. 20 Mio. m³/a.

Tabelle 7: Überschlägige Abschätzung des Grundwasserangebotes - Ergebnisse Ansatz 1

Daten der Jahre 1997 – 2021 Bleckede-Walmsburg (ID 542) und Schwerin (ID 4625)		Minimum [mm/a]	Maximum [mm/a]	Mittelwert [mm/a]	Mittleres Dargebot aus Mittelwert [Mio m ³ /a] oben: GWK gesamt unten: Amt Neuhaus
Boitzenburg (ID 591)	Klimatische Wasserbilanz	39	441	216	
reale Verdunstung von Gras über sandigem Lehm (AMBAV)	pot. Grundwasserneubildung*	39	441	216	318 51
Schwerin (ID 4925)	Klimatische Wasserbilanz	104	358	213	
reale Verdunstung von Gras über sandigem Lehm (AMBAV)	pot. Grundwasserneubildung*	104	358	213	313 51
Boitzenburg (ID 591)	Klimatische Wasserbilanz	-468	385	30	
potenzielle Verdunstung über Gras nach Haude	pot. Grundwasserneubildung*	0	385	84	124 20
Schwerin (ID 4526)	Klimatische Wasserbilanz	-404	366	34	
potenzielle Verdunstung über Gras nach Haude	pot. Grundwasserneubildung*	0	366	77	113 18
* positive Werte der klimatischen Wasserbilanz					
Potenzielle Verdunstung: Gemäß DIN 4049-3:1994-10 Hydrologie - Teil 3: Begriffe zur quantitativen Hydrologie die Verdunstungshöhe von Oberflächen bei gegebenen meteorologischen Bedingungen und unbegrenzt verfügbarem Wasser.					
Tatsächliche Verdunstung: Gemäß DIN 4049-3, 1994-10 die Verdunstungshöhe von Oberflächen bei gegebenen meteorologischen Bedingungen und begrenztem Wassernachschub.					
Grundwasserneubildung (aus Niederschlag): Gemäß DIN 4049-3, 1994-10 die „Restgröße“ der Wasserbilanz – der um die tatsächliche Evapotranspiration (ET _a) und schnelle Abflusskomponenten (Q _D) reduzierten Anteil der Niederschlagshöhe N dar, d.h. Summe aller positiven Glieder der Wasserbilanz.					

**Bewertung der Ergebnisse Ansatz 1:**

Generell ist hinsichtlich der Daten zur klimatischen Wasserbilanz bzw. zur potenziellen Grundwasserneubildung folgendes festzustellen: Die Minima und Maxima der Berechnungen auf Basis der realen Verdunstung (AMBAV) weisen deutliche Unterschiede zwischen Bleckede-Walmsburg / Boitzenburg und Schwerin auf. Die entsprechenden Werte bezogen auf die potenzielle Verdunstung nach Haude sind demgegenüber vergleichbar. Die Mittelwerte zeigen generell eine gute Übereinstimmung. Anhand der ausgewählten Wetterstationen können somit Aussagen für das gesamte Gebiet der beiden betrachteten Grundwasserkörper getroffen werden.

Die Werte für das Grundwassergesamtdargebot im Bereich Amt Neuhaus erscheinen aus fachgutachterlicher Sicht zu hoch. Zum Vergleich: Das mittlere Grundwassergesamtdargebot für die niedersächsischen Flächenanteile der beiden Grundwasserkörper Sude und Rögnitz / Amt Neuhaus (zusammen insgesamt rd. 250 km²) beträgt gemäß dem RdErl. d. MU zur mengenmäßigen Bewirtschaftung des Grundwassers (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, 2015) etwa 13 Mio. m³/a (~52 mm). Außerdem bleibt bei diesem Ansatz das Abflussgeschehen unberücksichtigt, dass jedoch im betrachteten Gebiet eine maßgebliche Rolle für den Landschaftswasserhaushalt spielt und daher zwingend mit einzubeziehen ist.

Für den Bereich Mecklenburg-Vorpommern resultiert aus dem Datensatz zur mittleren Grundwasserneubildung (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie, 2023) ein Dargebot für beider GWK zusammen von rd. 230 Mio. m³/a (Direktabflüsse berücksichtigt) bzw. rd. 250 Mio. m³/a (Direktabflüsse nicht berücksichtigt). Bei dem für Mecklenburg-Vorpommern verwendeten Verfahren zur Berechnung der Grundwasserneubildung wurden Werte der realen Verdunstung angesetzt. Für Schwerin wäre somit die Dargebots-Menge von 313 Mio. m³/a als Vergleichswert heranzuziehen, der ebenfalls eine Überschätzung des Dargebots bei diesem Ansatz darstellt.

Ansatz 2 beruht auf Ergebnissen aus (Henning & Hilgert, 2007), die sowohl die Niederschlags- und Verdunstungs- als auch die Abflussverhältnisse berücksichtigen. Es werden die Jahresniederschlagssummen für die beiden betrachteten Grundwasserkörper sowie für Amt Neuhaus zugrunde gelegt. 15 % der jeweiligen Summe werden mit der Fläche multipliziert.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 aufgeführt.



Tabelle 8: Überschlägige Abschätzung des Grundwasser-Gesamtdargebot - Ergebnis Ansatz 2

Gebiet	Fläche [km ²]	Mittelwert Niederschlag (Jahre 1997 – 2021) [mm/a]	15 % der Niederschlagssumme [mm/a]	Mittleres Dargebot [Mio. m ³ /a]
GWK Sude und Rögnitz/ Amt Neuhaus	1.471	638 <i>(Mittelwert der DWD Stationen Bleckede-Walmsburg u. Schwerin)</i>	96	141
Amt Neuhaus	238	643 <i>(DWD-Station Bleckede-Walmsburg)</i>	96	23

Bewertung der Ergebnisse Ansatz 2:

Aus fachgutachterlicher Sicht erscheint der Wert für Amt Neuhaus zu hoch. Zum Vergleich: Das mittlere Grundwassergesamtdargebot für die niedersächsischen Flächenanteile der beiden Grundwasserkörper Sude und Rögnitz / Amt Neuhaus (zusammen insgesamt rd. 250 km²) beträgt gemäß dem RdErl. d. MU zur mengenmäßigen Bewirtschaftung des Grundwassers (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, 2015) etwa 13 Mio. m³/a. Für die betrachteten Grundwasserkörperanteile in Mecklenburg-Vorpommern ergibt sich gegenüber den Dargebotsmengen auf Basis der Grundwasserneubildungsraten gemäß (Nds. MU, 2019) (230 bzw. 250 Mio. m³/a) ein deutlich zu niedriger Wert.

Ansatz 3 entspricht rechnerisch dem Ansatz 2, d.h. es werden 15 % der Niederschlagssumme mit der Fläche multipliziert, und dieser Ansatz enthält 2 Varianten. Vor dem Hintergrund, dass davon auszugehen ist, dass Niederschläge des hydrologischen Sommerhalbjahres dem Grundwasser überwiegend nicht zugutekommen, werden diese nicht bzw. nur zum Teil berücksichtigt. In der **Variante 3 A** werden als Jahressummen nur die Monatsniederschläge der hydrologischen Wintermonate Oktober bis März berücksichtigt.

In der Variante 3 B bleiben lediglich die Niederschläge der Monate April, Mai, Juni und August unberücksichtigt. Der Juli sticht mit für einen Sommermonat hohen Grundwasserneubildungswerten heraus und wird daher berücksichtigt. Diese Auswahl wurde aufgrund der in Tabelle 9 wiedergegebenen Ergebnisse einer Auswertung der Monatsniederschläge getroffen. Demnach weisen die Monate April, Mai, Juni und August im betrachteten Zeitraum (1997 – 2021) jeweils vier- bis sechsmal Werte mit positiver klimatischer Wasserbilanz, d.h. potenzieller Grundwasseranreicherung auf, wobei die erreichten Monatsmaxima meist zwischen rund 30 – 60 mm (einmalig, bei 75 mm) liegen und die Mittelwerte meist etwa 20 - 30 mm (einmalig knapp 50 mm) betragen. Demgegenüber weisen die Monate Juli und September im betrachteten Zeitraum (1997 – 2021) jeweils rund zehnmal Werte mit potenzieller Grundwasserneubildung auf, die erreichten Monatsmaxima erreichen rund



100 – 120 mm und die Mittelwerte liegen zwischen etwa 35 und 50 mm. Es wird davon ausgegangen, dass es im Mittel in diesen beiden Monaten des hydrologischen Sommers zu einer gewissen Versickerung von Niederschlagswasser kommen kann.

Die Ergebnisse dieses Ansatzes befinden sich in der Tabelle 10.

Tabelle 9: Auswertung Monatswerte potenzielle Grundwasserneubildung

Potenzielle Grundwasserneubildung				
	Anzahl Monate mit pot. Grundwasserneubildung	Bleckede-Walmsburg	Schwerin	
1997-2021				
Januar		24	24	
Februar	Anzahl	22	21	
März		20	19	
Hydrologische Sommerhalbjahr	April	Anzahl	5	5
		Minimum [mm]	1	3
		Maximum [mm]	49	34
		Mittelwert [mm]	18	17
	Mai	Anzahl	6	4
		Minimum [mm]	5	10
		Maximum [mm]	32	26
		Mittelwert [mm]	24	17
	Juni	Anzahl	5	5
		Minimum [mm]	7	15
		Maximum [mm]	52	59
		Mittelwert [mm]	20	32
Juli	Anzahl	10	8	
	Minimum [mm]	7	4	
	Maximum [mm]	95	104	
	Mittelwert [mm]	45	49	
August	Anzahl	6	5	
	Minimum [mm]	10	9	
	Maximum [mm]	59	75	
	Mittelwert [mm]	25	47	
September	Anzahl	9	8	
	Minimum [mm]	8	4	
	Maximum [mm]	127	118	
	Mittelwert [mm]	35	34	
Oktober		21	19	
November	Anzahl	23	21	
Dezember		25	25	



Tabelle 10: Überschlägige Abschätzung des Grundwasser-Gesamtdargebotes - Ergebnisse Ansatz 3

Gebiet	Fläche [km ²]	Mittelwert Niederschlag (Jahre 1997 – 2021) [mm/a]	15 % der Niederschlags-summe [mm/a]	Mittleres Dargebot [Mio. m ³ /a]
<u>Variante 3 A</u>				
<u>Hydrologisches Winterhalbjahr (Okt. Bis März des Folgejahres)</u>				
GWK Sude und Rönitz / Amt Neuhaus	1.471	303 <i>(Mittelwert der DWD-Stationen Bleckede-Walmsburg und Schwerin)</i>	45	67
Amt Neuhaus	238	301 <i>(DWD-Station Bleckede-Walmsburg)</i>	45	11
<u>Variante 3 B</u>				
<u>Hydrologisches Winterhalbjahr plus Juli und September</u>				
GWK Sude und Rönitz / Amt Neuhaus	1.471	427 <i>(Mittelwert der DWD-Stationen Bleckede-Walmsburg und Schwerin)</i>	65	95
Amt Neuhaus	238	434 <i>(DWD-Station Bleckede-Walmsburg)</i>	65	16

Bewertung der Ergebnisse Ansatz 3, Varianten 3 A und 3 B:

Auf Grund der Ergebnisse dieses Ansatzes ergibt sich ein Korridor für das Grundwassergesamtdargebot, das zwischen 67 und 95 Mio. m³/a für die GWK Sude und Rönitz / Amt Neuhaus zusammen und zwischen 11 und knapp 16 Mio. m³/a für das Gebiet Amt Neuhaus liegt.

Für die betrachteten Grundwasserkörperanteile in Mecklenburg-Vorpommern sind die berechneten Resultate gegenüber den Dargebotsmengen auf Basis der Grundwasserneubildungsraten gemäß (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie, MV, 2012) (230 bzw. 250 Mio. m³/a) um ein Mehrfaches zu niedrig.

Das mittlere Grundwassergesamtdargebot für die niedersächsischen Flächenanteile der beiden Grundwasserkörper Sude und Rönitz / Amt Neuhaus (zusammen insgesamt rd. 250 km²) beträgt gemäß dem RdErl. d. MU zur mengenmäßigen Bewirtschaftung des Grundwassers (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, 2015) etwa 13 Mio. m³/a. Aus fachgutachterlicher Sicht erscheint der für Amt Neuhaus ermittelte Wertekorridor daher plausibel.

Fazit

Obwohl relevante Gebietseigenschaften (Klimadaten, geologisch-hydrogeologische Bedingungen, Böden und Bodennutzung, Abflussgeschehen und Flächenversiegelung, topografisches Erscheinungsbild) im Bereich der betrachteten Grundwasserkörper grundsätzlich ähnlich sind, lassen sich mit den hier



vorgestellten Berechnungsansätzen keine Ergebnisse erzielen, die für die GWK-Anteile der beiden Bundesländer zu Resultaten führen, die gleichermaßen denen vorhandener Angaben bzw. Datengrundlagen entsprechen. Aus der mittleren Grundwasserneubildungsrate für die betrachteten GWK auf dem Gebiet Mecklenburg-Vorpommerns (unter Berücksichtigung der Direktabflüsse, (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern) würde für Amt Neuhaus ein Dargebot von rd. 45 Mio. m³/a resultieren. Gemäß RdErl. d. MU zur mengenmäßigen Bewirtschaftung des Grundwassers (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, 2015) liegt das Grundwassergesamtdargebot bei etwa 13 Mio. m³/a.

Gemäß der Arbeitshilfe der LAWA (Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser, 2019) kann als Kriterium für die Abschätzung, ob Grundwasserentnahmen und –neubildung sich im Gleichgewicht befinden bzw. ob ein Grundwasserteilkörper (GWTK) mengenmäßig gefährdet ist oder in Zukunft sein könnte, der Anteil der Entnahmen an der Grundwasserneubildung herangezogen werden. Als Richtwert wird ein Anteil von 10 bis maximal 30 % angesetzt. Es wird empfohlen eine potenzielle Gefährdung „dann nicht auszuschließen, wenn die Entnahmen mehr als 10 % der Grundwasserneubildung ausmachen“.

Aktuell sind im Bereich Amt Neuhaus Wasserrechte in Höhe von insgesamt rd. 0,8 Mio. m³/a vergeben (Tabelle 6). Das entspricht rund 6,5 % bezogen auf ein Gesamtdargebot aus Grundwasserneubildung von knapp 11 Mio. m³ gemäß Ansatz 3 A. Lässt man den Anteil des Grundwasserkörpers Sude aufgrund des geringen Flächenanteils unberücksichtigt, das einzige Wasserrecht fällt mit 1.800 m³/a nicht ins Gewicht, ergibt sich für den GWK-Anteil Rögnitz / Amt Neuhaus ein Prozentsatz von 6,9 %. Demnach befindet sich der anteilige Grundwasserkörper in einem mengenmäßig guten, gemäß LAWA (Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser, 2019) nicht gefährdeten Zustand.

6.2 Dargebotsberechnungen für Amt Neuhaus auf Basis der Daten zur Grundwasserneubildung gemäß mGROWA22

In der Abbildung 36 erfolgte eine Darstellung der Grundwasserneubildungsraten der beiden an Amt Neuhaus beteiligten Grundwasserkörper und damit eine Gegenüberstellung der unterschiedlichen Ergebnisse der verschiedenen, auf Landesebene eingesetzten Berechnungsmodelle. In der Abbildung 36 sind die mittleren jährlichen Grundwasserneubildungsraten gemäß mGROWA22 (1991 – 2020) für das Projektgebiet dargestellt. Es ist deutlich sichtbar, dass die Grundwasserneubildung im Bereich der naturräumlichen Region „Wendland, Untere Mittelebe“ zu der auch Amt Neuhaus gehört, nach dem niedersächsischen Wasserhaushaltsmodell von Grundwasserzehrung geprägt ist. Demnach sind in diesem Gebiet flurnahe Grundwasserstände vorherrschend, die Verdunstung übertrifft die Versickerung, es ist von einer sehr geringen Wasserverfügbarkeit aus Grundwasser auszugehen.

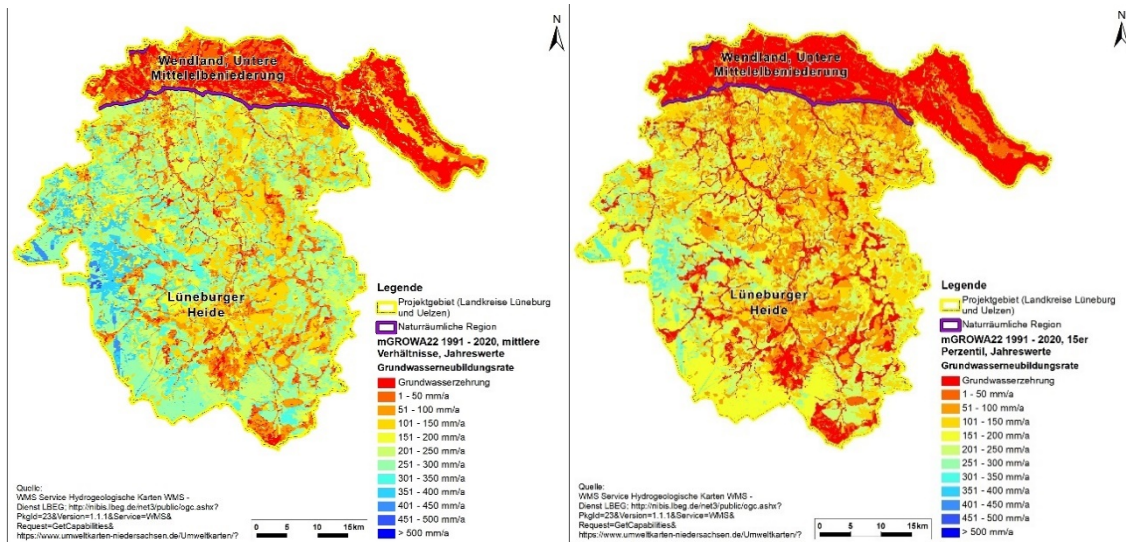


Abbildung 36: Grundwasserneubildung gemäß mGROWA22, Jahreswerte 1991-2020 für mittlere Verhältnisse (links) und trockene Verhältnisse (rechts) gemäß (Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, 2023)

In der Abbildung 37 sind die jährlichen Grundwasserneubildungsraten für mittlere Verhältnisse jeweils für das hydrologische Sommer- und Winterhalbjahr im Zeitraum 1991 – 2020 für Amt Neuhaus gegenübergestellt. Demnach findet während des Winterhalbjahres (Oktober – März) fast flächendeckend eine, wenn auch überwiegend geringe Grundwasserneubildung statt, der Mittelwert beträgt 112 mm/a, der Maximalwert 226 mm/a. Das Minimum liegt bei knapp -70 mm/a (Zehrung). Im Sommerhalbjahr (April – September) überwiegt die Verdunstung, eine Neubildung von Grundwasser aus Niederschlag ist im Wesentlichen auf den zentralen, bewaldeten Bereich beschränkt. Der Maximalwert liegt bei knapp 100 mm/a, das Minimum beträgt rd. -277 mm/a, der Mittelwert bei -90 mm/a.

Für die zukünftige Entwicklung in Niedersachsen wird gemäß der Klimawirkstudie für Niedersachsen (Nds. MU, 2019) generell angenommen, dass es, bezogen auf das Sommerhalbjahr, zu abnehmenden Neubildungsraten bzw. zu einer Verstärkung der Zehrung kommen wird, während die Grundwasserneubildung im Winterhalbjahr zunehmen wird. Auf das Jahr bezogen wird kein eindeutiger Trend erwartet.

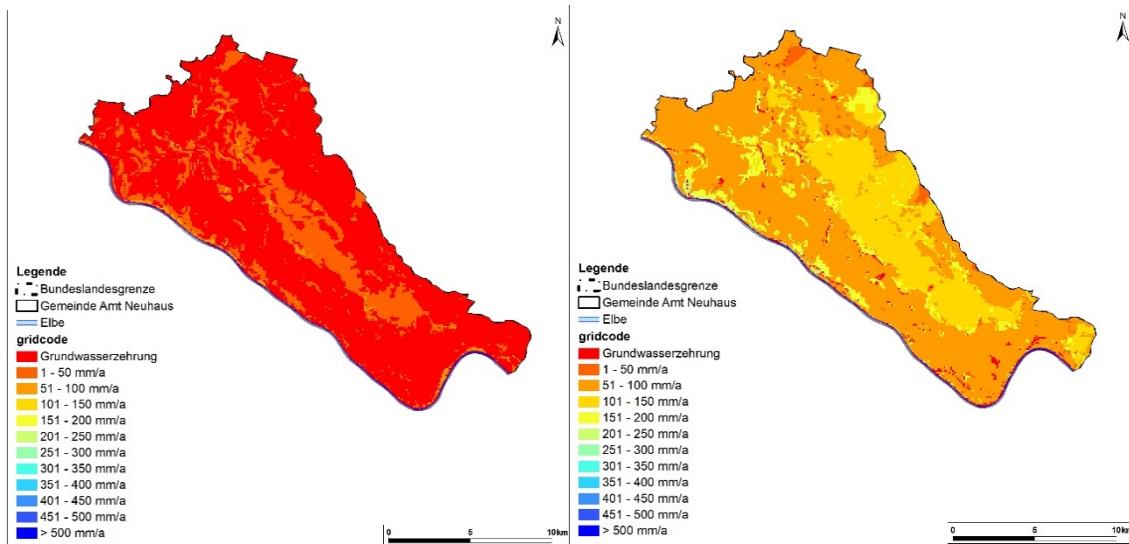


Abbildung 37: Grundwasserneubildung gemäß mGROWA22, 1991 - 2020, mittlere Verhältnisse im Sommerhalbjahr (links) und im Winterhalbjahr (rechts) (Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, 2023)

Methode zur Berechnung von nutzbarem Dargebot u. nutzbarer Dargebotsreserve

Da zum Zeitpunkt der Bearbeitung die für Anfang 2023 angekündigte Neufassung des Runderlasses zur mengenmäßigen Bewirtschaftung des Grundwassers noch nicht abschließend vorlag, erfolgt die Berechnung der relevanten Dargebotsgrößen in Anlehnung an (Nds. MU, 2022b) und (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, 2015). Betrachtungsebene für die Berechnung sind die Grundwasserkörper. Die Rasterdaten zur Grundwasserneubildung (Zellgröße 100 x 100 m für Beobachtungswerte, 500 x 500 m für Projektionsdaten) werden daher zunächst mit Hilfe eines GIS-Systems mit den beteiligten GWTK verschnitten. Im ersten Berechnungsschritt wird aus den positiven Anteilen der Grundwasserneubildung das Gesamtdargebot berechnet (gemäß DIN 4049 Teil 3; (DIN e.V., 1994)) errechnet. Die negativen Anteile der Grundwasserneubildung (Grundwasserzehrung, wenn z.B. kapillarer Aufstieg aus dem Grundwasser die Neubildung aus Niederschlag übersteigt), werden vom Gesamtdargebot abgezogen. Auf diese Weise wird ein Beitrag zur Deckung des Wasserbedarfs von grundwasserabhängigen Landökosystemen und von Oberflächengewässern berücksichtigt (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, 2015) Nutzungseinschränkungen, die sich aus Versalzungen bzw. ungünstigen Entnahmebedingungen ergeben werden als Abschläge in Anlehnung an (*Wasserversorgungskonzept Niedersachsen*. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, 2022) durch prozentuale Abzüge einbezogen. Übrig bleibt das nutzbare Grundwasserdargebot, also die Menge, die dem Grundwasser entnommen werden kann ohne den mengenmäßigen Zustand des betreffenden Grundwasserkörpers zu verschlechtern. Abschließend werden die maximal genehmigten Entnahmen der vergebenen Wasserrechte vom nutzbaren Dargebot abgezogen. Das Ergebnis ist die nutzbare Dargebotsreserve. Dieser Wert zeigt an, ob und

unter welchen Bedingungen (z.B. unter mittleren klimatischen Verhältnissen bzw. unter Trockenwetterbedingungen) noch gewinnbares Dargebot vorhanden ist. Falls ja, können ggf. weitere wasserrechtliche Erlaubnisse erteilt werden, falls nicht, wird der betreffende GWK defizitär bewirtschaftet. Abbildung 38 enthält eine schematische Darstellung der beschriebenen Methodik.

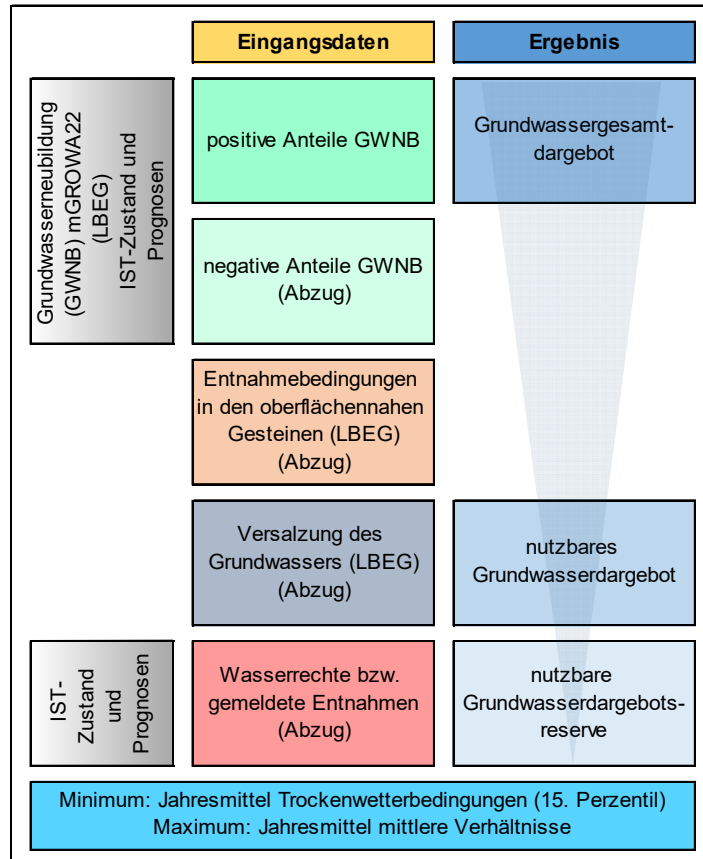


Abbildung 38: Schema Verfahrensweise zur Abschichtung des nutzbaren Grundwasserdargebots

Die Berechnungen werden separat für mittlere Verhältnisse und für Trockenwetterverhältnisse (15er-Perzentil) auf Basis der Beobachtungswerte und der modellierten zukünftig erwarteten Entwicklung durchgeführt. Eine zusätzliche Unterscheidungsmöglichkeit der Projektionen ergibt sich aufgrund der zwei Klimaschutzenszenarien RCP 2.6 (günstigstes Szenario: Der mittlere globale Temperaturanstieg bis 2100 bleibt unter 2°C) und RCP 8.5 (ungünstiges Szenario, das zu einem Temperaturanstieg bis zu ca. 4,8°C bis 2100 führt). Die für Amt Neuhaus durchgeführten Berechnungen basieren auf den projizierten Daten für das RCP 8.5 Szenario.

Daraus, dass die Berechnungen des Dargebotes nur für einen Teil der zwei beteiligten GWK durchgeführt werden, resultieren mögliche Unschärfen. Die ergeben sich zum einen aus dem Verhältnis der Gebietsgröße zur Rastergröße, und zum anderen daraus, dass Entnahmen im Bereich Amt Neuhaus überschätzt werden, wenn ihr Einzugsgebiet über die Gebietsgrenze hinausragen bzw. Entnahmen au-



ßerhalb, deren Einzugsgebiet in das Untersuchungsgebiet reichen, nicht berücksichtigt werden. Insbesondere die Werte für den Bereich des Grundwasserteilkörpers Sude sind daher nur im Kontext des gesamten Gebietes zu bewerten.

Ergebnisse der Dargebotsberechnungen Gebiet Amt Neuhaus

Die Ergebnisse der Dargebotsberechnungen (Angaben zum Gesamtdargebot liefern keine Aussage über die technische Gewinnbarkeit einer Grundwasserressource) sind in der Tabelle 11 zusammengestellt. Neben Angaben zum Zweck der Wasserrechte (oberer Teil) sind die Ergebnisse der relevanten Dargebotsgrößen für die Jahreswerte des Ist-Zustandes und für die der Projektionszeiträume 2021 – 2050 sowie 2071 – 2100 aufgeführt. Jeweils im linken Teil sind die Werte für mittlere Verhältnisse angegeben, jeweils rechts die für trockene Bedingungen (15er Perzentil). Die Ergebnisse für den GWTK „Sude“ sind in der Tabelle mit aufgeführt, aufgrund der geringen Flächengröße sind die Werte jedoch nicht zuverlässig und nicht separat zu bewerten.

Mittlere Verhältnisse:

Im Ist-Zustand (1991 – 2020) liegen die Zehrungswerte im Bereich des GWTK Rögnitz/Amt Neuhaus“ bzw. für das Gemeindegebiet Amt Neuhaus noch unterhalb des Gesamtdargebotes. Somit steht ein nutzbares Dargebot zur Verfügung. Das nutzbare Dargebot („Rögnitz/Amt Neuhaus“: 1,3 Mio. m³/a) wird durch die genehmigte Entnahmemenge (0,89 Mio. m³/a) nicht ausgeschöpft, so dass eine geringe nutzbare Dargebotsreserve zur Verfügung steht. Bei den Projektionen nimmt das Gesamtdargebot (positive Anteil der Grundwasserneubildungsrate) ab, während die Summe der negativen Werte zunimmt. In der Konsequenz steht rechnerisch kein nutzbares Dargebot zur Verfügung.

Trockene Verhältnisse:

Die Summe der Zehrungswerte, die als Sicherheitsabschlag in die Berechnung eingehen, ergeben bereits für den Ist-Zustand in der Summe ein Vielfaches des Gesamtdargebotes. Für den Zeitraum 2071 - 2100 ist die Summe der Zehrungswerte etwa 20mal so hoch wie das Gesamtdargebot. Ein nutzbares Grundwasserdargebot steht dementsprechend rechnerisch nicht zur Verfügung.

Bewertung der Ergebnisse

Der Anteil der aktuell vergebenen Wasserrechte im Bereich Amt Neuhaus am Grundwassergesamtdargebot liegt unter 10 %. Damit befinden sich die anteiligen Grundwasserkörper gemäß LAWA (Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser, 2019) in einem mengenmäßig guten, nicht gefährdeten Zustand (siehe auch „Dargebotsberechnungen für Amt Neuhaus auf Basis der Daten zur Grundwasserneubildung gemäß mGROWA22“).



Gemäß dem RdErl. d. MU zur mengenmäßigen Bewirtschaftung des Grundwassers (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern) beträgt das Grundwassergesamtdargebot im Bereich Amt Neuhaus (Summe Angaben GWTK „Sude“ und „Rögnitz/Amt Neuhaus“ etwa 13 Mio. m³/a (Grundwasserneubildungsraten nach GROWA06v2, Referenzperiode 1961 – 1990). Nach den aktuellen Berechnungen (mGROWA22, 1991 – 2020) liegt das Gesamtdargebot mit knapp 10 Mio. m³ deutlich darunter. Auch gegenüber den unter Kapitel 6.2 vorgestellten Ansätzen zur überschlägigen Kalkulation des Gesamtdargebotes fällt das Ergebnis erheblich niedriger aus.

Grund dürften die negativen Grundwasserneubildungswerte (Zehrung) sein, die bei der Berechnung des Gesamtdargebotes nicht berücksichtigt werden. Aus gutachterlicher Sicht ist davon auszugehen, dass die Zehrung in diesem Gebiet überschätzt wird. Dafür spricht auch dass das nutzbare Dargebot der IST-Situation und Trockenwetterbedingungen rechnerisch bereits ein Defizit von rd. 20 Mio. m³/a aufweist, demgegenüber aber die langjährigen Grundwasserganglinien (Abbildung 26) eine signifikante Tendenz aufweisen. Die Trockenjahre 2018 / 2019 spiegeln sich an einem Absinken der Standrohrspiegelhöhen wider, die Ganglinien steigen anschließend aber rasch wieder an und dokumentieren das regenerative Potenzial des Dargebotes unter den gegenwärtigen Bedingungen. Nachhaltige negative Auswirkungen der derzeitigen Grundwassernutzung sind nicht erkennbar.

Dennoch sind die Grundwasserneubildungsraten, die die Eigenschaften dieses von oberflächlichen Abflüssen und niedrigen Flurabständen geprägten Gebietes berücksichtigen, ein Hinweis auf die hohe Sensibilität dieses Bereichs. Eine Grenze zur Überstrapazierung des Dargebots, insbesondere in Hinblick auf die erwarteten Klimafolgen mit einer Verschärfung der Situation in den Sommermonaten, könnten schnell erreicht sein.



Tabelle 11: Ergebnisse der Dargebotsberechnung in Anlehnung an (Nds. MU, 2022b)

Grundwasserkörper	Fläche [km²]	Flächenanteil bezogen auf Fläche GWK in Niedersachsen [%]	Gesamt-dargebot mittlere Verhältnisse 1991 - 2020 [Mio. m³/a]	Wasserrechtlich genehmigte Entnahmen [Mio. m³/a]				Anteil Wasserrechte an Gesamtdargebot [%]
				Beregnung	Industrie, Sonstige	Öffentliche Wasserversorgung	SUMME	
Sude	15	100	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	1,0
Rögnitz/Amt Neuhaus	222	93	9,03	0,00	0,08	0,50	0,87	9,7
Summe Amt Neuhaus	237		9,21	0,00	0,09	0,50	0,87	9,5

Grundwasserdargebot IST-Zustand Jahreswerte, Daten mGROWA22 1991 - 2020 [Mio. m³/a]									
Grundwasserkörper	Fläche [km²]	Gesamt-dargebot	Mittlere Verhältnisse			Trockenwetterbedingungen (15. Perzentil)			
			Zehrung (Sicherheitsabschlag*)	nutzbares Dargebot	nutzbare Dargebotsreserve	Gesamt-dargebot	Zehrung (Sicherheitsabschlag*)	nutzbares Dargebot	nutzbare Dargebotsreserve
Sude	15	0,17	0,34	-0,16	-0,16	0,03	1,61	-1,58	-1,58
Rögnitz/Amt Neuhaus	222	9,03	7,67	1,30	0,43	3,80	22,25	-18,51	-19,39
Summe Amt Neuhaus	237	9,21	8,01	1,14	0,26	3,83	23,86	-20,09	-20,97

Grundwasserdargebot Projektion Jahreswerte, Daten mGROWA22 2021 - 2050 [Mio. m³/a]									
Grundwasserkörper	Fläche [km²]	Gesamt-dargebot	Mittlere Verhältnisse			Trockenwetterbedingungen (15. Perzentil)			
			Zehrung (Sicherheitsabschlag*)	nutzbares Dargebot	nutzbare Dargebotsreserve	Gesamt-dargebot	Zehrung (Sicherheitsabschlag*)	nutzbares Dargebot	nutzbare Dargebotsreserve
Sude	15	0,07	0,29	-0,22	-0,22	0,00	1,30	-1,30	-1,30
Rögnitz/Amt Neuhaus	222	5,75	6,25	-0,52	-1,39	1,21	20,14	-18,95	-19,83
Summe Amt Neuhaus	237	5,82	6,54	-0,74	-1,61	1,21	21,44	-20,25	-21,12

Grundwasserdargebot Projektion Jahreswerte, Daten mGROWA22 2071 - 2100 [Mio. m³/a]									
Grundwasserkörper	Fläche [km²]	Gesamt-dargebot	Mittlere Verhältnisse			Trockenwetterbedingungen (15. Perzentil)			
			Zehrung (Sicherheitsabschlag*)	nutzbares Dargebot	nutzbare Dargebotsreserve	Gesamt-dargebot	Zehrung (Sicherheitsabschlag*)	nutzbares Dargebot	nutzbare Dargebotsreserve
Sude	15	0,05	0,56	-0,51	-0,51	0,00	1,92	-1,91	-1,92
Rögnitz/Amt Neuhaus	222	5,63	10,31	-4,70	-5,57	1,05	23,06	-22,02	-22,89
Summe Amt Neuhaus	237	5,68	10,87	-5,20	-6,08	1,05	24,97	-23,94	-24,81

* Beitrag zur Deckung des Wasserbedarfs von grundwasserabhängigen Landökosystemen und Oberflächengewässern gemäß WK Niedersachsen

6.3 Zusammenfassung der Untersuchungen für das Amt Neuhaus

Das Gebiet Amt Neuhaus hat Anteil an den Grundwasserkörpern DE_GB_DEMV_MEL_SU_3 „Sude“ und DE_GB_DEMV_MEL_SU_4 „Rögnitz/Amt Neuhaus“. Darüber hinaus erstrecken sich diese beiden Grundwasserkörper größtenteils auf das Bundesland Mecklenburg-Vorpommern. Es handelt sich um glazial geprägte, bis zu mehrere Zehnermeter mächtige Lockergesteinsgrundwasserleiter, die, teils kleinräumig, von einem Wechsel gut wasserdurchlässiger und grundwasserhemmender Schichten geprägt sind. Der generelle Grundwasserabstrom im Bereich der Grundwasserkörper „Sude“ und „Rögnitz/Amt Neuhaus“ erfolgt von Nord-Osten nach Südwesten auf die Elbe zu. Das Gebiet ist ländlich geprägt, die Fläche zu rund 90 % unversiegelt. Es überwiegt landwirtschaftliche Nutzung (Ackerland und Grünland) auf den meist bindigen Böden. Das Abflussgeschehen ist dem dränungsdominierten Abflusstyp zuzuordnen mit entsprechend starkem Einfluss auf den Landschaftswasserhaushalt.

Im Bereich Amt Neuhaus befinden sich drei vom NLWKN betriebene Grundwassermessstellen. Eine liegt im bewaldeten Dünengürtel, eine weitere am Übergang zur Auenlandschaft. Die dritte Messstelle



liegt im Bereich der von Drängräben durchzogenen, landwirtschaftlich genutzten Flächen. Die Ganglinie dieser Messstelle ist deutlich geprägt von den durch Dränung hervorgerufenen stark schwankenden Abflüssen/Grundwasserständen und weist wesentlich stärkere Amplituden gegenüber den erstgenannten auf. An allen Messstellen werden die Tiefstwerte im abgebildeten Zeitraum in den Jahren 2018/ 2019 erreicht. Ein langfristiger signifikanter Trend ist nicht erkennbar.

Die Dargebotsberechnungen wurden auf Basis von Jahreswerten der Grundwasserneubildung gemäß mGROWA22 in Anlehnung an das Wasserversorgungskonzept Niedersachsen (*Wasserversorgungskonzept Niedersachsen*, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, 2022) durchgeführt. Das Gesamtdargebot liegt demnach bei knapp 10 Mio. m³/a. Die Grundwasserneubildungsraten sind geprägt von weitverbreiteten Zehrungswerten. Diese führen in der Berechnung dazu, dass bereits im Ist-Zustand (Mittelwerte 1991-2020) während Trockenphasen rechnerisch kein nutzbares Grundwasser zur Verfügung steht. Auch wenn davon auszugehen ist, dass in der Dargebotsberechnung die Zehrungswerte überschätzt werden, so sind sie doch ein Indiz für die Sensibilität des Wasserhaushalts in der Region.

Die derzeit wasserrechtlich genehmigten Entnahmemengen betragen knapp 10 % des Gesamtdargebotes, und entsprechen damit gemäß LAWA (Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser, 2019) einer nachhaltigen Grundwasserbewirtschaftung. Langfristige Grundwasserganglinien zeigen keine signifikanten sinkenden Trends.



7 Systembeschreibung des Projektgebiets links der Elbe

(Bohny / Röttcher, INBW; Nienstedt / Bruns, CAH; Martens, KV)

7.1 Oberflächengewässer

(Bohny / Röttcher, INBW; Martens, KV)

7.1.1 Natürliche Gewässer und Einzugsgebiete

Das Projektgebiet liegt im Flussgebiet der Elbe (Abbildung 39). Der Großteil des Projektgebietes liegt im Einzugsgebiet der Ilmenau, die im zentralen Projektgebiet den zentralen Vorfluter bildet. Die Ilmenau entspringt im südlichen Projektgebiet und verläuft in nordwestlicher Richtung und nimmt zahlreiche kleinere Bäche auf, bevor sie außerhalb des nordwestlichen Projektgebietes bei Winsen (Luhe) in die Elbe mündet. Am westlichen Rand des Projektgebietes verläuft die Luhe, die ebenfalls bei Winsen (Luhe) in die Ilmenau mündet. Sonstige oberirdische Einzugsgebiete befinden sich größtenteils in den äußersten Randbereichen des Projektgebietes. Es handelt sich dabei um die Einzugsgebiete der Örtze und Aller im Südwesten sowie Jeetzel im Südosten, die außerhalb des Projektgebietes verlaufen, sowie die Einzugsgebiete der Sude und Rögnitz die das nordöstliche Projektgebiet im Bereich der Gemeinde Amt Neuhaus durchlaufen. Das größte Gewässer im Projektgebiet ist die Elbe, die das Projektgebiet im Nordosten in nordwestlicher Richtung durchströmt und die Grenze zwischen den Landkreisen Lüneburg und Amt Neuhaus bildet. Als künstlich angelegtes Gewässer durchläuft der Elbe-Seitenkanal das zentrale Projektgebiet in Nord-Süd-Richtung.

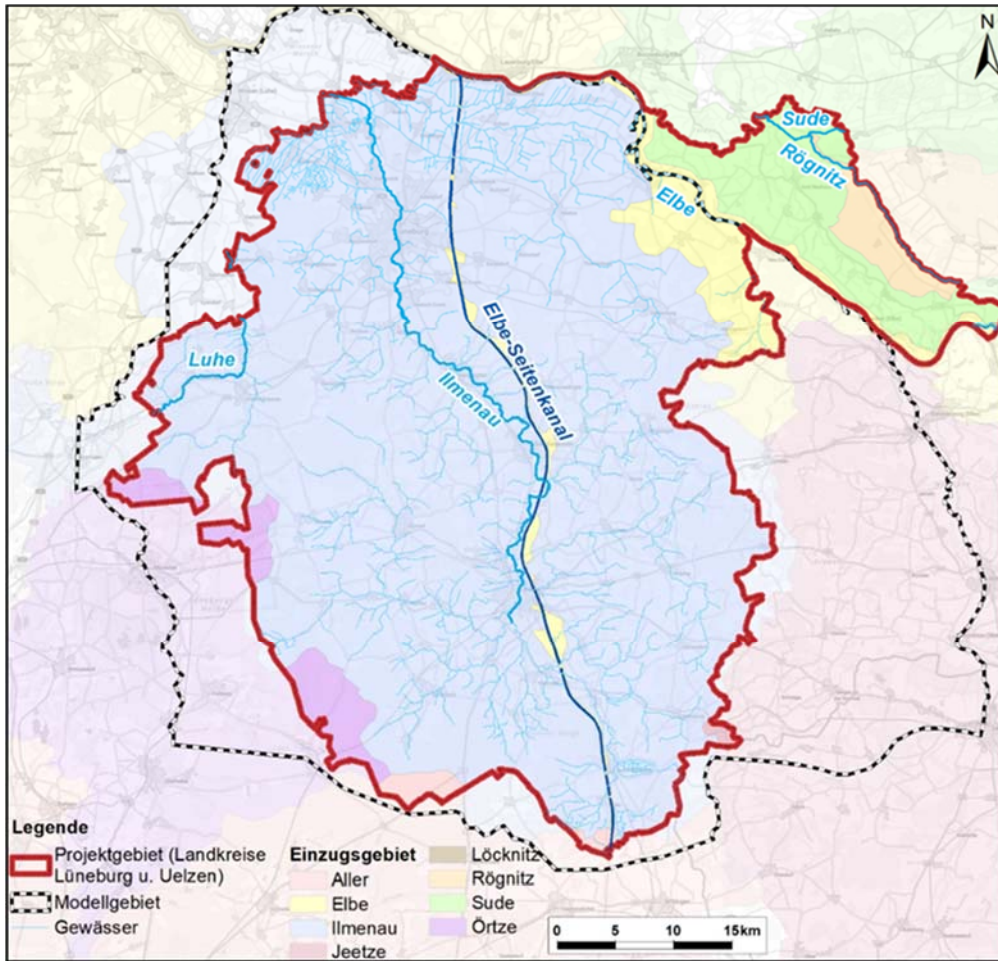


Abbildung 39: Gewässerstruktur und oberirdische Einzugsgebiete im Projektgebiet

7.1.2 Abflussmengen

In diesem Kapitel wird die Entwicklung der Abflüsse in den Gewässern im Projektgebiet dargestellt. Dafür wurden die Tagesmittelwerte der gemessenen Gesamtabflüsse an den vorhandenen Pegeln im Projektgebiet untersucht. Die Positionen der Pegel sind der **Anlage 7.1.2** zu entnehmen. Die Pegeldata liegen als Tagesmittelwerte der gemessenen Gesamtabflüsse vor und stammen vom NLWKN, der Datensatz wurde durch CAH Hildesheim zur Verfügung gestellt. Die untersuchten Pegel sind in Tabelle 12: Pegel im Projektgebiet aufgeführt.



Tabelle 12: Pegel im Projektgebiet

Pegel	Beginn Datenreihe	Ende Datenreihe
Bienenbüttel (Ilmenau)	01.11.1955	31.12.2022
Hansen (Gerdau)	01.11.1973	31.12.2022
Niendorf II S (Stederau)	01.11.1973	31.12.2022
Niendorf II W (Wrestedter Bach)	01.11.1973	31.12.2022
Oetzmühle (Wipperau)	01.11.1973	31.12.2022
Sudenburg (Hardau)	01.11.1961	31.12.2022
Süttorf (Neetze)	01.11.1970	31.12.2022
Thansen (Luhe)	01.11.1976	31.12.2022

Für jeden Pegel wurden aus den Tagesmittelwerten der gemessenen Gesamtabflüsse die Jahresmittelwerte und der mittlere Abfluss (MQ) über den jeweiligen gesamten Messzeitraum errechnet. Die prozentualen Abweichungen der Jahresmittelwerte der gemessenen Gesamtabflüsse vom mittleren Abfluss (MQ) wurden berechnet und in einem Diagramm (Abbildung 40), zusammen mit dem Trend, dargestellt.

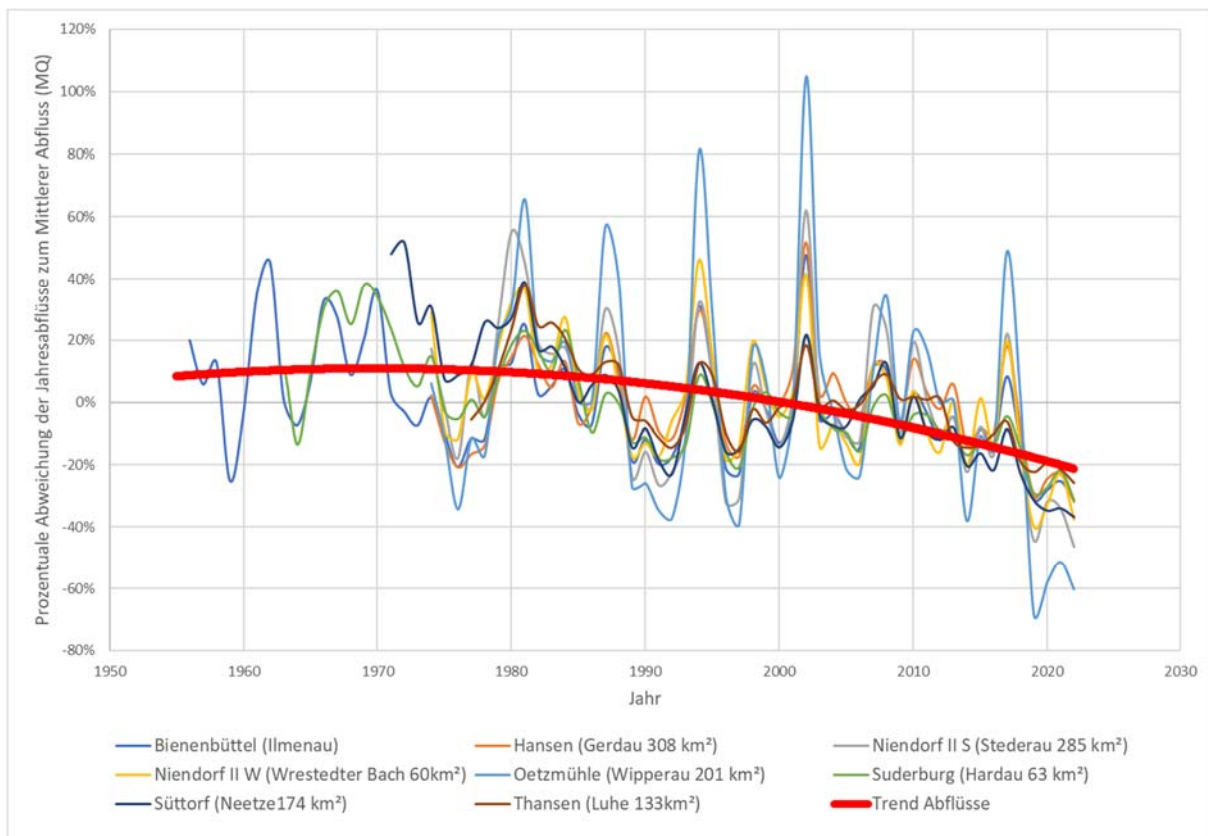


Abbildung 40: Prozentuale Abweichung der Jahresmittelwerte der gemessenen Gesamtabflüsse vom langjährigen mittleren Abfluss (MQ) an den Pegeln im Projektgebiet.



Dem Diagramm ist zu entnehmen, dass die prozentualen Abweichungen der Jahresmittelwerte der gemessenen Gesamtabflüsse vom langjährigen mittleren Abfluss (MQ) mit der Zeit von überwiegend positiven Werten (>0%) vor 1990 über eine Phase mit in etwa mittleren Abflüssen bis 2017 ($\pm 0\%$) vor allem in der jüngsten Vergangenheit in deutlich negative Werte abgleiten. Die rote Trendlinie der Gesamtentwicklung zeigt besonders in den letzten Jahren die fallende Entwicklung. Dies deutet darauf hin, dass auch der Basisabfluss der betrachteten Gewässer, welcher abhängig vom Grundwasserzustrom ist, abnimmt. Es ist nicht auszuschließen, dass sich dieser Trend in Zukunft fortsetzt. Da sich der Trend an allen Pegeln zeigt, ist davon auszugehen, dass dies auch für andere Gewässer im Untersuchungsgebiet der Fall ist.

Für die Untersuchungen mit dem numerischen Grundwassermodell zur Erhöhung des Grundwasserdargebots (siehe Kap. 8 und 9.1) für die „Ausgangsvariante“ ein zehnjähriger Zeitraum zwischen 2008 und 2017 gewählt. Daher wird dieser Zeitraum noch einmal gesondert betrachtet.

In Abbildung 41 werden analog zur Abbildung 40 die prozentualen Abweichungen der Jahresabflüsse von den langjährigen Abflüssen dargestellt, allerdings hier mit einer Trendlinie nur für den Zeitraum 2008 – 2017 (gepunktete, grüne Linie) und sowie einem Mittelwert aller Abflüsse im Zeitraum 2008 – 2017 bezogen auf den langjährigen Mittelwert aller Abflüsse (blaue Linie).

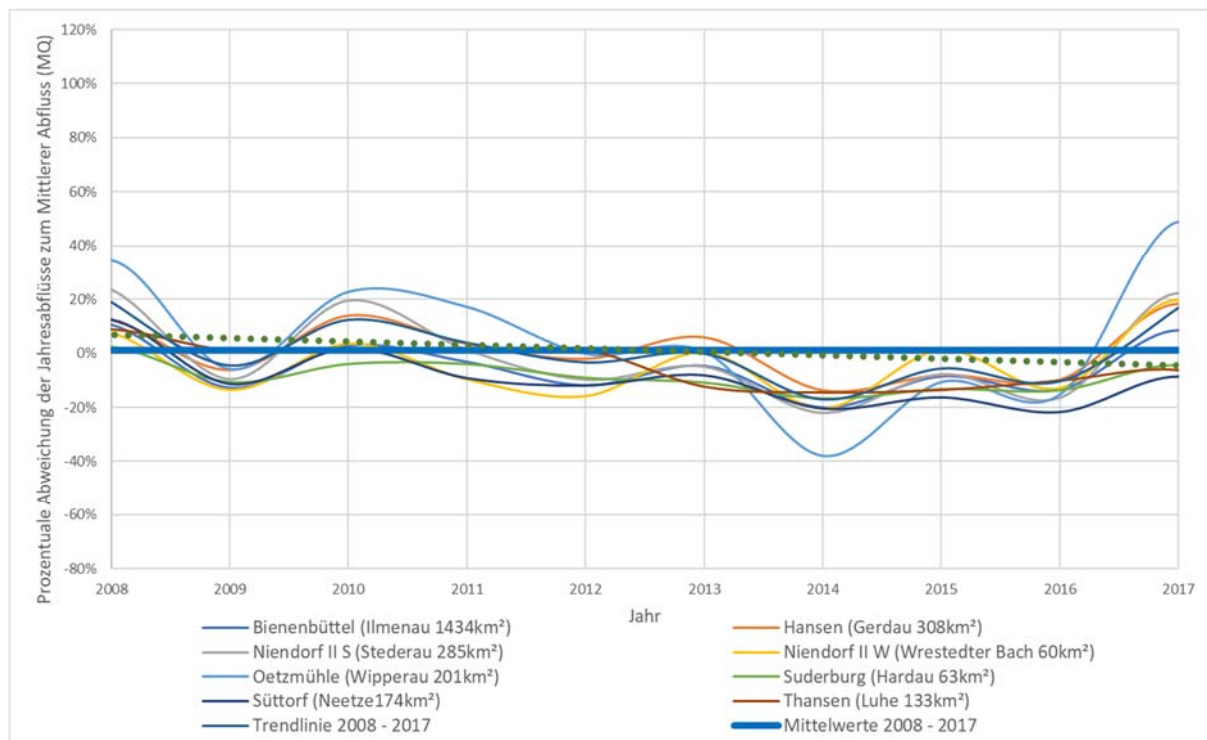


Abbildung 41: Zeitraum 2008 – 2017: Prozentuale Abweichung der Jahresmittelwerte der gemessenen Gesamtabflüsse vom langjährigen mittleren Abfluss (MQ) an den Pegeln im Projektgebiet



Innerhalb der Dekade 2008 bis 2017 ergibt sich insgesamt nur ein sehr gering fallender Trend. Die prozentuale Abweichung zwischen dem Mittelwert der Abflüsse in dieser Dekade und dem langjährigen Abflussmittel liegt bei annähernd 0%. Der mittlere Abfluss dieser Dekade entspricht somit den mittleren langjährigen Abfluss. Die mit dem Modell getroffenen Aussagen für Maßnahmen zur Erhöhung des Grundwasserangebots beziehen sich auf langfristig mittlere Zustände des Grundwassersystems. Der Zeitraum 2008 bis 2017 ist deshalb als Bezug für die durchgeführten Simulationen, auch hinsichtlich des generellen Abflussverhaltens der Gewässern, gut geeignet.

7.1.3 Entwässerung der Marschengebiete

Die Marschgebiete zeichnen sich durch einen geringen Grundwasserflurabstand und eine hohe Gewässerdichte aus. Die vorhandenen Entwässerungssysteme bestehen aus einem dichten Netz von Gräben, die in die größeren Fließgewässer münden, die wiederum über entsprechende Sperrwerke oder Schöpfwerke in die Elbe unterhalb der Staustufe bei Geesthacht oder im Fall der Jeetzel, bei Hitzacker, in die Mittelelbe abfließen.

Aufgrund der geringen Höhenunterschiede in diesen Gebieten haben die Fließgewässer nur ein geringes Gefälle und eine geringe Fließgeschwindigkeit. Höhere Niederschläge können daher schnell zu Überflutungen und großflächigen Vernässungen führen. Im Bereich der Elbmarschen können Elbehochwasser zu Qualm-Wasser-Bildung auf der Binnenseite der Elbedeiche führen. Hierdurch wird das Entwässerungssystem weiter belastet.

Wie der nachfolgenden Abbildung 42 zu entnehmen ist, sind die vorherrschenden Bodenarten in diesen Gebieten bei Flussmarschen Tone und Schluffe und bei Gley-Böden Auenlehme und Auensande.

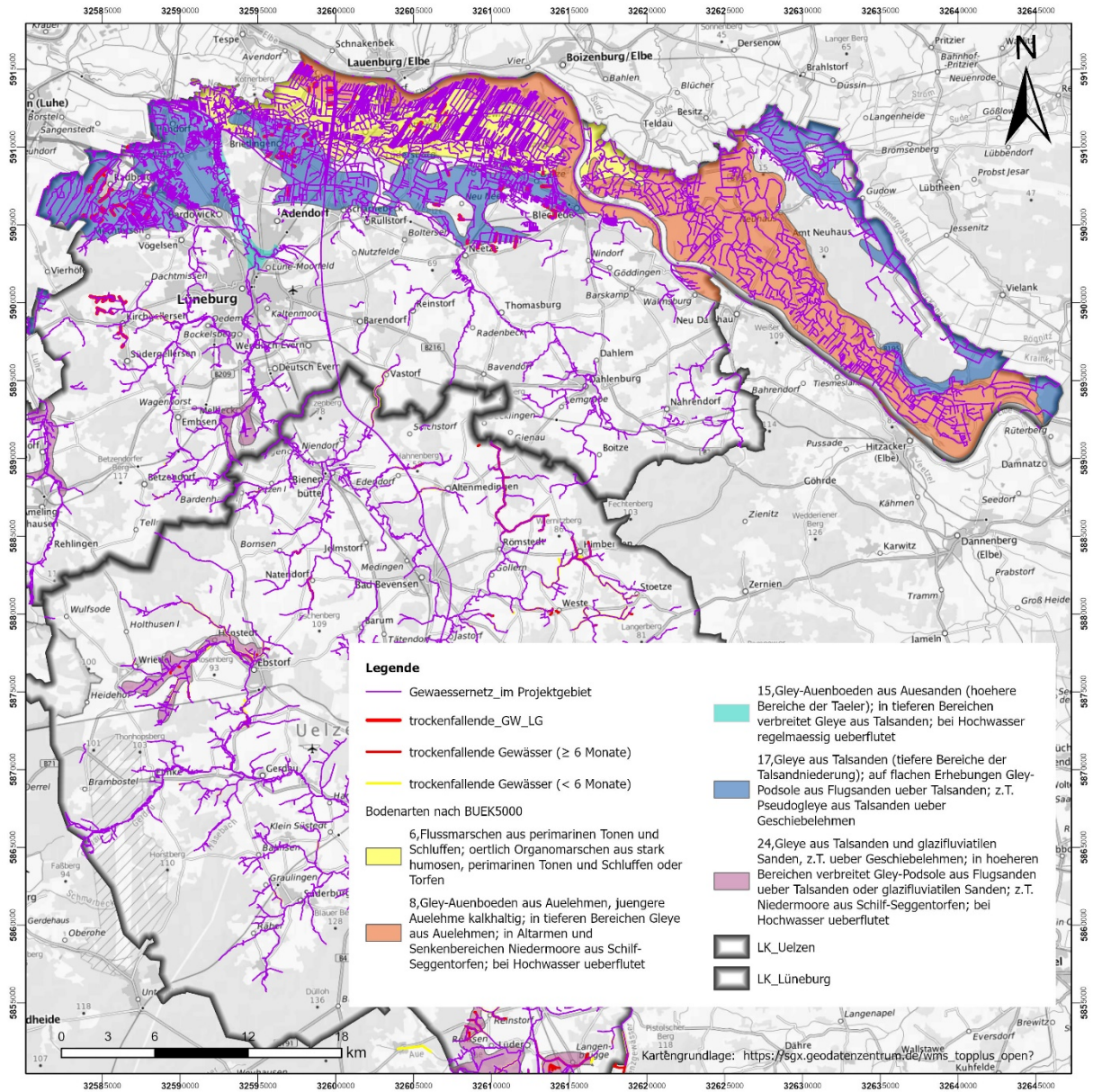


Abbildung 42: Marschengebiete mit Gewässernetz (2024)

Die Verbindung aus hohem Grundwasserstand und ungünstigen Bodenarten bzw. -eigenschaften und Entwässerungsmaßnahmen führt dazu, dass in diesen Bereichen keine nennenswerten Grundwasserneubildung stattfindet.

7.2 Grundwasseranschluss der Fließgewässer

(Nienstedt / Bruns, CAH)

Im Untersuchungsgebiet finden sich eine Vielzahl von Fließgewässern. Der Abfluss in diesen Fließgewässern setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen, dazu zählen z.B. der Direktabfluss (insbesondere im Winter und nach Niederschlagsereignissen) und der grundwasserbürtige Basisabfluss. Im



Jahresverlauf ist der Basisabfluss von unterschiedlichen Faktoren abhängig, hierzu zählen u. a. die Anbindung des Gewässers an das Grundwassersystem, die Niederschlagsmenge bzw. Grundwasserneubildung und Einleitungen. Zusätzlich kann er durch Entwässerungsmaßnahmen und benachbarte Grundwasserentnahmen beeinflusst werden.

Im Untersuchungsgebiet spielen Grundwasserentnahmen zur Feldberegnung eine wesentliche Rolle, welche sich auf den Zeitraum der Vegetationsperiode (April bis einschließlich September) fokussieren. Durch den natürlichen Jahresverlauf, ggf. unter zusätzlichem Einfluss der Entnahmen zur Feldberegnung insbesondere in den Sommermonaten, können die Grundwasserstände (Standrohrspiegelhöhen) im oberflächennahen Grundwasserleiter soweit absinken, dass sich in betroffenen Fließgewässerabschnitten der Anschluss an das Grundwasser verkleinert wird oder gar abreißt und kaum bzw. kein Basisabfluss mehr stattfindet.

Nachfolgend wird für zwei unterschiedliche Zeitpunkte im April (Annahme: hoher Füllstand des Aquifersystems) und August (Annahme: geringer Füllstand des Aquifersystems) die Anbindung der Fließgewässer an den oberflächennahen Grundwasserleiter beschrieben. Sie basiert auf den ermittelten Wasserständen der Fließgewässer als Modellinput bzw. den berechneten Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter (vgl. Kap. 8).

Aus der Beziehung zwischen Wasserstand im Fließgewässer und den Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter kann für jeden Gewässerabschnitt berechnet werden, ob zu einem definierten Zeitpunkt eine Anbindung des Fließgewässers an den oberflächennahen Grundwasserleiter und somit ein Basisabfluss vorliegt. Dabei wird von den beiden nachfolgenden Fällen ausgegangen:

1. Wasserstand Fließgewässer $>$ Standrohrspiegelhöhe oberflächennaher Grundwasserleiter: kein Grundwasseranschluss/-zufluss (Basisabfluss) vorhanden
2. Wasserstand Fließgewässer \leq Standrohrspiegelhöhe oberflächennaher Grundwasserleiter: Grundwasseranschluss/-zufluss (Basisabfluss) vorhanden

Nach dem beschriebenen Schema lässt sich die Anbindung der Fließgewässer an den oberflächennahen Grundwasserleiter und damit der potenzielle Basisabfluss für jeden Modellknoten, an dem eine Gewässer-Randbedingung vorliegt, berechnen.

Die Fließgewässer des Projektgebiets werden im Grundwassermodell durch ca. 42.200 Modellknoten einer Gewässer-Randbedingung beschrieben.

Für den **Zeitpunkt April** ergibt sich an ca. 88 % der Modellknoten mit Fließgewässer-Randbedingung ein Grundwasseranschluss und damit ein Basisabfluss. Entsprechend liegt für 12 % der Modellknoten mit Fließgewässer-Randbedingung kein Grundwasseranschluss und damit kein Basisabfluss vor.



Für den **Zeitpunkt August** ergibt sich jahreszeitlich und entnahmebedingt an nur noch ca. 82 % der Modellknoten mit Fließgewässer-Randbedingung ein Grundwasseranschluss und damit ein Basisabfluss. Entsprechend liegt für 18 % der Modellknoten mit Fließgewässer-Randbedingung kein Grundwasseranschluss und damit kein Basisabfluss vor.

Die Verbreitung der Gewässerabschnitte ohne Grundwasseranschluss konzentriert sich, insbesondere in den Sommermonaten, hauptsächlich auf die Oberläufe der Fließgewässer. Dies begründet sich daraus, dass die Oberläufe vieler Fließgewässer nur eine geringe Sohlentiefe haben und sich in morphologischen Hochlagen befinden, wo vergleichsweise geringe Absenkungen der Standrohrspiegelhöhen zu einem Verlust der Grundwasseranbindung und damit ggf. auch zu einem Trockenfallen der Gewässer führen.

Die Verbreitung von Gewässerabschnitten mit einem Grundwasseranschluss konzentriert sich dagegen vor allem auf die Talniederungen (Hinweis: Im Bereich der Marsch kommen ebenfalls Gewässerabschnitte ohne Grundwasseranschluss vor. Ursache hierfür ist möglicherweise, dass die Wasserstände der einzelnen Gewässer und Entwässerungsgräben im Detail nicht bekannt sind und abgeschätzt werden müssten (hier wirken sich schon wenige Zentimeter aus). Hieraus können lokale Unschärfen in den Modellberechnungen entstehen, die aber für die Aussagen in diesem Projekt ohne Relevanz sind.).

Aus den beiden Auswertungen für die Zeitpunkte April und August wurde im Nachgang eine Gesamtauswertung erzeugt, welche den zeitlichen Bezug berücksichtigt. Dazu wurden die Informationen an jedem Modellknoten mit Fließgewässer-Randbedingung zusammengeführt und nach dem folgenden Schema bewertet:

1. Grundwasseranschluss zu beiden Zeitpunkten vorhanden: Es ist davon auszugehen, dass der Grundwasseranschluss am Fließgewässer für den gesamten Jahresverlauf gegeben ist: **kontinuierlicher Grundwasseranschluss bzw. Basisabfluss**
2. Grundwasseranschluss zum Zeitpunkt April vorhanden, zum Zeitpunkt August nicht: Fließgewässer weist zum Zeitpunkt eines hohen Füllstands des Aquifers einen Grundwasseranschluss auf, im Verlauf der Sommermonate sinken die Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter ab, sodass der Grundwasseranschluss abreißt: **temporärer Grundwasseranschluss bzw. Basisabfluss**
3. Grundwasseranschluss zu beiden Zeitpunkten nicht vorhanden: Es ist davon auszugehen, dass der Grundwasseranschluss am Fließgewässer für den gesamten Jahresverlauf nicht gegeben ist: **kein Grundwasseranschluss bzw. Basisabfluss**

Basierend auf diesen Kriterien ist eine Bewertung aller Modellknoten, welche mit einer Gewässer-Randbedingung belegt sind, durchgeführt worden. Es ergibt sich für ca. 83 % aller Modellknoten mit Fließgewässerrandbedingung ein kontinuierlicher Grundwasseranschluss bzw. Basisabfluss. Für ca. 11 % liegt kein Grundwasseranschluss bzw. Basisabfluss vor, für die übrigen 6 % ergibt sich für den

Zeitpunkt April ein Grundwasseranschluss, welcher zum Zeitpunkt August nicht mehr vorhanden ist (vgl. Anlage 7.2.1).

Modellknoten mit Fließgewässer-Randbedingung, welche einen temporären Grundwasseranschluss bzw. Basisabfluss aufweisen, finden sich mehrheitlich in den Übergangsbereichen zwischen den Abschnitten mit und ohne Grundwasseranschluss bzw. Basisabfluss.

7.3 Wassersystem Elbe-Seitenkanal

(Martens, KV; Janssen, INBW)

7.3.1 Beschreibung des Elbe-Seitenkanals

Der Elbe-Seitenkanal ist Teil des Norddeutschen Kanalsystems und verbindet den Hamburger Hafen mit dem Mittellandkanal bei Wolfsburg. Er schafft eine sichere Verbindung für die Binnenschifffahrt parallel zur Elbe bis nach Berlin und ins Ruhrgebiet, die auch bei Niedrigwasser der Elbe befahrbar ist (Abbildung 43).

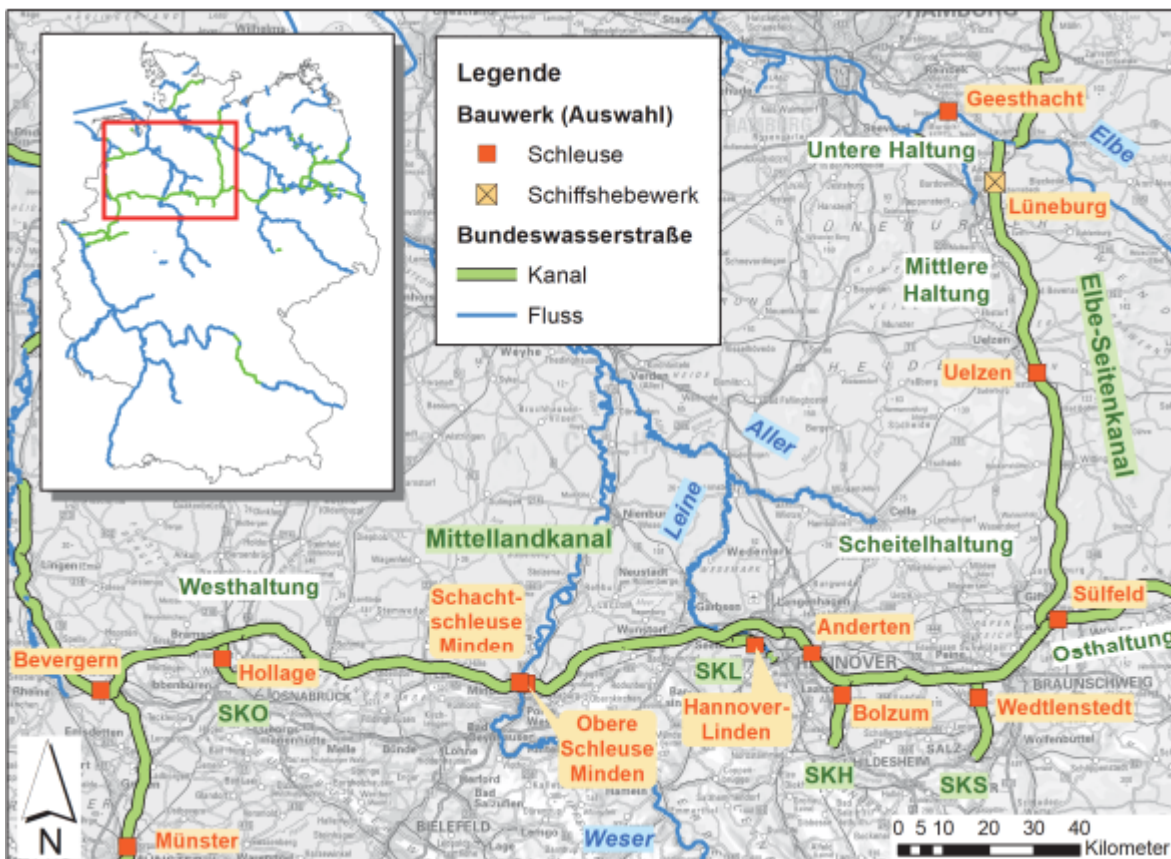


Abbildung 43: Elbe-Seitenkanal und Mittellandkanal zwischen Dortmund-Ems-Kanal im Westen und Schleuse Sülfeld im Osten, mit Darstellung ausgewählter Abstiegsbauwerke



(Schleusen, Schiffshebewerk) sowie der an das Kanalsystem angebundenen Fließgewässer (BfG, 2022a).

Mit dem Bau der Trog-Brücke über die Elbe bei Rothensee ist eine durchgängige Kanalverbindung bis Berlin entstanden.

Der Elbe-Seitenkanal ist 115,2 km lang. Der Höhenunterschied von 61,0 m zwischen dem Wasserspiegel der Mittellandkanal-Scheitelhaltung (NN + 65,0 m) und dem Normalstau der Elbe-Staustufe Geesthacht (NN + 4,0 m) wird mit zwei Abstiegsanlagen – zwei Schachtschleusen in Uelzen (Fallhöhe 23,0 m) und dem Doppelsenkrecht-Schiffshebewerk Lüneburg (Fallhöhe 38,0 m) – überwunden. Der Elbe-Seitenkanal ist als damalige Wasserstraßenklasse IV (heute Vb) für 1.350 t-Schiffe und Schubverbände bemessen worden. Neben der wichtigen verkehrlichen Funktion hat der Kanal insbesondere auch Bedeutung für die Wasserwirtschaft (Beregnung, Hochwasserabführung) und erfüllt eine wichtige Freizeit- und Erholungsfunktion (Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Mittellandkanal / Elbe-Seitenkanal, 2023). Derzeit wird für den Abstieg zur Elbe in Lüneburg eine neue Spar-Schleuse mit einer Fallhöhe von 38 m geplant.

Der Elbe-Seitenkanal (ESK) dient nicht nur der Schifffahrt, sondern seit 1976 auch der Versorgung landwirtschaftlicher Nutzflächen am Kanal mit Beregnungswasser. Dies war bereits Gegenstand des Planfeststellungsbeschlusses in Jahre 1967, damals noch unter der Prämisse der Versorgung von landwirtschaftlichen Flächen in einem Gesamtkorridor von jeweils rd. 3 km westlich und östlich des Kanals. Derzeit sind rd. 14.400 ha an den ESK angeschlossen (davon Landkreis Gifhorn rd. 4.050 ha ESK-Beregnungsfläche).

Allerdings ist der ESK ein integraler Bestandteil eines umfangreichen, zusammenhängenden hydraulischen Systems und steht im Kontext des Gesamtsystems der norddeutschen Schifffahrtskanäle (Abbildung 44). Das gesamte Kanalsystem zwischen dem Rhein im Westen und der Oder im Osten hat eine wasserwirtschaftliche Bedeutung. Die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) hat das Prognosemodell BEWASYS (Bewirtschaftung Wasserwirtschaftlicher Systeme) entwickelt, um dieses Gesamtsystem zu erfassen und damit der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung ein Bewirtschaftungsmodell zur Verfügung gestellt.

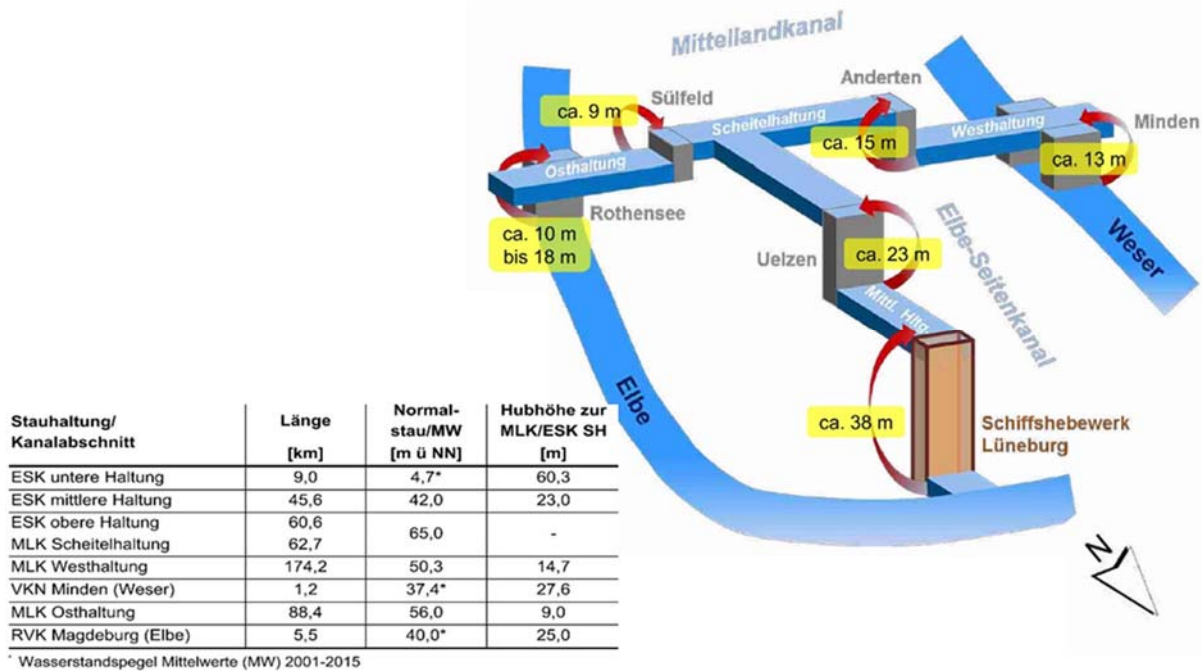


Abbildung 44: Systemskizze der Schleusen und Pumpwerke am ESK und MLK zwischen Minden und Rothensee mit Länge und Normalstauhöhe der Kanalhaltungen (Römer et al., 2016)

Im Rahmen von IWAMA KO kann der ESK nur isoliert (nur bezogen auf das Projektgebiet) betrachtet werden. Für zukünftige Planungen und erweiterte Nutzungen des ESK-Wassers ist es unerlässlich, das gesamte System zu erfassen, um alle Wechselwirkungen mit einzubeziehen, um so eine sichere Wasserversorgung über den Kanal zu gewährleisten. Trotz der Unsicherheiten durch die isolierte Betrachtung soll in diesem Kapitel das Potential aufgezeigt werden, das durch den Kanal im Projektgebiet besteht. Gleichzeitig ist dieses Potential nur nutzbar, wenn alle Stakeholder mit dem Blick auf das gesamte hydraulische System zusammenarbeiten.

7.3.2 Derzeitige Entnahmen aus dem Elbe-Seitenkanal

Die Entnahmen aus dem ESK erfolgen im Rahmen der für die Feldberegnung durch den Planfeststellungsbeschluss für den Bau des Elbe-Seitenkanals (*Planfeststellungsbeschluss in 11 Abschnitten sowie Nachträge zu Hafenausbauten in Wittlingen, Uelzen und Lüneburg*. Land Niedersachsen (Regierungsbezirk Lüneburg) und Bundesrepublik Deutschland, 1967/ 68 sowie 1982, 1970 und 1972) festgelegten maximalen Entnahmeleistung von 5 m³/s (Tabelle 13). Dazu sind derzeit 37 Entnahmeschächte am ESK in Betrieb und über diverse mobile Pumpen wird ebenfalls Wasser entnommen. 3 Pumpenschächte werden derzeit nicht genutzt.

**Tabelle 13: Derzeitige Entnahmen aus dem ESK und angeschlossene Beregnungsflächen**

Landkreis	Fläche	Menge
Landkreis Uelzen	9.509,24 ha	3,23 l/s
Landkreis Gifhorn	4.043,38 ha	1,39 l/s
Landkreis Lüneburg	792,64 ha	0,31 l/s
Summen	14.345,26 ha	4,92 l/s

Hinweis: An die Scheitelhaltung des Mittellandkanals sind weitere 323,68 ha Beregnungsflächen des BV Wasbüttel mit 201 l/s erlaubter Pumpwerksleistung angeschlossen. An die Untere Haltung des ESK ist der Beregnungsverband Scharnebeck mit 94,17 ha und 44,5 l/s Pumpenleistung angeschlossen. Diese Flächen und Wassermengen werden bei der in Anspruch genommenen ESK-Entnahmekapazität nicht mitgerechnet.



Die Abbildung 45 zeigt die Lage der Beregnungsverbände am Elbe-Seitenkanal, die das Wasser aus der oberen Haltung beziehen, während in Abbildung 46 die Anschlussflächen die der mittleren ESK-Haltung zuzuordnen sind dargestellt werden.

Eine im Rahmen des IWAMA-KO-Projektes durchgeführte Untersuchung der Auslastung der Pumpwerke im Rahmen der erlaubten $5 \text{ m}^3/\text{s}$ hat ergeben, dass selbst in dem bislang beregnungsstärksten Jahr 2018 keine Überschreitung der maximalen Fördermengen erfolgt ist (vgl. Abbildung 47). In der nachfolgenden Abbildung sind die Beregnungsverbände am Elbe-Seitenkanal, je nach maximaler Auslastung ihrer Entnahmebauwerke dargestellt. Die Farbe Rot kennzeichnet die Entnahme- bzw. Versorgungsbereiche bei denen die Pumpwerksleistung bis 100 % der erlaubten maximalen sekundlichen Leistung im Verlauf des Jahres ausgeschöpft wurden. Dunkelrot kennzeichnet eine Überschreitung der sekundlichen erlaubten Leistung in mindestens einem Messintervall von 10 Minuten des jeweiligen Jahres.

Da nur für einen Teil der dargestellten Verbände Messreihen über den gesamten Zeitraum vorliegen, wurden für die übrigen Verbände mit den jeweils räumlich nächstliegenden Messreihen Daten interpoliert. Zur Verifizierung der ermittelten Werte wurden diese mit den gemessenen Gesamtentnahmen des jeweiligen Jahres und den Stromverbräuchen der Pumpwerke in den jeweiligen Monaten abgeglichen und so eine Plausibilisierung der Daten erreicht.

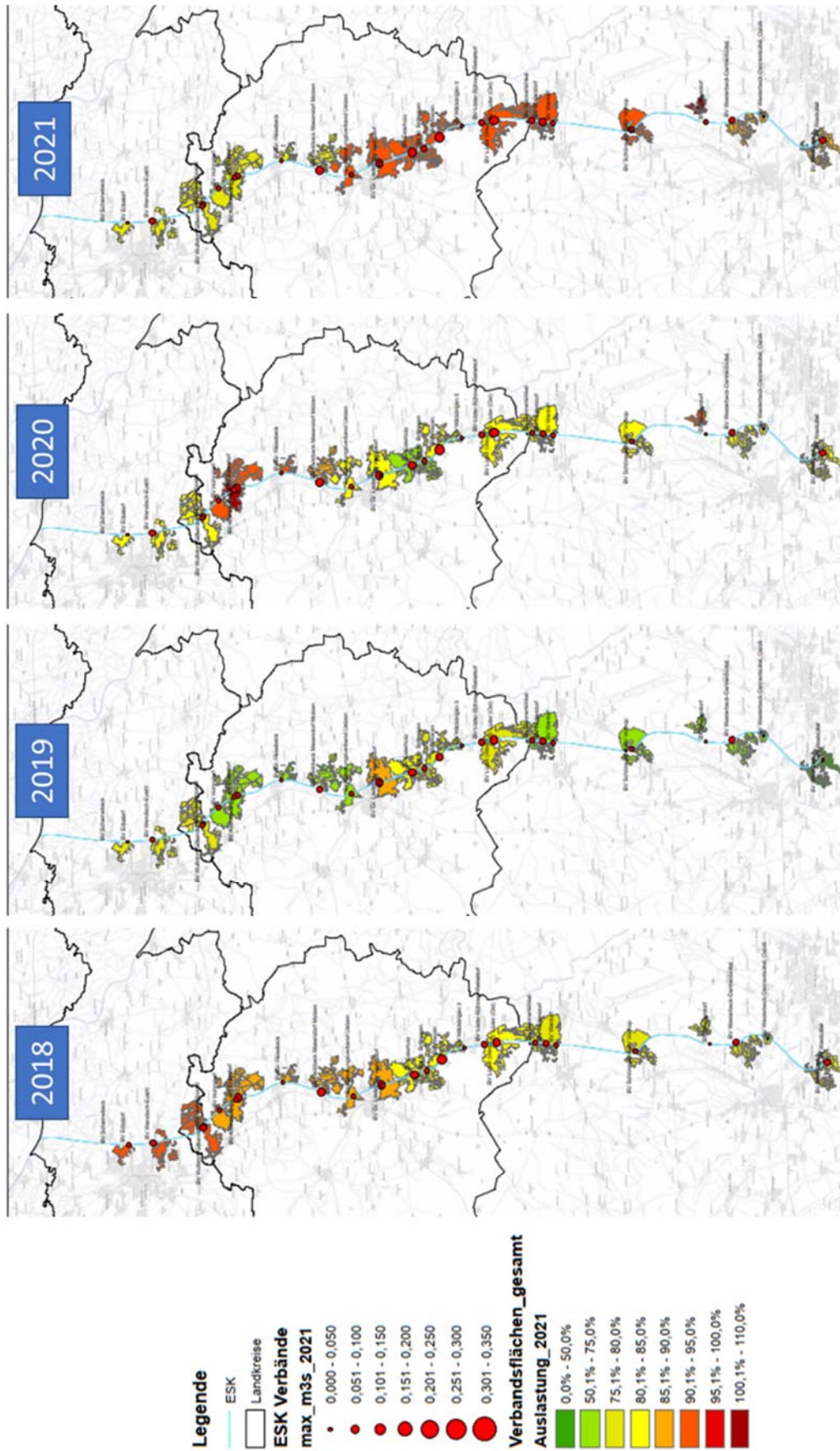


Abbildung 47: Auslastung der Entnahmebauwerke in den Jahren



7.3.3 Erlaubte Entnahmemengen aus dem ESK

Gemäß den Vereinbarungen zur Wasserentnahme zwischen der WSV und dem ESK-Dachverband wird von den für die Beregnung entnommenen Wassermengen, zwischen dem 01.04. und 31.09. pro Jahr, ein prozentualer Anteil abgezogen. Dieser entspricht der über das Grundwasser zufließenden Wassermenge, die vom Wasserwirtschaftsamt Lüneburg (StaWa 1988) ermittelt wurde. Dabei ergeben sich anrechenbare Mengen von 3,204 Mio. m³ für die Mittlere Haltung und 0,579 Mio. m³ für die Scheitelhaltung.

Gegenwärtig gilt seitens der WSV nicht mehr die Beschränkung der Wasserentnahme je Haltung, sondern eine Höchstentnahmemenge von derzeit 5 m³/s auf der gesamten Länge des ESK. Die WSV hat erkannt, dass es für die Schleusensteuerung und die Kanalbewirtschaftung zur Sicherstellung einer ordnungsgemäßen Schifffahrt unerheblich ist, aus welcher Haltung das Beregnungswasser entnommen wird. Es ist jedoch weiterhin wichtig, die insgesamt zugewiesenen Entnahmemengen einzuhalten.

Gemäß BFG-Gutachten von 2016 (BfG, 2016b) könnte die sekundliche Entnahme aus dem ESK auf bis zu 6,25 m³/s ausgedehnt werden, ohne das Nachteile für die Schifffahrt und die Gesamtbewirtschaftung im Kanalsystem von ESK und MLK entstehen. Diese Aussage erfolgte unter der Prämisse, dass an allen Pumpwerken der WSV im betrachteten Kanalsystem die n-1-Regel eingehalten wird, d.h., dass nicht mehr als jeweils eine Pumpe der jeweiligen Pumpwerke ausfällt. Aufgrund erheblicher Probleme in den letzten Jahren hat die WSV einer Erhöhung der sekundlichen Entnahmemenge auf 6,25 m³/s jedoch nicht zugestimmt und legt weiterhin die Einhaltung von maximal 5 m³/s Gesamtentnahme durch die Feldberegnung der Bewirtschaftung des Kanals zugrunde.

Mit der gleichen Argumentation, wie oben, wäre es jedoch unerheblich, wenn kurzzeitig in der Summe von mehreren Entnahmestellen die 5 m³/s überschritten werden. Die Steuerung um die 5 m³/s einzuhalten ist jedoch recht aufwändig und erfolgt mit einem gewissen Puffer. Stattdessen wird angestrebt, anstelle der 5 m³/s-Regel, einen entsprechenden Wert für eine oder mehrere Stunden anzusetzen, so dass sich daraus bereits ein zusätzliches Entnahmepotenzial ergibt. Die Optimierung und Erweiterung der digitalen Datenerfassung und Datenweiterleitung könnte einen weiteren Beitrag leisten die bereits vorhandenen Ressourcen optimaler auszunutzen.



7.3.4 Zuflüsse und Abflüsse, Hydrologische Einflussfaktoren auf den ESK

Niederschlag und Verdunstung

In Tabelle 14 sind die mittleren jährlichen Niederschlags- und Verdunstungshöhen sowie der über die Haltungsoberfläche umgerechnete Volumenstrom der Scheitelhaltung und der Mittleren Haltung des ESK aufgeführt. Der jeweilige Anteil der Niederschlags- und Gewässerverdunstungshöhen an der täglichen Bilanz der Kanalhaltungen kann aufgrund der zwischenjährlichen und innerjährlichen Variation sehr variabel sein (BfG, 2016a). Insgesamt gleichen sich die Verdunstung und Niederschlag im Kanal jedoch aus, so dass Niederschlag und Verdunstung im Rahmen von IWAMAKO vernachlässigt werden.

Tabelle 14: Mittlere jährliche Niederschlags- und Verdunstungshöhe sowie der über die Haltungsoberfläche umgerechnete Volumenstrom der Haltungen im Projektgebiet (Mittelwerte hydrologische Jahre 2001 bis 2015) (BfG, 2022b)

Haltung	Mittlere	Korrigierter		Gewässerverdunstung	
	Wasserfläche	Niederschlag	Niederschlag	[mm]	[m ³ /s]
	[km ²]	[mm]	[m ³ /s]		
Scheitelhaltung	6,81	737	0,16	750	0,16
Mittlere Haltung	2,51	766	0,06	685	0,05

Zuflüsse aus Oberflächenwasser zum ESK

In der Mittleren Haltung und der Scheitelhaltung des ESK gibt es keine natürlichen oberirdischen Zuflüsse, die dem Kanal ganzjährig Wasser zuführen. Zur Einleitung von Hochwasser nach Starkregenereignissen gibt es am Kanal jedoch folgende Einleitungsbauwerke:

Scheitelhaltung

- ESK-km 41,588 Ise-Einlassbauwerk (Ostufer)
- ESK-km 43,083 Gosebach-Einlassbauwerk (Westufer)
- ESK-km 47,430 Goldbahngraben-Einlassbauwerk (Ostufer).

Mittlere Haltung

- Einleitung der Esterau im Unterwasser der Schleuse Uelzen

Für die dem ESK durch Starkregenereignisse zugeführte Oberflächenwässer gibt es keine direkt verwertbaren Volumendaten. Im Rahmen von IWAMAKO wird aus diesem Grund die Oberflächenwasserzuführung vernachlässigt. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass die Zuflüsse bzw. Einleitungen aus



dem Umland in die mit dem ESK verbundenen Kanäle, insbesondere im Winter, einen hohen Einfluss auf die Wasserbilanz des Kanalsystems (MLK/ESM) und damit auch auf die Kanalbewirtschaftung ausüben (BfG, 2022b).

Grundwasserzuflüsse zum ESK

Einzelne Abschnitte der Sohle des ESK liegen bei Normalwasserstand deutlich tiefer als das umgebende Grundwasser. Dort wurde die Sohle abschnittsweise nicht gedichtet, oder die Asphaltabdichtung wurde perforiert. Insgesamt sind ca. 80 % der Gesamtstrecke des ESK (ca. 106 km) komplett gedichtet, ca. 20 % (ca. 22,7 km) sind aus bautechnischen Gründen ungedichtet und ermöglichen somit einen Zufluss des Grundwassers zum Kanal als Kompensation von Wasserverlusten (BfG, 2022b).

Mögliche Zuflussmengen wurden sowohl während der Planungen zum Bau des Kanals als auch zum Zeitpunkt des Dammbrochs 1976/77 durch Messungen ermittelt. Die BfG versuchte, einen sogenannten "Netto-Grundwasserstrom" zu ermitteln, der die Summe aus Grundwasserzuflüssen und -abflüssen darstellt. Allerdings stellte sich heraus, dass eine zuverlässige und ausreichende Datenbasis fehlt, um diese Berechnungen durchzuführen (BfG, 2016a).

Eine Gesamtübersicht der verfügbaren Daten zum Grundwasserzustrom des ESK zeigt Abbildung 48. Daraus kann der jährliche Grundwasserzufluss in den Kanal entnommen werden:

- ESK obere Haltung: 1,3 Mio. m³/a (WWA LG)
- ESK obere Haltung: keine Angabe (BfG)
- ESK Mittlere Haltung: 7,2 Mio. m³/a (WWA LG)
- ESK Mittlere Haltung: 5,3 Mio. m³/a (BfG)

Schleusungswassermengen

Die Schleusungswasserverluste an den Abstiegsbauwerken des ESK und des MLK sind eine entscheidende Größe für die Kanalwasserbilanz in den jeweiligen Stauhaltungen. Aufgrund des geringen oder fehlenden natürlichen Zuflusses müssen die auftretenden Wasserverluste, insbesondere in der Scheitelhaltung, nahezu vollständig durch die Pumpwerke ausgeglichen werden. Die täglichen Schleusungswasserverluste hängen neben der Anzahl der täglichen Schleusungen und Kammerfüllungen von den jeweiligen Schleusenkammergeometrien, den Hubhöhen und der Anzahl der eingesetzten Sparbecken ab. Da sich die Kammergeometrien im Laufe der Zeit nicht ändern und auch die Hubhöhen zwischen den Kanalhaltungen relativ konstant sind (im Gegensatz zu Abstiegsbauwerken an Fließgewässern mit variierenden Wasserständen), können für jeden Schleusenvorgang kammerspezifische mittlere Verlustvolumina angegeben werden. Diese Faktoren beeinflussen direkt die erforderlichen Wassermengen, die durch die Pumpwerke bereitgestellt werden müssen, um den Schiffsverkehr aufrechtzuerhalten und die Wasserbilanz im Kanal zu stabilisieren (BfG, 2016a). Die diesbezüglichen wasserwirtschaftlichen Zusammenhänge zwischen den Stauhaltungen zeigt das Schema in Abbildung 49.

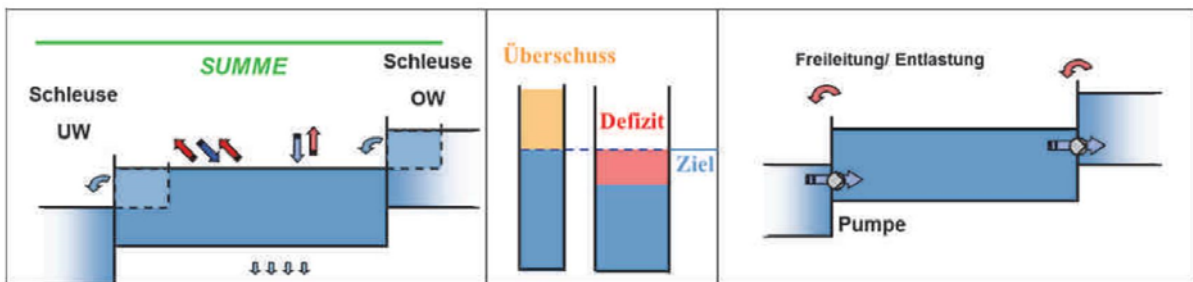


Abbildung 49: Schema der täglichen haltungsspezifischen Bilanzierung (links), Gegenüberstellung mit dem Bewirtschaftungsziel (Mitte) und den resultierenden Bewirtschaftungsmaßnahmen (rechts), exemplarisch dargestellt an einer Kanalstauhaltung mit je einer oberhalb und unterhalb gelegenen Stauhaltung (Abbildung verändert nach einem Entwurf des KIT, 2008, erstellt im Rahmen eines Auftrags der BfG) (BfG, 2016a).

In Tabelle 15 sind für die Schleusenstandorte am ESK und MLK zwischen Minden und Sulfeld die kammer-spezifischen Verlustvolumina, die angesetzten Spaltwasserverluste sowie die im Zeitraum vom 01.11.2000 bis 31.10.2013 beobachtete durchschnittliche Anzahl der täglichen Kammerfüllungen und standortspezifischen mittleren Schleusungswasserverluste aufgelistet.

Tabelle 15: Schleusen am ESK und MLK zwischen Minden und Sülfeld: Schleusenkammerverluste unter Berücksichtigung aller Sparbecken (SB), angesetzte Spaltwasserverluste (SPW), mittlere Anzahl der Kammerfüllungen pro Tag und mittlere Schleusungswasserverluste summarisch je Standort (BfG, 2016a)

Schleuse	Kammer	Verlust je Kammer mit allen SB (m ³)	Spaltwasserverluste (SPW) (m ³ /s)	Mittlere Anzahl Kammerfüllungen pro Tag (-)	Mittleres Schleusungswasser mit SPW (m ³ /s)
Uelzen	I	21 640	0,09	10,6	3,68
	II	17 500	0,00	9,2*	
Sülfeld	Nord	8 300	0,09	11,4	1,74
	Süd	13 760	0,00	11,7**	
Anderten	Ost	9 700	0,09	10,1	2,38
	West	9 700	0,09	9,4	
Minden obere Schleuse	-	5 800	0,00	3,5	0,24
Minden Schachtschleuse	-	4 400	0,00	12,8	0,65

* Anzahl tägliche Kammerfüllungen für Uelzen II ab 05/2007 verfügbar

** Anzahl tägliche Kammerfüllungen für Sülfeld Süd ab 01/2010 verfügbar

Die höchsten durchschnittlichen Schleusungswasserverluste der Scheitelhaltung treten in Uelzen auf, bedingt durch höheren Verlustvolumina der Schleusenkammern, aufgrund der größeren Hubhöhe in Uelzen (23,0 m), im Vergleich zu Anderten (14,7 m) und Sülfeld (9,0 m). Die Unterschiede bei der mittleren Anzahl der täglichen Kammerfüllungen sind zwischen den einzelnen Schleusen hingegen relativ gering. Nach der Schleuse Uelzen weist die Schleuse Anderten die größte Hubhöhe und damit auch die durchschnittlich höchsten Schleusungswasserverluste auf.

Entlastungswassermengen/Pumpmengen

Wie bereits erläutert, hat die Mittlere Haltung und die Scheitelhaltung des ESK keine natürlichen oberirdischen Zuflüsse, die dem Kanal ganzjährig Wasser zuführen. Die Wasserverluste im Kanal müssen aus diesem Grund durch Pumpen ausgeglichen werden. In der Scheitelhaltung des ESK/MLK, an den Standorten Uelzen und Sülfeld, gleicht sich das jeweilige Schleusungs- und Pumpwasser im Durchschnitt weitgehend aus, d.h. die über das Schleusungswasser hinausgehenden Haltungsverluste werden maßgeblich über das Pumpwerk Anderten aus der MLK-Westhaltung bzw. unter Nutzung des Pumpwerks Minden aus der Weser kompensiert. Die Entlastungswassermengen aus der Scheitelhaltung sind aufgrund fehlender Zuflüsse bzw. nur temporär stattfindenden Einleitungen gering.



Im Vergleich zur Scheitelhaltung wird die Mittlere Haltung des ESK weit häufiger entlastet, jedoch mit abnehmender Tendenz. Außerdem sind die mittleren Entlastungsmengen in Lüneburg deutlich höher als die Pumpwassermengen, wie Tabelle 16 zeigt. In Lüneburg erfolgt der Abstieg in die Untere Haltung des ESK nicht über wasserverbrauchende Schleusen, sondern über ein Schiffshebewerk, bei dem quasi keine Verluste auftreten. Die dortige Entlastungsanlage führt Haltungsüberschüsse, die beispielsweise durch Regenwassereinleitungen oder nicht zurückgepumptes Schleusungswasser in Uelzen entstehen, in die Untere Haltung des ESK bzw. die Elbe ab. Das Pumpwerk in Lüneburg ist meist nur temporär und dann vorwiegend in den Sommermonaten aktiv. Es scheint somit hauptsächlich in Trockenperioden, bei einem erhöhten Wasserbedarf für die Feldberegung und höheren Verdunstungsverlusten in der Kanalhaltung, eingesetzt zu werden (BfG, 2016a).

Tabelle 16: Mittlere beobachtete Pump- und Entlastungswassermengen am ESK und MLK zwischen Minden und Sülfeld aus Tageswertzeitreihen im Zeitraum vom 01.11.2000 bis 31.10.2013. Zusätzlich sind die Schleusungswassermengen aus Tabelle 15 aufgeführt (Anzahl von Fehlwerten jeweils kursiv in Klammern) (BfG, 2016a)

Standort	Pumpwasser (m³/s)	Entlastungs- wasser (m³/s)	Schleusungs- wasser (m³/s)
Lüneburg	0,11 (0)	0,57 (0)	-
Uelzen	3,61 (0)	0,04 (0)	3,68 (0)
Sülfeld	1,83 (0)	-	1,74 (0)
Oker-Düker	-	0,02 (1)	-
Anderten	3,15 (0)	0,04 (0)	2,38 (0)
Leine Auslass	-	0,62 (0)	-
Minden	1,90 (0)	1,38 (1)	0,89 (0)

Neben den Daten der BfG wurden im Rahmen von IWAMAKO auch Daten des WSA in Uelzen zu Pump- und Entlastungsdaten von 1994 bis 2021 ausgewertet. Hierbei wurden die Entlastungsmengen aus der der Mittleren Haltung, also die Entlastung am Hebewerk Lüneburg, ausgewertet.

Die untersuchten Entlastungsmengen standen als absolute Monatswerte der einzelnen Jahre zur Verfügung. Daraus wurden die Jahresentlastungsmengen gebildet. Die jährlichen Entlastungsmengen wurden in Bezug auf die Beregnungsperiode (von April bis September) und die Mengen außerhalb der Beregnungsperiode (Oktober bis März) untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 16 dargestellt. Des Weiteren wurden die durchschnittlichen monatlichen Entlastungsmengen berechnet. Diese wurden für die gesamte Zeitreihe und - für eine bessere Einordnung - für die letzten 20 Jahre so wie die letzten 10 Jahre berechnet.



Das Wasserbewirtschaftungsjahr 1994 wurde nicht mitbetrachtet, da die extrem hohen Entlastungsmengen der Mittleren Haltung, im Vergleich mit den Folgejahren, nicht plausibilisiert werden konnten.

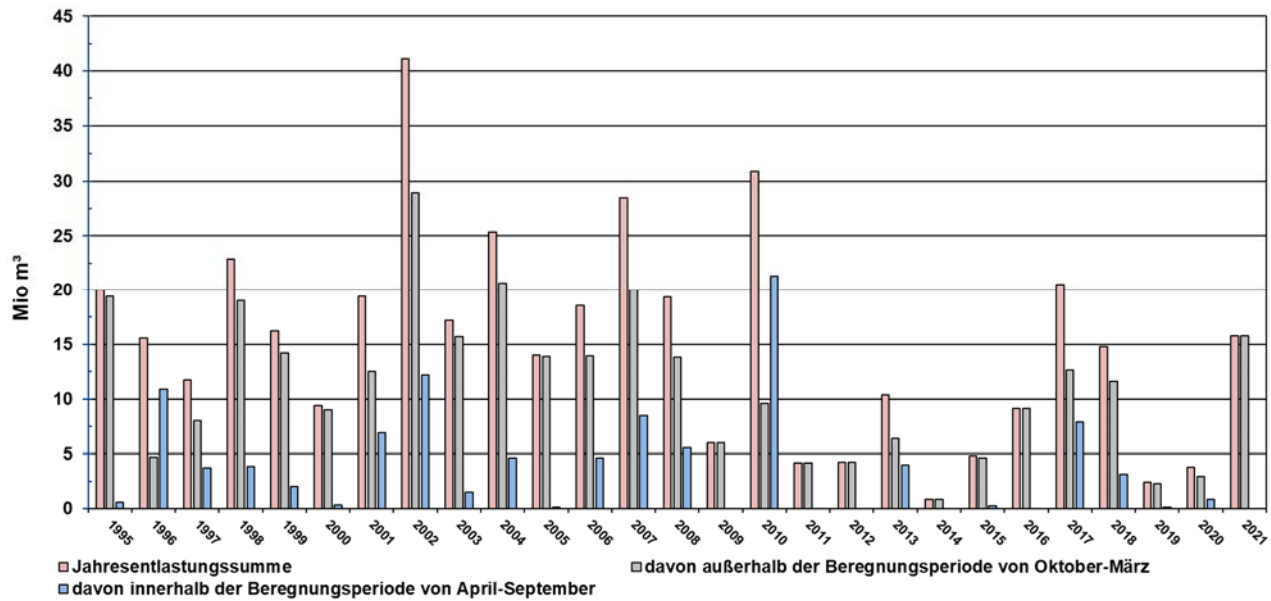


Abbildung 50: Jahresentlastungsmengen aus der Mittleren Haltung von 1995 – 2021 (Gesamt, innerhalb und außerhalb der Beregnungsperiode)

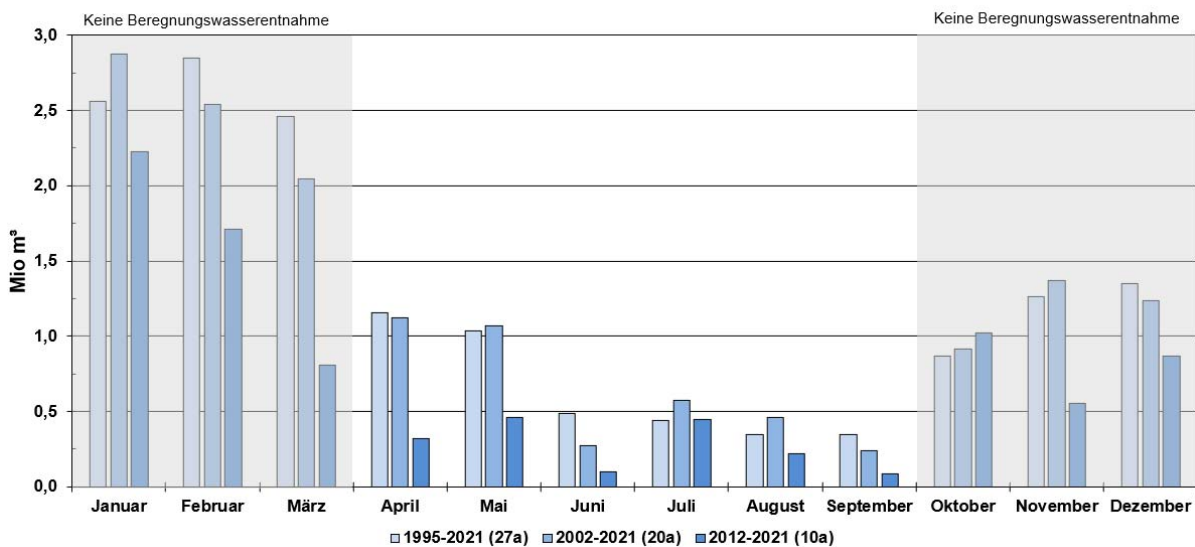


Abbildung 51: Entlastungsmengen der Mittleren Haltung aus gemittelten Monatswerten für den aufgezeichneten Zeitraum (1995-2021), die letzten 20 Jahre (2002-2021) und die letzten 10 Jahre (2012-2021)

Wie in Abbildung 50 zu erkennen ist, unterscheiden sich die Entlastungsmengen von Jahr zu Jahr erheblich. Im Jahre 2002 wurde eine maximale Entlastungsmenge von ca. 41 Mio. m³ festgestellt, und



im Jahre 2014 ergab sich eine bislang minimale Entlastungsmenge von ca. 0,9 Mio. m³. Sowohl in Abbildung 50 als auch in Abbildung 51 ist zu erkennen, dass die Entlastungsmengen besonders in den letzten 10 Jahren zurückgehen. In Tabelle 17 sind die durchschnittlichen, mittleren, jährlichen Entlastungsmengen aufgeführt.

Tabelle 17: Durchschnittliche mittlere jährliche Entlastungsmengen für den aufgezeichneten Zeitraum (1995-2021), die letzten 20 Jahre (2002-2021) und die letzten 10 Jahre (2012-2021)

1995-2021 (27a)	2002-2021 (20a)	2012-2021 (10a)
15,08 Mio. [m ³]	14,60 Mio. [m ³]	8,68 Mio. [m ³]

Die Verteilung innerhalb des Jahres ist ebenfalls sehr heterogen, wie in Tabelle 17 zu sehen ist. Die durchschnittlich höchsten Entlastungsmengen fallen in den Wintermonaten bzw. außerhalb der Beregnungszeiten an. In den letzten 10 Jahren fiel durchschnittlich 83 % des Entlastungswassers außerhalb der Beregnungsperiode an. Allerdings ist auch hier zu beachten, dass sich die tatsächlichen Entlastungsmengen, abhängig von den Jahren, sehr unterscheiden. So ist beispielsweise die Entlastungsmenge für 1996 und 2010 in der Beregnungsperiode deutlich höher als außerhalb.

7.4 Geologie und Hydrogeologie

(Nienstedt / Bruns, CAH; Martens, KV; Bohny / Röttcher, INBW)

7.4.1 Grundwasserkörper im Projektgebiet

In diesem Kapitel werden die Grundwasserkörper, die sich im Projektgebiet befinden, aufgeführt. Die Daten entstammen den Umweltkarten Niedersachsen (Nds. MU, 2022a).

Im Projektgebiet sind nach der EG-Wasserrahmenrichtlinie sieben Grundwasserkörper (GWK) vorhanden (Abbildung 52). Die genauen Positionen der Grundwasserkörper sind der Karte in **Anlage 7.4.1** zu entnehmen, eine Übersicht ist in Tabelle 18 dargestellt. Die Grundwasserkörper Ilmenau Lockergestein links und Ilmenau Lockergestein rechts sind mit einem Flächenanteil von **41,4 % bzw. 44,5 %** die bedeutendsten Grundwasserkörper im Projektgebiet. Gleichzeitig liegen 76,0 % (Ilmenau Lockergestein links) und 85,9 % (Ilmenau Lockergestein rechts) der Flächen beider Grundwasserkörper im Projektgebiet. Somit bildet das Projektgebiet auch flächenmäßig den größten Teil dieser beiden Grundwasserkörper ab.

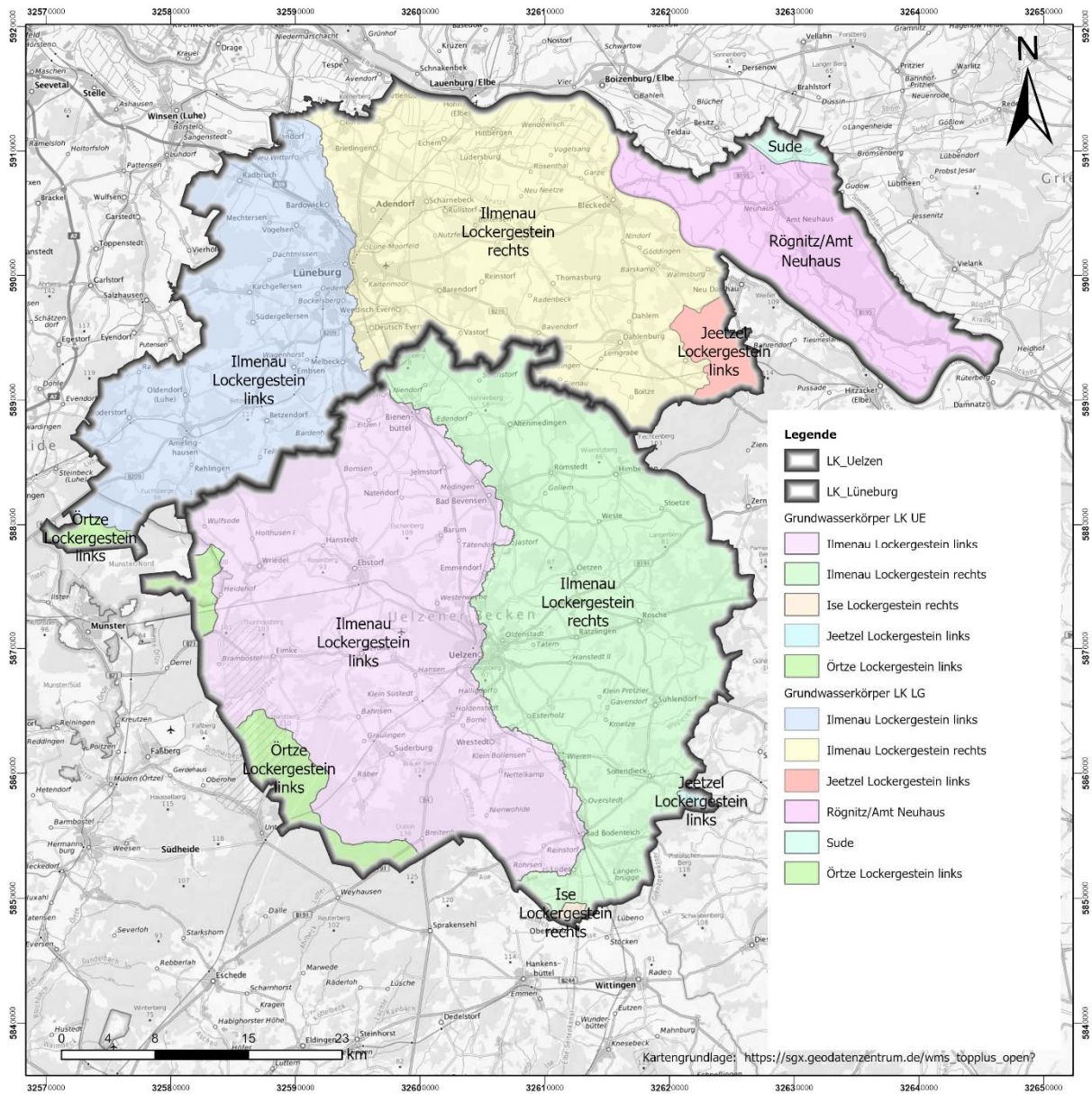


Abbildung 52: Grundwasserkörper im Projektgebiet

Die restlichen Grundwasserkörper sind im Randbereich positioniert und machen nur einen geringen Anteil der Grundwasserkörper von 14 % der gesamten Fläche im Projektgebiet aus (alle unter 10 % Anteil der Fläche des jeweiligen Grundwasserkörpers im Projektgebiet). Eine Ausnahme bildet hierbei der Grundwasserkörper Rognitz/Amt Neuhaus, dessen Anteil der Fläche der Grundwasserkörper im Projektgebiet zwar nur 8,6% ausmacht, der Anteil der Fläche des Projektgebiets am Grundwasserkörper, jedoch 35,0 % der Fläche des gesamten Grundwasserkörpers entspricht.

Alle Grundwasserkörper im Projektgebiet befinden sich mengenmäßig in einem guten Zustand (Nds. MU).



Tabelle 18: Grundwasserkörper im Projektgebiet (LK Lüneburg und Uelzen)

EuropeanCode	GWK Name	Fläche GWK_[km ²]	Anteil der Fläche des GWK im Projektgebiet	Anteil der Fläche des Projektgebiets am GWK
DE_GB_DENI_NI11_2	Ilmenau Lockergestein links	1517,74	41,4%	76,0 %
DE_GB_DENI_NI11_1	Ilmenau Lockergestein rechts	1446,22	44,5%	85,9 %
DE_GB_DENI_4_2103	Ise Lockergestein rechts	221,61	0,2%	2,3 %
DE_GB_DEMV_MEL_SU_3	Sude	797,12	0,6%	1,9 %
DE_GB_DEMV_MEL_SU_4	Rögnitz/Amt Neuhaus	682,09	8,6%	35,0 %
DE_GB_DENI_4_2102	Örtze Lockergestein links	1329,31	3,3%	7,0 %
DE_GB_DENI_NI10_5	Jeetzel Lockergestein links	709,86	1,5%	5,8 %

Die Grenzen der Grundwasserkörper stimmen nicht mit den Landkreisgrenzen bzw. den Grenzen des Projektgebietes überein. In Tabelle 18 sind die Grundwasserkörper aufgeführt, die im Projektgebiet vorkommen. Die Grundwasserkörper Ilmenau Lockergestein links und Ilmenau Lockergestein rechts sind die beiden Grundwasserkörper mit der größten Fläche im Projektgebiet, gefolgt vom Grundwasserkörper Rögnitz/Amt Neuhaus. Der größte Teil der Grundwasserkörper Ilmenau Lockergestein links und Ilmenau Lockergestein rechts liegt im Projektgebiet. Da diese beiden Grundwasserkörper zentral im Projektgebiet liegen, haben Maßnahmen in diesem Gebiet die größten Auswirkungen auf diese Grundwasserkörper. Die anderen Grundwasserkörper befinden sich in den Randbereichen des Projektgebietes und haben einen verhältnismäßig geringen Anteil am Projektgebiet. Es ist davon auszugehen, dass die dortigen Maßnahmen eine geringe Wirkung auf die Wassersituation im Projektgebiet haben. Eine Ausnahme bildet der Grundwasserkörper Rögnitz/Amt Neuhaus, dessen Flächenanteil über 1/3 des GWK ausmacht und somit dort davon auszugehen ist, dass die dort ergriffenen Maßnahmen einen demensprechenden Einfluss haben.

Es wird empfohlen, bei zukünftigen Planungen, Maßnahmen verstärkt mit allen Stakeholdern des Grundwasserkörpers zu planen und umzusetzen, bzw. Konzepte zu entwickeln, die auf die Verbesserung des Grundwasserkörpers, unabhängig von Verwaltungsgrenzen, abzielen. Obwohl die Grenzen der Grundwasserkörper nicht mit den Verwaltungsgrenzen übereinstimmen, werden von den Maßnahmen zur Verbesserung des Grundwasserkörpers alle Stakeholder profitieren. Als Beispiel könnten



Grundwasserbewirtschaftungsgemeinschaften gegründet werden, die über die Verwaltungsgrenzen hinaus auf Basis des Grundwasserkörpergrenzen agieren.

7.4.2 (Hydro-)geologischer Aufbau

Der Landkreis Lüneburg ist in zwei hydrogeologische Räume aufgeteilt. Der nördliche und nordöstlichen Bereich mit dem Amt Neuhaus sind der Elbe-Niederung (Teilraum 01301) zuzuordnen und gehören somit zum Bereich 013 „Niederungen im nord- und mitteldeutschen Lockergestein“. Die Abgrenzung dieses Teilgebietes entspricht im Wesentlichen dem Verlauf der weichselzeitlichen Entwässerungsrinne, dem Urstromtal. Der quartärzeitliche, fluviatil und glazifluviatil entstandene Lockergesteinsaquifer ist ein Porengrundwasserleiter mit hoher Durchlässigkeit und silikatisch, z.T. auch silikatische/organischem Gesteinscharakter.

Der südliche und südwestliche Teil des Landkreises Lüneburg gehört, wie der Landkreis Uelzen, zum Raum 01523 Lüneburger Heide Ost, der wiederum Teilraum 01 der Nord- und Mitteldeutschen Lockergesteinsgebiete bzw. 015 nord- und mitteldeutsches Mittelpleistozän ist (Elbracht et al., 2016).

Zu den Grundwasserkörpern, aus denen in den Landkreise Uelzen und Lüneburg sowie der Stadt Lüneburg hauptsächlich Wasser entnommen wird, zählen „Ilmenau Lockergestein links“, „Ilmenau Lockergestein rechts“, „Jeetzel Lockergestein links“ und der Grundwasserkörper Rognitz/Amt Neuhaus.

Die Grundwasserneubildung in Niedersachsen weist eine starke differenzierte Verteilung auf. In den Geestflächen können, in Abhängigkeit von den Niederschlagsmengen und der Landnutzung, Grundwasserneubildungsraten von 100 bis 300 mm/a, z. T. auch deutlich mehr auftreten. Aufgrund der geringeren Niederschlagsmengen im östlichen Randbereich Niedersachsens nimmt die Grundwasserneubildungsrate von West nach Ost mengenmäßig ab (Klimakompetenznetzwerk Niedersachsen 2019).

In den vorhandenen Tälern und Niederungen findet keine nennenswerte Neubildung von Grundwasser statt. Besonders betroffen ist davon die Elbniederung im Norden des Landkreises Lüneburg und des Amtes Neuhaus, im Osten des Landkreises Lüneburg.

Lüneburger Heide Ost

Der hydrogeologische Aufbau in der Lüneburger Heide ist aufgrund der unterschiedlichen strukturellen Gliederung und den wechselnden Durchlässigkeiten sehr komplex. Überwiegend ist der Aquifer mehrstöckig aufgebaut. Lokal ist er allerdings auch ungegliedert. In dem überwiegend silikatischen, aber stellenweise auch silikatisch/karbonatischen, Lockergestein treten häufig wechselnde Durchlässigkeiten auf.



Auch das Schutzpotenzial der Überdeckung für die tieferen Grundwasserleiter ist lokal sehr unterschiedlich. Zum Großteil sind die Aquifere unter einer durchgehend verbreiteten Moräne aus Geschiebemergel/Geschiebelehm gut geschützt. Durch das sehr inhomogene Moränenmaterial kann die Durchlässigkeit durchaus variieren. Gebiete, die überwiegend auf sandigen Materialien aufgebaut sind, sind aufgrund dessen größerer Durchlässigkeit weniger gut geschützt (Elbracht et al., 2016).

Die Grundwasserneubildung beträgt im Mittel 260 mm/a, erreicht aber örtlich aufgrund hoher Niederschlagsmengen über sandigen Böden bei geringem Oberflächenabfluss bis über 450 mm/a. Der Grundwasserspiegel ist teils frei, teils gespannt, in den Niederungen auch artesisch.

Das Grundwasser in der Lüneburger Heide zeichnet sich, besonders in den mittleren und tieferen Stockwerken, durch einen geringen Gesamtlösungsinhalt aus und ist damit als Trinkwasser besonders gut geeignet. Nur im Ablaungsbereich von Salzstöcken und teilweise im untersten Bereich der quartären Rinnen sind die Wässer versalzt. Da auch die Entnahmebedingungen sehr günstig sind, hat die Lüneburger Heide eine hohe wasserwirtschaftliche Bedeutung und wird intensiv für die öffentliche Trinkwasserversorgung, z. T. auch für industrielle Zwecke genutzt (Elbracht et al., 2016). Das Gebiet der Elbe-Niederung entspricht im Wesentlichen dem Verlauf der weichselzeitlichen Entwässerungsrinne, dem Urstromtal. Im Norden geht es in das Gebiet der marin beeinflussten Elbmarsch über, nach Süden wird es, auch morphologisch, durch die Gletscherablagerungen der Lüneburger Heide begrenzt.

Elbe-Niederung

In der weiten Flussniederung dieses Teilraums ist vorwiegend folgende Schichtenabfolge anzutreffen: Holozäne Ablagerungen bedecken großflächig die Geländeoberfläche, sehr hoch durchlässige Flugsande und Dünen erreichen meist weniger als 2 m, die Dünen entlang der Elbe dagegen bis zu 10 m Mächtigkeit. Mit Ausnahme des Elbtalrandes spielen die Moorgebiete flächenmäßig nur eine untergeordnete Rolle. Lokal überlagert gering durchlässiger Auenlehm den Grundwasserleiter. Weichselzeitliche, sandig-kiesige Flussablagerungen, die maximal 20 m Mächtigkeit erreichen, bilden den oberen Bereich der grundwasserführenden Schichten. Ebenfalls hoch durchlässig sind die unterlagernden sandig-kiesigen saalezeitlichen Fluss- und Schmelzwasserablagerungen (ca. 20 m mächtig). Im Liegenden befinden sich überwiegend schluffige, gering durchlässige, selten auch kiesige, glaukonitreiche Sande der Elster-Kaltzeit. An der Basis dieser bis zu 50 m mächtigen Sande tritt Geschiebemergel auf. Dem Miozän gehören die mäßig durchlässigen Oberen Braunkohlensande an; dabei handelt es sich um ca. 50 m mächtige schluffige Sande. Die gering durchlässigen Ablagerungen des Hamburger-Ton-Komplexes trennen sie von den generell hoch durchlässigen Sanden der Unteren Braunkohlensande, die ein weiteres ergiebiges Grundwasserstockwerk bilden.

Lokal verlaufen im Untergrund elsterzeitliche Schmelzwasserrinnen, deren Füllung vorwiegend aus hoch durchlässigen Sanden besteht. Da die Rinnen miozäne Tone durchschneiden, entsteht über die



Rinnen hydraulischer Kontakt zwischen den angrenzenden Grundwasserstockwerken. Auch die Rinnensande sind durch den eingelagerten elsterzeitlichen Lauenburger-Ton-Komplex, ein Staubeckensediment, örtlich in mehrere Stockwerke untergliedert. Die Basis des untersten Aquifers, d. h. der Unteren Braunkohlensande, wird durch die schluffigen Berendorf-Schichten gebildet. Wo örtlich quarzzeitlicher Rinnensand den tieferen Aquifer bildet, kann auch der Vierlande-Ton das Liegende sein. Das Grundwasser in den Aquiferen ist je nach der hydrogeologischen Situation teils frei, teils gespannt, siehe GeoBerichte 3 (Elbracht et al., 2016). Die freie Grundwasseroberfläche des obersten Aquifers ist auf den Hauptvorfluter Elbe eingestellt. Die Beschaffenheit des Grundwassers ist generell ohne Auffälligkeiten, jedoch bedingen Moore und anmoorige Flächen erhöhte Gehalte an organischer Substanz. Der geringe Flurabstand bewirkt eine hohe Verschmutzungsempfindlichkeit des oberen Grundwasserleiters. Bei Entnahme aus einem unteren Stockwerk ist das Grundwasser durch die überlagernden gering durchlässigen Zwischenschichten gut geschützt. Große Fassungsanlagen öffentlicher und industrieller Wasserversorgungen fehlen im Teilraumgebiet. Das einzige Wasserwerk im Gebiet fördert Grundwasser aus den Unteren Braunkohlensanden (Elbracht et al., 2016).

Die hydrogeologische Situation im Untersuchungsgebiet wird durch mächtige Lockergesteinsablagerungen des Tertiärs und Quartärs in Verbindung mit einer komplexen Stockwerksgliederung bestimmt. Zur dreidimensionalen Abbildung des Untergrundes wurde ein hydrogeologisches Strukturmodell (HSM), basierend auf der hydrostratigraphischen Gliederung Nordost-Niedersachsens (Reutter, 2011), erstellt. Dieses dient als Grundlage für das Grundwasserströmungsmodell.

Die tertiäre Schichtenfolge ist von einem Netzwerk tiefer subglazialer Rinnen durchzogen, die mit heterogenen Abfolgen, v.a. Schmelzwassersande, Till und Beckenablagerungen des Quartärs verfüllt sind. Darüber folgen die Schmelzwassersande des Haupt-Drenthe-Stadiums, die für die landwirtschaftliche Beregnung den Hauptförderhorizont darstellen (L3 / 4.1; AQ3). Grundwasserleiter (AQ) und geringdurchlässige grundwasserhemmende Schichten (AT) liegen in Wechselfolgen vor, die im Folgenden näher beschrieben werden und in Tabelle 19 aufgelistet werden:



Tabelle 19: Hydrostratigraphische Einteilung des Untersuchungsgebietes (CAH, Nienstedt/Bruns 2022)

	Nomenklatur des LBEG "Hydrostrat. Gliederung Niedersachsens" (nach Reutter, 2011, verändert)			Hydrogeologisches Modell
	Hydrostratigraphische Einheiten	kf-Wert [m/s]	Stratigrafie	Bezeichnung der Schichteinheiten
Quartär	L1 / 1.1 - 1.3	>1E-5 - 1E-3	Quartär / Holozän und Pleistozän / Weichsel-Kaltzeit bis Eem-Warmzeit	AQ1
	H2 / 3	>1E-7 - 1E-5	Warthe-Grundmoräne, Beckenablagerungen	AT1
	(L2 / 2.1 - 2.2) / L3	>1E-3 - 1E-2	Schmelzwasserablagerungen, Flussschotter (Mittelterrassen-Ablagerungen), marine Sande der Holstein-Warmzeit	AQ2
	H3 / 3.1 - 3.2	>1E-7 - 1E-5	Drenthe-Grundmoränen, Beckenablagerungen	AT2
	L3 / 4.1	>1E-4 - 1E-3	Schmelzwasserablagerungen, Flussschotter (Mittelterrassen-Ablagerungen), marine Sande der Holstein-Warmzeit / Schmelzwasserablagerungen, Beckenablagerungen, Sandfazies der Lauenburger Schichten	AQ3
	H4 / 4.1 - 4.2	>1E-9 - 1E-5	Holstein-Beckenschluff, marine Schluffe und Tone, Kieselgur, Torf, tonige Fazies der Lauenburger Schichten	AT3
Tertiär	L4 / 4.1 L4.2 / HL 4.2	>1E-5 - 1E-3	grobkörnige Schmelzwasserablagerungen, z. B. in tiefen Rinnen, Flussschotter (Oberterrassen-Ablagerungen)	AQ4
	H5 (+L4.3)	<1E-5	Oberer Glimmerton, Braunkohlenschluffe, Braunkohlenflöze / Kaolinsande, Glimmerfeinsand, fluviatile Ablagerungen (im Bergland)	AT4
	L5	>1E-4 - 1E-3	Obere Braunkohlensande, marine Sande der Oxlund-Schichten, sandige Fazies der Hamburg-Formation und des oberen Glimmertons	AQ5
	H6	>1E-7 - 1E-5	tonige Fazies der Hamburg-Formation, Braunkohlenflöze	AT5
	L6	>1E-4 - 1E-3	Untere Braunkohlensande, Glimmersande, marine Sande (Behrendorf-Schichten), sandige Fazies der Vierlande-Schichten	AQ6
	H7	<1E-5	Unterer Glimmerton (Behrendorf- und Vierlande-Schichten)	(AT6)



Geländehöhen

Das verwendete Digitale Geländemodell (DGM 50) beschreibt die Geländehöhen und bildet die obere horizontale Modellgrenze. In den Niederungen von Elbe und Jeetzel im Norden und Osten treten Geländehöhen von 0 bis 20 m NHN auf. Im Zentrum des Untersuchungsgebiets liegt das Uelzener Becken mit Geländehöhen von 30 bis 80 m NHN, welches sich über das Tal der Ilmenau in Richtung Norden öffnet. Das Uelzener Becken ist dreiseitig von Höhenzügen umgeben, die eine Geländehöhe von 110 bis 140 m NHN erreichen: Die Göhrde und der Hohe Drawehn im Osten, der Lüß und die Wierener Berge im Süden sowie dem Süsing im Westen. Die Höhenzüge wiederum sind umgeben vom Quellgebiet der Örtze im Südwesten (50 bis 80 m NHN), dem Tal der Luhe im Westen (20 bis 60 m NHN) sowie dem Tal und Quellgebiet der Neetze im Nordosten (10 bis 50 m NHN).

Grundwasserleiter AQ1 (Quartär)

Beim AQ1 handelt es sich um lokal begrenzte Grundwasserleiter in holozänen, weichselzeitlichen, in den Hochlagen auch saalezeitlichen Sanden. Als oberflächennahe Schicht mit einer üblichen Mächtigkeiten von 0 bis 10 m sind weite Bereiche des AQ1 nicht, oder nur teilweise wassererfüllt. Bei vorhandenem Hemmer (AT1) können schwebende Grundwasserstockwerke vorkommen. Größere Mächtigkeiten (20 bis 50 m) kommen nur in den Hochlagen vor.

Grundwasserhemmer AT1 (Quartär)

Der oberflächennahe Grundwasserhemmer (AT1) kommt nur sehr lückenhaft vor. Die größte durchgehende Verbreitung bildet der bis zu 10 m mächtige Klei in der Elbmarsch. Bei den weiteren Vorkommen handelt es sich um an der Oberfläche anstehenden, teilweise aufgeschuppten Geschiebelehm mit Mächtigkeiten von 10 bis 50 m, oder lokal begrenzten Vorkommen von Feinsedimenten mit bis zu 10 m Mächtigkeit.

Grundwasserleiter AQ2 (Quartär)

Grundwasserleiter AQ2 ist der erste nahezu durchgängig verbreitete, zumeist ungespannte Grundwasserleiter. Die Schichtmächtigkeit beträgt typischerweise 5 bis 20 m, in den Hochlagen bis zu 50 m. Er besteht überwiegend aus Sanden des jüngeren Drenthe- oder des Warthe-Stadiums der Saale-Kaltzeit, in den Niederungen von Elbe und Jeetzel sowie einigen Flusstälern aus weichselzeitlichen Sanden.

Grundwasserhemmer AT2 (Quartär)

Der AT2 ist ein weiträumig verbreiteter Hemmer mit typischen Mächtigkeiten von 5 bis 20 m, lokal sogar bis zu 50 m. Die Schicht repräsentiert den Geschiebelehm der Drenthe-Grundmoräne. Wenn auch flächig verbreitet, sind durch Bohrungen vielerorts Fensterstrukturen bekannt, die hydraulische Wegsamkeiten zwischen AQ2 und AQ3 schaffen.



Grundwasserleiter AQ3 (Quartär)

Der AQ3 ist ein weiträumig verbreiteter Grundwasserleiter mit typischen Mächtigkeiten von 20 bis 50 m, lokal sogar bis zu 100 m. Er ist zumeist gespannt, in den Flusstälern teilweise auch artesisch. Er besteht aus Schmelzwassersanden des Drenthe-Stadiums oder der späten Elster-Kaltzeit. Für die Feldberechnung stellt der AQ3 den Hauptentnahmehorizont dar.

Grundwasserhemmer AT3 (Quartär)

Der AT3 ist ein tiefliegender Hemmer mit einer großräumigen, aber ungleichmäßigen Verbreitung im Modellgebiet, die große Fensterstrukturen enthält. Er kommt in sehr unterschiedlichen Mächtigkeiten vor, da in dieser Schicht genetisch unterschiedliche Einheiten zusammengefasst werden, die in derselben Tiefenlage vorkommen. Er besteht über große Strecken aus Geschiebemergel (Elster-Grundmoräne), oder aus Beckenschluff der Holstein-Warmzeit mit typischen Mächtigkeiten von 10 bis 20 m, am südlichen Modellrand (Lüß) sogar bis zu 50 m. Insbesondere in den elsterzeitlichen Rinnen kommt der AT3 in Form der tonigen Fazies der Lauenburger Schichten mit sehr großen Mächtigkeiten von über 50 m vor.

Grundwasserleiter AQ 4 (Quartär)

Der AQ4 ist der tiefste quartäre Grundwasserleiter. Seine Basis entspricht der Quartärbasis (Übergang Quartär/Tertiär) und ist gezeichnet von den tiefen Erosionsrinnen der Elster-Kaltzeit, in denen Schichtmächtigkeiten von über 200 m erreicht werden. Die Rinnenfüllungen bestehen aus den Sanden und Kiesen der Elster-Kaltzeit, denen geringmächtige Schlufflagen in verschiedenen Tiefen zwischengelagert sind. Aufgrund der großen Mächtigkeiten und den zwischengelagerten Feinsedimenten kann innerhalb der Rinnen ein vertikaler Druckabbau stattfinden. An den Rinnenflanken besteht meist ein hydraulischer Kontakt zu den umgebenen tertiären Grundwasserleitern (AQ5 und AQ6).

Grundwasserhemmer AT 4 (Tertiär)

Unterhalb des AQ4 ist der AT4 nur lokal im Bereich des Stadtgebiet Lüneburgs verbreitet. Innerhalb seines Verbreitungsbereichs erreicht er Mächtigkeiten von ca. 122 m. Im Untersuchungsgebiets repräsentiert der AT4 den Oberen Glimmerton.

Grundwasserleiter AQ 5 (Tertiär)

Der AQ5 ist der jüngste tertiäre Grundwasserleiter im Modellgebiet. Er besteht aus den Oberen Braunkohlensanden, einer meist braunkohleführenden Sandschicht mit deutlicher Variation in der Korngröße (schluffiger Feinsand bis Grobsand) sowie lokal vorkommenden kleineren Braunkohleflözen. Der AQ5 ist über weite Strecken erodiert und kommt nur in sogenannten Plattenbereichen vor, Gebieten in denen es keine quartären Rinnen gibt, die bis tief in die darunterliegenden Schichten einschneiden.



Die Schicht verläuft söhlig bis leicht gefaltet und erreicht Mächtigkeiten von bis zu 160 m. Es besteht meist ein hydraulischer Kontakt zu benachbarten quartären Rinnen (AQ4).

Grundwasserhemmer AT5 (Tertiär)

Der AT5 ist ein tiefliegender Grundwasserhemmer, bestehend aus einer Tonschicht der Hamburg-Formation. Die Verbreitung beschränkt sich auf die Plattenbereiche und ist auch dort sehr lückenhaft. Die Mächtigkeit beträgt bis zu 25 m und liegt im Mittel bei etwa 5 m (bezogen auf die Bereiche, in denen der AT5 vorkommt). Die Schicht verläuft söhlig bis leicht gefaltet und fällt leicht in Richtung Nordwesten ein, dadurch ist der AT5 im Südosten häufiger vollständig erodiert.

Grundwasserleiter AQ6 (Tertiär)

Der AQ6 ist der tiefste betrachtete Grundwasserleiter im Strukturmodell, seine Basis entspricht der Modellbasis und damit dem Übergang zum Unteren Glimmerton (AT6), einer mächtigen, durchgehend verbreiteten grundwasserhemmenden Schicht (Ton und Schluff).

Der AQ6 besteht aus tertiären, meist braunkohleführenden Sanden (Unteren Braunkohlensande), die sich petrographisch den Oberen Braunkohlensanden (AQ5) ähneln. Die Schicht verläuft söhlig bis leicht gefaltet mit Mächtigkeiten von bis zu 160 m, im Mittel rund 66 m.

Die quartären Rinnen schneiden teilweise bis in den unteren Glimmerton ein, sodass entlang der tiefen Rinnen auch die unteren Braunkohlensande erodiert wurden. In diesen Gebieten liegt die Modellbasis entsprechend tiefer.

Salzstock Lüneburg

Der Lüneburger Salzstock ist die einzige Salzstruktur im Modellgebiet, die bis in die betrachteten Schichten hineinragt. Die Verbreitung beschränkt sich auf das Stadtgebiet von Lüneburg, dort ist er über Bohrungen und geologische Karten gut beschrieben. Aufgrund des layerbasierten Ansatzes für die numerische Grundwassermodellierung kann jeder Gitterpunkt (x,y) eines Rasters nur einen Höhenwert (z) erhalten. Damit sind überkippte oder pilzartige Strukturen des Salzstocks nicht abbildbar. Der Lüneburger Salzstock wurde daher vereinfacht mit nahezu senkrechten Flanken angenommen und mithilfe der Bohrdaten und geologischen Karten modelliert. Modelltechnisch wird er dem Nichtleiter AT6 zugeordnet, d.h., er befindet sich unterhalb der Modellbasis, welche sich in diesem Bereich bis an die Oberfläche erhebt.

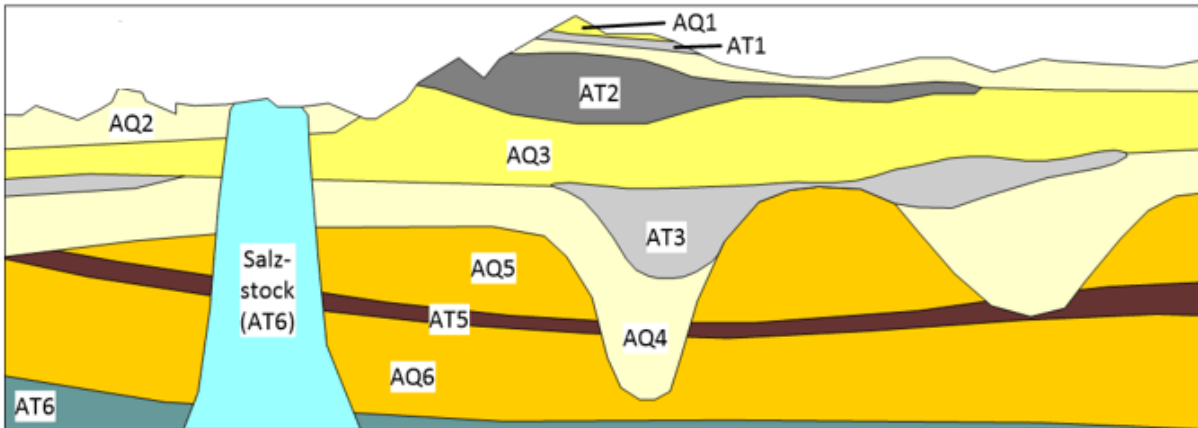


Abbildung 53: Schematischer Profilschnitt im Bereich des Lüneburger Salzstocks (CAH, Nienstedt 2022)

Der Salzstock bildet hinsichtlich der Grundwasserbewegung insbesondere in den Braunkohlesanden ein lokales Fließhindernis, dass vom Grundwasser umströmt wird.

Eiszeitliche Rinnen

Das quartäre Schichtpaket ist besonders durch die eiszeitlichen Rinnen geprägt. Dadurch entstehen große Mächtigkeitsunterschiede zwischen Platten- und Rinnenbereichen (0 m bis 500 m). Die mittlere Quartärmächtigkeit beträgt 105 m. In Abbildung 54 ist der Rinnenverlauf (Quartärmächtigkeit >> 100 m) gut zu erkennen.

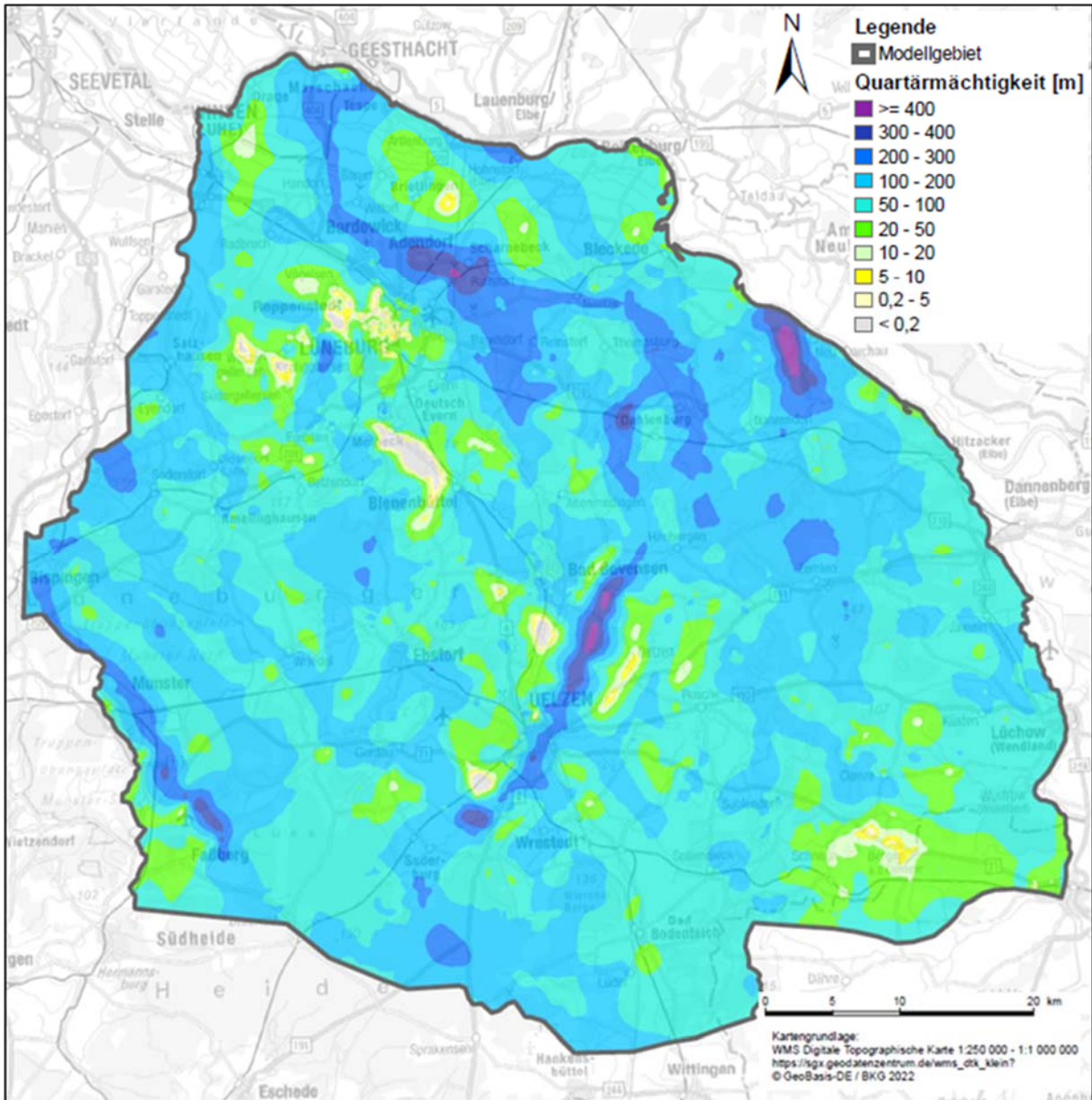


Abbildung 54: Quartärmächtigkeit und Rinnenverläufe (CAH, Nienstedt 2023)

Gesamtmächtigkeit der berücksichtigten Schichtenfolge

Die Gesamtmächtigkeit der berücksichtigten Schichtenfolge beträgt im Mittel rund 175 m. Im Bereich der tiefen quartären Rinnen erreicht sie bis zu 500 m (Abbildung 55). Abseits der tiefen Rinnen wird die Gesamtmächtigkeit stark von der Geländehöhe geprägt, so beträgt die Gesamtmächtigkeit in der Elbmarsch teilweise unter 100 m, während in den Hochlagen (Hoher Drawehn) über 250 m erreicht werden.

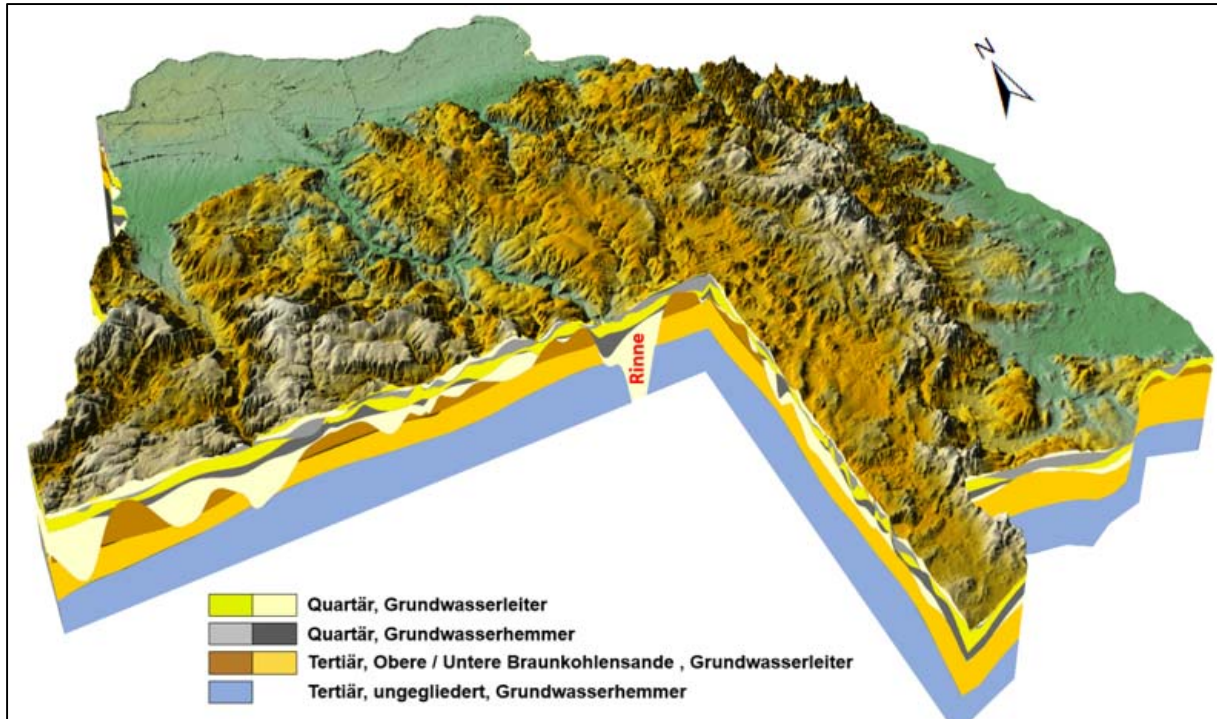


Abbildung 55: Blockbild des hydrogeologischen Strukturmodells(CAH, Nienstedt/Bruns 2020)

7.4.3 Grundwasserfließrichtungen

Im März 2018 wurde eine Grundwasser-Stichtagsmessung an 423 Standorten (Beregnungsbrunnen, Grundwassermessstellen) durchgeführt. Aus den Messwerten wurde anschließend ein Grundwassergleichenplan für den Hauptförderhorizont der Grundwasserentnahmen zur Feldberegnung (AQ3) konstruiert (Abbildung 56). Der Füllstand des Grundwasserspeichers zum Stichtag kann auf einem mittleren Niveau angenommen werden, dies belegen langjährige Messreihen der Standrohrspiegelhöhen an verschiedenen Grundwassermessstellen des NLWKN im Untersuchungsgebiet (vgl. Kap. 7.6).

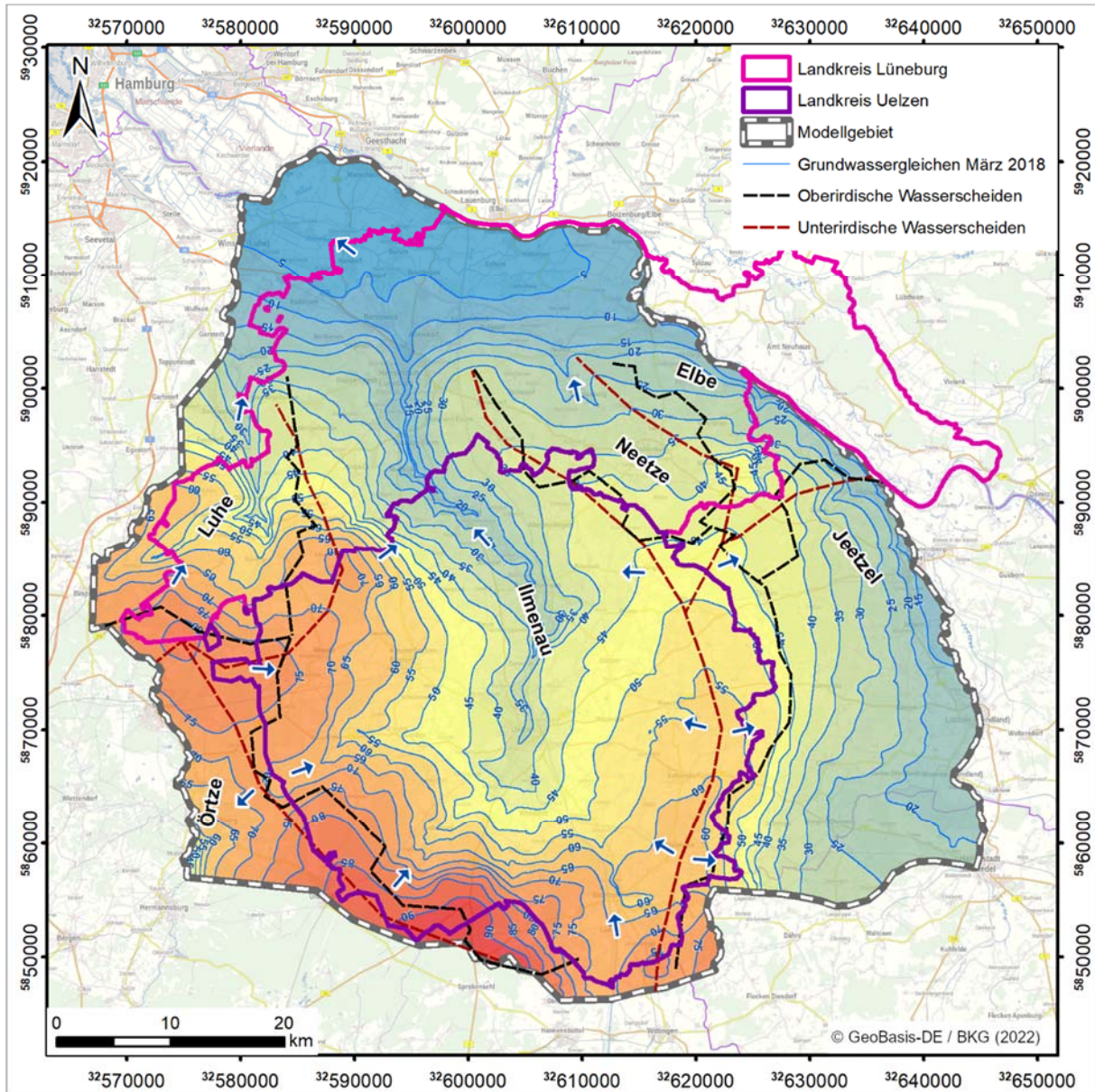


Abbildung 56: Grundwassergleichenplan im Hauptförderhorizont AQ3 (Stichtagsmessung März 2018)

Die überregionale Grundwasserfließrichtung zeigt nach Norden in Richtung Elbe (Abbildung 56). Im Landkreis Uelzen ist die Grundwasserströmung in Richtung der Ilmenau ausgerichtet, welche dort die Hauptvorflut darstellt. Es existieren Grundwasserscheiden zu den benachbarten Vorflutern Luhe (Westen) und Jeetze (Osten).

Für die Untersuchungen mit dem numerischen Grundwassermodell im Rahmen des Projekts IWA-MAKO wird der oberflächennahe Grundwasserleiter AQ2 herangezogen. Überregional betrachtet unterscheiden sich die Fließrichtungen im AQ2 kaum von denen der Darstellung in Abbildung 56. Unterschiede können sich kleinräumig in Bereichen ergeben, in denen die Oberflächengewässer einen hydraulischen Kontakt zum Grundwasser aufweisen, sofern dieser Kontakt im AQ3 durch einen hangenden



Grundwasserhemmer vermindert oder unterbrochen wird. Diese kleinräumigen Unterschiede und Effekte fließen in die Modellberechnungen ein und werden entsprechend berücksichtigt.

7.5 Klima

(Nienstedt / Bruns, CAH; Martens, KV)

Deutschland gehört zu der warmgemäßigten Klimazone der mittleren Breiten und liegt im Übergangsbereich zwischen dem maritimen Klima Westeuropas und dem kontinentalen Klima in Osteuropa. Geprägt wird das Klima in Mitteleuropa durch den Einfluss feuchter, gemäßigt temperierter atlantischer Luftmassen und trockener, im Sommer heißer, im Winter kalter kontinentaler Luft. Welche der genannten Luftmassen dominiert ist abhängig von der großräumigen Zirkulation. Aus diesem Grund können die jeweiligen Jahreszeiten in einzelnen Jahren unterschiedlich ausfallen. Diese Variabilität des Klimas ist auch in Niedersachsen spürbar. Allerdings stellt hier der dominierende Einfluss die Nähe zum Meer dar. Aufgrund der Wärmekapazität des Meeres treten in Niedersachsen relativ milde Winter und mäßig warme Sommer auf. Im Folgenden werden die Veränderungen des Klimas in Niedersachsen mit einem besonderen Fokus auf Nordost Niedersachsen betrachtet.

Die durchschnittliche Temperatur ist seit 1881 bis 2017 um 1,5 °C angestiegen. Im Westen Niedersachsens war dieser Anstieg stärker ausgeprägt als im Osten des Bundeslandes.

Seit 1881 konnte ein Zuwachs der jährlichen Niederschlagssummen bis 2017 um 15 % in Niedersachsen verzeichnet werden. Besonders in den Jahreszeiten Winter, Herbst und Frühjahr sind diese Anstiege spürbar. Im Sommer hingegen stiegen die jährlichen Niederschlagssummen nur leicht an. Trotzdem stellt der Sommer nach wie vor die niederschlagsreichste Jahreszeit dar, wobei die Monate Juli und August die höchsten Niederschlagssummen aufweisen. Seit 1951 ist ein leichter Anstieg der Starkniederschlagsereignisse ermittelt worden.

Die geringste Anzahl der Sonnenstunden Niedersachsens tritt in der in Lüneburger Heide auf. In den Jahreszeiten Frühjahr, Herbst und Winter steigen die mittleren Sonnenstunden pro Jahr an. Auch die Globalstrahlung ist in der Lüneburger Heide geringer als in den übrigen Regionen in Niedersachsen.

In den Jahren 1971 bis 2000 traten in der Lüneburger Heide besonders hohe Verdunstungswerte und ein hohes Wasserbilanzdefizit über das dreißigjährige Mittel auf.

Die räumliche Niederschlagsverteilung unterliegt einem regionalen Trend. Im Westen treten höhere Niederschläge auf, als im Osten. Die östlichen Gebiete sind kontinentaler geprägt als die westlichen Gebiete.



7.5.1 Klimawandel, regionale Klimawandelaspekte

Für die nachfolgend dargestellten Szenarien und Berechnungen wird das „kein Klimaschutz-Szenario“ RCP 8.5 (Repräsentativer Konzentrationspfad) angenommen. Dabei bedeutet die Zahl 8.5, dass die klimatische Erwärmung bis zum Jahr 2100 durch eine Zunahme des Strahlungsantriebs um $8,5 \text{ W/m}^2$ erfolgt.

Aufgrund der zukünftigen klimatischen Veränderungen wird erwartet, dass sich die Vegetationsphase der Pflanzen verlängert. Grund dafür ist der im Jahr früher einsetzende Anstieg der mittleren Temperatur. Die Vegetationszeit beginnt derzeit bereits ca. 14 Tage früher als noch in den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts. Allerdings ist dadurch das Risiko von Schäden durch auftretende Spätfröste erhöht (Borsche et al., 2018).

7.5.2 Temperatur

Der Trend der Erwärmung setzt sich zukünftig fort. Insgesamt nimmt die Anzahl der Frosttage ab. Die Anzahl der Sommertage hingegen nimmt zu. Damit verringert sich die Wahrscheinlichkeit für längere Frostperioden im Winter. Gleichzeitig nehmen Hitzewellen und ausgedehntere Trockenperioden zu. Die saisonalen Schwankungen der durchschnittlichen Temperaturen reichen von $0,8^\circ\text{C}$ im Januar und Februar bis $18,0^\circ\text{C}$ im Juli bei einer Jahresdurchschnittstemperatur von $9,0^\circ\text{C}$ für den Bereich des Landkreises Uelzen. Für Lüneburg beträgt die durchschnittliche Jahrestemperatur $9,4^\circ\text{C}$. Die saisonalen Schwankungen liegen zwischen $1,2^\circ\text{C}$ im Januar und $18,3^\circ\text{C}$ im Juli (Nienstedt et al., 2022). Im Klimareport Niedersachsen (Borsche et al., 2018) wird für die Region und unter der Klimaprojektion RCP8.5 für den Zeitraum 2021 bis 2050 von einem Temperaturanstieg, bezogen auf das Jahr, um $1,4^\circ\text{C}$ zum Bezugszeitraum 1971 bis 2000 ausgegangen (Borsche et al., 2018). Für den Zeitraum 2071 bis 2100 wird ein Anstieg von $3,5^\circ\text{C}$ prognostiziert (Nienstedt et al., 2022).

7.5.3 Niederschlag/Verdunstung

Zukünftig ist mit einer weiteren Verschiebung der Niederschläge von den Sommermonaten in die Wintermonate zu rechnen. Des Weiteren werden die Starkniederschlagsereignisse in ihrer Häufigkeit und Intensität zunehmen.

Die durchschnittliche Niederschlagshöhe an der Niederschlagsstation Uelzen beträgt 640 mm/a . Generell ergibt sich für die Monate Februar bis April ein unterdurchschnittlicher Wert, für die Monate Mai bis August ein überdurchschnittlicher Wert sowie für die übrigen Monate September bis Januar ein durchschnittlicher Wert. Die durchschnittliche Niederschlagshöhe der gemeinsamen Betrachtung der Stationen Lüneburg und Wendisch Evern beträgt 672 mm/a und verteilt sich im Jahresverlauf sehr



ähnlich zum Jahresverlauf der Station Uelzen.

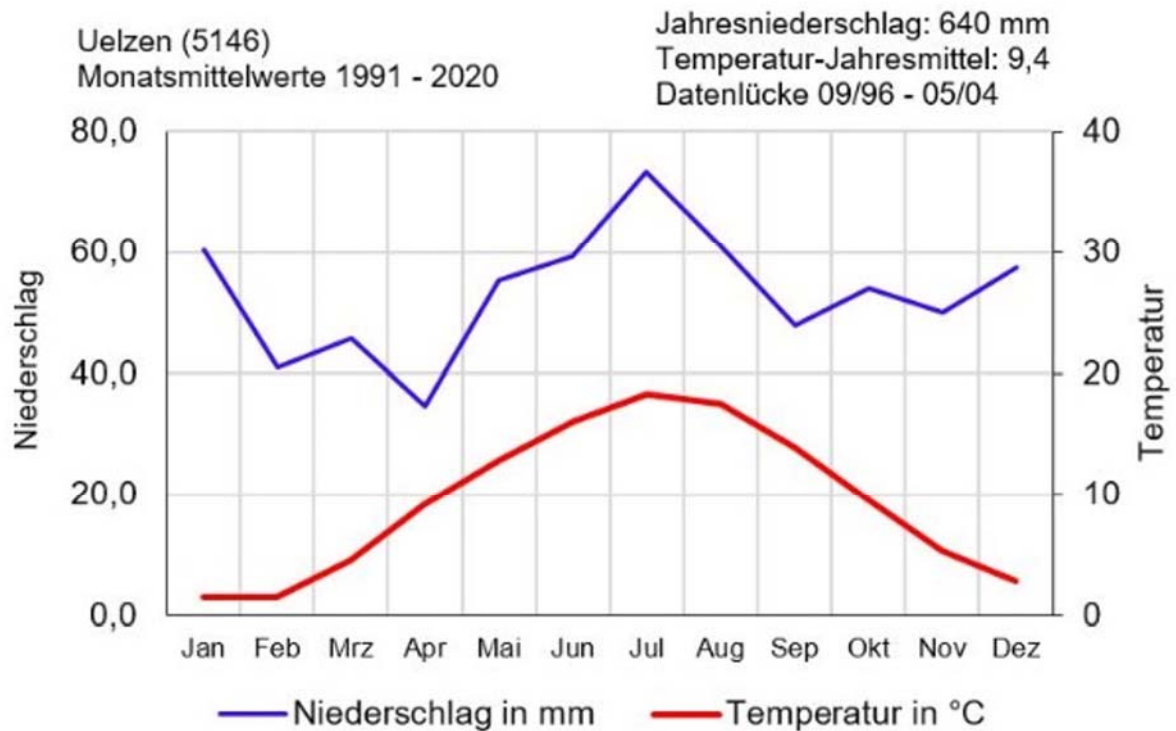


Abbildung 57: Mittlerer monatliche Niederschlagshöhen und Temperaturen der Klimaperiode 1981 bis 2010 für die Station Uelzen (ID 5146) (Nienstedt M. Sc. Geoökol. et al., 2022)

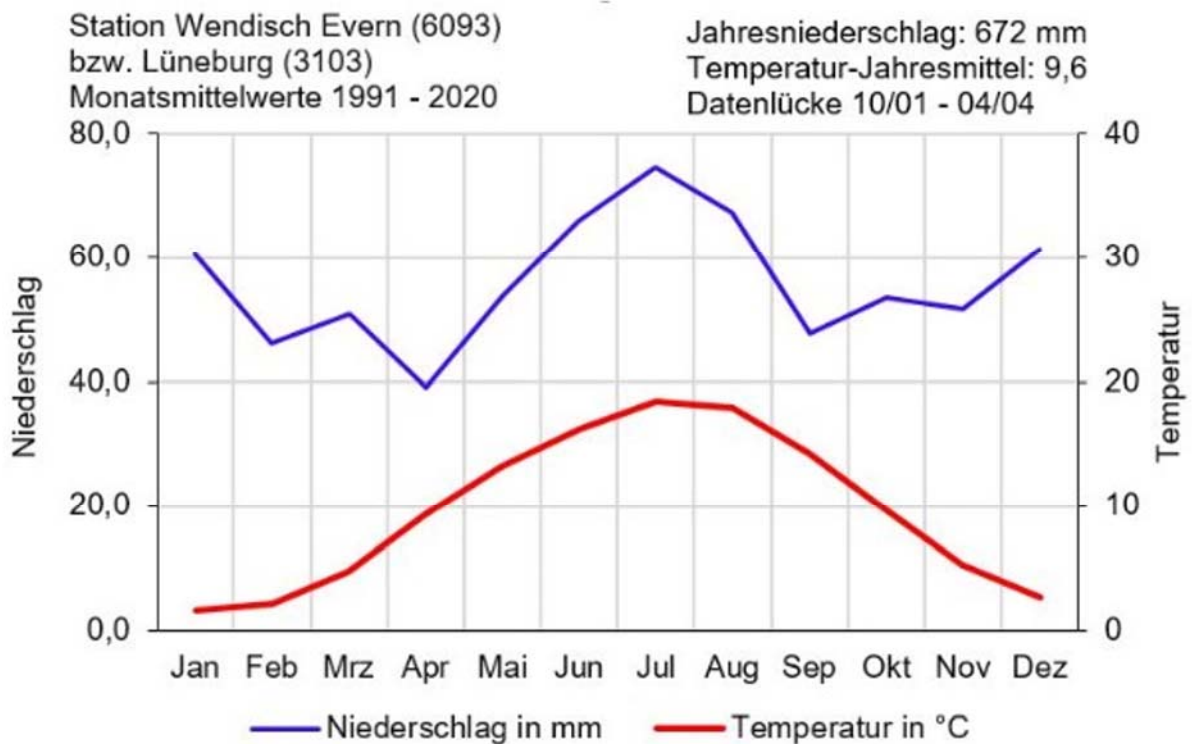


Abbildung 58: Mittlere monatliche Niederschlagshöhen und Temperaturen der Klimaperiode 1981 bis 2010 für die Station Wendisch Evern (ID6093) und Lüneburg (ID3103) (Nienstedt M. Sc. Geoökol. et al., 2022)

Die räumliche Niederschlagsverteilung unterliegt einem regionalen Trend mit hohen Niederschlägen (> 800 mm/a) im Westen und einer abnehmenden Niederschlagshöhe in Richtung der zunehmend kontinentaler geprägten Gebiete im Osten.

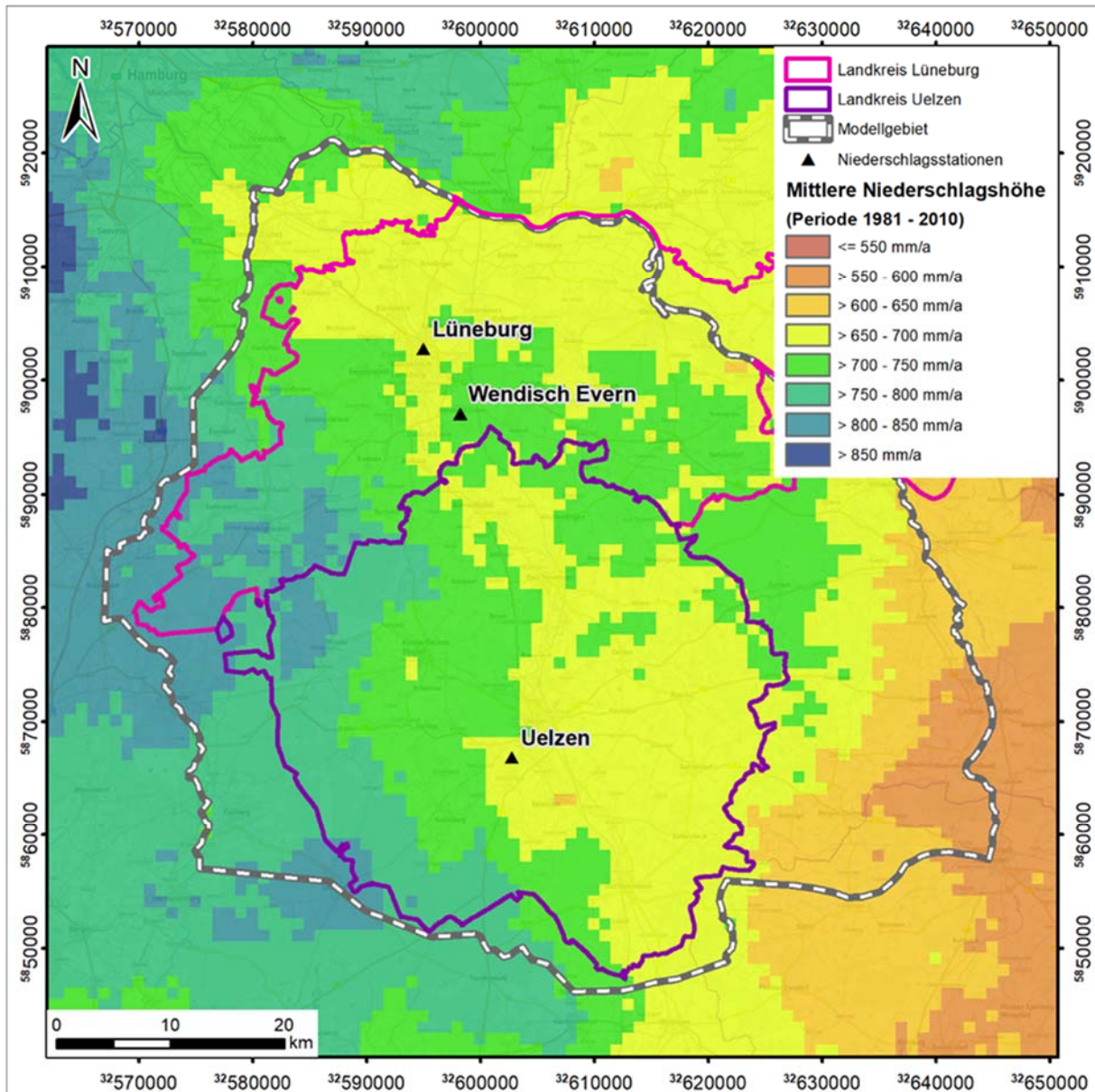


Abbildung 59: Mittlerer jährlicher Niederschlag im Projektgebiet und Lage der Niederschlagsmessstationen (Nienstedt M. Sc. Geoökol. et al., 2022), (Deutscher Wetterdienst)

7.5.4 Grundwasserneubildung

Als Grundlage für den Aufbau und die Kalibrierung des numerischen Grundwassermodells wurde zunächst auf die Grundwasserneubildung des Wasserhaushaltsmodells mGROWA18 für den Bezugszeitraum 1981 bis 2010 zurückgegriffen (Ertl et al., 2019). Dies begründet sich darauf, dass zum Zeitpunkt



des Aufbaus und der Kalibrierung des Modells der Datensatz nach mGROWA22 noch nicht zur Verfügung stand.

Die Grundwasserneubildung nach mGROWA18 ist für den Teil des Untersuchungsgebiets im Raum Niedersachsen verfügbar (Tabelle 28). Für den Landkreis Salzwedel (Sachsen-Anhalt) im Südosten des Modellgebiets standen die Ergebnisse des mGROWA18-Modells nicht zur Verfügung. Die Grundwasserneubildung wurde hier analog der flächendifferenzierten mGROWA18-Werte in Niedersachsen pragmatisch ergänzt (Marschgebiet < 50 mm/a, andere Gebiete 20 bis 220 mm/a).

Unter Verwendung der Neubildungswerte von mGROWA18 zeigte sich im Laufe der Kalibrierung des Modells, dass die Modellberechnungen für den modellierten Zeitraum 2008 bis 2017 nicht plausibel mit den vorliegenden Messungen der Standrohrspiegelhöhen und der Abflusswerte an den Pegeln zur Deckung zu bringen waren. Im Vergleich zu den Messwerten waren die berechneten Standrohrspiegelhöhen zu niedrig und die Basisabflussmengen an den Pegeln zu gering. Zudem traten in Bereichen von oberflächennah anstehenden Grundwasserhemmern in der Realität nicht beobachtete Vernässungen und numerische Instabilitäten auf.

Die Messwerte und die Geländebeobachtungen machten daher eine Anpassung der ursprünglichen Grundwasserneubildungsverteilung nach mGROWA18 notwendig. Sie wurde während der Kalibrierung in einem plausiblen Wertebereich lokal variiert, bis das Modell im Vergleich zu den Messwerten eine hohe Abbildungstreue erreicht hatte.

Das erzielte Kalibrierergebnis wurde in einem weiteren Bearbeitungsschritt an der Grundwasserneubildungsverteilung nach mGROWA22 (Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, 2023), Bezugszeitraum 1991 bis 2020) überprüft.

Für den im Projekt IWAMAko als Grundlagen- bzw. Ausgangs-Variante verwendeten mittleren Jahresgang der Standrohrspiegel- und Basisabflusswerte (Zeitraum 2008 – 2017) ergibt für das gesamte Modellgebiet (ohne Gebiet Am Neuhaus, östlich der Elbe) eine jährliche Grundwasserneubildung von **ca. 685,0 Mio. m³/a**. Dies entspricht einer Grundwasserneubildungshöhe im Gebietsmittel von **ca. 178,9 mm/a**.

Die auf Modellbasis ermittelte flächendifferenzierte Grundwasserneubildung wird als Karte in Abbildung 60 dargestellt. Die Werte reichen von Grundwasserzehrung in Marschengebieten und Gewässertälern bis zu z. T. deutlich über 300 mm/a in grundwasserfernen Höhenlagen mit sandigen Böden.

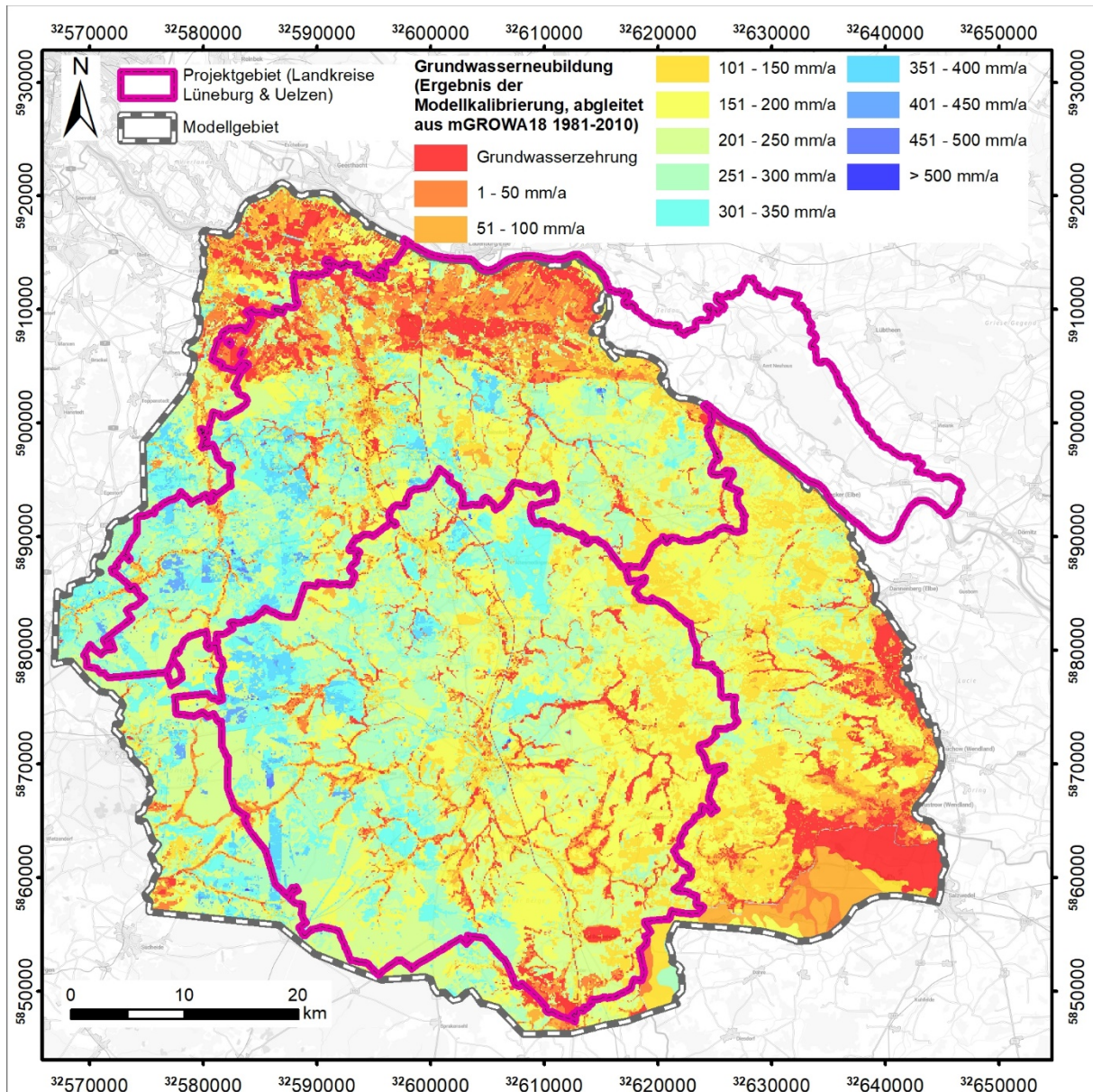


Abbildung 60: Jahreswerte der Grundwasserneubildung als Grundlage zur Berechnung von Maßnahmenvarianten (Jahresgang der Monatsmittelwerte für den Zeitraum 2008 - 2017)

Das Kalibrierergebnis (gültig für den Zeitraum 2008 – 2017) ergibt gegenüber der Neubildungshöhe nach mGROWA18 (Bezugszeitraum 1981 – 2010) eine Steigerung von ca. 12 % und gegenüber mGROWA22 (Bezugszeitraum 1991 bis 2020) eine Steigerung von ca. 5 %.

Die Differenzen zwischen den Ergebnissen nach mGROWA22 und mGROWA18 erklären sich u.a. durch unterschiedliche Bezugszeiträume und Berechnungsverfahren sowie im Fall der Modellkalibrierung durch einen engen Bezug zu den Messwerten.



7.6 Grundwassersituation und -entwicklung

(Kuhlemann / König / Lux, CAH)

Zur vertieften Beschreibung und Analyse der Grundwassersituation der letzten 20 bis 30 Jahre im Projektgebiet wurde zunächst eine Literaturrecherche zur Entwicklung des Grundwasserdargebots Niedersachsens durchgeführt und ausgewertet. Weiterhin erfolgte die Recherche und Auswertung älterer Berichte zum Wasserhaushalt Niedersachsens.

In einem zweiten Schritt wurde dann die Auswertung von Wasserstandsdaten zahlreicher Grundwassermessstellen verschiedener Grundwasserleiter und Grundwasserkörper im Untersuchungsgebiet (Landesmessnetz des NLWKN) durchgeführt.

Die Ergebnisse dieser Literatur- und Datenauswertung werden in diesem Kapitel beschrieben.

Grundwasserhaushalt in Niedersachsen

Bereits in der Vergangenheit haben sich verschiedene Berichte mit der Grundwassersituation im Land Niedersachsen beschäftigt. Anlass dieser Betrachtungen waren beispielsweise die Einführung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) (NLWKN, 2013), (Nds. MU, 2021) sowie die Auswirkungen des Klimawandels und der Trockenjahre 2018-2019 auf dem Wasserhaushalt (NLWKN, 2020), (NLWKN, 2021).

Im Verlauf der letzten 30 Jahre werden innerhalb Niedersachsens vergleichbare Entwicklungen der Höchst-, Mittel- und Tiefststände der Grundwasseroberfläche beschrieben. Tiefe Grundwasserstände werden im Zeitraum 1991-1992 sowie 1996-1997, die höchsten Grundwasserstände im Zeitraum 1993-1994 verzeichnet. Ab 2009 wird trotz jahreszeitlicher Schwankungen ein kontinuierlicher Rückgang der Grundwasserstände beschrieben (NLWKN, 2021), (NLWKN, 2022).

Dennoch werden die Grundwasserleiter Niedersachsens im aktuellen Bewirtschaftungsplan der EG-WRRL für die Jahre 2021-2027 hinsichtlich ihres mengenmäßigen Zustands als nicht gefährdet beurteilt und befinden sich demnach in einem guten mengenmäßigen Zustand (Nds. MU, 2021). Allerdings wurde nach den Trockenjahren 2018 und 2019 ein deutliches Absinken der Grundwasserstände beobachtet, bei dem viele Grundwassermessstellen den tiefsten Stand der vergangenen 30 Jahre erreichten. Die Entwicklung unterscheidet sich dabei in den unterschiedlichen Regionen und Grundwasserkörpern. Das Absinken der Grundwasserstände als Folge der Trockenjahre ist dabei insbesondere im östlichen Teil Niedersachsens stark ausgeprägt (NLWKN, 2021), (NLWKN, 2022).

Die weitere Entwicklung der Grundwassersituation in Niedersachsen ist derzeit noch nicht eindeutig absehbar. Während bezüglich der jährlichen Grundwasserneubildung auch unter dem Einfluss zukünftiger Klimaänderungen von eher geringen Veränderungen ausgegangen wird, ist in naher Zukunft eine



Abnahme der Grundwasserneubildung in den warmen, niederschlagsarmen und beregnungsintensiven Sommerhalbjahren abzusehen, während die Grundwasserneubildungsraten im Winterhalbjahr voraussichtlich zunehmen werden (Nds. MU, 2021), (NLWKN, 2021), (NLWKN, 2022).

Auswertung der Standrohrspiegelhöhen im Untersuchungsgebiet

Die vertiefte Beschreibung und Analyse der Grundwassersituation innerhalb des Projektgebietes erfolgte anhand von Daten der Standrohrspiegelhöhen von 176 Grundwassermessstellen in den Landkreisen Lüneburg und Uelzen im Messstellennetz des NLWKN sowie der lokalen Messnetze von Wasserversorgungsunternehmen. Ausgewertet wurden Grundwassermessstellen des in vier Stockwerke gegliederten quartären Grundwasserleiters sowie der zwei darunterliegenden tertiären (neogenen) Grundwasserstockwerke (Tabelle 19). Von den 176 Grundwassermessstellen liegen 74 im Landkreis (LK) Lüneburg und 102 im Landkreis Uelzen. Die Datenauswertung erfolgte anhand von monatlichen Stichtags- und täglichen Datenloggermessungen im Zeitraum 1991-2020.

Eine Übersicht der Messstellenanzahl der jeweiligen Aquifereinheiten kann Tabelle 20 entnommen werden.

Tabelle 20: Aquiferzuordnung der Grundwassermessstellen im Projektgebiet

Grundwasserstockwerk	(Hydro-)geologische Einheit	Anzahl der Grundwassermessstellen		
		LK Lüneburg	LK Uelzen	Gesamt
AQ 1	Quartär (Lockergestein)	2	2	4
AQ 2	Quartär (Lockergestein)	3	12	15
AQ 3	Quartär (Lockergestein)	22	32	54
AQ 4	Quartär (Lockergestein)	10	19	29
AQ 5	Tertiär (Lockergestein)	19	19	38
AQ 6	Tertiär (Lockergestein)	18	18	36
Gesamt		74	102	176

Zur Qualitätsprüfung der Daten wurde zunächst für jede Messstelle eine Ganglinie der gemessenen Wasserstände im Betrachtungszeitraum mittels R Studio 4.2.2 dargestellt. Anhand dieser Ganglinien erfolgte zunächst eine visuelle Plausibilitätsprüfung. Quantitativ wurden dabei die Durchgängigkeit (Prüfung auf Datenlücken) und Frequenz (monatliche Stichtagsmessungen oder tägliche Datenloggeraufzeichnung) der Messungen erfasst. Qualitativ wurden die Datenreihen auf mögliche fehlerhafte Messwerte und Ausreißer untersucht. Bei 16 Grundwassermessstellen wurden Ausreißer innerhalb der Datenreihen entfernt, die wahrscheinlich auf Messfehler zurückzuführen sind.

Anschließend erfolgte eine Kategorisierung der Grundwassermessstellen anhand der Zeitspanne, für die an den jeweiligen Messstellen plausible, durchgehende Datenreihen vorliegen. Eine Übersicht der Kategorisierung kann Tabelle 21 entnommen werden.



Tabelle 21: Qualitätskriterien und Kategorisierung der Grundwassermessstellen im Projektgebiet

Kategorie	Definition	Landkreis	Anzahl im jeweiligen Grundwasserleiter						Anzahl gesamt
			1	2	3	4	5	6	
0	Komplett ungeeignet (keine plausible Datenreihe)	Lüneburg	-	1	3	1	3	5	26
		Uelzen	-	2	3	5	1	2	
1	Plausible Datenreihe für < 10 Jahre	Lüneburg	-	-	1	-	-	1	11
		Uelzen	-	2	4	-	2	1	
2	Plausible Datenreihe für 10-20 Jahre	Lüneburg	1	2	9	5	11	9	84
		Uelzen	1	5	11	10	9	11	
3	Plausible Datenreihe für 20-30 Jahre	Lüneburg	-	-	-	-	-	1	6
		Uelzen	-	-	2	1	2	-	
4	Uneingeschränkt geeignet (plausible Datenreihe im gesamten Zeitraum 1991-2020)	Lüneburg	1	-	9	4	5	2	49
		Uelzen	1	3	12	3	5	4	
Gesamt			4	15	54	29	38	36	176

Zur vertieften Beschreibung und Analyse der Entwicklung der Grundwasserstände in den Landkreisen Lüneburg und Uelzen im Zeitraum 1991-2020 erfolgte für die 55 Grundwassermessstellen der Kategorien 3 und 4 (plausible, durchgehende Datenreihe für mindestens 20 Jahre, vgl. Tabelle 21 und Abbildung 62, (Grimm-Strele, 2003)) in Anlehnung an den „Leitfaden für die Bewertung des mengenmäßigen Zustands der Grundwasserkörper in Niedersachsen und Bremen nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)“ des NLWKN (NLWKN, 2013) eine Auswertung.

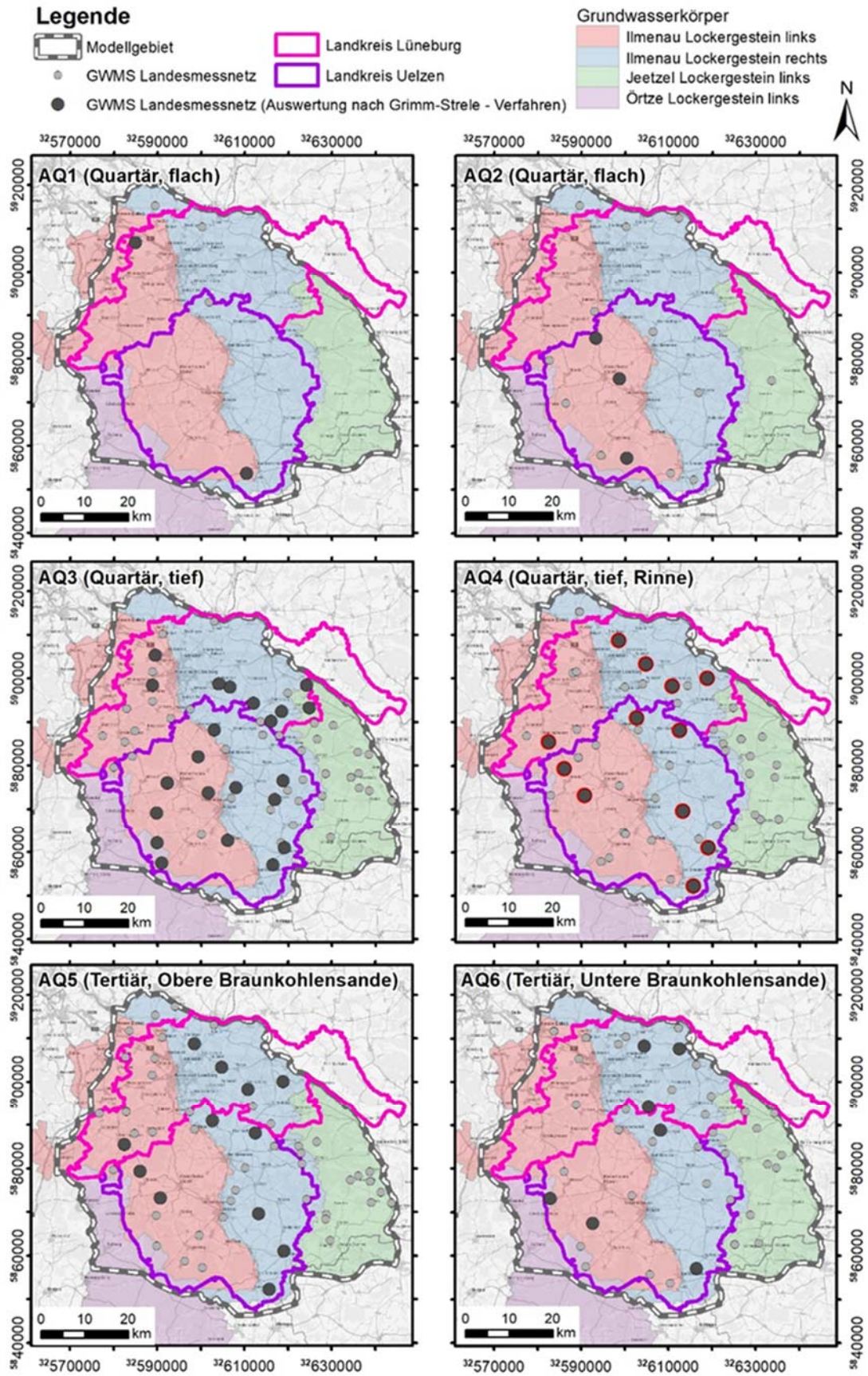


Abbildung 61: Räumliche Verteilung des Landesmessstellennetzes im Modellgebiet und Auswahl der Grundwassermessstellen für die Grimm-Strele-Auswertung



Bei der Auswertung des vorliegenden Datensatzes erfolgte zunächst die Bildung von Monatsmittelwerten der Grundwasserstände, um eine Übergewichtung von Datenreihen mit höher aufgelösten Messdaten (Datenloggeraufzeichnungen) zu vermeiden.

Die anschließende Auswertung nach dem Grimm-Strele-Verfahren beruht auf der Betrachtung möglichst langer Datenreihen der Standrohrspiegelhöhen (20-30 Jahre), um dem Einfluss normaler hydrologischer Schwankungen zu minimieren. Die Trendermittlung erfolgt anhand der Spannweite der Extremwerte und der Steigung der Regressionsgeraden der langjährigen Zeitreihe (NLWKN, 2013), (Grimm-Strele, 2003):

$$\text{Trendauswertung } \left[\frac{\%}{\text{a}} \right] = \frac{\text{Steigung der Regressionsgeraden } \left[\frac{\text{cm}}{\text{a}} \right]}{\text{Spannweite der Extremwerte der Zeitreihe [cm]}} \quad (\text{Gl. 1})$$

Anhand des errechneten Steigungswertes (Gl. 1) können Aussagen über die Entwicklung der Grundwasserstände getroffen werden. Eine Übersicht der Kategorisierung der Steigungswerte im niedersächsischen Raum gemäß (NLWKN, 2013) kann Tabelle 22 entnommen werden.

Tabelle 22: Kategorisierung der Steigungswerte des Grimm-Strele-Verfahrens im niedersächsischen Raum (NLWKN, 2013)

Steigungswert	Bewertung
< - 1,0 % pro Jahr	Stark fallend
- 1,0 % bis < - 0,5 % pro Jahr	Fallend
- 0,5 % bis < + 0,5 % pro Jahr	Gleich bleibend
> + 0,5 % bis < + 1,0 % pro Jahr	Steigend
> + 1,0 % pro Jahr	Stark steigend

Die nach dem Grimm-Strele-Verfahren ausgewerteten Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen der 55 Grundwassermessstellen der Kategorien 3 und 4 (Tabelle 23), mind. 20 Jahre durchgängige und plausible Datenreihen, sind in den **Anlagen 7.6.1 bis 7.6.6** dargestellt.

Allgemeine Entwicklung der Grundwasserstände

Die Entwicklung der Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen im AQ1 im Zeitraum 1991-2020 (2 Messstellen; **Anlage 7.6.1**) ist durch witterungsbedingte, jahreszeitliche Schwankungen geprägt. Hohe Wasserstände treten dabei meist in den Winter- und Frühjahrsmonaten, die niedrigsten Wasserstände in der Regel in den Sommer- und Herbstmonaten auf. Die Schwankungsbreite der Wasserstände liegt im AQ1 bei < 2 m.

Im AQ2 sind jahreszeitliche Schwankungen der Wasserstände im Zeitraum 1991-2020 im Vergleich zum AQ1 deutlich geringer ausgeprägt (3 Messstellen; **Anlage 7.6.2**). Vielmehr treten steigende oder fallende Entwicklungen über mehrjährige Zeiträume auf. Hohe Wasserstände sind dabei in den Jahren



1996, 2000, 2004, 2009, 2012 und 2019 zu verzeichnen. Tiefe Wasserstände treten insbesondere in den Jahren 1994, 1999, 2002, 2008, 2010 und 2016-2017 auf. Auch die Schwankungen im AQ2 sind sehr wahrscheinlich durch die Witterungsverhältnisse bedingt, jedoch sind hier weniger die jahreszeitlichen, sondern vielmehr die längerfristigen Entwicklungen (Nass- und Trockenjahre; vgl. Kap. 7.5) ausschlaggebend. Die Schwankungsbreite der Wasserstände liegt auch im AQ2 bei < 2 m.

Die Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen im AQ3 (23 Messstellen; **Anlage 7.6.3**) zeigen im Zeitraum 1991-2020 ebenfalls eher mehrjährige Entwicklungen. Hohe Wasserstände treten auch hier insbesondere in den Jahren 1995-1996, 2003-2004, 2009, 2012 und 2018-2019 auf. Zudem treten teilweise wieder ausgeprägtere jahreszeitliche Schwankungen mit höheren Wasserständen in den Winter- und Frühjahresmonaten und tiefen Wasserständen in den Sommer- und Herbstmonaten auf (z.B. „Heiligenthal F1“, „Schwemlitz F1“). Einige Messstellen des AQ3 zeigen zusätzlich starke jahreszeitliche Schwankungen, die durch auffällig tiefe Wasserstände in den Sommermonaten geprägt sind (z.B. „Bockkolt F1“, „Boitze F1.1“). Diese Entwicklung ist auf den Einfluss von Wasserentnahmen zu Beregnungszwecken in den Sommermonaten zurückzuführen, die zu einer temporären förderbedingten Absenkung der Grundwasserstände führen. Weiterhin treten bei einzelnen Messstellen ab dem Jahr 2016 (z.B. „Horndorf G1“, „Reinstorf (LG) F1“) bzw. 2019 (z.B. „Boitze F1.1“, „Westerweyhe F1“) besonders niedrige bzw. fallende Wasserstände auf. Insbesondere bei beregnungsbeeinflussten Messstellen beträgt die Schwankungsbreite der Wasserstände im AQ3 bis zu 2,8 m.

Die Entwicklung der Wasserstände im AQ4 (8 Messstellen; **Anlage 7.6.4**) verläuft im Zeitraum 1991-2020 ähnlich wie in AQ3. Auch hier tritt zudem bei einigen Messstellen das durch Grundwasserentnahmen zu Beregnungszwecken bedingte Absinken der Wasserstände in den Sommermonaten (z.B. „Groß Thondorf W F1“, „Röbbel F1“) sowie das Absinken der Wasserstände ab dem Jahr 2016 (z.B. „Betzen-dorf F1“, „Reinstorf (LG) F2“) auf. Die Schwankungsbreite der Wasserstände liegt beim Großteil der Messstellen im AQ4 bei ca. 2 m.

Auch im tertiären (neogenen) AQ5 ist die Entwicklung der Wasserstände im Zeitraum 1991-2020 (12 Messstellen; **Anlage 7.6.5**) vergleichbar mit der Entwicklung in AQ3 und AQ4. Es sind jedoch im Vergleich zu den flacheren Grundwasserleitern die bisher deutlichsten Unterschiede der Ganglinienverläufe und Schwankungsbreiten der Wasserstände innerhalb eines Grundwasserleiters zu erkennen. So sind in einigen Messstellen nur sehr moderate jahreszeitliche Entwicklungen mit Schwankungsbreiten von < 1 m zu beobachten (z.B. „Scharnebeck F1“, „Thomasburg F1“). Andere Messstellen zeigen, bedingt durch Wasserentnahmen zu Beregnungszwecken, jahreszeitliche Schwankungen von bis zu 4 m (z.B. „Holthusen I F1“, „Gansau Rassau A“). Auch in AQ5 ist vereinzelt ein leichtes Absinken der Wasserstände ab 2016 (bei nicht förderbedingt beeinflussten Messstellen) bzw. ab 2019 (bei beregnungsbeeinflussten Messstellen) erkennbar.



Die Entwicklung der Wasserstände im AQ6 im Zeitraum 1991-2020 (7 Messstellen; **Anlage 7.6.6**) ist vergleichbar mit der Entwicklung in den AQ3-5. Es treten Messstellen mit geringen, langjährigen Schwankungen (z.B. „Rohstorf“), jahreszeitlichen Schwankungen (z.B. „Altenmedingen F1“) sowie stärker ausgeprägten, beregnungsbedingten Schwankungen (z.B. „Bargfeld F1“, „Flinten F2“) auf. Auch hier sind vereinzelt sinkende Wasserstände ab 2016 (z.B. „Rohstorf“) bzw. ab 2019 (z.B. „Bargfeld F1“) zu beobachten. Die maximale Schwankungsbreite der Wasserstände in AQ6 beträgt ca. 2,5 m.

Auswertung nach dem Grimm-Strele-Verfahren

Eine beispielhafte Ganglinienauswertung nach dem Grimm-Strele-Verfahren ist in Abbildung 62 für die Grundwassermessstelle „Bockholt F1“ (AQ3, Landkreis Uelzen) dargestellt. Die Abbildungen zeigen die Monatsmittelwerte der Standrohrspiegelhöhen sowie den Höchst- (Max.) und Tiefststand (Min.) im Zeitraum 1991-2020. Weiterhin können den Abbildungen die Trendentwicklung und -bewertung nach Grimm-Strele (Tabelle 21) entnommen werden.

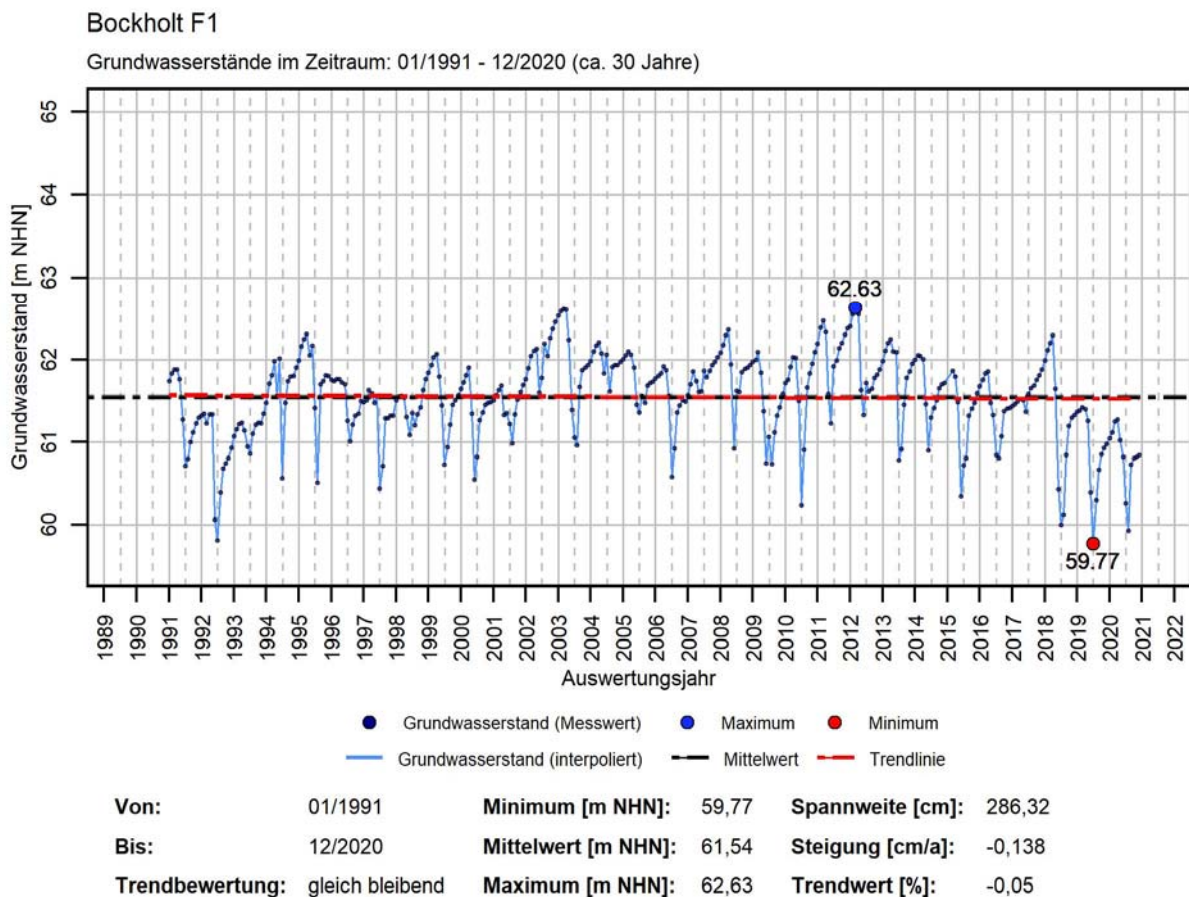


Abbildung 62: Langzeitauswertung der Monatsmittelwerte der Standrohrspiegelhöhen der Grundwassermessstelle "Bockholt F1" nach dem Grimm-Strele-Verfahren im Zeitraum 1991 bis 2020



Von den 55 ausgewerteten Grundwassermessstellen im Projektgebiet zeigen mehr als die Hälfte einen gleichbleibenden Trend. Etwa ein Drittel der Messstellen zeigt eine fallende bzw. stark fallende Entwicklung. Nur etwa 11 % der Messstellen zeigt eine steigende oder stark steigende Tendenz.

Tabelle 23: Ergebnisse der Trendauswertung langjähriger Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen im Projektgebiet

Steigungswert	Bewertung	Anzahl		Anteil in %	
		je Landkreis	Gesamt		
< - 1,0 % pro Jahr	Stark fallend	LK Lüneburg	4	6	11
		LK Uelzen	2		
1,0 % bis < - 0,5 % pro Jahr	Fallend	LK Lüneburg	2	11	20
		LK Uelzen	9		
- 0,5 % bis < + 0,5 % pro Jahr	Gleichbleibend	LK Lüneburg	15	32	58
		LK Uelzen	17		
> + 0,5 % bis < + 1,0 % pro Jahr	Steigend	LK Lüneburg	2	5	9
		LK Uelzen	3		
> + 1,0 % pro Jahr	Stark steigend	LK Lüneburg	0	1	2
		LK Uelzen	1		
Gesamt				55	100

Die räumliche Verteilung der ausgewerteten Grundwassermessstellen sowie den im Projektgebiet verbreiteten Grundwasserkörpern kann Abbildung 63 entnommen werden. Ein Großteil der nach dem Grimm-Strele-Verfahren für den Zeitraum 1991-2020 ausgewerteten Grundwassermessstellen befindet sich innerhalb der Grundwasserkörper „Ilmenau Lockergestein links“ (21 Messstellen) und „Ilmenau Lockergestein rechts“ (29 Messstellen). In beiden Grundwasserkörpern zeigt der Großteil der Grundwassermessstellen einen gleichbleibenden Trend (48 % bzw. 69 %). Im Grundwasserkörper „Ilmenau Lockergestein links“ treten keine Grundwassermessstellen mit steigender Trendentwicklung, jedoch diverse Grundwassermessstellen mit einer fallenden (38 %) bzw. stark fallenden (14 %) Trendentwicklung auf. Diese Entwicklung bestätigt die Einschätzung, dass im Grundwasserkörper „Ilmenau Lockergestein links“ bereits heute ein hoher Nutzungsdruck besteht (vgl. Kap. 4.2). Im Grundwasserkörper „Ilmenau Lockergestein rechts“ hingegen zeigen nur 14 % der ausgewerteten Messstellen einen fallenden oder stark fallenden Trend, jedoch 17 % auch eine steigende Trendentwicklung.

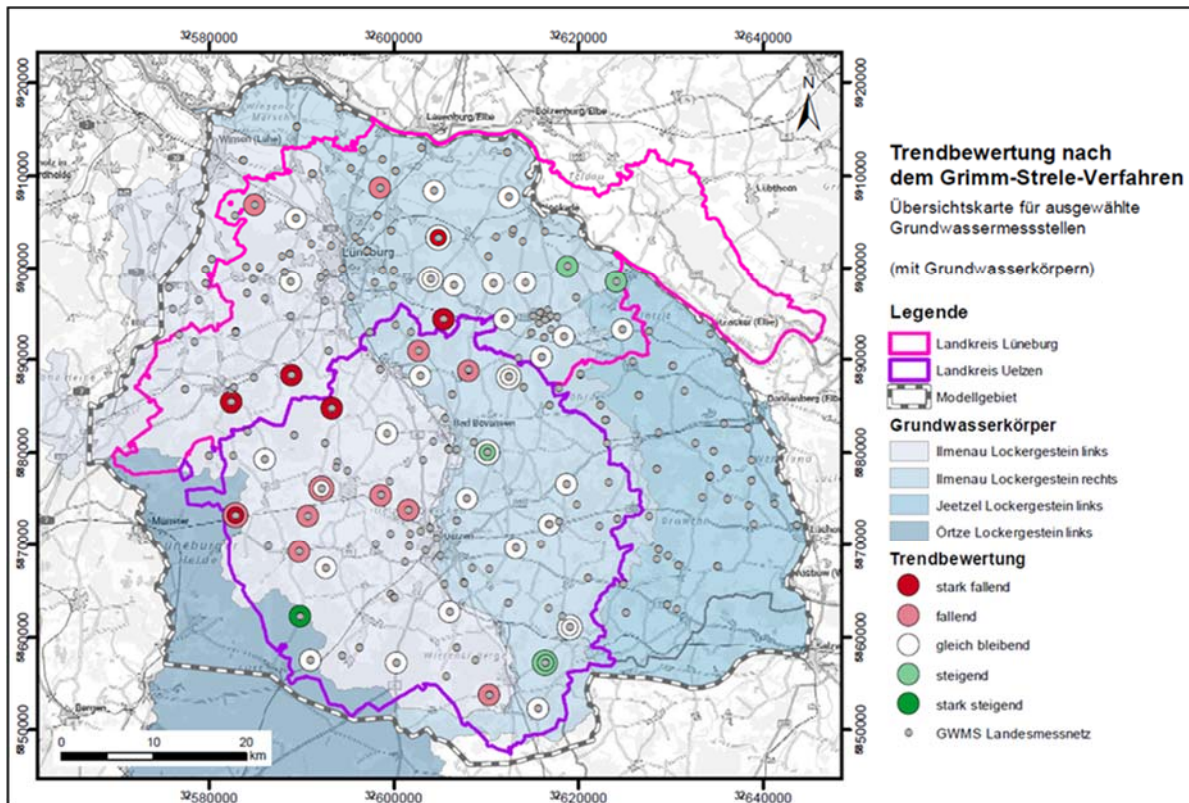


Abbildung 63: Räumliche Verteilung der nach dem Grimm-Strele-Verfahren für den Zeitraum 1991-2020 ausgewerteten Grundwassermessstellen im Untersuchungsgebiet

Die Trendentwicklung der Grundwasserstände in den einzelnen Grundwasserleitern kann Abbildung 63, Abbildung 64 und den **Anlagen 7.6.1 bis 7.6.6** entnommen werden. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Anzahl ausgewerteter Messstellen wird hier der prozentuale Anteil an Messstellen im jeweiligen Grundwasserleiter dargestellt. Die Aussagekraft der Trendentwicklungen in den Grundwasserleitern 1 und 2 ist aufgrund der geringen Messstellenanzahl begrenzt. In AQ3, der die größte Anzahl ausgewerteter Messstellen enthält, zeigt ein Großteil der Grundwassermessstellen (74 %) eine gleichbleibende Entwicklung. In den Grundwasserleitern 4 und 5 zeigen ca. 50 - 60 % der Grundwassermessstellen eine gleichbleibende Entwicklung, jedoch zeigen einige Messstellen auch eine fallende (25 % in AQ5) bzw. stark fallende (38 % in AQ4) Entwicklung. In AQ6 zeigen 43 % der ausgewerteten Grundwassermessstellen eine gleichbleibende und ebenfalls 43 % eine fallende und stark fallende Trendentwicklung.

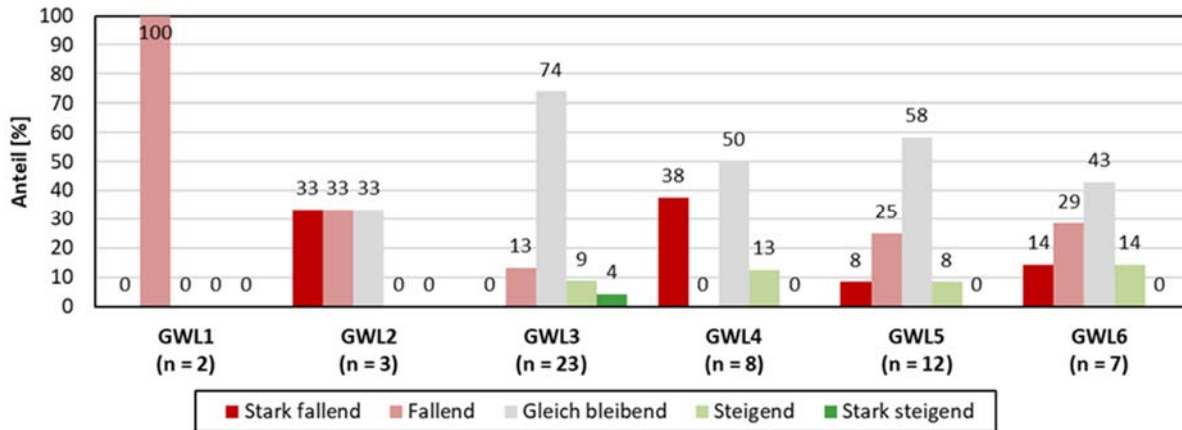


Abbildung 64: Trendentwicklung der Ganglinien in den verschiedenen Grundwasserleitern nach Grimm-Strele im Zeitraum 1991-2020

Fazit

Gemäß der Auswertung nach dem Grimm-Strele-Verfahren weist mehr als die Hälfte der Grundwassermessstellen eine gleichbleibende Entwicklung der Wasserstände auf. Hier besteht eine gute Übereinstimmung mit früheren Auswertungen der Grundwassersituation, die für die Grundwasserleiter Niedersachsens zunächst keine Gefährdung hinsichtlich des mengenmäßigen Zustands beschreibt. Dennoch ist zu erkennen, dass die Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen vieler Grundwassermessstellen als Folge der Trockenjahre ab 2018/2019 eine sinkende Tendenz zeigen. Auch in Grundwassermessstellen mit steigenden oder gleichbleibenden Trends liegen dabei die mittleren Wasserstände unter dem Niveau des langjährigen Betrachtungszeitraums. Vor dem Hintergrund des Klimawandels ist es daher empfehlenswert, neben den langjährigen Entwicklungen der Wasserstände auch die kurzfristigeren Auswirkungen von steigenden Temperaturen und ausgedehnteren Trockenperioden weiter zu beobachten.

Die Auswertung der bekannten Grundwasserentnahmen zeigt auf, dass im Projektgebiet hohe Wasserrechte zur Entnahme von Grundwasser bestehen, von denen ein Großteil auf Brunnen zur landwirtschaftlichen Beregnung entfällt. Der Großteil dieser Wasserrechte entfällt auf die Grundwasserkörper „Ilmenau Lockergestein links“ und „Ilmenau Lockergestein rechts“. Im GWK „Ilmenau Lockergestein links“ gehen die hohen genehmigten Entnahmemengen (ca. 41 Mio. m³/Jahr) mit einem erhöhten Anteil fallender und stark fallender Wasserstände (52 % der Messstellen) einher, während im GWK „Ilmenau Lockergestein rechts“ bei ähnlichen genehmigten Entnahmemengen ein geringerer Anteil fallender Wasserstände zu beobachten ist (14 %).

Eine tiefenorientierte Aussage zur Entwicklung der Grundwasserstände in den einzelnen Grundwasserleitern ist aufgrund der sehr unterschiedlichen Messstellenanzahl nicht sinnvoll.

7.7 Nutzung des Grundwasserdargebots

(Bohny / Röttcher, INBW; Martens, KV)

Die räumliche Verteilung der bekannten Grundwasserentnahmen im Projektgebiet ist in Abbildung 65 dargestellt.

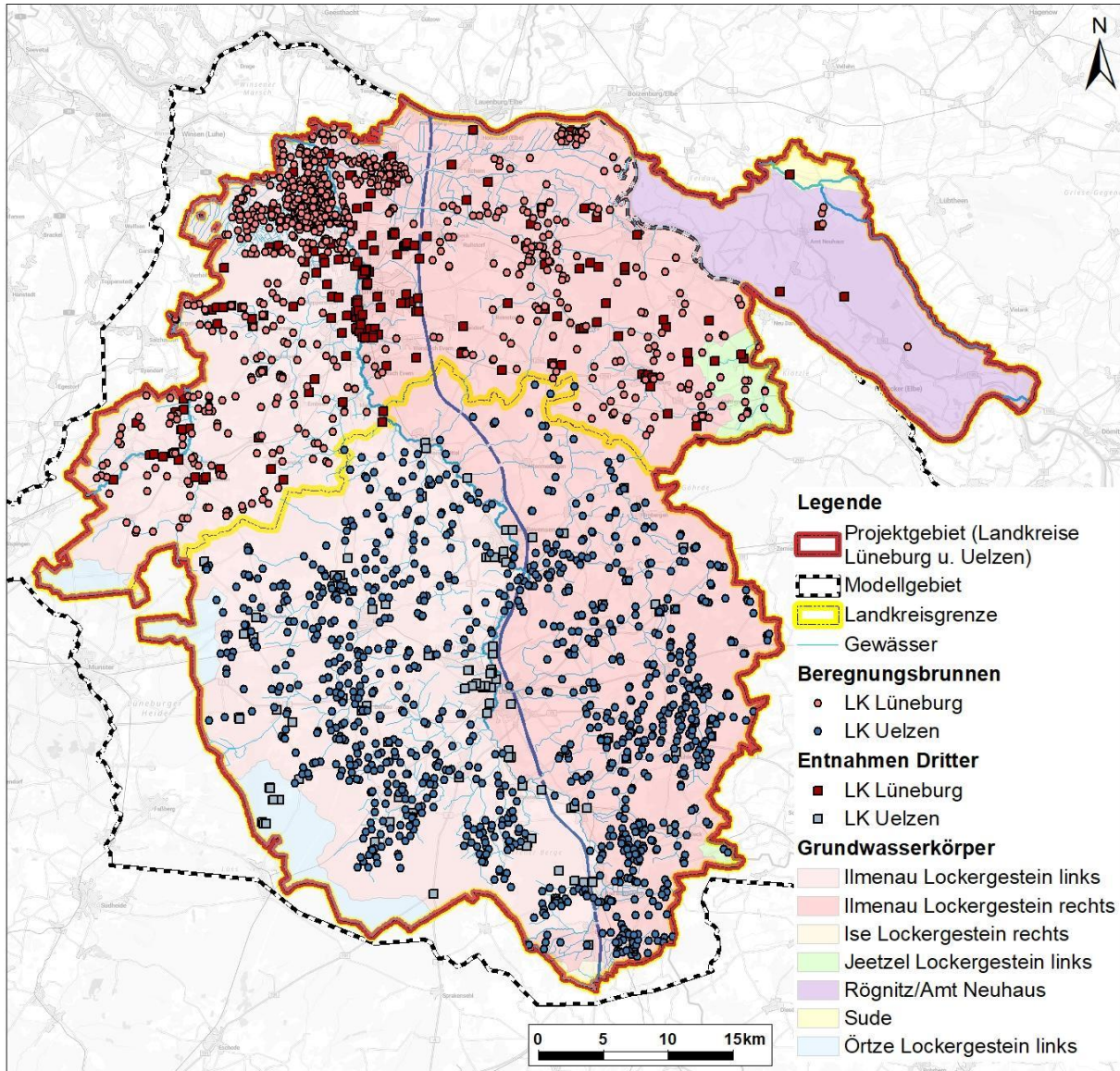


Abbildung 65: Bekannte Grundwasserentnahmen im Projektgebiet

Im Projektgebiet bestehen mehr als 2.140 Wasserrechte (Erlaubnisse und Bewilligungen) zur Entnahme von Grundwasser mit einer Gesamtentnahmemenge von ca. 88,8 Mio. m³/Jahr bzw. ca. 243.000 m³/Tag. Davon entfallen ca. 1.830 Erlaubnisse (ca. 60 Mio. m³/Jahr) auf landwirtschaftliche Beregnungsbrunnen. Eine Übersicht der in den Landkreisen Lüneburg und Uelzen bestehenden Wasserrechte für Grundwasserentnahmen kann Tabelle 24 entnommen werden. Es wird deutlich, dass



große Anteile der bestehenden Wasserentnahmen auf landwirtschaftliche Beregnungsbrunnen entfallen. Weiterhin ist festzustellen, dass der Umfang der Grundwasserentnahmen im LK Uelzen und somit im südlichen Teil des Projektgebietes mehr als doppelt so hoch ausfällt wie im LK Lüneburg im nördlichen Projektgebiet.

Tabelle 24: Anzahl und Umfang der Wasserrechte für Grundwasserentnahmen in den Kreisen Lüneburg und Uelzen sowie der Stadt Lüneburg

	Gesamtentnahmen			Davon Beregnungsbrunnen		
	Anzahl	Entnahmemenge in m ³		Anzahl	Entnahmemenge in m ³	
		Pro Jahr	Pro Tag		Pro Jahr	Pro Tag
LK/Stadt Lüneburg	947	38.123.950	104.449	755	18.338.069	50.241
LK Uelzen	1.193	50.636.304	138.730	1.075	41.034.306	112.423
Summe Projektgebiet	2.140	88.760.254	243.179	1.830	59.372.375	162.664

7.8 Grundwasserabhängige Landökosysteme

(Martens, KV)

Die Bezeichnung "grundwasserabhängige Landökosysteme" (gwLös) bezieht sich auf Lebensräume, die mit dem Grundwasser in Kontakt stehen und deren Pflanzen- und Tiergemeinschaften auf einen dauerhaften Zugang zum Grundwasser angewiesen sind. Diese Ökosysteme umfassen nicht nur Gebiete, in denen das Grundwasser nah an der Oberfläche liegt oder als Quellwasser austritt, wie zum Beispiel Niedermoore oder Feuchtwiesen, sondern auch solche, die an Gewässer gebunden sind.

Im Projektgebiet gibt es mehr als 23.000 Hektar solcher Ökosysteme (Anlage 7.8), für die die Daten von den Unteren Naturschutzbehörden, dem NLWKN und aus Kartierungen der Dachverbände Feldberechnung zur Verfügung gestellt wurden.

Gemäß der Wasserrahmenrichtlinie und naturschutzrechtlicher Bestimmungen dürfen menschliche Aktivitäten nicht dazu führen, dass Veränderungen des Grundwasserstandes die grundwasserabhängigen Landökosysteme erheblich beeinträchtigen. Aufgrund der Sensibilität einiger gwLös gegenüber Veränderungen im Grundwasserstand wurde im Rahmen von IWAMAKO spezifisch untersucht, welchen Einfluss eine Anhebung des Gewässerbodens auf benachbarte, grundwasserabhängige Landökosysteme hat.

7.9 Drainagesysteme

(Nienstedt / Bruns, CAH)

Im Untersuchungsgebiet gibt es insgesamt ca. 87.058 ha potenzieller Drainagefläche nach BK50 (Bodenkarte von Niedersachsen 1 : 50 000 - Potenzielle Drängebiete in Niedersachsen (WMS Dienst)). Davon entfallen ca. 51,5 % der Flächen auf die Drainage von Grundwasser sowie ca. 48,5 % auf die Drainage von Stauwasser (Tabelle 25).

Tabelle 25: Potenzielle Dränflächen nach BK50 im Untersuchungsgebiet

Beschreibung	Fläche [ha]	Anteil [%]
Dränage oder Gräben zur Regulierung des Grundwassers	39365,2	45,2
Bedarfsdränung des Grundwassers , für intensive Ackernutzung im Frühjahr gelegentlich zu feucht	4021,6	4,6
Umbruchboden aus Gley - Dränage oder Gräben zur Regulierung des Grundwassers	1274,6	1,5
Kultiviertes Moor - Dränage oder Gräben zur Regulierung des Grundwassers	167,0	0,2
Dränage zur Regulierung des Stauwassers	2916,5	3,4
Bedarfsdränung des Stauwassers , für intensive Ackernutzung im Frühjahr gelegentlich zu feucht	39296,5	45,1
Umbruchboden aus Pseudogley - Dränage zur Regulierung des Stauwassers	16,4	0,02
Summe	87.057,8	100,0

Die räumliche Verteilung der in Tabelle 25 aufgeführten Gebiete stellt Abbildung 66 dar.

- Flächen mit **Dränagen oder Gräben zur Regulierung des Grundwassers** finden sich mehrheitlich im Nahbereich der Fließgewässer im Untersuchungsgebiet sowie im Marschgebiet im nördlichen Teil des Untersuchungsgebiets nördlich von Lüneburg.
- Flächen mit **Bedarfsdränung des Grundwassers, für intensive Ackernutzung im Frühjahr gelegentlich zu feucht** finden sich hauptsächlich im Marschgebiet im LK Lüneburg sowie an einigen Fließgewässern wie z.B. der Ilmenau, der Hardau, der Gerdau und der Esterau im LK Uelzen.
- Flächen mit **Umbruchboden aus Gley - Dränage oder Gräben zur Regulierung des Grundwassers** und **kultiviertes Moor - Dränage oder Gräben zur Regulierung des Grundwassers** finden sich hauptsächlich im Marschgebiet im LK Lüneburg.

- Flächen mit **Dränage zur Regulierung des Stauwassers** liegen kleinräumig im gesamten Untersuchungsgebiet verbreitet. Eine Ausnahme bildet das Marschgebiet im LK Lüneburg.
- Flächen mit **Bedarfsdränung des Stauwassers, für intensive Ackernutzung im Frühjahr gelegentlich zu feucht** finden sich großräumiger im gesamten Untersuchungsgebiet. Eine Ausnahme bildet das Marschgebiet im LK Lüneburg.
- Flächen mit **Umbruchboden aus Pseudogley - Dränage zur Regulierung des Stauwassers** liegen vereinzelt im nordwestlichen Teil des LK Lüneburg vor.

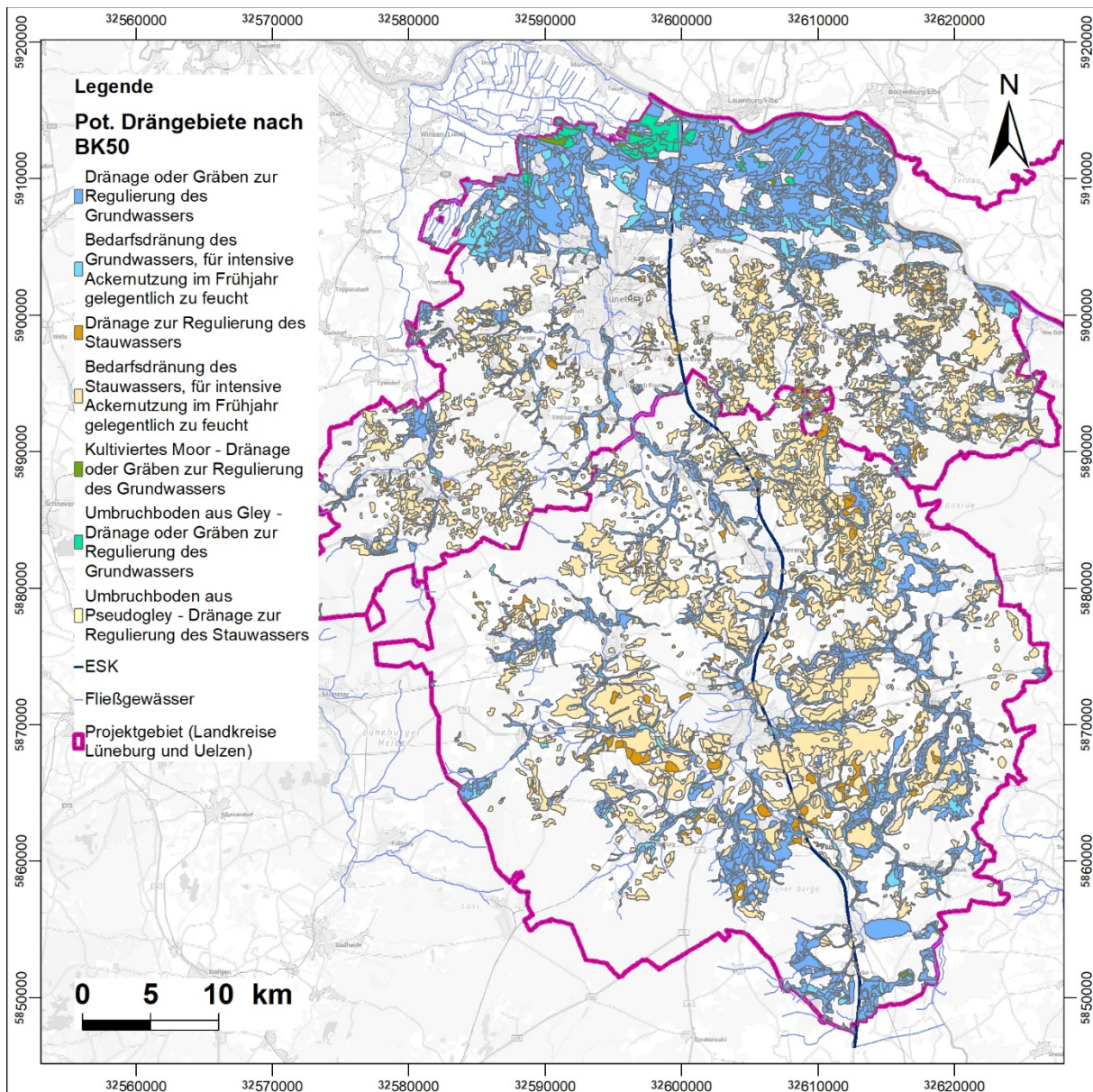


Abbildung 66: Lage der potenziellen Dränflächen nach BK50 im Untersuchungsgebiet



7.10 Alternative Wasserressourcen

(Martens, KV; Bohny, INBW)

Um den steigenden Wasserbedarf in Zukunft (Bedarfsprognosen und Antragsmengen für die Feldberechnung) decken zu können und die Grundwasserressourcen nicht zu übernutzen, muss stärker auf alternative Wasserressourcen zugegriffen werden. Alternative Wasserressourcen sind Quellen und Methoden zur Gewinnung und Nutzung von Wasser, die entweder als alternative oder ergänzende Lösungen zu herkömmlichen Wasserquellen dienen. Um den steigenden Bedarf in den Landkreisen Uelzen und Lüneburg sowie der Stadt Lüneburg in Zukunft zu decken, ist es wichtig, solche alternativen Wasserressourcen zu identifizieren und zu nutzen.

7.10.1 Identifikation alternativer Wasserressourcen über Wasserrechte

Einen Ansatz zur Identifikation von möglichen alternativen Wasserressourcen bieten die Wasserrechte, die in den Landkreisen Uelzen und Lüneburg vergeben wurden. Dafür wurden die Erlaubnisse und alten Rechte beziehungsweise alten Befugnisse zum Einbringen und Einleiten von Stoffen in oberirdische und Küstengewässer untersucht. Diese stammen aus der Landesdatenbank für wasserwirtschaftliche Daten des NLWKN (NLWKN, 2023). Für beide Landkreise liegen 741 solcher Erlaubnisse und alten Befugnisse vor (Stand 2023). Diese können im Rahmen dieser Studie bezüglich ihrer Mengen, Anfallszeiten, Qualitäten und Verortung nicht vollständig analysiert werden. Um diese stärker einzugrenzen, wurden die Erlaubnisse und alte Befugnisse nach ihren Rechtszwecken unterteilt und eine Einschätzung vorgenommen, ob die Einleitungen auf der Grundlage der Rechtszwecke als alternative Wasserressourcen in Betracht gezogen werden können. Die Ergebnisse sind in Tabelle 26 dargestellt.

Tabelle 26: Anzahl vergebener Erlaubnisse / Befugnisse unterteilt in Rechtszwecke

Rechtszweck	Anzahl vergebener Erlaubnisse / Befugnisse	Eignung als alternative Wasserquelle	Begründung/Kommentar
B10 Abwassereinleitung kommunale Kläranlage	20	Ja	entweder für Bewässerung oder zur Verrieselung/Versickerung für die Grundwasserneubildung (4. Reinigungsstufe und ggf. noch weitergehende Reinigung)
B15 Mischwassereinleitung	19	nein	da verdünnt mit Abwasser keine ausreichende Qualität, Anfall im Regelfall nur stoßweise nach großen Niederschlagsereignissen
B20 Abwassereinleitung Betrieb	2	Ja	stark abhängig von der Qualität, entweder für Bewässerung oder zur Verrieselung/Versickerung für die Grundwasserneubildung (4. Reinigungsstufe und ggf. noch weitergehende Reinigung)



B35 Abwassereinleitung Pflanzenkläranlage	2	Ja	stark abhängig von der Qualität, zur Verrieselung / Versickerung für Grundwasserneubildung; zur Bewässerung wahrscheinlich ungeeignet, wegen der Qualität
B40 Kühlwassereinleitung	7	Rechtl. Nein Fachl. ja	Aus rechtlicher Sicht z.Zt. nicht geeignet, da in der Regel aus Oberflächengewässer entnommen wird und somit dem Gewässer zurückgeführt werden muss (keine reale Entnahme). Fachlich ggf. nach entsprechender Behandlung gut geeignet, zudem kann die Wärmebelastung des Gewässers gesenkt werden. Im Einzelfall zu prüfen
B50 Wassereinleitung Wasserkraftanlage	6	nein	nicht geeignet, da in der Regel aus Oberflächengewässer entnommen wird und somit dem Gewässer zurückgeführt werden muss (keine reale Entnahme)
B55 Wassereinleitung Wärmepumpen	1	nein	nicht geeignet, da in der Regel aus dem Grundwasser entnommen und anschließend über Schluck- Brunnen zurückgeführt wird (keine reale Entnahme)
B60 Wassereinleitung aus Grundwasserentnahme	3	Ja	Geeignet, da in der Regel sehr gute Qualität
B65 Wassereinleitung Oberflächenentwässerung	373	Ja	je nach Ort geeignet zur Versickerung für Grundwasserneubildung, eventuell -abhängig von der Qualität - auch zur Bewässerung geeignet
B70 Teichwassereinleitung	272	nein	nicht geeignet, da in der Regel aus Oberflächengewässer entnommen wird und somit dem Gewässer zurückgeführt werden muss (keine reale Entnahme)
B80 Stoffeinleitung	1	nein	nicht relevant
B90 Abwassereinleitung (sonstige)	3	Ja	große Mengen, Qualität prüfen und ggf. reinigen dann entweder für Bewässerung oder zur Verrieselung/Versickerung für Grundwasserneubildung
B99 sonstige Einleitung	32	Ja	stark abhängig von der Qualität und Menge, Untersuchung im Einzelfall erforderlich



Nach Tabelle 26 kommen 435 der vergebenen Erlaubnisse / Befugnisse als alternative Wasserressourcen grundsätzlich in Betracht, diese müssen im Weiteren im Einzelfall geprüft werden, hinsichtlich tatsächlich anfallender Menge, der jahreszeitlichen Verteilung und insbesondere der vorhandenen Qualität.

Kühlwasser ist hinsichtlich möglicher Inhaltsstoffe in der Regel gut geeignet. Ggf. ist nur eine Behandlung erforderlich, um die Verbreitung von Keimen zu vermeiden, die sich indem warmen Wasser entwickelt und ausgebreitet haben. Allerdings muss rechtlich geklärt werden, dass dieses Wasser nicht wieder eingeleitet werden muss. Sofern das Gewässer kein Wassermengenproblem hat, hat die Verwendung von Kühlwasser den Vorteil, dass das Gewässer auch vor einer zusätzlichen Wärmebelastung geschützt wird, wenn das Wasser nicht wieder eingeleitet wird.

Bei 297 Erlaubnissen erscheint eine Verwendung des Wassers aus verschiedenen Gründen generell eher nicht in Frage zu kommen. Nach einer Prüfung im Einzelfall kann es jedoch durchaus möglich sein, dass auch Wasser aus solchen Quellen verwendet werden kann.

Grundsätzlich geeignet erscheinen Kühlwassermengen, die aus dem Grundwasser entnommen werden und nach ihrer Verwendung in ein Gewässer eingeleitet werden.

Auf Grund der mangelnden Datenlage (die Angaben im elektronischen Wasserbuch sind dafür nicht detailliert genug) konnten die Wasserrechte nicht näher untersucht werden. Im nächsten Schritt sollten die potentiellen Wasserressourcen in Bezug auf Mengen, Anfallzeiten, und Qualitäten genauer untersucht werden. Mit den derzeit vorliegenden Daten ist nicht ausreichend genau abschätzbar, ob sich unter den Wasserrechten Einleitungen befinden, die als alternative Wasserressourcen geeignet sind und genutzt werden können.

7.10.2 Anforderungen zur Qualität an Bewässerungswasser

Um Wasser gefahrlos zur Bewässerung von Feldfrüchten nutzen zu können, muss es bestimmte qualitative Anforderungen erfüllen. Dies ist besonders wichtig in Bezug auf die Nutzung alternativer Wasserressourcen, wie Klarwasser aus Kläranlagen oder Prozesswasser.

Bisher sind die Qualitätsanforderungen ausschließlich in der DIN 19650 „Hygienische Belange von Bewässerungswasser“ geregelt. Diese Norm stammt aus dem Jahr 1978 und wurde zuletzt 1999 überarbeitet. Sie hebt im Wesentlichen auf hygienisch-mikrobiologische Belange ab und klassifiziert das Wasser über die Belastung von Koloniezahlen für Fäkalstreptokokken und E-Coli für die verschiedenen Anwendungen. Eine Überarbeitung dieser Norm ist erforderlich, steht aber noch aus.

Die Verordnung (EU) 2020/741 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Mai 2020 über die Mindestanforderungen für die Wasserwiederverwendung trat am 26. Juni 2020 in Kraft (EU 2020).



Sie erlangte am 26. Juni 2023 ihre Gültigkeit und ist damit auch in Deutschland verbindlich. Die Verordnung soll der Wasserknappheit in der Europäischen Union entgegenwirken und einen verbindlichen Rahmen zu Mindestanforderungen an die Wasserqualität, die Überwachung zur Wasserwiederverwendung, Anforderungen an das Risikomanagement und die Bestimmungen zur Datentransparenz in der landwirtschaftlichen Bewässerung schaffen. Die Verordnung ergänzt die bestehenden EU-Regelungen zum europäischen Umweltrecht (Umweltbundesamt 2023). In der Verordnung (EU) 2020/741 sind Grenzwerte für die zulässigen Mindestgüteklassen von aufbereitetem Wasser für landwirtschaftliche Verwendungszwecke und Bewässerungsmethoden festgelegt.

Um Lösungs- und Regelungsvorschläge für die Anwendung und Umsetzung der EU-Verordnung zu entwickeln, wurde eine länderoffene übergreifende LAWA-Ad hoc AG/Kleingruppe unter Einbeziehung der LABO eingesetzt. Der Endbericht der LAWA AG wurde im Februar 2022 veröffentlicht (LAWA-Ad hoc AG/KG Water Reuse, 2023). Durch die DWA soll mit dem sich noch in Arbeit befindlichen Merkblatt (Stand während der Projektbearbeitung) DWA-M 1200 „Anwendung der Wasserwiederverwendung für landwirtschaftliche und urbane Zwecke“ eine konkrete Handlungshilfe für die mit der Wasserwiederverwendung aufkommenden Planungs- und Betreiberaufgaben sowie die behördlichen Genehmigungsverfahren entstehen. Das geplante Merkblatt soll in 3 Teilen erscheinen (DWA, 2023):

Teil 1: Grundsätze zur Wasserwiederverwendung für unterschiedliche Nutzer

Teil 2: Anforderungen an die weitergehende Abwasserbehandlung

Teil 3: Verwertung von Klarwasser für die Bewässerung in Landwirtschaft, Gartenbau und Grünflächen

Der Zeitpunkt der Fertigstellung des DWA-Merkblattes ist noch unklar.

Die nach hydrogeologischen Kriterien festgelegte Modellabgrenzung folgt überwiegend dem Verlauf von Gewässern, Grundwasserscheiden bzw. Grundwasserfließrichtungen.

Die nördliche bzw. nordöstliche Abgrenzung verläuft entlang der Elbe. Ab Hitzacker knickt der Verlauf nach Süden ab und orientiert sich am Verlauf der Jeetzel und der alten Jeetzel bzw. Jeetze bis nach Salzwedel. Von hier verläuft die Abgrenzung in östlicher Richtung bis Hermannsburg und von dort entlang der Örtze und Ilster nach Norden. Der weitere Verlauf der westlichen Abgrenzung folgt ab Garstedt der Luhe bis zu ihrer Mündung in die Elbe.

Innerhalb des Untersuchungsgebiets bzw. Modellgebiets befinden sich die LK Uelzen und Lüneburg (ohne das Gebiet Amt Neuhaus nördlich der Elbe) sowie die Hansestadt Lüneburg. Diese bilden das „Aussagegebiet“ (Flächengröße ca. 2.788 km²) für die Berechnungen mit dem Grundwassermodell.

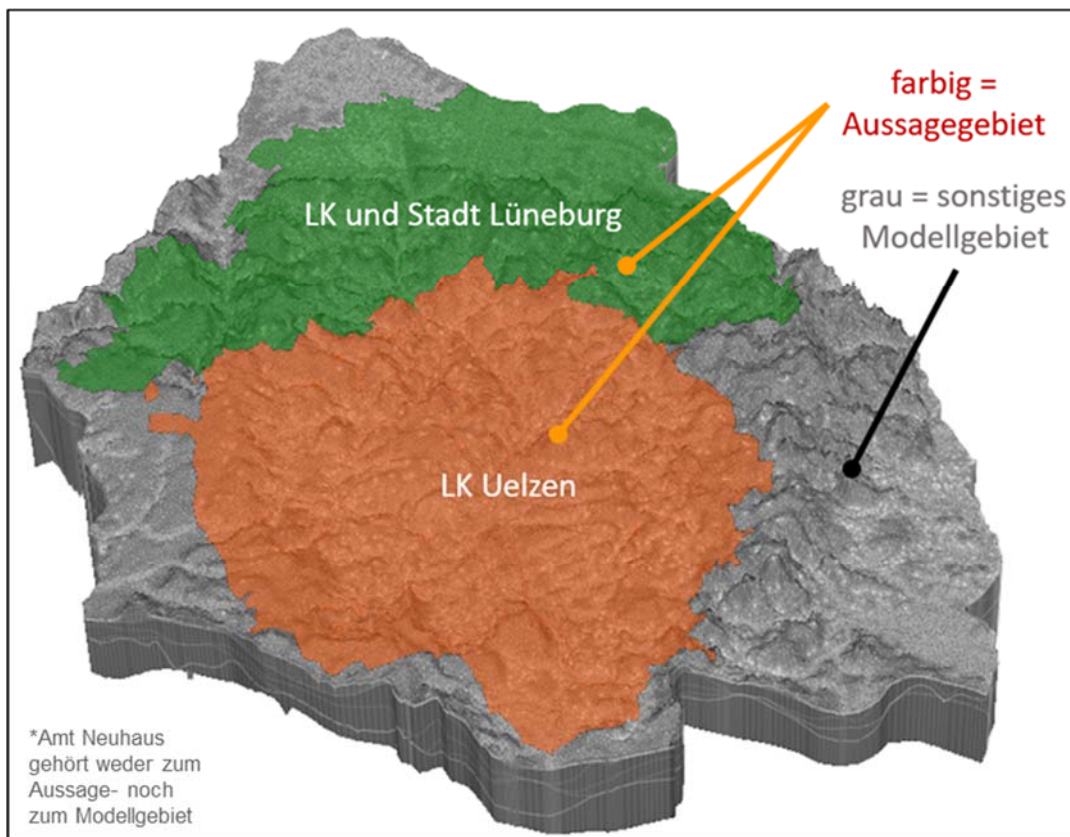


Abbildung 68: Aussagegebiet innerhalb des Modellgebiet

Weiterhin liegen im sonstigen Modellgebiet (Flächengröße ca. 1.062 km²) Teile der umliegenden LK Lüchow-Dannenberg, Salzwedel, Gifhorn, Celle, Heidekreis und Harburg.

8.2 Modellierungskonzept und Modellkalibrierung / -prüfung

Für das gesamte Modellgebiet in der oben beschriebenen Gebietsabgrenzung wurde ein dreidimensionales, numerisches Grundwasserströmungsmodell mit der Software *FEFLOW*[®] 7.5 aufgebaut (DHI-Wasy GmbH). Der Modellaufbau und die Anwendung des numerischen Grundwassermodells orientieren sich am Regelwerk DVGW W 107 (DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., 2016). Zur Generierung des Netzgitters wurden insbesondere die Vorfluter (Fließgewässer), Ränder, geologische Rinnenstrukturen und sämtliche bekannten Entnahmebrunnen als Linien- bzw. Knotenelemente vorgegeben, wodurch erreicht wird, dass Netzknotenpunkte exakt auf diesen Gitterelementen liegen. Auf dieser Grundlage wurde das horizontale Diskretisierungsnetz aus Dreiecken generiert und im Bereich der Grundwasserentnahmen und der Vorfluter zusätzlich verdichtet (Abbildung 69).

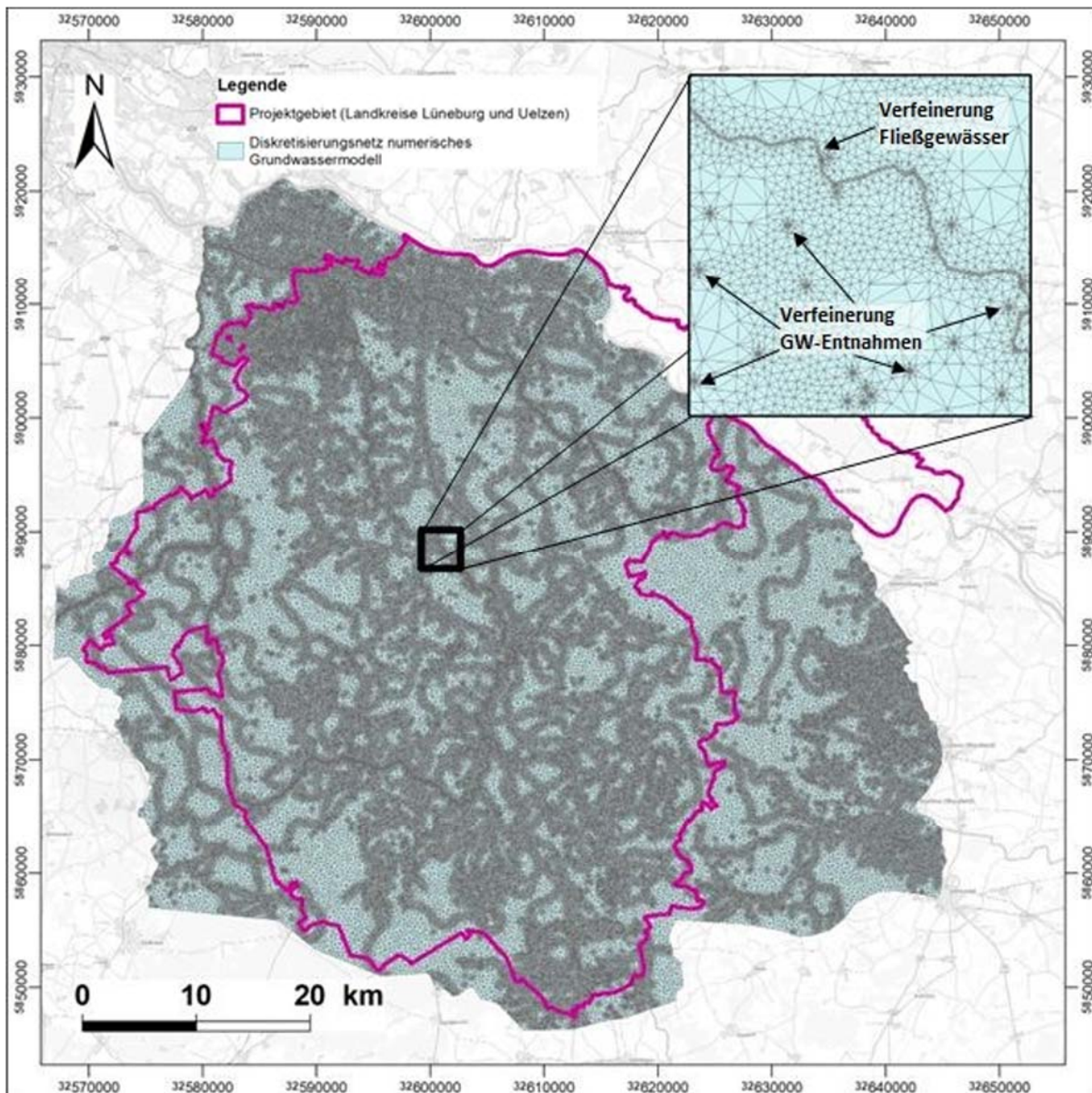




Abbildung 69: Modellgebiet mit horizontalem Diskretisierungsnetz, Verfeinerung im Bereich der Vorfluter, Entnahmebrunnen und Rinnenränder

Das Netzgitter besteht je horizontaler Knotenebene (Slice) aus:

- Anzahl der Knoten: 295.506
- Anzahl der Elemente: 588.210

Das beschriebene hydrogeologische Strukturmodell wird nahezu lagegetreu durch 13 sogenannte Modell-Layer in das Modell übernommen und mit den entsprechenden hydrogeologischen Eigenschaften belegt. Die Modell-Layer werden im Top bzw. an der Basis jeweils durch Slices begrenzt, die miteinander gekoppelt sind. Hieraus ergeben sich insgesamt 14 Slices. Die Tabelle 27 zeigt die vertikale Diskretisierung der hydrogeologischen Einheiten.

Das gesamte Netzgitter besteht, entsprechend dieser vertikalen Diskretisierung aus:

- Gesamtzahl der Knoten: 4.137.084
- Gesamtzahl der Elemente: 7.646.730



Tabelle 27: Vertikale Diskretisierung und Umsetzung des hydrogeologischen Strukturmodells

	Nomenklatur des LBEG	Hydrogeologisches Modell	Numerisches Modell Layerstruktur	
	"Hydrostrat. Gliederung Niedersachsens" (GeoFakten 21)			
	<i>Hydrostratigraphische Einheiten</i>	Bezeichnung der Schichteinheiten	Layer	Slices
Quartär	L1 / 1.1 - 1.3	AQ1	Layer 1	S2
			Layer 2	S3
			Layer 3	S4
	H2/ 3	AT1	Layer 4	S5
	(L2/ 2.1 - 2.2)/ L3	AQ2	Layer 5	S6
	H3/ 3.1 - 3.2	AT2	Layer 6	S7
	L3/ 4.1	AQ3	Layer 7	S8
	H4/ 4.1 - 4.2	AT3	Layer 8	S9
Tertiär	L4/ 4.1 L4.2 /HL 4.2	AQ4	Layer 9	S10
	H5 (+L4.3)	AT4	Layer 10	S11
	L5	AQ5	Layer 11	S12
	H6	AT5	Layer 12	S13
	L6	AQ6	Layer 13	S14 = Modellbasis
	H7	(AT6)		

Das Grundwassermodell bildet sowohl „freie“ („phreatische“) Grundwasseroberflächen ab, sofern entsprechende Verhältnisse vorliegen (keine Überdeckung durch Grundwasserhemmer), als auch Grundwasserdruckflächen („gespanntes Grundwasser) bei Überdeckung durch einen Grundwasserhemmer.

Das Modell wurde anhand gemessener Standrohrspiegelhöhen für den Zeitraum Januar 2008 bis einschließlich Dezember 2020 an insgesamt 373 Grundwassermessstellen und an 22 Abflusspegeln stationär und instationär kalibriert und anschließend getestet.

Die schrittweise Entwicklung und Prüfung des Modells lässt sich anhand der Reaktionen des Aquifersystems auf natürlichen Bedingungen und die Grundwasserbewirtschaftung gut nachvollziehen. Als Beispiel hierfür dienen die gemessenen Standrohrspiegelhöhen in den Grundwassermessstellen Himbergen F1 (bis April 2009) bzw. Himbergen F1.1 (bis Ende 2020) in Abbildung 70. Während der Vegetationsperiode finden vergleichsweise deutliche Grundwasserabsenkungen durch die Feldberegnung statt. In den Wintermonaten füllen sich die Grundwasserspeicher in unterschiedlichem Maß wieder

auf. Dieses Systemverhalten wird durch die generelle Entwicklung der Witterungsbedingungen überlagert.

Die Jahre vor 2008 eignen sich aufgrund vorhandener Datenlücken bzw. geringer Datendichte der gemessenen Standrohrspiegelhöhen im Modellgebiet nicht als Grundlage für eine Grundwassermodellierung.

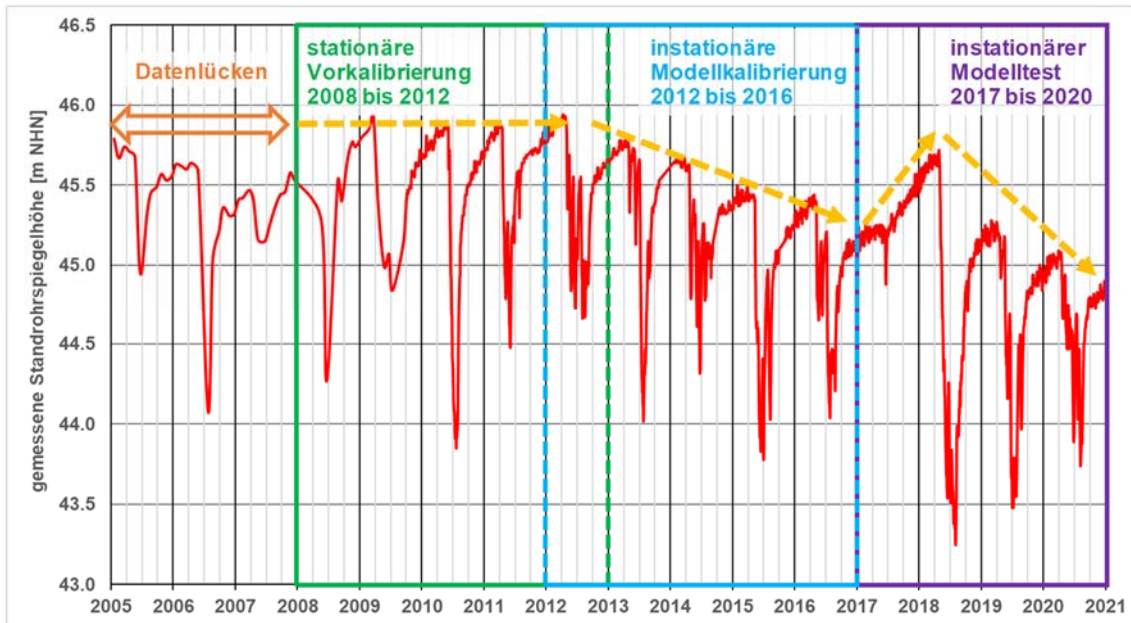


Abbildung 70: Darstellung der gemessenen Standrohrspiegelhöhen an der GWMS Himbergen F1 / F1.1 als Grundlage für die Auswahl der Zeiträume für die Modellkalibrierung und den Modelltest

Der Zeitraum von 2008 bis 2012 eignet sich für die **stationäre (zeitunabhängige) Vorkalibrierung**, die zunächst der vorläufigen Bestimmung der Modellparameter (hydraulische Leitfähigkeiten / Transfer-raten an Fließgewässern) dient, welche anschließend als Grundlage für die instationäre Modellkalibrierung übernommen und dort verifiziert werden.

Im Zeitraum von etwa Mitte 2012 bis Ende 2016 zeigen die gemessenen Standrohrspiegelhöhen einen fallenden Trend an. Dieser Zeitraum wird aufgrund seiner hohen Variabilität und gleichbleibender Datendichte als Grundlage für die **instationäre (zeitunabhängige) Kalibrierung** verwendet.

Ab Beginn 2017 bis Ende Frühjahr 2018 steigen die gemessenen Standrohrspiegelhöhen wieder deutlich an, bevor sie in der Berechnungsperiode 2018 auf das Minimum des gesamten untersuchten Zeitbereichs absinken. Bis zum Ende des Jahres 2020 setzt sich der bereits für den Zeitraum 2012 bis 2016 erkennbare fallende Trend der Standrohrspiegelhöhen noch deutlicher fort. Dieser Zeitraum wird nach Abschluss der instationären Modellkalibrierung zum **instationären Modelltest** herangezogen.



Zur weiteren Prüfung der ermittelten Modellparameter (k_f -Werte, Transferraten (Leakage), etc.) wurde eine umfangreiche **Sensitivitätsanalyse** (Empfindlichkeitsanalyse) des Modells durchgeführt.

8.3 Bewertung der Modellkalibrierung / -prüfung

Die Plausibilität des Modells wurde durch Gewässerkundlichen Landesdienst (GLD) überprüft. Die Wiedergabetreue des Modells ist, bezogen auf die Modellgröße, auf die umgesetzten Grundwassermengen sowie auf die lokalen und regionalen Grundwasserströmungsgradienten, als gut zu bezeichnen.

Durch den vergleichsweise sehr hohen Aufwand bei der Erstellung und Prüfung des Modells ist u. a. der Nachweis erbracht, dass das Grundwassermodell in der Lage ist, plausible Aussagen und Prognosen unter stark variierenden meteorologischen Bedingungen (Feuchttjahre und Trockenperioden) bei unterschiedlichen wasserwirtschaftlichen Bewirtschaftungsszenarien zu liefern. Somit ist für das vorliegende Grundwasserströmungsmodell der Nachweis seiner Prognosefähigkeit nach DVGW W 107 erbracht (DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., 2016).

8.4 Berechnung und Auswertung von Maßnahmenvarianten

Zur Analyse der Auswirkungen der im Rahmen des Projekts IWAMA-KO untersuchten wasserwirtschaftlichen Maßnahmen ist es notwendig, zunächst eine „Ausgangs-Variante“ zu erzeugen, die im Wesentlichen den Ist-Zustand des Grundwassersystems repräsentiert. Um die generelle Wirkung von Maßnahmen aufzuzeigen und temporäre und ggf. lokale Effekte wie starke Änderungen des Speicherinhalts im Grundwassersystems z. B. nach Trockenjahren, die die generelle Wirkung möglicherweise überprägen, zu eliminieren, wurde ein „mittlerer Jahresgang“ des Grundwassersystems erzeugt. Dazu wurden die Werte aller zeitlich variablen Eingangsdaten im Modellgebiet (Grundwasserentnahmen, Wasserstände der Fließgewässer, Grundwasserneubildung) und Zielgrößen (gemessene Standrohrspiegelhöhen in den Grundwassermessstellen und Basisabflüsse an den Abflusspegeln) jeweils über einen Zeitraum von zehn Jahren (Zeitraum 2008 – 2017) monatsweise gemittelt. Anhand der zeitlichen Aneinanderreihung der monatlichen Mittelwerte ergibt sich ein Jahresgang, der monatsweise den tatsächlichen mittleren (10-jährigen) Zustand des Grundwassersystems des Zeitraums 2008 – 2017 (Ausgangszustand) repräsentiert.

Die Abbildung 71 veranschaulicht die Erzeugung des mittleren Jahresgangs am Beispiel von Messwerten der Standrohrspiegelhöhen einer Grundwassermessstelle.

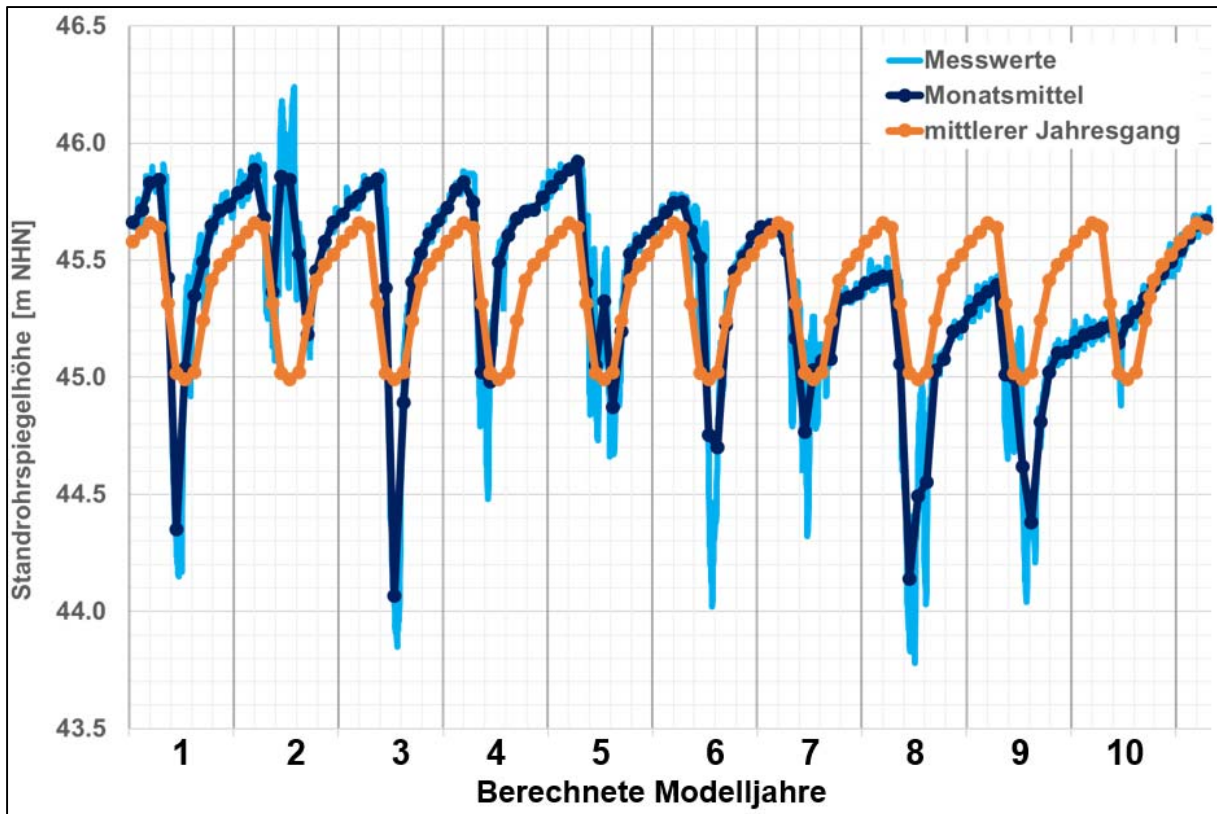


Abbildung 71: Erzeugung des „mittleren Jahresgangs“ aus den Messwerten am Beispiel von Standrohrspiegelhöhen

Basierend auf diesem Jahresgang werden die zuvor entwickelten Maßnahmen zur Substitution von Grundwasserentnahmen, zur Grundwasseranreicherung und zu Rückhalt von Wasser in/an Gewässern und Drainagen im Modell umgesetzt. Hieraus ergibt sich jeweils die **Maßnahmen- bzw. Prognose-Variante**.

Die Analyse und Bewertung der Auswirkungen der untersuchten Maßnahmen beruht auf einer Differenzbildung der Jahresgänge bzw. im Grundwassersystem zwischen der Ausgangs- und der Maßnahmen-Variante und zwar für:

- Standrohrspiegelhöhen,
- Grundwasserbilanzen,
- grundwasserbürtiger Basisabfluss in den Fließgewässern.

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt über lokale und regionale Differenzkarten, Ganglinienvergleiche und Vergleiche in Tabellenform.



Durch die Berechnung von Jahresgängen lassen sich nicht nur die Höhe der Veränderungen an Standardrohrspiegelhöhen und Grundwasserbilanzen (Grundwasserdargebot, Basis-Abflussmengen etc.) bestimmen, sondern auch der Beginn und das zeitliche Verhalten der Wirkung der untersuchten Maßnahmen, z. B., ob sie speziell innerhalb der Vegetationsperiode bzw. Sommermonate einen Zugewinn an verfügbarer Grundwassermenge und/oder grundwasserabhängigen Landökosystemen einen besseren Grundwasseranschluss ermöglichen sowie die Wasserführung (Basisabfluss) insbesondere in kleinen Gewässern stützen. Zusätzlich lässt sich anhand dieser Ergebnisse die Effektivität der Maßnahmen in Hinblick auf die technischen, finanziellen und administrativen Randbedingungen bei der Umsetzung bewerten.

8.5 Wasserbilanz im Modellgebiet

Zur Berechnung einer Wasserhaushaltsbilanz für einen definierten Bilanzbereich werden alle positiven (Zustrom in den Bilanzbereich) sowie negativen (Abstrom aus dem Bilanzbereich) Bilanzkomponenten aufsummiert.

Neben dem räumlichen spielt auch der zeitliche Bezug eine wesentliche Rolle. Optimalerweise umfasst der Bilanz-Zeitraum mehrere Jahre und sollte möglichst mittlere Verhältnisse abbilden (z. B. bezogen auf ein 30-jähriges Mittel), damit die Bilanzkomponenten weder über noch unterschätzt werden und die Speichervolumenänderung im Aquifersystem keine wesentliche Rolle spielt.

Für das Untersuchungsgebiet IWAMAKO sind die zu berücksichtigenden Bilanzkomponenten stark vereinfacht folgendermaßen zu unterteilen:

- Grundwasserneubildung:
 - Niederschlagswasser abzüglich Evapotranspiration (Verdunstung), Oberflächen- und Zwischenabflussabfluss sowie Zwischenspeicherung in der ungesättigten Zone
 - Grundwasseranreicherungen durch flächenhafte Versickerungen (Versickerungsbecken, Rigolen etc.) und Versickerungsbrunnen
- Grundwasserentnahmen:
 - Entnahmen der öffentlichen Wasserversorgung
 - Entnahmen zur Feldberegnung und als industrielles Brauchwasser
 - Entnahmen zur Wasserhaltung (Drainagen, Wasserhaltungsbrunnen etc.)
- Grundwasserbürtiger Austausch zwischen Gewässern und Grundwasser:
 - influente Verhältnisse (das Gewässer gibt Wasser an das Grundwassersystem ab.)

Integriertes Wasserversorgungs- und Wassermengen - Managementkonzept

- effluente Verhältnisse (das Gewässer entwässert (drainiert) das Grundwassersystem).
- Grundwasseraustausch über die Modellränder:
 - Dem Untersuchungsgebiet fließt in bestimmten Bereiche Grundwasser von benachbarten Bereichen zu
 - Das Untersuchungsgebiet gibt in bestimmten Bereiche Grundwasser an benachbarte Bereiche ab
- Zeitliche Änderungen des im Aquifersystem gespeicherten Grundwasservolumens: Da an dieser Stelle eine langjährige mittlere Grundwasserbilanz betrachtet wird, ist dieser Term der Wasserbilanz vernachlässigbar

Die nachfolgende Abbildung 72 visualisiert die wesentlichen Komponenten der Grundwasserbilanz.

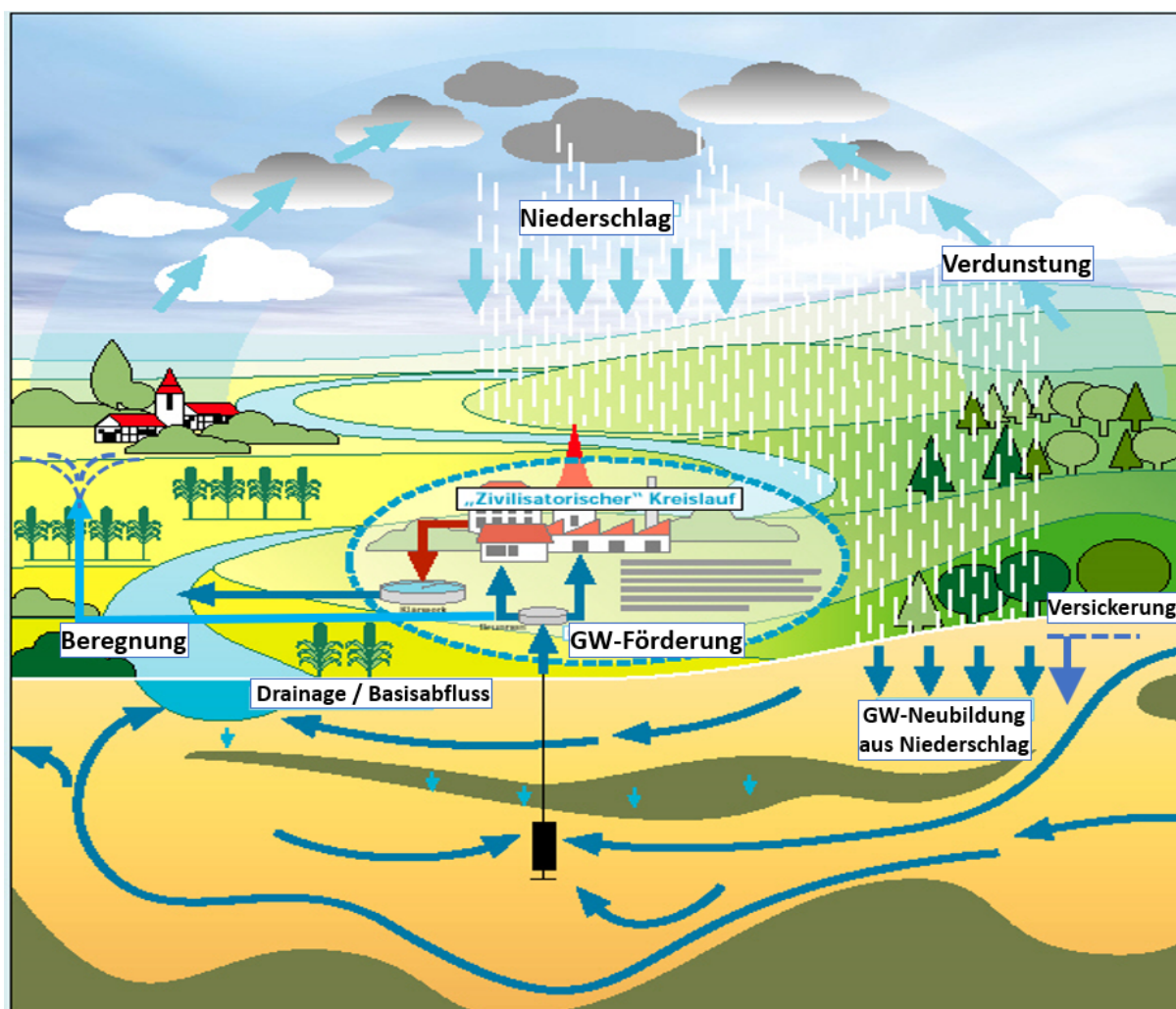


Abbildung 72: Exemplarische Darstellung der wesentlichen Komponenten der Grundwasserbilanz (CAH / Wasserverband Lingener Land WVLL, unveröffentlicht, 2002, verändert)



Für die in Kapitel 8.4 beschriebene Ausgangs-Variante (Zeitraum 2008 – 2017) wurde auf Basis eines mittleren Jahresgangs für das gesamte Modellgebiet eine Grundwasserhaushaltsbilanz erzeugt (Tabelle 28). In diese Bilanz gehen als Komponenten die Grundwasserneubildung, alle Grundwasserentnahmen, der Zu- bzw. Abstrom über die seitlichen Modellränder sowie die Grundwasserzu- und -abflüsse über die Oberflächengewässer ein.

Tabelle 28: Wasserhaushaltsbilanz für das Modellgebiet als Ergebnis des numerischen Grundwassermodells (Ausgangs-Variante)

Bilanzkomponente	Beschreibung	Wert [m ³ /a]
Grundwasserneubildung	Grundwasserneubildung	+ 740.832.449,1
	Grundwasserzehrung	- 55.838.755,0
	Summe	+ 684.993.694,1
Grundwasserentnahmen	GW-Entnahmen in LK/Stadt Lüneburg und LK Uelzen	- 66.021.071,9
	GW-Entnahmen im übrigen Modellgebiet	- 23.902.433,7
	Summe	- 89.923.505,6
GW-Austausch über äußere Modellränder	Zustrom	+ 91.608,2
	Abstrom	- 30.509.332,2
	Summe	- 30.417.724,0
Oberflächengewässer	infiltrierend (influent)	+ 8.112.476,0
	exfiltrierend (effluent)	- 572.757.334,1
	Summe	- 564.644.858,1
Bilanzfehler	Gesamtsumme	+ 7.606,4

Die Bilanzberechnungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Die Bilanzsumme (Addierung aller positiven und negativen Bilanzglieder) soll „Null“ betragen (Massenerhaltungsgesetz). Es ergibt sich in Summe ein Wert von ca. +7.600 m³/a. Das entspricht einem Bilanzfehler von ca. 0,001 %, der hinsichtlich des Gesamtsystems und der zu treffenden Aussagen als vernachlässigbar klein und damit als nicht relevant anzusehen ist.
- Werden die positiven Bilanzglieder (Grundwasserneubildung, Randzustrom im Norden und Infiltration der Vorfluter) zusammengerechnet, stehen im gesamten Modellgebiet (=Bilanzgebiet) ca. 693 Mio. m³/a Grundwasser zur Verfügung (Grundwasserdargebot).
- Von diesen 693 Mio. m³/a werden ca. 90 Mio. m³/a zu Trink- und Brauchwassergewinnung bzw. Beregnungszwecken entnommen (Mittelwert Zeitraum 2008 – 2017). Das sind ca. 13 % des zur Verfügung stehenden Grundwassers.



- Über alle bilanzierten Oberflächengewässer im Modellgebiet werden ca. 573 Mio. m³/a Grundwasser abgeführt. Dies entspricht ca. 83 % des zur Verfügung stehenden Grundwassers.
- Unter der Elbe hindurch (in den Oberen und Unteren Braunkohlensanden) fließen in der Summe etwa 30,4 Mio. m³/a Grundwasser aus dem Modellgebiet nach Norden ab. Dies entspricht ca. 4 % des zur Verfügung stehenden Grundwassers.
- Gleichzeitig strömen ca. 92.000 m³/a Grundwasser dem Modellgebiet zu. Insgesamt ist der bilanzierte Zustrom über die äußeren Modellränder in das Modellgebiet gegenüber der Gesamtsumme des Grundwasseraustauschs als sehr gering einzustufen.



9 Maßnahmen zur Stärkung des Wasserhaushalts in der Region und Entwicklung nachhaltiger Nutzungskonzepte

(Bohny / Janssen / Kockemüller / Röttcher, INBW; Nienstedt / Bruns, CAH; Martens / Bock, KV; Gödecke, LWK)

9.1 Maßnahmen zur Erhöhung der Grundwasserneubildung

(Nienstedt / Bruns, CAH; Martens, KV)

9.1.1 Grundwasseranreicherung, Identifizierung geeigneter Suchräume für Grundwasseranreicherungen

Einige der im Projekt IWAMA KO untersuchten Maßnahmen setzen eine oberflächennahe Versickerung von Wasser zur Anreicherung des Grundwasserdargebots voraus. Dies gilt insbesondere für Überschusswasser aus dem Elbe-Seitenkanal (Kap. 9.2.6) und für Wasser aus Kläranlagen (Kap.9.3.2). Hierfür und zur grundsätzlichen Klärung der Möglichkeiten für eine oberflächennahe Versickerung innerhalb des Untersuchungsgebiets wurde zunächst untersucht, welche Standorte aus hydrogeologischer Sicht hierfür grundsätzlich in Frage kommen.

Eine Anreicherung von Grundwasser ist prinzipiell nur in Bereichen möglich, in denen eine Versickerung hydrogeologisch möglich bzw. sinnvoll ist und das versickerte Wasser dem Grundwassersystem zutreten kann, ohne oberflächennah abzufließen bzw. Vernässungen zu erzeugen. Diese Bereiche können unter Anwendung des dem numerischen Grundwassermodell hinterlegten Strukturmodells identifiziert werden. Weitere relevante Kriterien für die Suchräume einer potenziellen Grundwasseranreicherung sind die vorherrschenden Grundwasserflurabstände, die Entfernung zu Oberflächengewässern, die Anzahl und Tiefe von (Beregnungs-)Brunnen und der lokale (Zusatz-)Wasserbedarf sowie die örtlichen Gegebenheiten (Flächennutzung, Eigentumsverhältnisse, Verfügbarkeiten, etc.) und Wasserzulieferungsbedingungen (zeitliche Verfügbarkeit und Mengen von Wasser, das für die Grundwasserinfiltration zur Verfügung gestellt werden kann).

Zur Bewertung der Versickerungswirksamkeit im Grundwasser (Bewertungsverfahren Grundwasser) müssen u. a. die Eigenschaften des Untergrundes zwischen Geländeoberfläche und der Grundwasser Oberfläche untersucht werden. Hierzu werden in jeweils separaten Einzelbetrachtungen vier Eingangsgrößen bewertet und anschließend in einer summarischen Gesamtbewertung aggregiert. Die Bewertung der Eingangsparameter erfolgt in einem 4-stufigen System: 0 Punkte steht dabei für „nicht geeignet“, der höchste Wert 3 Punkte steht für „sehr geeignet“ (z.B. kein oberflächennaher Grundwasserhemmer; keine Horizonte, die Stauwasser begünstigen; Flurabstand zwischen 5 m und 30 m). Anschließend werden die Punkte an jedem Standort addiert, wobei im Endergebnis ein Standort immer mit



dem Wert 0 („nicht geeignet“) bewertet wird, wenn mindestens einer der Eingangsparameter den Wert 0 erhalten hat. Bei der Gesamtbewertung kann ein Standort maximal 12 Punkte (4 x 3) erreichen.



Die vier Eingangsparameter sind:

Die Bodenkarte (BK 50,): Aus den in der Bodenkarte angegebenen Bodentypen wird abgeleitet, ob es sich um stau- und/oder grundwasserbeeinflusste Böden handelt, die nicht für Versickerungsmaßnahmen geeignet sind oder um Böden, die eine Versickerung zulassen.

Die Geologische Karte (GK 25 / GK 50,): In der Geologischen Karte werden die unterhalb der Geländeoberfläche anstehenden Sedimente/Gesteine betrachtet. Für die Auswertung wird petrographisch nach Grundwasserleitern und Grundwasserstauern unterschieden. Bei oberflächennaher Verbreitung von Grundwasserhemmern bestehen kaum Versickerungsmöglichkeiten.

Die Verteilung und die Mächtigkeit der oberflächennahen Grundwasserhemmer aus dem hydrogeologischen Strukturmodell: Hier werden die im hydrogeologischen Strukturmodell ausgewiesenen grundwasserleitenden und grundwasserhemmenden Schichten oberhalb des Zielaquifers bewertet. Dabei geht sowohl die Verbreitung der Hemmer als auch deren Mächtigkeit in die Bewertung ein. Für das Untersuchungsgebiet wurde der Zielaquifer der „AQ3“ für die Berechnung des möglichen Grundwasseranreicherungseffektes definiert. Dieser entspricht dem Aquifer, der unter der saalezeitlichen Drenthe-Grundmoräne („Hy-H1“, Kap. 7.4.2) ansteht. Oberhalb dieses Grundwasserhemmers Hy-H1 werden zusätzlich noch ein weiterer lokal vorkommender (Deck-)Hemmer „Hy-H0“ sowie die jeweils darüber bzw. darunter vorkommenden Aquifere „Hy-L1“ und „Hy-L0“ in der Bewertung berücksichtigt (Kap. 7.4.2). Bei einer flächenhaften Verbreitung von mächtigen Grundwasserhemmern (> 5 m) oberhalb des Zielhorizonts bestehen kaum Versickerungsmöglichkeiten.

Die Mächtigkeit der ungesättigten Zone: Die ungesättigte Zone umfasst nach DIN 4049-3 „den Gesteinskörper, der zum Betrachtungszeitraum nicht vollständig mit Wasser erfüllt ist“, oder allgemein den speichernutzbaren Porenraum zwischen der Geländeoberfläche und der Grundwasserdruckfläche des obersten Grundwasserstockwerks. Dieser Porenraum steht als Speicher für zusätzliches Sickerwasser zur Verfügung. Die Mächtigkeit dieser Zone wird im vorliegenden Fall durch die Differenz zwischen der Geländeoberfläche und dem modellberechneten mittleren Jahresgang der Strandrohrspiegelhöhen (Ausgangs-Variante) bestimmt, wobei die maximalen Strandrohrspiegelhöhen im Frühjahr verwendet werden. Diese Differenz wird im Rahmen dieser Untersuchungen sehr vereinfachend als „Flurabstand“ bezeichnet. Bei kleinen Flurabständen ist eine zusätzliche Versickerung nicht sinnvoll, da Ver- nässung sehr wahrscheinlich werden.



Aus der Klassifizierung der vier Standorteigenschaften ergibt sich folgende summarische der Gesamtbewertung:

- **12 Punkte:** Standort ist für die Grundwasseranreicherung **sehr geeignet**
- **10-11 Punkte:** Standort ist für die Grundwasseranreicherung **geeignet**
(individuelle Prüfung der Standorteigenschaften notwendig)
- **7-9 Punkte:** Standort ist für die Grundwasseranreicherung **evtl. geeignet**
(individuelle Prüfung der Standorteigenschaften notwendig)
- **0-6 Punkte:** Standort ist für die Grundwasseranreicherung **nicht geeignet**
(Ein Standort wird generell mit 0 Punkten bewertet, wenn eine oder mehrere der vier Standorteigenschaften mit 0 Punkten bewertet wird)

Aus der summarischen Gesamtbewertung ergeben sich farblich abgestufte Karten potentiell geeigneter Versickerungsstandorte (Abbildung 73 und Abbildung 74). Vor der tatsächlichen Umsetzung der geplanten Maßnahmen vor Ort bedarf es entsprechender Geländeuntersuchungen zur Verifikation.

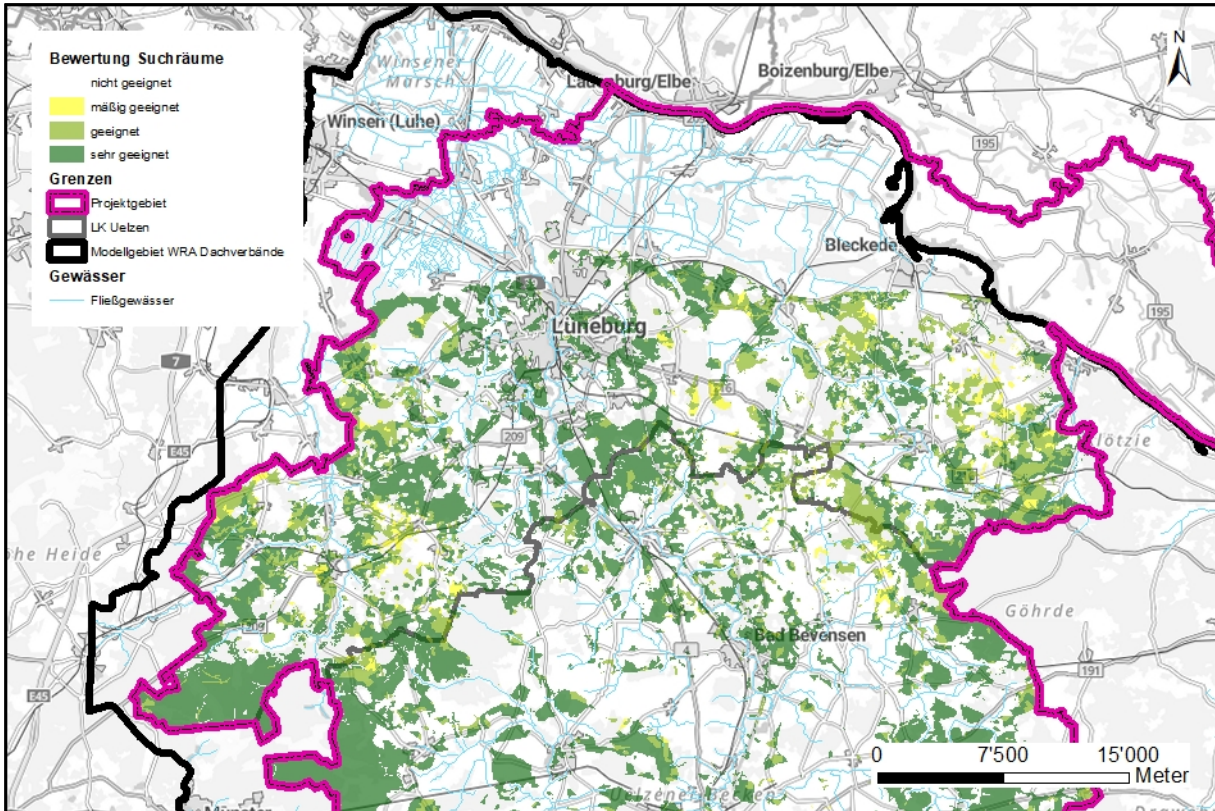


Abbildung 73: Suchräume für Grundwasseranreicherungen in Landkreis und Stadt Lüneburg

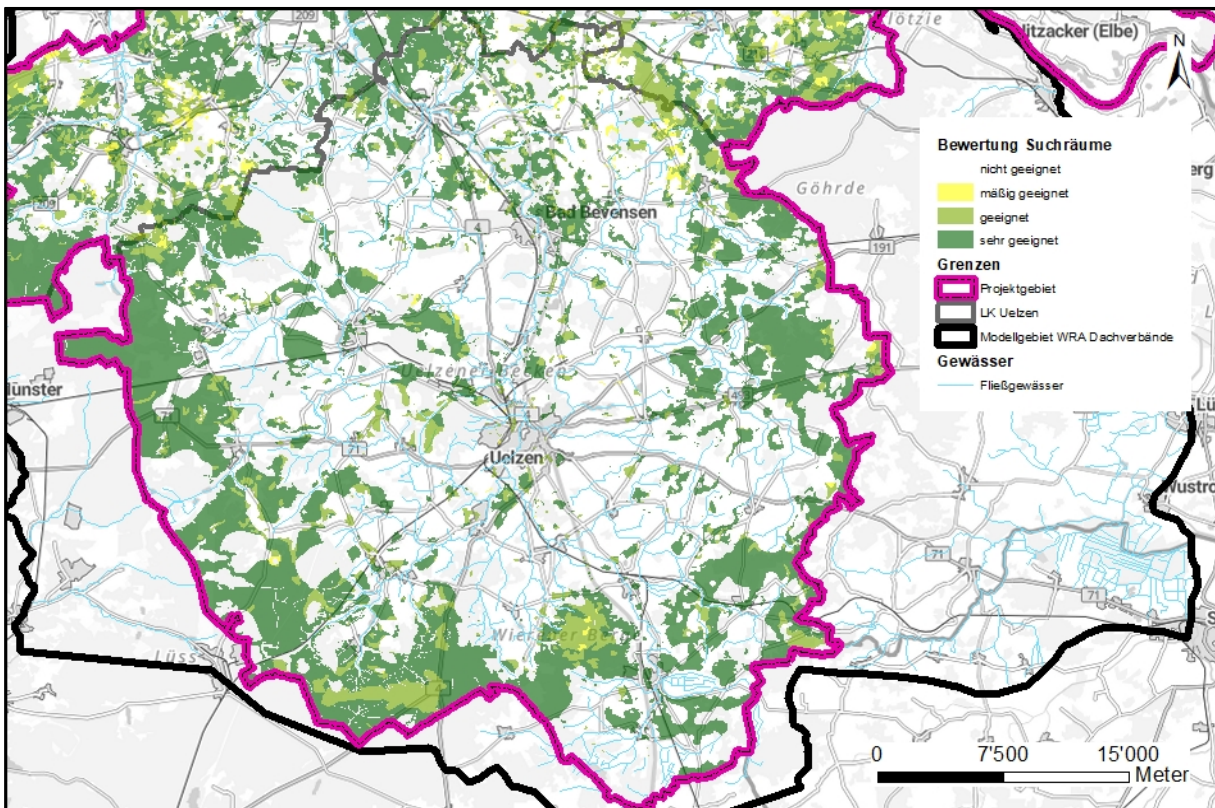


Abbildung 74: Suchräume für Grundwasseranreicherungen im Landkreis Uelzen

Die Zusammenfassung der Ergebnisse liefert Tabelle 29. In beiden Teilgebieten ist der überwiegende Flächenanteil als Versickerungsfläche ungeeignet. In absteigender Reihenfolge der Eignung sind die



ermittelten Flächenanteile entsprechend der Bewertung (sehr geeignet, geeignet, mäßig geeignet und ungeeignet) zusammengestellt. In Summe weisen ca. 595 km² der untersuchten Flächen eine sehr geeignete Versickerungsfähigkeit auf. Dies entspricht ca. 24 % der Gesamtfläche des Untersuchungsgebiets.

Tabelle 29: Flächen der Landkreise Lüneburg (inkl. Stadtgebiet) und Uelzen differenziert nach der Bewertung ihrer Versickerungsfähigkeit

Bewertung	LK Lüneburg, inkl. Stadtgebiet		LK Uelzen	
	[km ²]	[%]	[km ²]	[%]
sehr geeignet	203,0	19,1	392,0	26,8
geeignet	92,1	8,6	84,2	5,8
mäßig geeignet	12,8	1,2	4,2	0,3
ungeeignet	757,1	71,1	981,6	67,1
Summe	1.065,0	100,0	1.462,0	100,0

Hinweis: Es werden nur Flächen berücksichtigt, welche innerhalb des numerischen Grundwassermodells liegen.

Nach der Identifizierung potenziell geeigneter Standorte erfolgte eine Abstimmung geeigneter Versickerungstechniken. Anschließend erfolgte die exemplarische Auswahl von insgesamt elf Standorten, an denen mit dem Grundwassermodell die Wirkung und Reichweite der Infiltration ermittelt wurde. Untersucht wurden dabei insbesondere folgende Fragestellungen:

- Führt die Infiltration zu einer Erhöhung des Grundwasserdargebots?
- Erreicht das Infiltrationswasser den Förderhorizont der Brunnen?
- Führt eine Infiltration von „Überschusswasser“ im Winter zu einer Erhöhung des Dargebots bzw. der Grundwassergewinnbarkeit in der Vegetationsperiode?
- Können in Folge der Infiltration die Entnahmemengen der Brunnen im Beeinflussungsgebiet erhöht werden?
- Wie verändern sich (ggf. temporär) die Standrohrspiegelhöhen und Flurabstände? Sind Vernässungen zu erwarten?
- Wie verändert sich der Basisabfluss von benachbarten Gewässern?

Klassifizierung der Standortbedingungen im Projektgebiet: Geologische Karte (nach GK25)



Die Kategorisierung der geologischen Karte erfolgte nach den dort für die einzelnen Flächen hinterlegten Informationen zu Stratigrafie, Petrografie und Genese.

Geologische Einheiten mit relevanten Anteilen feinkörniger Sedimente (Ton, Schluff) wurden als potenziell hemmende Schichten und somit als ungeeignet für die Grundwasseranreicherung klassifiziert (Tabelle 30). Ebenfalls ungeeignet für die Grundwasseranreicherung sind Gewässerflächen und Festgestein sowie Torf- und Muddenablagerungen. Weiterhin wurden künstliche Aufschüttungen und Hanglehm / Fließerde als ungeeignet klassifiziert.

Da sich viele Flächen im Untersuchungsgebiet aus verschiedenen stratigrafisch-petrografischen Einheiten zusammensetzen, erfolgte die Klassifizierung auch nach Haupt- und Nebenmengenbestandteilen.

Tabelle 30: Klassifizierung der Versickerungsfähigkeit nach geologischer Karte

Klasse	Definition
3	Ohne hemmende Komponenten; hemmende Komponenten nur als Nebenbestandteil
0	Hemmende Komponenten als Hauptbestandteil

Klassifizierung der Standortbedingungen im Projektgebiet: Bodenarten (nach BK50)

Maßgeblich für die Kategorisierung der Bodenarten ist der Anteil feinkörniger Bodenbestandteile (Ton, Schluff) sowie der Stauwassereinfluss. Diese Eigenschaften weisen auf oberflächennahe Stauer hin, die zu einer Verringerung der Grundwasserneubildung beitragen können (Tabelle 31).

Als Indizien für oberflächennahe Stauer werden die Bodentypen Pseudogley und Hochmoor angesehen. Bei der Wertigkeit wird unterschieden zwischen Normbodentyp und Mischformen mit einem anderen Bodentyp. Um keine wasserbeeinflussten Bereiche zu vernachlässigen, in denen Strukturinformationen und Bodentyp nicht zusammenpassen, werden auch die grundwasserbeeinflussten Bodentypen Gley, Niedermoor, Marschen und Auenböden sowie deren Mischbodentypen mitberücksichtigt.

Bodenarten ohne relevante bzw. potenziell hemmende Ton- und Schluffanteile und Stauwassereinflüsse werden nachfolgend als „andere Böden“ bezeichnet.



Tabelle 31: Klassifizierung der Versickerungsfähigkeit nach Bodenkarte

Klasse	Definition
3	Andere Böden
2	Mischböden anderer Bodenarten mit Gley oder Pseudogley im Untertyp
1	Gley- und Pseudogley-Mischböden mit anderen Bodentypen im Untertyp
0	Auenböden, Marschböden, Moorböden, Gleye, Pseudogleye; Mischböden mit diesen Komponenten im Haupt- und Untertyp

Klassifizierung der Standortbedingungen im Projektgebiet: Grundwasserflurabstände

Die Klassifizierung der Grundwasserflurabstände (Mächtigkeit der ungesättigten Zone) bezieht sich auf AQ2 (Tabelle 32).

Tabelle 32: Klassifizierung der Versickerungsfähigkeit anhand der Grundwasserflurabstände

Klasse	Definition
3	Grundwasserflurabstand (AQ2) zwischen 5 und 30 m
2	Grundwasserflurabstand (AQ2) > 30 m
0	Grundwasserflurabstand (AQ2) < 5 m

Klassifizierung der oberflächennahen Geringleiter

Das Vorhandensein oberflächennaher Geringleiter wurde aus dem hydrogeologischen Strukturmodell abgeleitet. Es wurden der oberflächennahe Grundwasserhemmer AT1 und der darunter liegende AT2 berücksichtigt. Eine Berücksichtigung des AT2 erfolgte nur für solche Bereiche, in denen die darüberliegenden Schichten (AQ1, AT1 und AQ2) eine maximale Mächtigkeit von 5 m aufweisen. Bei der Bewertung wird angenommen, dass gering-mächtige Hemmer ein geringeres Hindernis für das Sickerwasser darstellen. Jede Hemmer-Einheit wird separat bewertet. Anschließend wird für die Bewertung des Standorts die schlechteste dort vorkommende Punktzahl angesetzt. Kommt an einem Standort bspw. der AT1 mit einer Mächtigkeit von 2,5 m vor (1 Punkt), der AT2 ist dagegen 15 m mächtig (0 Punkte), so erhält dieser Standort insgesamt auch 0 Punkte (Tabelle 33).

Tabelle 33: Klassifizierung der Versickerungsfähigkeit anhand der oberflächennahen Geringleiter

Klasse	Definition
0	oberflächennahe Geringleiter > 5 m mächtig
1	oberflächennahe Geringleiter zwischen 1 m und 5 m mächtig
2	oberflächennahe Geringleiter < 1 m mächtig
3	kein oberflächennaher Geringleiter vorhanden



Gesamtbewertung der Bereiche zur Grundwasseranreicherung

Für die hydrogeologische Gesamtbewertung der Versickerungswirksamkeit von grundwasseranreichernden Maßnahmen an einem Standort werden die Einzelbewertungen der vier Eingangsparameter aufaddiert. Ein Standort wird jedoch immer mit dem Wert 0 (ungeeignet) bewertet, wenn mindestens einer der Eingangsparameter den Wert 0 erhalten hat.

Folgende Unterteilung für die Gesamtbewertung wurde gewählt:

Tabelle 34: Gesamtbewertung der Versickerungsfähigkeit

Punkte	Bewertung
0-6	Standort für die Grundwasseranreicherung ungeeignet
7-9	Standort für die Grundwasseranreicherung vermutlich ungeeignet ; Standortbedingungen müssen jedoch individuell geprüft und bewertet werden
10-11	Standort für die Grundwasseranreicherung ggf. geeignet ; Standortbedingungen müssen jedoch individuell geprüft und bewertet werden
12	Standort für die Grundwasseranreicherung sehr geeignet

9.1.2 Maßnahmen an Gewässern

(Bohny /Röttcher, INBW)

Einführung

Im Untersuchungsgebiet finden sich eine Vielzahl von Fließgewässern. Der Abfluss dieser Fließgewässer setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen, dazu zählen der Direktabfluss und der grundwasserbürtige Basisabfluss. Im Jahresverlauf ist der Basisabfluss von unterschiedlichen Faktoren abhängig, hierzu zählen u. a. die Anbindung des Gewässers an das Grundwassersystem, die Niederschlagsmenge bzw. Grundwasserneubildung und auch die vorhandenen Grundwasserentnahmen. Das Untersuchungsgebiet ist dabei überwiegend von Grundwasserentnahmen zur Feldberegnung geprägt, welche sich auf den Zeitraum der Vegetationsperiode (April bis einschließlich September) fokussieren. Basierend auf einem typischen klimatischen Jahresverlauf der Grundwasserstände sowie den Entnahmen zur Feldberegnung in den Sommermonaten können die Grundwasserstände im oberflächennahen Grundwasserleiter soweit absinken, dass in betroffenen Fließgewässerabschnitten der Anschluss an das Grundwasser verkleinert wird oder gar abreißt und kaum bzw. kein Basisabfluss mehr stattfindet.



Die Verringerung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter führt ebenfalls zu einer nachteiligen Beeinflussung von grundwasserabhängigen Landökosystemen (gwLÖs). Diese finden sich aufgrund der geringen Grundwasserflurabstände oftmals in der Nähe von Fließgewässern.

Trockenfallende Gewässer

Im Projektgebiet gibt es ca. 270 km Gewässer 2. und 3. Ordnung, die zeitweise trockenfallen. Ca. 95 km davon fallen länger als 6 Monate trocken (**Anlage 9.1.2**). Die Daten zu den trockenfallenden Gewässern stammen vom „Gewässer- und Landschaftspflegeverband Mittlere und obere Ilmenau“ sowie aus den Umweltkarten Niedersachsens.

Alle Maßnahmen im Projektgebiet, die zur Stabilisierung bzw. Anhebung des Grundwasserspiegels im oberflächennahen Grundwasserleiter beitragen, führen potenziell zu einer Verringerung der Gefahr des Trockenfallens umliegender Gewässer.

Auch die temporär trockenfallenden Gewässer selbst können in Zeiträumen, in denen sie Wasser führen, eingestaut werden, sodass ein Wasserrückhalt erfolgen kann. Diese Gewässerabschnitte sind dann für die Retention, z.B. die Erhöhung des Grundwasserspiegels durch Versickerung des Wassers und für einen Rückhalt von Wasser in der Landschaft nutzbar.

Bei den nachfolgenden Betrachtungen zum Einstau von Gräben und Gewässern ist die ökologische Wertigkeit der in Betracht kommenden Bereiche zu berücksichtigen. Durch den Einstau wird das Fließgewässerkontinuum ganz oder teilweise unterbrochen, so dass diese Bereiche einen Stillgewässercharakter bekommen. Diese Maßnahme kommt somit nur an ohnehin fließgewässerökologisch beeinträchtigten Gewässern in Betracht.

Die Anwendung dieser Maßnahmen wird deshalb für WRRL-relevante Gewässer nur in Ausnahmefällen möglich sein, während es bei reinen (Entwässerungs-)Gräben in vielen Fällen möglich sein wird, entsprechende Einstaumaßnahmen umzusetzen. Hier gilt es zwischen den ökologischen Vor- und Nachteilen abzuwägen.

Der Einbau von Stauen hat, je nach Konstruktion der Maßnahme, zur Folge, dass die temporär trockenfallenden Gewässer nach der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) nicht mehr ökologisch durchgängig sind. Da die Gewässer temporär trockenfallen, ist die ökologische Durchgängigkeit ohnehin nicht gegeben. Ab wann ein trockenfallendes Gewässer als ökologisch nicht mehr durchgängig angesehen wird und daher der Einbau von Stauen akzeptiert werden kann, wird in dieser Untersuchung nicht weiter betrachtet. Zu diesen Untersuchungen gehört auch die Ermittlung der Ursache für das temporäre Trockenfallen. Soweit GW-Entnahmen als Ursache ermittelt werden, ist vorrangig zu prüfen, ob eine Reduzierung/Vermeidung der GW-Entnahme(n) erforderlich und geboten ist.

Unabhängig davon muss die Umsetzung entsprechender Maßnahmen mit den zuständigen Behörden geklärt werden.

Die Anzahl der benötigten Staumaßnahmen ist abhängig vom Längsgefälle in den Fließgewässern bzw. Gräben und der einzustellenden bzw. gewünschten Wasserstandsdimension. Je geringer die angestrebte Wasserspiegeldifferenz ist, umso höher ist die Anzahl der benötigten Staue. Eine Halbierung des Wasserspiegelunterschieds bedeutet ungefähr eine Verdopplung der benötigten Staumaßnahmen. In Abbildung 75 ist der Aufstau eines temporär trockenfallenden Gewässers schematisch dargestellt.

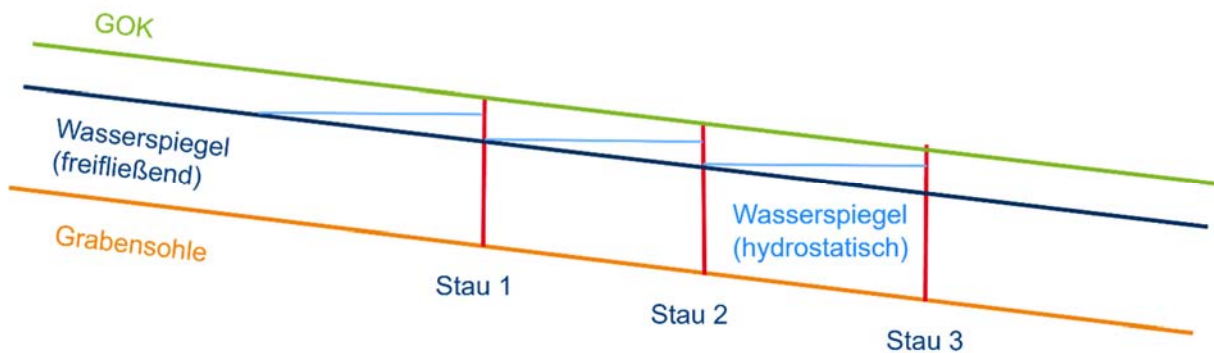


Abbildung 75: Schema Aufstau von trockenfallenden Gewässern /Gräben (Grafik: INBW)

Wie sich das Aufstauen der trockenfallenden Gewässer tatsächlich auf die Umgebung und den Grundwasserhaushalt auswirkt, ist stark abhängig vom Gewässer und dessen Morphologie und somit von der Situation vor Ort. Die Untersuchung mit dem Grundwassermodell zeigt, dass es aufgrund des geringen rückhaltbaren Stauvolumens nur sehr lokale Effekte auftreten. Eine relevante flächenhafte Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen lässt sich durch die Maßnahmen nicht erzielen. Allerdings kann der Zeitpunkt des Trockenfallens eines Gewässers zeitlich herausgezögert werden, was einen positiven Effekt auf die Wasserverfügbarkeit vorhandener gwLÖs bedeutet. Gleichzeitig wird aber der sogenannte Basisabfluss in den Gewässern reduziert, was im weiteren Gewässerverlauf Beeinträchtigungen der wasser gebundenen Flora und Fauna zur Folge haben kann. Hier muss jede Maßnahme einzelfallbezogen abgewogen werden.

Neben den trockenfallenden Gewässern gibt es auch eine Vielzahl an Entwässerungsgräben, die ebenfalls mit Staumaßnahmen zum Rückhalt von Wasser in der Landschaft genutzt werden können. Der Vorteil liegt hier darin, dass keine ökologische Durchgängigkeit gegeben sein muss. Allerdings führt das Aufstauen von Entwässerungsgräben potenziell zu Problemen bei der Bewirtschaftung umliegender Flächen. Durch steuerbare Wehre, z.B. die Suderburger Stauklappe, kann der Grabeneinstau an die Bewirtschaftung angepasst werden (Abbildung 76).



Abbildung 76: Suderburger Stauklappe (Hydraulisch gesteuertes Wehr) Bild links: Hydraulisch gesteuertes Wehr öffnet sich durch den absinkenden Unterwasserspiegel. Bild rechts: Hydraulisch gesteuertes Wehr vollständig geöffnet.

Im Zuge des Projektes IWAMA KO wurde exemplarisch, am Beispiel des Gollernbach zwischen Altenmedingen und Groß Thondorf (siehe Abbildung 77) für einen Abschnitt von ca. 6,9 km, bei einem durchschnittlichen Gefälle von 2,5%, berechnet, wie viele Staue, abhängig von der Stauhöhe, benötigt werden.

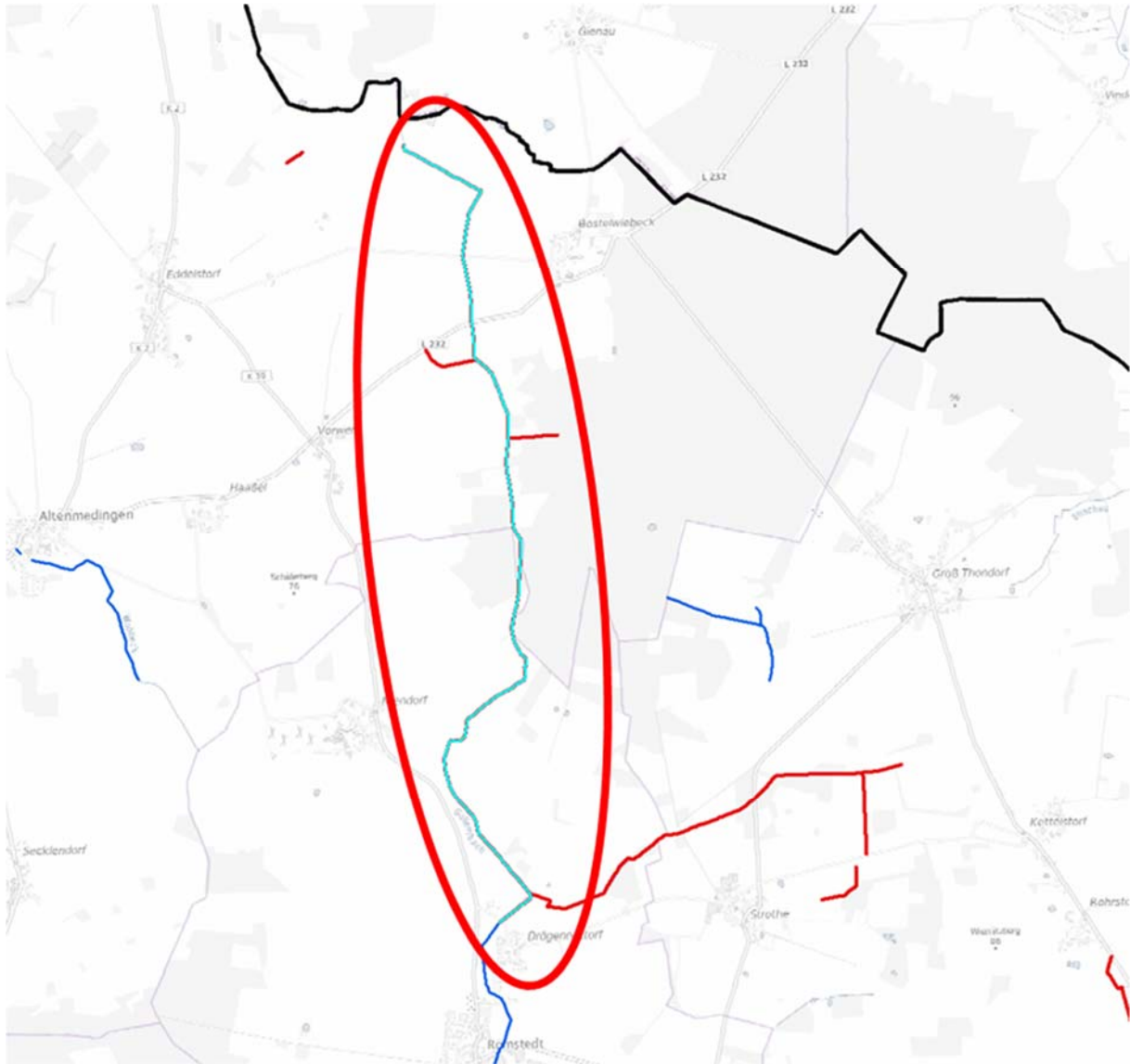


Abbildung 77: Trockenfallender Abschnitt des Gollernbach (hellblau)

Tabelle 35: Ergebnisse: Anzahl benötigte Stau in Abhängigkeit der Höhe der Stau

Höhe der Stau	Länge bis zur Stauwurzel	Anzahl Stau
0,1	39,43	175
0,25	98,57	70
0,5	197,14	35



Je höher der Wasserspiegelunterschied am Stau ist, desto weniger Staue werden benötigt. In

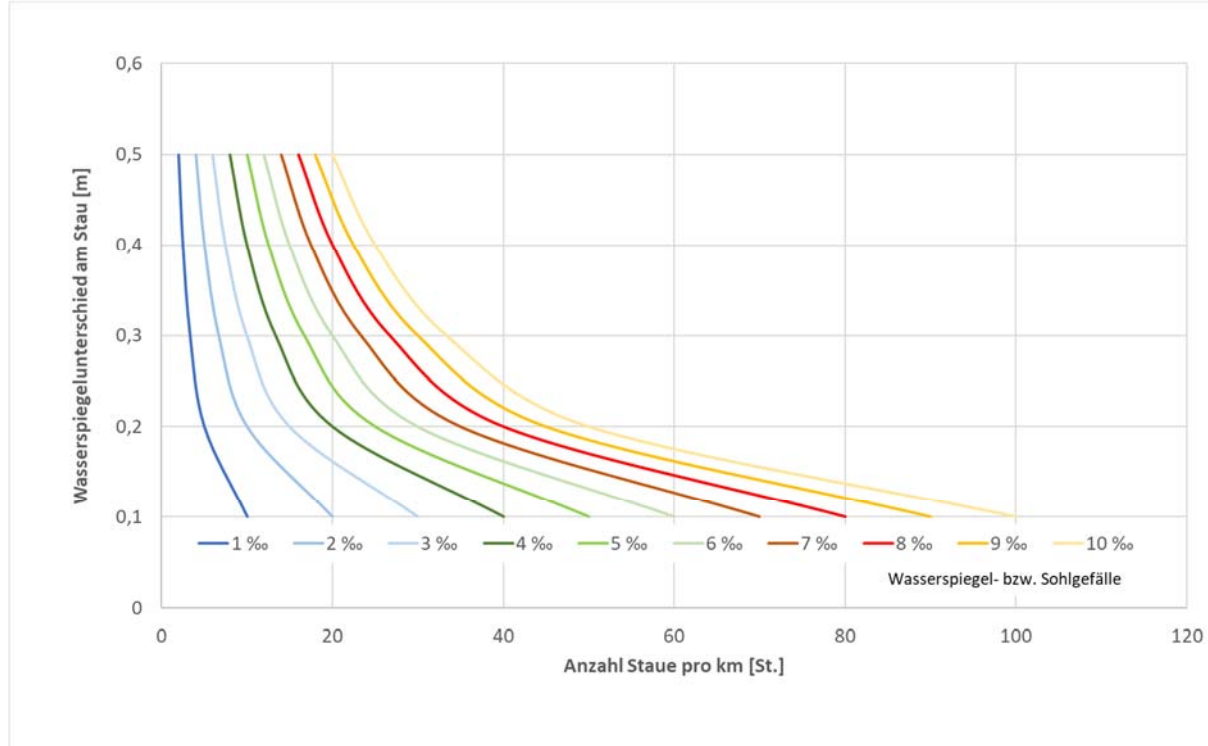


Abbildung 78 ist ein Diagramm dargestellt, mit dem, abhängig von der Höhe der Staue und dem Gefälle eines Grabens, die Zahl der benötigten Staue pro Kilometer trockenfallenden Gewässer ermittelt werden kann. Höhere Staue bedeuten jedoch auch einen stärkeren Eingriff in das Abflussgeschehen des Gewässers. Neben der Frage der Durchgängigkeit des Gewässers muss auch die Frage des Hochwasserschutzes geklärt werden. Da bereits bei geringen Abflussüberschreitungen über dem mittleren Wasserstand Wasser im Abflusssystem zurückgehalten wird, ist davon auszugehen, dass die Staue sogar eine positive Wirkung auf den Rückhalt von Hochwasser haben. Für den Fall, dass der Einstau permanent erfolgt bzw. nicht steuerbar ist, geht im Hochwasserfall je nach örtlicher Situation ein Teil Retentionsvolumen verloren, da der Graben bereits durch das zurückgehaltene Wasser gefüllt ist.

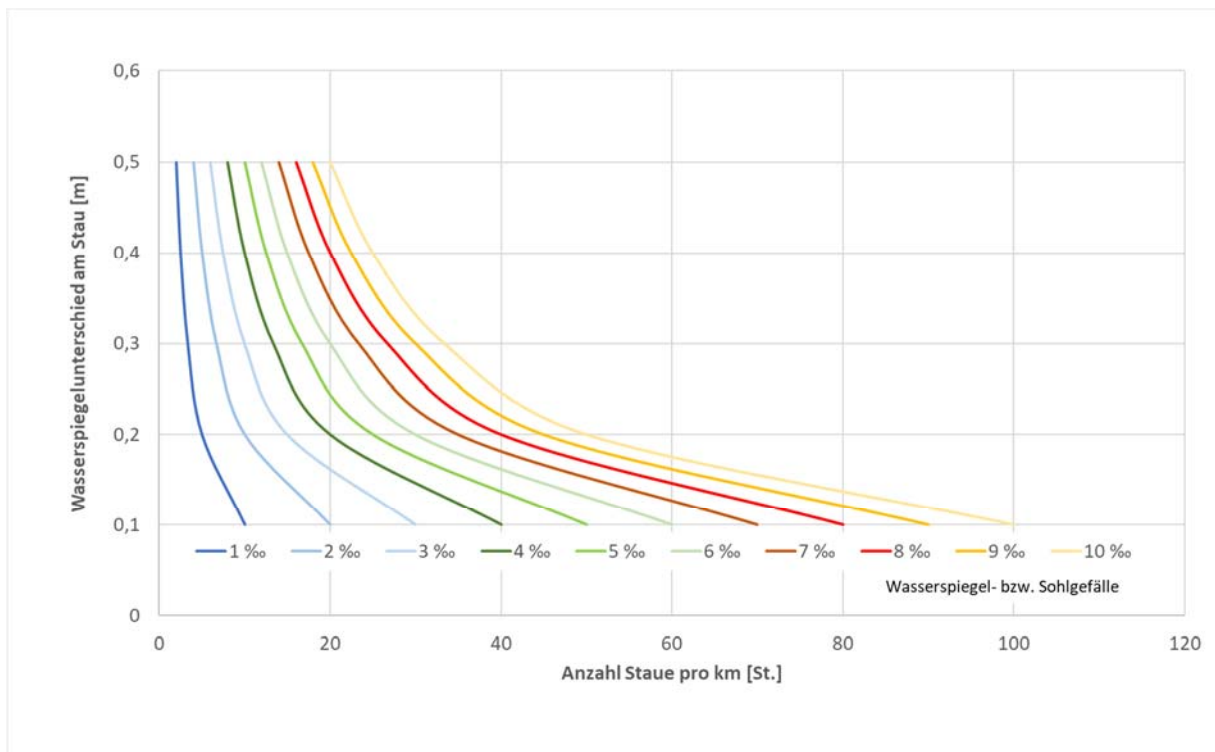


Abbildung 78: Erforderliche Anzahl an Stauen pro km in Abhängigkeit von Wasserspiegelunterschied am Staustandort und dem Wasserspiegelgefälle bzw. dem Sohlgefälle des Gewässers.

9.1.3 Wasserrückhalt und Retention in der Fläche

Wie im vorherigen Kapitel bereits beschrieben unterliegt der Abfluss in den Gewässern innerjährlichen Schwankungen, welche sich u.a. auf die Konzentration der Grundwasserneubildung auf die Wintermonate zurückführen lassen. In diesem Kapitel wird beschrieben bzw. mit dem Grundwassermodell beispielhaft untersucht, welches Potential zur Stärkung des Grundwasserhaushalts darin liegt, temporäre Flächenvernässungen bzw. Einstaumaßnahmen unter Nutzung der vergleichsweise höheren Abflüsse in den Wintermonaten durchzuführen. Das Ziel ist dabei, das zur Verfügung stehende Wasser auf Retentionsflächen einzustauen, sodass es versickert und zu einer Anhebung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter führt. Durch die Umsetzung dieser Maßnahme ergibt sich idealerweise eine mengenmäßige Erhöhung des Grundwasserangebots, ein verlangsamter Grundwasserabfluss über die Gewässer und eine Stützung des Basisabflusses und den Frühjahrs- und Sommermonaten.

Um im Projektgebiet IWAMAKO passende Maßnahmegebiete für die Untersuchung möglicher Auswirkungen von Einstaumaßnahmen bzw. Flächenvernässungen festzulegen, wurden verschiedene Grundlagendaten ausgewertet, welche nachfolgend aufgeführt und kurz erläutert werden:

Morphologie der Geländeoberfläche



Für die Untersuchungen bedarf es einer Abgrenzung von Flächen im Umfeld von Fließgewässern, die als natürliche Retentionsflächen geeignet sind. Dabei werden solche Flächen priorisiert, welche unmittelbar am Gewässer liegen und ein möglichst geringes Gefälle aufweisen, damit das Wasser im Rahmen einer Einstaumaßnahme möglichst lange auf der Fläche verbleibt, um zu versickern. Gleichzeitig muss die Retentionsfläche für eine gezielte Bewirtschaftung morphologisch klar abgrenzbar sein.

Die Auswertung der Flächen innerhalb des Projektgebiets IWAMA KO stand das Digitale Geländemodell (DGM 50) zur Verfügung, welches bereits für die Festlegung der Geländeoberkante im numerischen Grundwassermodell verwendet wurde (Kap. 8). In diesem Geländemodell ist in einem Raster von 50 m x 50 m ein Datenpunkt mit der Höheninformation der Geländeoberkante vorhanden.

Geologische bzw. hydrogeologische Eigenschaften des Untergrunds

Die untersuchten Einstaumaßnahmen bzw. Flächenvernässungen sollen dazu führen, dass in den oberflächennahen Grundwasserleitern mehr Grundwasser verfügbar ist, wodurch potenziell mehr Wasser in die tieferen Grundwasserleiter versickern kann. Gebiete, in denen oberflächennah bindige Schichten mit einer hohen Mächtigkeit sowie einer kontinuierlichen Verbreitung vorliegen, sind somit ungeeignet und führen potenziell zu lange anhaltenden Vernässungen, da das eingestaute Wasser nicht in den Untergrund versickern kann.

Daher wurden solche Gebiete priorisiert, in denen die oberflächennahen Grundwasserhemmer AT1 bzw. AT2 nicht oder nur geringmächtig vorhanden sind (Kap. 7.4.2).

Grundwasserflurabstand

Die untersuchten Einstaumaßnahmen bzw. Flächenvernässungen führen in den oberflächennahen Grundwasserleitern zu einem Anstieg der Standrohrspiegelhöhen und somit zu einer Verringerung des Grundwasserflurabstands (Definition Grundwasserflurabstand nach DIN 4049: Lotrechter Abstand zwischen einem Punkt der Erdoberfläche und der Grundwasseroberfläche des ersten Grundwasserstockwerks).

Hier: Lotrechter Abstand zwischen einem Punkt der Erdoberfläche und der Grundwasserdruckfläche (Standrohrspiegelhöhe des AQ2.).

Hierdurch kann es temporär auch zu Vernässungen an der Geländeoberfläche im Umfeld des Maßnahmengebiets, ggf. auch darüber hinaus, kommen. Dauerhafte, flächige Vernässung sollen aber vermieden werden.

Die Berechnung des Grundwasserflurabstands erfolgte auf Basis der mit dem numerischen Grundwasserströmungsmodell (Kap. 8) berechneten Standrohrspiegelhöhen des oberflächennahen Grundwasserleiters AQ2 für den Zustand Anfang April (hoher Füllstand des Aquifers) und dem digitalen Geländemodell (DGM 50).



Für die Ausweisung der Maßnahmegebiete sind idealerweise Bereiche mit höherem Grundwasserflurabständen zu priorisieren. Da die Fließgewässer als Wasserquelle fungieren, müssen die Maßnahmegebiete in Gewässernähe liegen. Naturgemäß sind im Nahbereich von Fließgewässern aber geringe Grundwasserflurabstände anzutreffen. Somit muss für die Wahl möglicher Standorte ein Kompromiss zwischen Nähe zum Fließgewässer und einem geringen, dennoch tolerablen Grundwasserflurabstand eingegangen werden.

Grundwasseranschluss der Fließgewässer

Der Abfluss in Fließgewässern setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen. Der Anteil des Gesamtabflusses, welcher aus dem Grundwasser gespeist wird, wird als grundwasserbürtiger Abfluss bzw. Basisabfluss bezeichnet. Sofern die Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter über die Wasserstände im Fließgewässer steigen, wirkt das Gewässer als Vorflut und es ergibt sich ein Basisabfluss aus dem Grundwasserkörper. Ein Absinken der Standrohrspiegelhöhen unter die Wasserstände im Fließgewässer führt dazu, dass kein Basisabfluss mehr stattfindet. In Abhängigkeit der innerjährlichen Schwankungen der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter und der Wasserstände im Fließgewässer kann ein kontinuierlicher bzw. temporärer Basisabfluss auftreten.

Die Kategorisierung nach kontinuierlichem, temporären bzw. fehlendem Basisabfluss in einem Fließgewässerabschnitt erfolgte auf Basis der Modellberechnungen für die Zeitpunkte April (hoher Füllstand des Aquifers) und August (niedriger Füllstand des Aquifers). Für jeden Modellknoten mit einer Fließgewässerrandbedingung wurde geprüft, ob für beide, einem der beiden oder keinen Zeitpunkt ein modellberechneter Basisabfluss vorliegt. Die Ergebnisse sind anhand einer Ampelkarte in Kap. 7.2 dargestellt.

Für die Ausweisung der Maßnahmegebiete sind idealerweise Fließgewässerabschnitte mit einem Basisabfluss in den Wintermonaten (kontinuierlicher bzw. temporärer Basisabfluss) zu favorisieren. Bedingt durch einen hohen Abfluss in den Wintermonaten steht mehr Wasser zur Verfügung, welches im Rahmen der zu untersuchenden Maßnahmen aufgestaut werden kann. Dabei sind unbedingt die ökologischen Aspekte und Anforderungen zu beachten (siehe auch Kap. 9.1.2, Trockenfallende Gewässer).

Anhand der Untersuchungsergebnisse lassen sich Aussagen darüber treffen, inwieweit eine Versickerung in Fließgewässerabschnitten mit einem temporären Basisabfluss (nur zum Zeitpunkt April) zu einer Anhebung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter während der Vegetationsperiode und somit zu einem Basisabfluss in den Sommermonaten führt. In Fließgewässerabschnitten mit einem kontinuierlichen Basisabfluss lässt sich anhand der Untersuchungsergebnisse entsprechend der Erhöhung des vorhandenen Basisabflusses in den Sommermonaten quantifizieren und bewerten.



Flächennutzung

Das Projektgebiet IWAMA KO besteht aus Flächen unterschiedlicher Nutzung. Nach Kap. 5.2 sind dies zu ca. 50 % landwirtschaftliche Flächen (Acker), zu ca. 30 % Waldflächen und zu ca. 12 % Grünland. Zur Umsetzung der untersuchten Maßnahmen bedarf es Flächen, welche temporär vernässt werden können. Dies kann zu potenziellen Konflikten mit der bisherigen Flächennutzung führen. Es sind Flächen zu priorisieren, auf denen ein temporäre Aufstau von Wasser mit der derzeitigen Nutzung tolerabel ist.

Bei der Identifikation geeigneter Maßnahmegebiete zeigte sich, dass die vorhandene Datengrundlage zur Beschreibung der Geländemorphologie (DGM 50) aufgrund der zu geringen Auflösung und Genauigkeit ungeeignet ist. Die Identifikation kleinräumiger Gefälle und Senken im Gelände bedarf eines feiner aufgelösten Geländemodells, das nicht zu Verfügung stand. In Abstimmung mit dem Projektträger und den Bearbeitern des Los 1 erfolgte stattdessen die Festlegung möglicher Maßnahmenflächen auf Basis bereits durchgeführter Untersuchungen im Projektgebiet IWAMA KO.

Dementsprechend wurde ein Standort im LK Uelzen gewählt. Er befindet sich am Fließgewässer Hardau, zwischen den Ortschaften Holxen im Westen und Holdenstedt im Nordosten (vgl. Abbildung 79). Nach [1] ist das Gebiet als potenzieller Standort für ein Hochwasserrückhaltebecken bzw. als Retentionsfläche geeignet. Am westlichen Ende des Standortes ist dabei die Errichtung eines Dammes vorgesehen, welcher für den Hochwasserrückhalt genutzt wird. Das Wasser wird in der Retentionsfläche eingestaut, um dort zu versickern.

Bezogen auf die bereits genannten Kriterien an die Auswahl geeigneter Maßnahmegebiete kann der gewählte Standort wie folgt beschrieben werden:

- Die Geländeoberfläche sinkt am Standort, von Norden und Süden kommend, parallel zur Hardau ab, sodass ein muldenförmiger Verlauf parallel zum Gewässer vorliegt. Einschnitte ins Gelände bilden die beiden Gewässer, welche von Norden und Süden der Hardau zufließen. Am östlichen Rand des Standortes verengt sich diese Mulde, sodass sich hier ein geeigneter Standort für den Damm ergibt. Stromaufwärts der Hardau steigt das Gelände leicht an
- Ab dem westlichen Rand des Standortes bis ca. 200 m östlich des von Norden kommenden Zuflusses in die Hardau ist der oberflächennahe Grundwasserleiter AQ2 durch einen Grundwasserhemmer hydraulisch von den tieferen Grundwasserleitern getrennt. Die Mächtigkeit des Grundwasserhemmers beträgt unter 5 m. Im Hinblick auf die Verbreitung und Mächtigkeit des Hemmers kann dieser temporäre Vernässungen am Standort begünstigen. Die Eignung des Standortes für die Untersuchungen ist dennoch gegeben



- Aufgrund der räumlichen Nähe zur Hardau sind die Grundwasserflurabstände am Standort sehr gering. Der Grundwasserflurabstand beträgt im April (hoher Füllstand des Aquifersystems) im näheren Umfeld des Fließgewässers maximal ca. 2 m. Bedingt durch die Maßnahme kann es aufgrund der geringen Flurabstände unmittelbar zu Vernässungen kommen
- Die Hardau wirkt im Bereich des Standortes im April und im August als Vorfluter. Es ist von einer ganzjährigen Anbindung an das Grundwasser auszugehen
- Der westliche Teil des Standortes wird als landwirtschaftliche Fläche genutzt. Vereinzelt finden sich Teilflächen mit Waldbeständen. Das östliche Drittel umfasst Moorflächen, welche bereits auf eine Tendenz zur Vernässung aufzeigen. Am östlichen Rand grenzen Waldflächen direkt an das Moor an

Trotz einer Limitierung durch den Grundwasserhemmer AT2 ist der gewählte Standort für die geplanten Untersuchungen mit dem numerischen Grundwassermodell geeignet.

Für die Untersuchung der Maßnahme und ihrer potenziellen Wirkungen sind die folgenden Annahmen zu Grunde gelegt worden:

- Das für die Untersuchung angenommene Maßnahmengbiet umfasst eine Fläche von ca. 29 ha
- Es wird eine Hochwasserwelle über einen Zeitraum von 14 Tagen für die Hardau angenommen, welche im Maßnahmengbiet aufgestaut wird
- Für den Aufstau wird ein Damm als Bauwerk am westlichen Ende des Maßnahmengbiets angenommen. Der Damm erzeugt einen Aufstau des Gewässers innerhalb des Maßnahmengbiets bis zu einer maximalen Einstauhöhe von 45 m NHN.
- Vor und nach dem 14-tägigen Hochwasser-Zeitraum entspricht der Wasserstand in der Hardau innerhalb des Maßnahmengbiets dem mittlerem Jahresgang (bei der Modellierung wird angenommen, dass ein Aufstau nur im Hochwasserfall erfolgt, dies entspricht nicht einer tatsächlichen Maßnahmenumsetzung)
- Durch den Aufstau kommt es zu einer flächenhaften Flutung des Maßnahmengbietes die nach Ende des 14-tägigen Hochwasser-Zeitraums wieder vollständig abgebaut ist. Es kann somit nur in dem Zeitraum der Flutung zu Versickerungen in den oberflächennahen Grundwasserleiter kommen

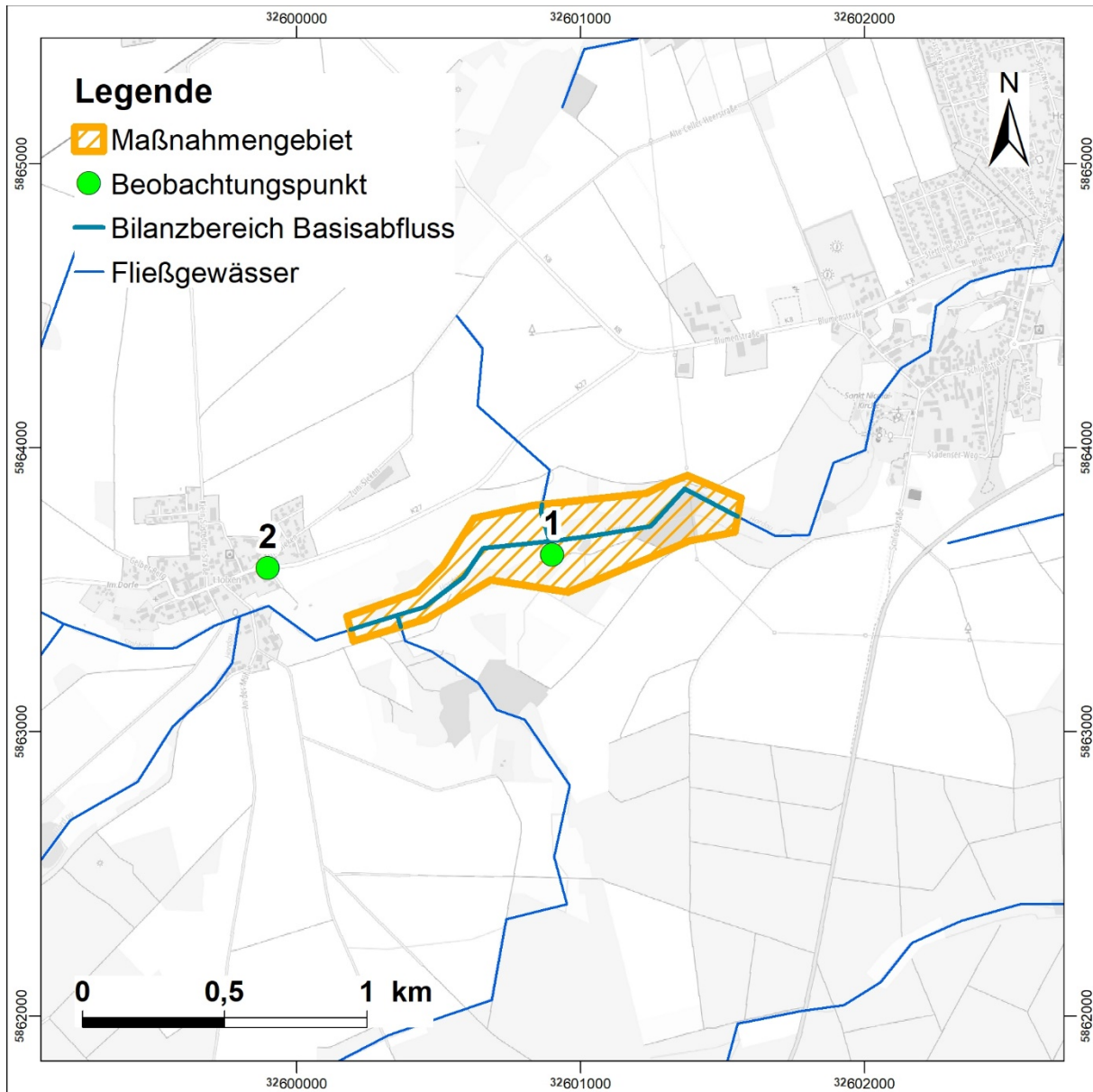


Abbildung 79: Lage des Maßnahmensgebiets, der Beobachtungspunkte und des Bilanzbereichs des Basisabflusses für die Untersuchung der Retentionswirkung

Untersuchungen mit dem numerischen Grundwassermodell

Mit dem numerischen Grundwassermodell wurde der Standort für eine Retentionsfläche an der Hardau im LK Uelzen untersucht (Abbildung 79). Zur Umsetzung im Grundwassermodell erfolgte zunächst eine Verfeinerung des horizontalen Diskretisierungsnetzes im Bereich des geplanten Maßnahmensgebiets.

Grundlage für die Modelluntersuchung bildet ein Aufstau der Hardau im Bereich der Retentionsfläche. Der Aufstau wird exemplarisch für einen 14-tägigen Zeitbereich vom 01. Februar bis zum 14. Februar



untersucht. Innerhalb dieses Zeitraums werden die beiden folgenden Punkte im numerischen Grundwassermodell umgesetzt:

1. Anhebung der Wasserstände der Hardau und ihrer Zuflüsse auf einen Wert von 45 m NHN vor und innerhalb des Maßnahmensgebiets (bis zum Staudamm)
2. Aktivierung von temporären Randbedingungen zur modellhaften Abbildung des Einstaus (flächenhafte Flutung) innerhalb des Maßnahmensgebiets mit einem Wert von 45 m NHN

Beide genannten Punkte sind nur für den Zeitraum zwischen dem 01. Februar und dem 14. Februar aktiv. Für den Zeitraum vor dem 01. Februar und ab dem 15. Februar orientiert sich der Verlauf der Wasserstände im Fließgewässer wieder an den mittleren Jahrgängen bzw. werden die temporären Randbedingungen zur modellhaften Abbildung der Flutung deaktiviert.

Für den gewählten Standort sind zwei Modellvarianten abgeleitet worden:

1. **Ausgangs-Variante:** Diese Modellvariante entspricht der Situation ohne temporären Gewässeraufstau. Sie dient als Vergleichsvariante zur Berechnung der sich aus der Umsetzung der Maßnahmen ergebenden Differenzen
2. **Prognose-Variante:** In dieser Modellvariante werden die beschriebenen Maßnahmen zur Abbildung des Gewässeraufstaus und der Überflutung der Retentionsflächen entsprechend der getroffenen Annahmen umgesetzt. Dabei wird in der Simulation davon ausgegangen, dass die Maßnahme jährlich in gleicher Weise und im gleichen Zeitraum fortgesetzt wird.

Die sich aus der Umsetzung der Maßnahmen ergebenden Auswirkungen von flächenhaften Differenzen der Standrohrspiegelhöhen, des Vergleichs von Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen an definierten Beobachtungspunkten sowie der Basisabflüsse an nahegelegenen Fließgewässern quantifiziert.

Bilanz der Versickerung in den oberflächennahen Grundwasserleiter

Durch die Umsetzung der Maßnahme ergibt sich eine zusätzliche Wassermenge, welche in den oberflächennahen Grundwasserleiter infiltriert. Die Bilanzbetrachtung für den Retentionsbereich zeigt für den Monat Februar eine **Versickerungsmenge von ca. 9.000 m³** (Umsetzung der Maßnahme vom 01. bis 14. Februar). Ab dem 15. Februar ist der Aufstau beendet, sodass es zu keinen weiteren Versickerungen im Bereich der Retentionsfläche kommt (vgl. Abbildung 80). Entsprechend liegen die Werte im übrigen Zeitraum bei 0 m³/Monat. In der Ausgangs-Variante ergibt sich für den gesamten Zeitraum eine Versickerungsmenge von 0 m³/a, da hier kein modellhafter Gewässeraufstau umgesetzt wird.

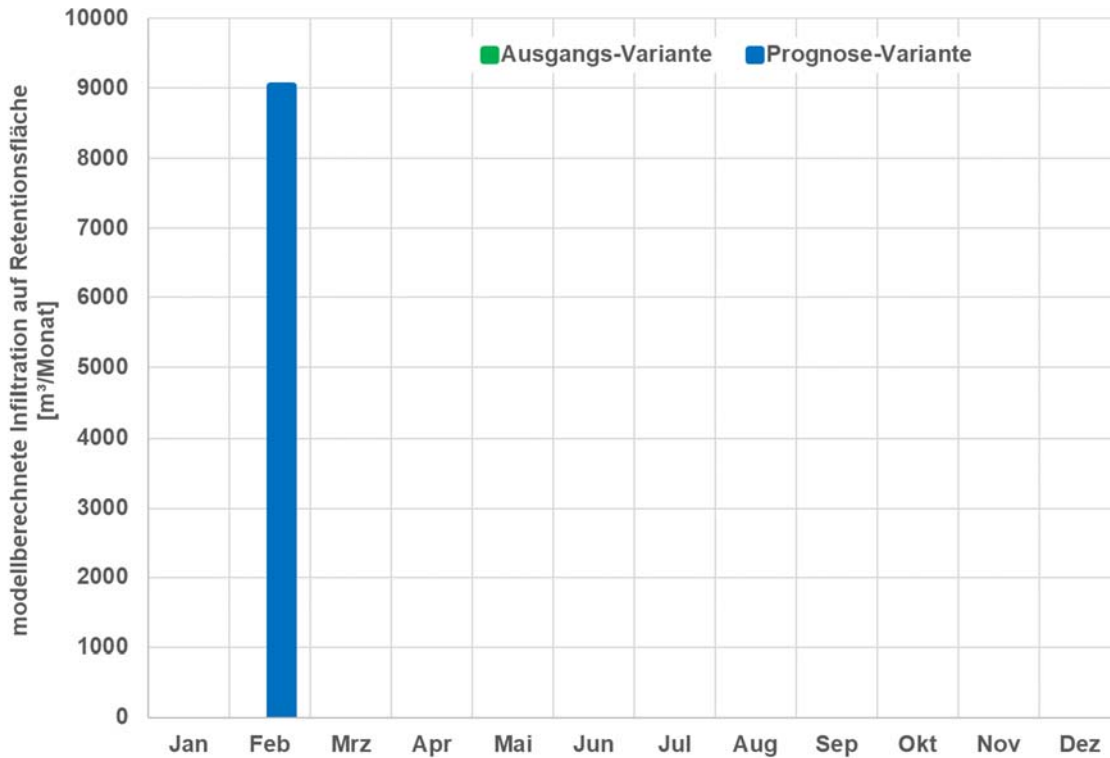


Abbildung 80: Darstellung der modellberechneten Infiltration als Monatssummen für die Prognose-Variante (blau) und Ausgangs-Variante (grün) im Bereich der Retentionsfläche an der Hardau

Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen

Bedingt durch den Aufstau des Fließgewässers sowie der in Abbildung 80 dargestellten Versickerung in den oberflächennahen Grundwasserleiter ergibt sich zum Ende der Maßnahme am 15. Februar eine flächenhafte Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen im AQ2. Die flächenhafte Aufhöhung $\geq 0,25$ m umfasst zu diesem Zeitpunkt eine Fläche von ca. 47 ha und reicht über das Maßnahmengebiet hinaus (**Anlage 9.1.3**). Das Maximum liegt im Bereich des Fließgewässers bei einem Wert von ca. 3,2 m.

Nachfolgend wird der zeitliche Verlauf der Standrohrspiegelhöhen als Ganglinien über ein Jahr dargestellt (grüne Linie = Ausgangs-Variante, blaue Linie = Prognose-Variante (Umsetzung des Gewässeraufstaus und flächenhafte Flutung im Maßnahmengebiet)). Aus der Differenz zwischen diesen Ganglinien ergeben sich die maßnahebedingten Veränderungen. Aufgrund der temporären Erhöhung der Wasserstände im Fließgewässer und der flächenhaften Flutung vom 01. bis 14. Februar ergeben sich im Jahresverlauf variable Differenzen. Die Ganglinien werden für zwei definierte Beobachtungspunkte im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 dargestellt (Abbildung 81 und Abbildung 82, Lage der Beobachtungspunkte in Abbildung 79).

Am **ersten Beobachtungspunkt** im Nahbereich der Hardau innerhalb der Retentionsfläche ergibt sich mit Beginn des Aufstaus zum 01. Februar ein Anstieg der Standrohrspiegelhöhen (Abbildung 81). Der



Anstieg erreicht zum 15. Februar sein Maximum. Zu diesem Zeitpunkt ist erkennbar, dass die Standrohrspiegel über das Geländeniveau steigen.

Mit Ende des Aufstaus und Absenkung der Wasserstände in der Hardau auf den mittleren Jahresgang beginnen die Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt wieder abzusinken. Ab September steigen die Standrohrspiegelhöhen entsprechend des natürlichen Jahresgangs wieder an. Der Vergleich mit der Ausgangs-Variante zeigt, dass es zum Zeitpunkt des maximalen Anstiegs der Standrohrspiegelhöhen zu einem Maximum der Differenz von ca. 1,0 m kommt. Mit dem Absinken der Standrohrspiegelhöhen nach dem 15. Februar nehmen auch die Differenzen zwischen Prognose- und Ausgangs-Variante ab. Ab etwa August liegen die Differenzen wieder bei dem Wert vor Maßnahmenbeginn (ca. 0,1 m). Diese Differenz bleiben im weiteren Jahresverlauf nahezu konstant. Insgesamt kommt es durch eine jährliche Umsetzung der Maßnahmen zu einem dauerhaften Anstieg der Standrohrspiegelhöhen von mindestens 0,1 m.

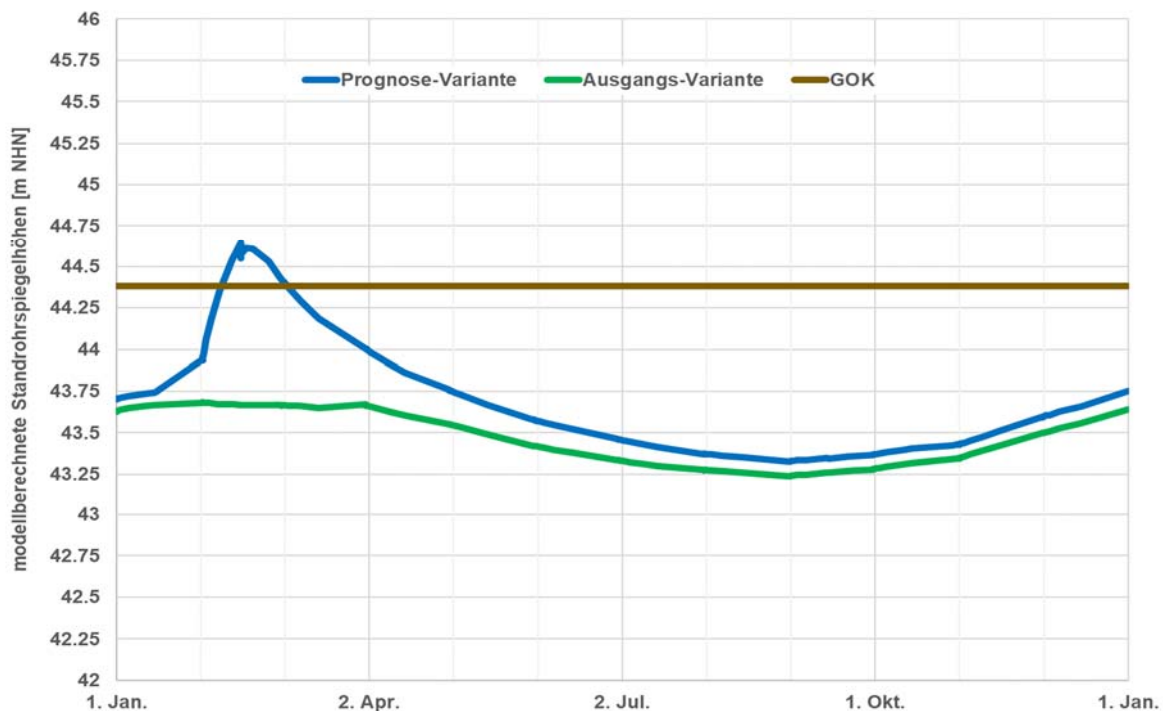


Abbildung 81: Darstellung der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen für die Prognose-Variante (blau) und Ausgangs-Variante (grün) sowie der Geländeoberkante (braun) am Beobachtungspunkt südlich der Hardau

Der **zweite Beobachtungspunkt** östlich der Ortslage von Holxen zeigt keine nennenswerten Differenzen zwischen der Prognose- und der Ausgangs-Variante (Abbildung 82, Lage in Abbildung 79). Damit ist modelltechnisch nachgewiesen, dass es zu keinen maßnahmenbedingten, ggf. nachteiligen, Veränderungen der Standrohrspiegelhöhen im Bereich der Bebauung der Ortslage Holxen kommt.

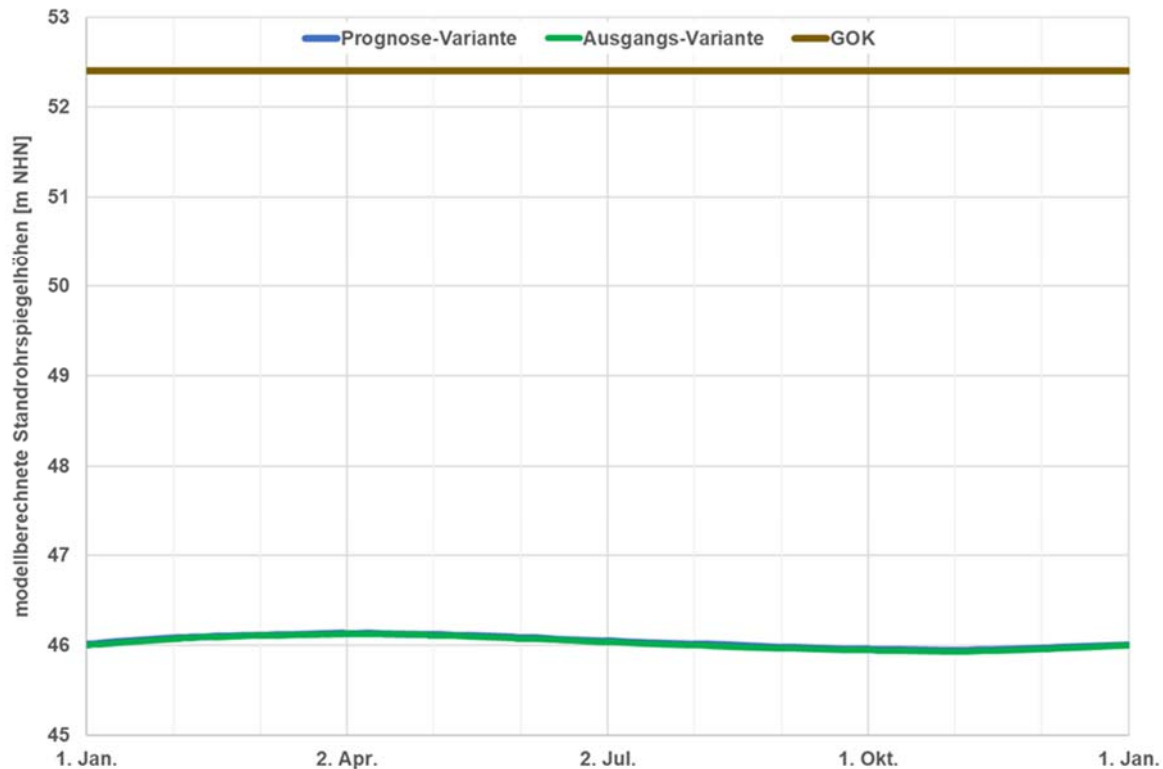


Abbildung 82: Darstellung der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen für die Prognose-Variante (blau) und Ausgangs-Variante (grün) sowie der Geländeoberkante (braun) am Beobachtungspunkt am östlichen Rand der Ortslage Holxen

Differenzen der modellberechneten Basisabflüsse

Bedingt durch die ganzjährige Anhebung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 im Nahbereich der Hardau ergibt sich insgesamt ein Anstieg, aber bedingt durch den Aufstau auch ein temporäres Absinken der Basisabflüsse der Hardau und Zuflüsse im Bereich des Maßnahmensgebiets. Die nachfolgende Abbildung 83 stellt die Monatsmittelwerte der modellberechneten Basisabflüsse und deren Veränderungen für den Bilanzbereich im Maßnahmensgebiet dar (vgl. Abbildung 79).

Diese Änderungen zeigen sich besonders deutlich für den Mittelwert des modellberechneten Basisabflusses im Februar (Umsetzung der Maßnahme vom 01. bis 14. Februar). Gegenüber der Ausgangs-Variante verringert sich der Wert um ca. 75 % auf etwa 9.300 m³/Monat (vgl. Abbildung 83). Die Änderung ergibt sich aus Aufstau der Hardau auf 45 m NHN. Aufgrund der sich einstellenden Veränderung des hydraulischen Gradienten zwischen dem Fließgewässer und dem Grundwasser verringert sich der modellberechnete Basisabfluss. Hierdurch steigen, in Verbindung mit der Versickerung aus der gefluteten Fläche, die Standrohrspiegelhöhen im Nahbereich der Hardau an.

Nach Ende des Aufstaus am 15. Februar wird für die Wasserstände in der Hardau wieder der mittlere Jahresgang angenommen. Das Absinken der Standrohrspiegelhöhen im Bereich der Retentionsfläche



erfolgt zeitlich wesentlich verzögert, sodass der Basisabfluss gegenüber der Ausgangs-Variante zunimmt (vgl. Abbildung 81 bzw. Abbildung 83, ab Monatsmittelwert März). Im weiteren zeitlichen Verlauf sinken die Basisabflüsse ab, da sich der Gradient zwischen dem Grundwasser und dem Fließgewässer zunehmend ausgleicht. Ab etwa August beträgt die Differenz wieder den Wert, welcher vor Beginn des Aufstaus der Hardau vorlag, allerdings liegt dieser Wert um ca. 1.600 m³/Monat höher als in der Ausgangsvariante.

Für die Mittelwerte der Monate März bis einschließlich Januar ergeben sich Zunahmen der Basisabflüsse zwischen ca. 1.600 m³/Monat und ca. 6.700 m³/Monat. Der Mittelwert der Zunahme liegt in den genannten Monaten bei ca. 3.100 m³/Monat. Insgesamt ergibt sich trotz der deutlichen Reduktion des Basisabflusses im Februar eine Zunahme des Basisabflusses gegenüber der Ausgangs-Variante um ca. 1,6 %. Dies entspricht einer **Zunahme des jährlichen Basisabflusses um rd. 7.000 m³/a.**

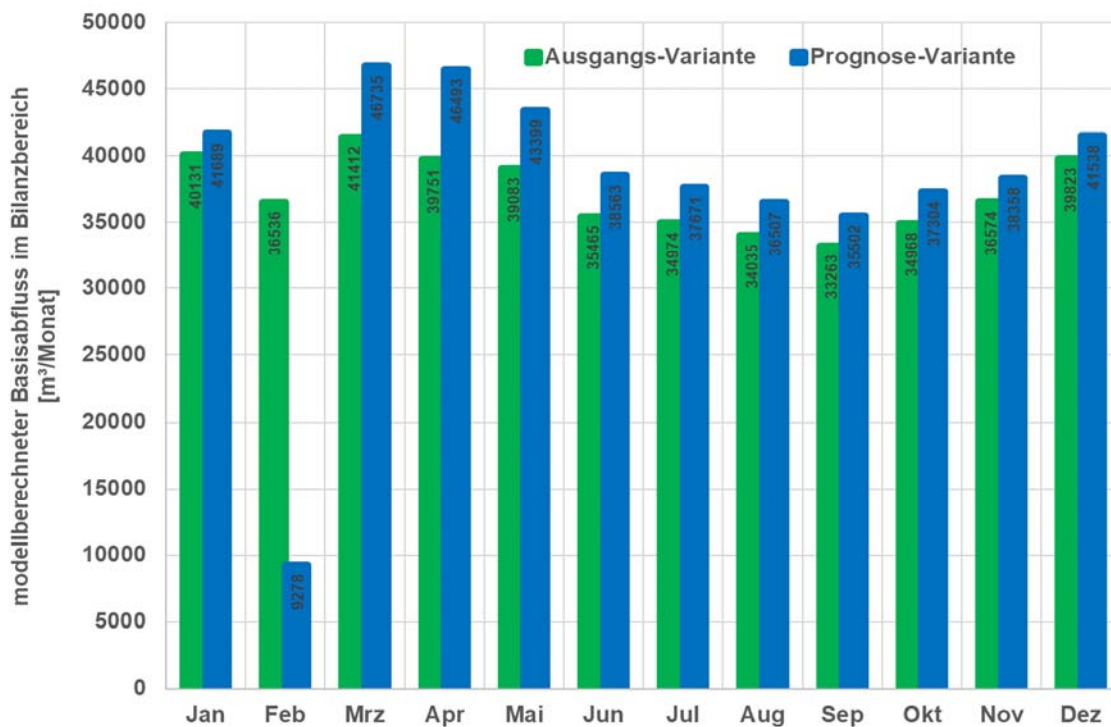


Abbildung 83: Darstellung der modellberechneten Basisabflüsse als Monatssummen für die Prognose-Variante (blau) und Ausgangs-Variante (grün) der Fließgewässer im Bereich der Retentionsfläche

Fazit

Der mit dem Grundwassermodell zwischen Holxen und Holdenstedt fiktiv umgesetzte, jährlich wiederholte temporäre Aufstau der Hardau mit Flutung des Retentionsgebiets zu Hochwasserzeiten führt zu einer lokalen Erhöhung der Standrohrspiegelhöhen und ergibt in der Gesamtbilanz eine Versickerung von ca. 9.000 m³/a in das Grundwasser und damit eine lokale Erhöhung des Grundwasserdargebots in



gleicher Höhe. Der Basisabfluss der Gewässer in der Umgebung des Maßnahmegebiets erhöht sich um ca. 7.000m³/a. Die restlichen 2.000 m³/a fließen den übrigen Gewässern im Modellgebiet zu oder fließen über den Gebietsrand ab.

Die Erhöhung des Grundwasserdargebots, der Anstieg der Standrohrspiegelhöhen und die Erhöhung des Basisabflusses sind aus naturschutzfachlicher Sicht als positiv zu bewerten.

Im Umkehrschluss stehen zusätzlich ca. 9.000 m³/a Grundwasser zur Entnahme (bei optimaler Verteilung der Entnahmebauwerke) zur Verfügung, ohne dass sich im Jahresmittel die Grundwasser- und Abfluss-Verhältnisse gegenüber der Ausgangs-Variante wesentlich verändern.

Insgesamt sind die durch die Umsetzung der Maßnahme erzielbaren Effekte als positiv aber auch als eher klein zu bezeichnen und auch durch finanzielle und juristische Herausforderungen gekennzeichnet. So bedarf es der Errichtung und des Betriebs eines Querbauwerks, welches für die Steuerung des Wasserstands in Hardau notwendig ist. Weiterhin ist es für die Umsetzung der Maßnahme notwendig, eine temporäre Flutung der benachbarten Flächen umzusetzen. Hierzu bedarf er der Zustimmung des Flächeneigentümers und ggf. der Zahlung von Entschädigungskosten, sofern die Flächen erworben oder diese nicht entsprechend ihrer ursprünglichen Nutzung weiterverwendet werden können.

Ein lokaler nutzschutzfachlicher Nutzen ist durchaus gegeben, daher sollen die baulichen, eigentumsrechtlichen und finanziellen Möglichkeiten zur Umsetzung geprüft werden.

Die Auswirkungen eines Aufstaus mit begleitender Flächenflutung sind hier nur beispielhaft an einem Standort untersucht worden. Bei der Umsetzung an vielen Stellen im Untersuchungsgebiet lassen sich die positiven Effekte auf naturschutzfachliche Belange und das Grundwasserdargebot sicherlich deutlich steigern.

Neben den in diesem Projekt untersuchten Zielen wird der überwiegende Effekt von Aufstau und Retentionsmaßnahmen jedoch in Möglichkeiten zur Steuerung und Abmilderung von Hochwasserereignissen liegen.



9.1.4 Auswirkung von Sohlhebungen in Fließgewässern

Eine weitere Möglichkeit die Erhöhung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter im Nahbereich von Fließgewässern ist eine Anhebung der Sohle der Gewässer. Aufgrund der Maßnahme ändert sich der hydraulische Gradient zwischen dem Grundwasser und dem Wasserstand im Fließgewässer, sodass es zu einer Verminderung des Basisabflusses kommt. Diese bewusste Verringerung des Basisabflusses führt im Gegenzug zu einem Anstieg der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter, was zur Stützung der Grundwasserstände an grundwasserabhängigen Landökosystemen (gwLös) beiträgt. Dies kann insbesondere vor dem Hintergrund eines zukünftig erhöhten Bedarfs der Feldberegnung während der Vegetationsperiode lokal notwendig und zielführend sein. Vorteil dieser Maßnahme ist, dass im Gegensatz zu Staumaßnahmen die Gewässer dauerhaft durchgängig bleiben und dass keine Steuerungsmaßnahmen notwendig sind. Bei der Planung und Umsetzung muss allerdings eine mögliche Zunahme der Hochwassergefährdung in Betracht gezogen werden.

Anhand von Modellvarianten wurde die Wirkung der Anhebung der Gewässersohle beispielhaft untersucht. Dafür wurden die Untersuchungsstandorte nach den folgenden Kriterien ausgewählt:

- Fließgewässerabschnitte mit nach Möglichkeit temporärem Grundwasseranschluss
- Nähe zu grundwasserabhängigen Landökosystemen
- Ausreichender Flurabstand im Umfeld der betrachteten Fließgewässerabschnitte um keine flächenhafte Vernässung zu erzeugen

Im Untersuchungsgebiet wurden für je einen Gewässerabschnitt im LK Lüneburg und LK Uelzen Untersuchungen zur Wirkung der Anhebung der Gewässersohle durchgeführt. Ähnliche Maßnahmen sind für ein Fließgewässer im LK Lüneburg bereits im Rahmen bestehender Untersuchungen durchgeführt worden.

Untersuchungen mit dem numerischen Grundwassermodell

Für die beiden gewählten Standorte sind zwei Modellvarianten abgeleitet worden:

- **Ausgangs-Variante:** Diese Modellvariante entspricht der derzeitigen Situation im untersuchten Gewässerabschnitt. Sie dient als Vergleichsvariante zur Berechnung der sich aus der Umsetzung der Maßnahmen ergebenden Differenzen
- **Prognose-Variante:** In dieser Modellvariante werden die beschriebenen Maßnahmen zur Anhebung der Gewässer entsprechend der gemachten Annahmen umgesetzt

Nachfolgend erfolgt eine detaillierte Beschreibung der beiden Maßnahmenstandorte. Die sich aus der Umsetzung der Maßnahmen ergebenden Auswirkungen werden je Standort anhand der Berechnung von flächenhaften Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen, des Vergleichs von



Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen an definierten Beobachtungspunkten sowie der Basisabflüsse an nahegelegenen Fließgewässern quantifiziert.

Standort 1 Neetze zwischen Dahlenburg und Neetzendorf (LK Lüneburg)

In der Prognose-Variante wurde für einen Gewässerabschnitt entlang der Neetze zwischen Dahlenburg und Neetzendorf eine Sohlanhebung untersucht. Dazu wurden in der Neetze exemplarisch zwei Sohlanhebungen eingebracht, was zu einer Anhebung der Wasserstände in den Gewässern führen wird (Abbildung 84).

Modelltechnisch sind diese Sohlanhebungen durch Erhöhung der Wasserstände in den Fließgewässerrandbedingungen umgesetzt worden. Die Werte der Sohlanhebungen wurden dabei so gewählt, dass der natürliche Fließgradient der Neetze in Richtung der Ilmenau erhalten bleibt. Weiterhin wurde angenommen, dass die jahreszeitlichen Amplituden des Wasserstands im Bereich der Sohlanhebung keine Änderung erfahren.

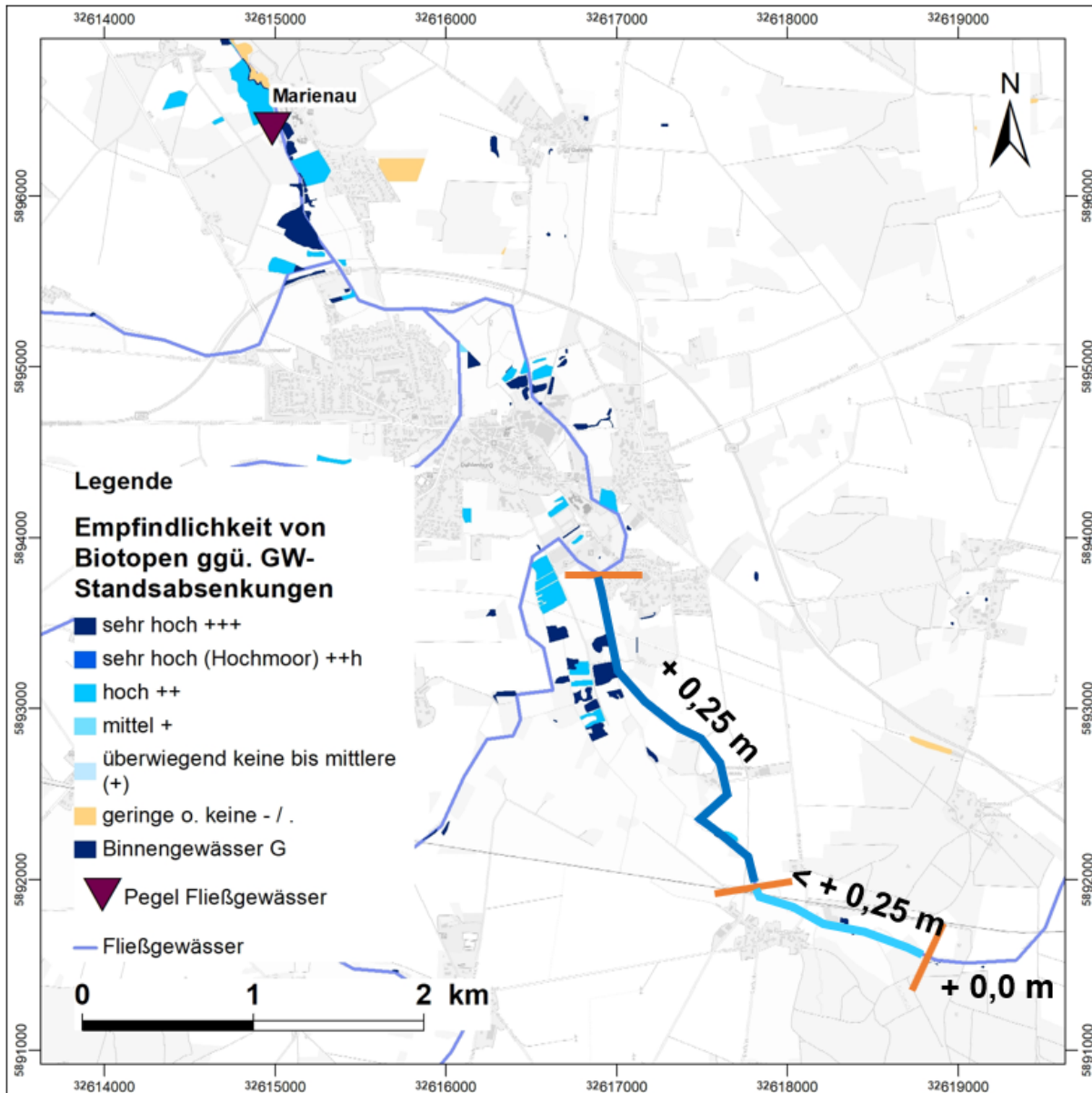


Abbildung 84: Untersuchungsgebiet zur Sohlanhebung am Fließgewässer Neetze südlich von Dahlenburg

Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen und Basisabflüsse

Die Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen zur Ausgangs-Variante zeigen sich im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 flächenhaft entlang der Neetze und darüber hinaus (**Anlage 9.1.4.1**). Entlang der Neetze ergeben sich im Bereich der Sohlanhebungen Aufhöhungen der Standrohrspiegelhöhen von über 0,2 m. Flächenhafte Aufhöhungen von mehr als 0,1 m erstrecken sich abhängig vom Verlauf der Neetze hauptsächlich nach Osten und Westen. Maßnahmenbedingte Aufhöhungen zeigen sich demnach auch im Bereich der westlich der Neetze gelegenen grundwasserabhängigen Landökosysteme. Insgesamt ergibt sich eine Fläche mit Aufhöhungen $\geq 0,1$ m gegenüber der Ausgangs-Variante von ca. 119 ha.



Nachfolgend ist der zeitliche Verlauf der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen exemplarisch an zwei definierten Beobachtungspunkten im oberflächennahen Grundwasserleiter dargestellt (grüne Ganglinie = Ausgangsvariante, blaue Ganglinie = Prognose-Variante, Lage in **Anlage 9.1.4.1**). Der erste Beobachtungspunkt befindet sich westlich der Neetze, im Bereich der dortigen grundwasserabhängigen Landökosysteme.

An diesem **ersten Beobachtungspunkt** zeigt der Vergleich der beiden Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen eine Differenz (Aufhöhung) von ca. 0,15 m. Dieser Betrag bleibt im Verlauf eines Jahres annähernd gleich. Die Ursache hierfür ist, dass die Wirkung der Sohlanhebung gleichbleibend über das gesamte Jahr wirksam ist. Aus der Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen ergibt sich eine entsprechende Verringerung des Grundwasserflurabstands, was zu einer Stützung der Wasserfügbarkeit in den grundwasserabhängigen Landökosystemen am Standort beiträgt.

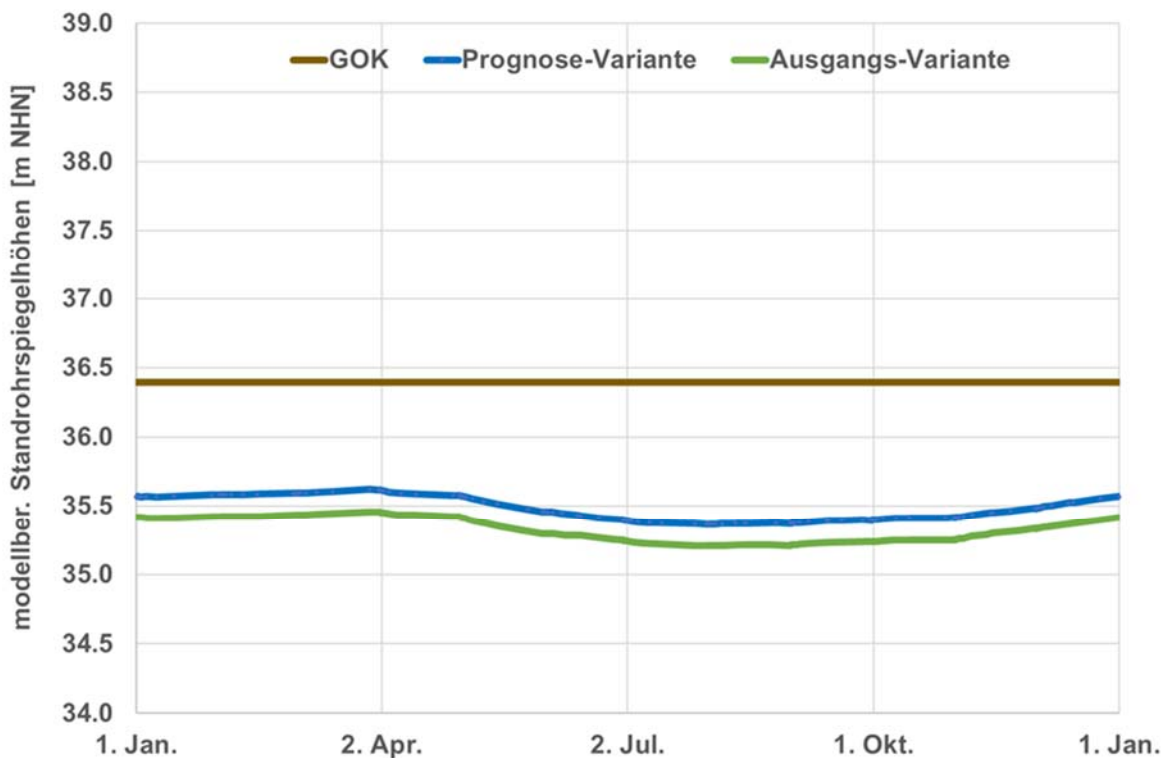


Abbildung 85: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Der **zweite Beobachtungspunkt** befindet sich östlich der Neetze, im Bereich der Ortslage von Dahlenburg (**Lage in Anlage 9.1.4.1**).

An diesem Beobachtungspunkt 2, der deutlich weiter von der Neetze entfernt ist als Punkt 1, zeigt der Vergleich der beiden Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen eine Differenz (Aufhöhung) von nur noch ca. 0,08 m. Dieser Betrag bleibt ebenfalls im Verlauf eines Jahres annähernd gleich, da die Wirkung der

Sohlanhebung gleichbleibend über das gesamte Jahr wirksam ist. Aus der Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen ergibt sich eine entsprechende Verringerung des Grundwasserflurabstands. Aufgrund der geringen Aufhöhungsbeträge sind keine zusätzlichen Vernässung im Ortsbereich zu erwarten.

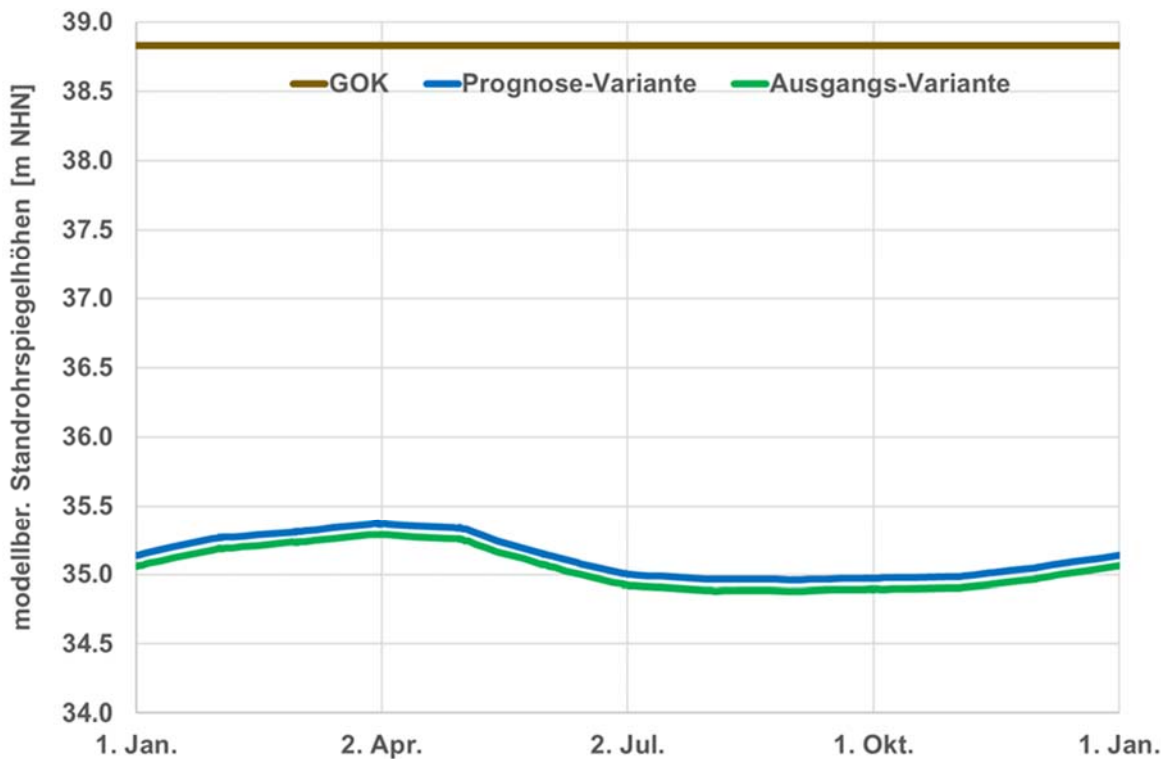


Abbildung 86: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Bis in den tiefer liegenden Hauptförderhorizont AQ3 „pausen“ sich die oberflächennahen Aufhöhungen kaum durch. Es ergeben sich hier nur sehr lokale Veränderungen der Standrohrspiegelhöhen. Sie finden sich entlang der Neetze, nördlich von Neetzendorf. Wegen dieser kleinräumigen Verbreitung der Differenzen meist unterhalb von 0,1 m wird auf eine zusätzliche Darstellung verzichtet. In den noch tiefer liegenden Grundwasserleitern sind keine nennenswerten Differenzen mehr erkennbar.

Bedingt durch Sohlanhebung für den beschriebenen Fließgewässerabschnitt der Neetze ergibt sich eine Verringerung der Basisabflüsse. Die Basisabflüsse beider Modellvarianten am Pegel Marienau des NLWKN (Abbildung 84) werden anhand der Monatsmittelwerte der Ganglinien dargestellt (vgl. Abbildung 87). Die Differenz zwischen den beiden Linien entspricht der maßnahmenbedingten Abnahme des Basisabflusses, dessen Werte zwischen ca. 1.000 m³/Monat und ca. 14.400 m³/Monat variieren. Über ein Jahr betrachtet liegt der Monats-Mittelwert bei ca. 8.800 m³/Monat, woraus sich eine jährliche Abnahme des Basisabflusses von ca. 105.000 m³/a errechnet. Gegenüber der Ausgangs-Variante entspricht dies einer Verringerung des jährlichen Basisabflusses um ca. 7 %.

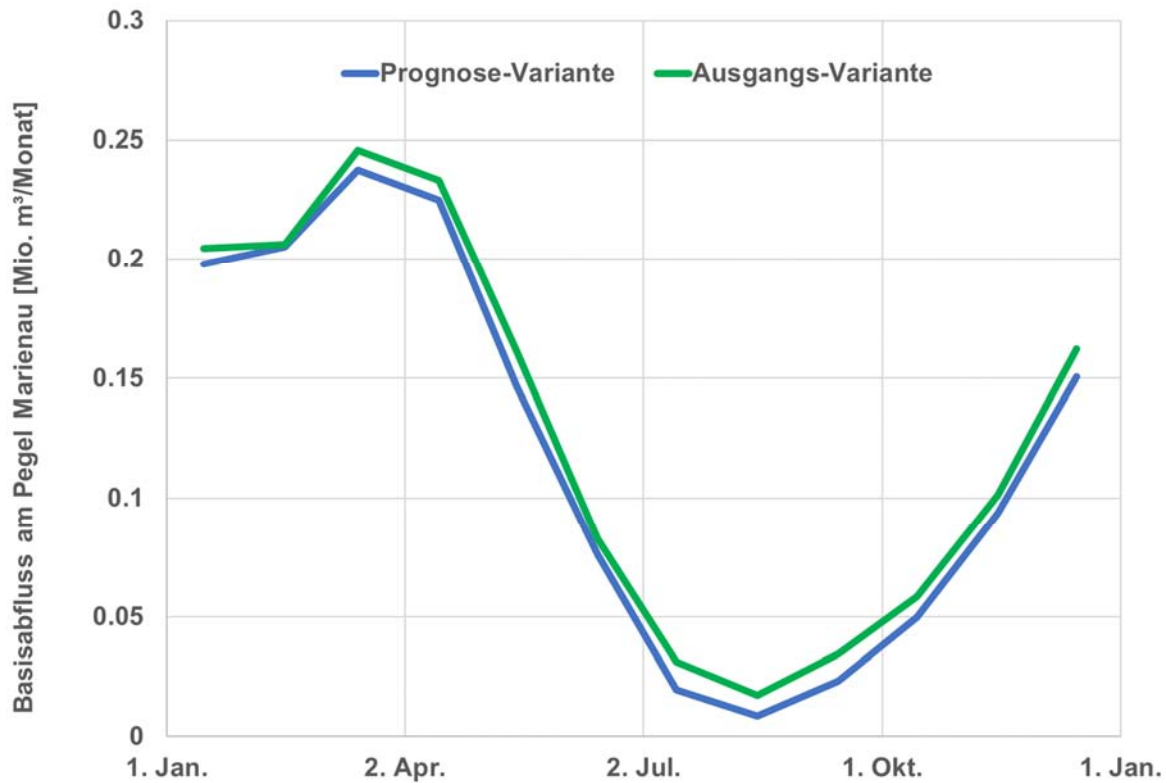


Abbildung 87: Ganglinien der Monatsmittelwerte der modellberechneten Basisabflüsse am Pegel Marienau (Neetze) für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Standort 2 Wipperau zwischen Oetzmühle und Neumühle (LK Uelzen)

In der Prognose-Variante wurde entlang der Wipperau zwischen Oetzmühle und Neumühle eine Sohlanhebung in der Wipperau untersucht. Dazu wurden in der Wipperau exemplarisch an drei Abschnitten Sohlanhebungen eingebracht, was zu einer Anhebung der Wasserstände in den Gewässern führen wird (Abbildung 88). Die Werte der Sohlanhebungen wurden dabei so gewählt, dass der natürliche Fließgradient der Wipperau in Richtung Ilmenau erhalten bleibt. Dies gilt auch für die Nebengewässer, welche auf dem untersuchten Fließgewässerabschnitt in die Wipperau münden. Hierbei handelt es sich um zwei Gräben südlich von Oetzmühle bzw. Oetzen sowie den Dörmtter Bach.

Modelltechnisch sind diese Sohlanhebungen durch eine Erhöhung der Wasserstände in den Fließgewässerrandbedingungen umgesetzt worden. Weiterhin wurde angenommen, dass die Amplituden des Wasserstands im Bereich der Sohlanhebung keine Änderung erfahren.

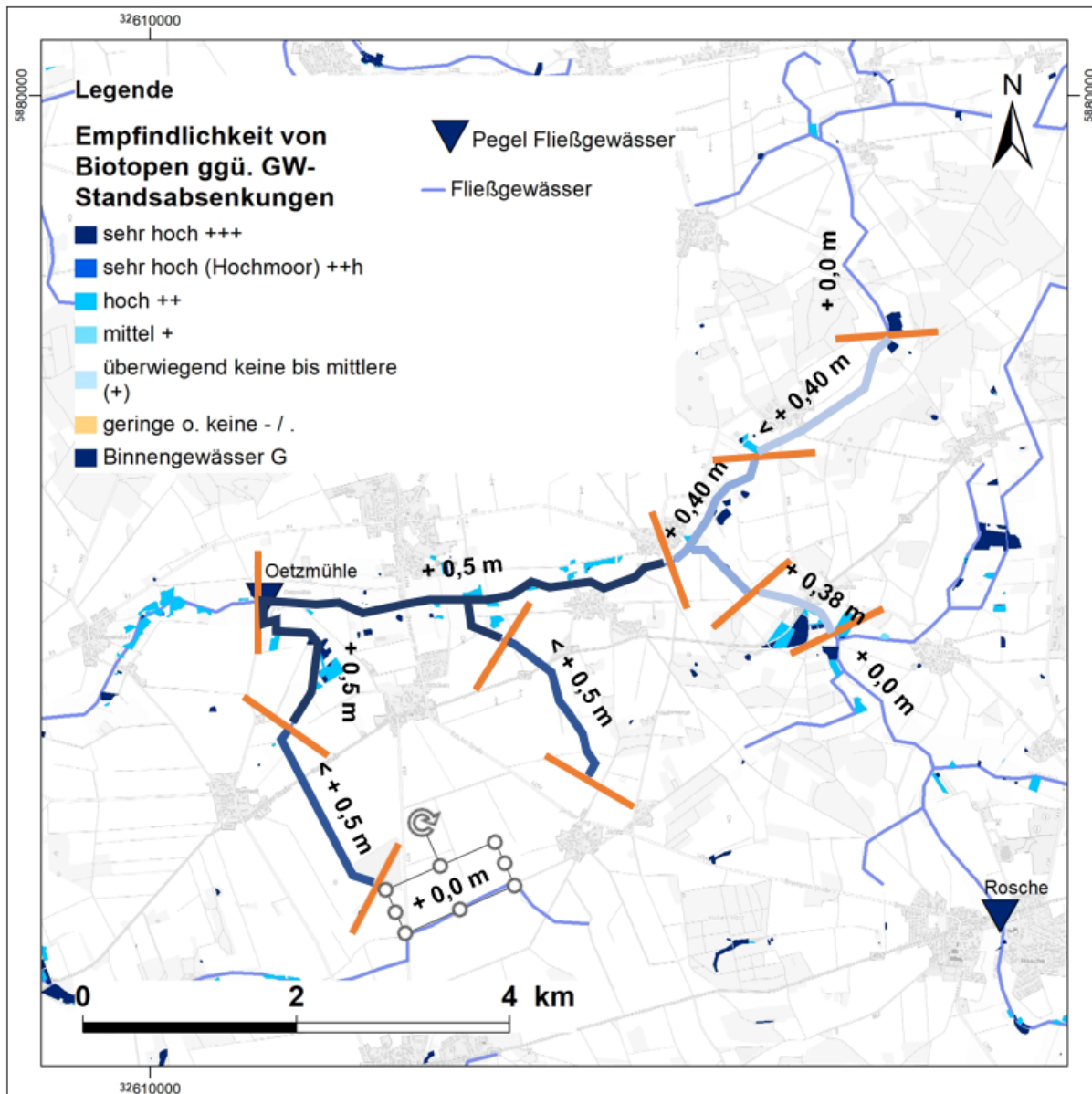


Abbildung 88: Untersuchungsgebiet zur Sohlenerhebung am Fließgewässer Wipperau östlich von Oetzmühle

Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen und Basisabflüsse

Die Differenzen (Aufhöhung) der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen zur Ausgangs-Variante zeigen sich im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 flächenhaft entlang der Wipperau und deutlich darüber hinaus (**Anlage 9.1.4.2**). Entlang der Wipperau zwischen Oetzmühle und Süttdorf ergeben sich Aufhöhungen von über 0,4 m. Flächenhafte Aufhöhungen von mehr als 0,1 m erstrecken sich nach Nordosten bis zur Ortschaft Schlagte, nach Südosten bis etwa zur Landstraße 254, nach Südwesten bis hinter Riestedt sowie nach Nordwesten bis ca. 400 m vor Oetzendorf. Die maßnahmebedingte Aufhöhung zeigen sich demnach auch in den im Bereich der Wipperau gelegenen grundwasserabhängigen



Landökosystemen. Insgesamt ergibt sich eine Fläche mit Aufhöhungen $\geq 0,1$ m gegenüber der Ausgangs-Variante von ca. 3.692 ha.

Nachfolgend ist der zeitliche Verlauf der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen exemplarisch an zwei definierten Beobachtungspunkten im oberflächennahen Grundwasserleiter dargestellt.

Der **erste Beobachtungspunkt** befindet sich nördlich der Wipperau, im Bereich der Ortslage von Oerzen, der zweite Beobachtungspunkt befindet sich im Bereich der grundwasserabhängigen Landökosysteme, westlich von Neumühle (**Anlage 9.1.4.2**).

Am Beobachtungspunkt 1 zeigt der Vergleich der beiden Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen eine Differenz (Aufhöhung) von ca. 3,15 m (Abbildung 89). Dieser Betrag bleibt im Verlauf eines Jahres annähernd gleich. Die Ursache hierfür ist, dass die Wirkung der Sohlanhebung gleichbleibend über das gesamte Jahr wirksam ist. Aus der Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen ergibt sich eine entsprechende Verringerung des Grundwasserflurabstands, was zu einer Stützung der Wasserfügbarkeit in den grundwasserabhängigen Landökosystemen am Standort beiträgt.

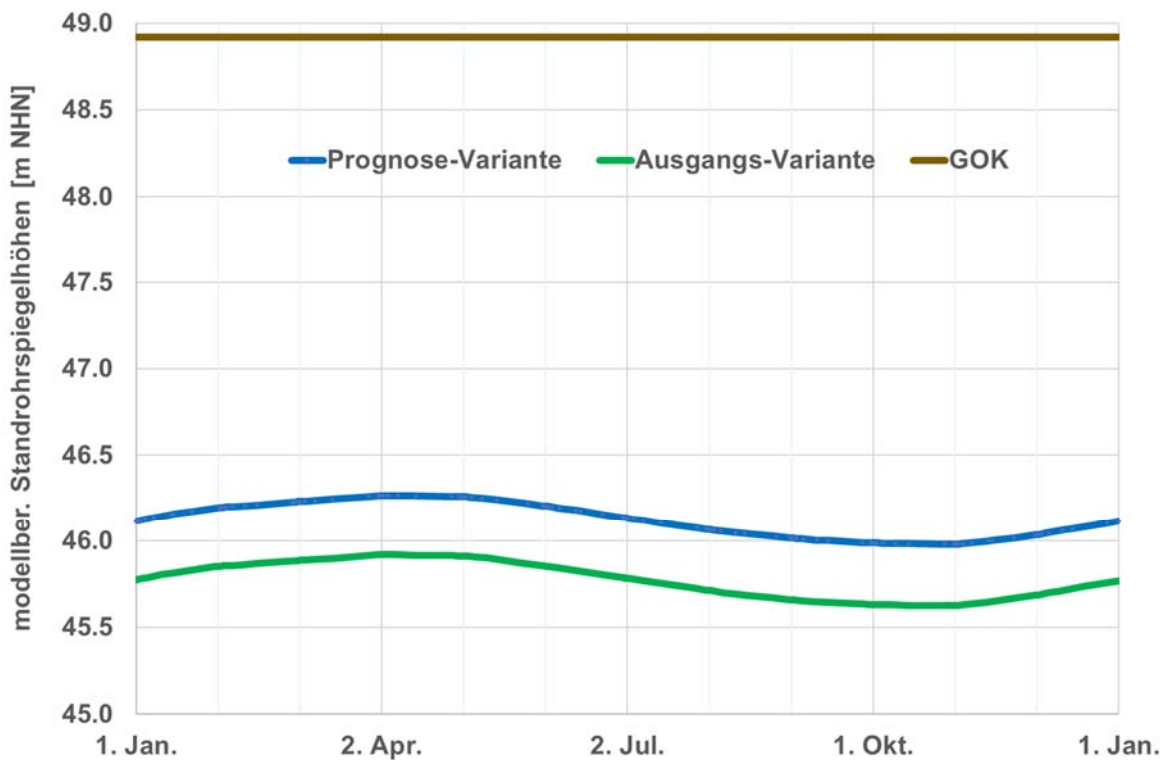


Abbildung 89: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Der Vergleich der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am **zweiten Beobachtungspunkt** zeigt, dass die Differenzen im Verlauf eines Jahres gleichbleibend sind. Die Ursache hierfür ist, dass die Wir-



kung der Sohlanhebung gleichbleibend über das gesamte Jahr wirksam ist. Zwischen den beiden Modellvarianten ergibt sich eine Differenz von ca. 0,27 m. Aus der Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen ergibt sich eine geringfügige Verringerung des Grundwasserflurabstands, was zu einer Stützung der Wasserstände an den grundwasserabhängigen Landökosystemen am Standort beiträgt.

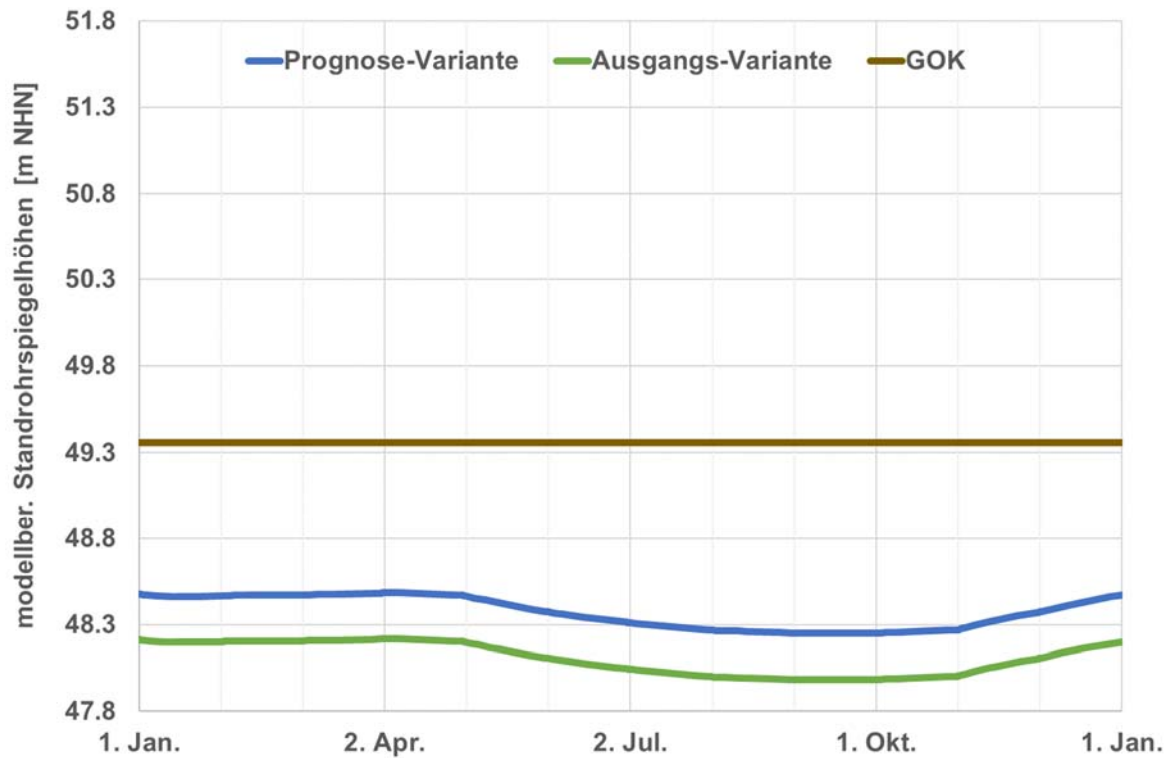


Abbildung 90: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

In den tieferen Grundwasserleitern ist die flächenhafte Aufhöhung der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen in der Prognose-Variante gegenüber der Ausgangs-Variante ebenfalls vorhanden (**Anl. 9.1.4.3**). Gegenüber dem oberflächennahen Grundwasserleiter sind die flächenhaften Verbreitungen allerdings deutlich größer. Die Zunahme ergibt sich aus der fehlenden Pufferwirkung der Fließgewässer, welche zu einer Verringerung der Differenzen zwischen Prognose- und Ausgangs-Variante führt und im Grundwasserleiter AQ2 deutlicher wirksamer ist als im Grundwasserleiter AQ6. Gleichzeitig nimmt die maximale Aufhöhung der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen ab. Dies ergibt sich aus dem hydrogeologischen Schichtaufbau, welcher dazu führt, dass die Wirkung der oberflächennahen Maßnahme mit zunehmender Tiefe vermindert wird.

Entlang der Wipperau zwischen Oetzmühle und Süttoorf ergeben sich Werte der Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen von über 0,3 m. Die flächenhafte Verbreitung der Differenzen

von mindestens 0,1 m hat gegenüber dem AQ2 zugenommen. Sie umfassen im AQ6 eine Fläche von ca. 5.611 ha.

Differenzen der modellberechneten Basisabflüsse

Bedingt durch die Sohlanhebung für den beschriebenen Fließgewässerabschnitt der Wipperau und Nebengewässer ergibt sich eine Verringerung der modellberechneten Basisabflüsse. Die Ganglinien der beiden Modellvarianten zeigen am Pegel Oetzmühle des NLWKN (Abbildung 88) eine Abnahme der Monatsmittelwerte. Die Werte der Differenzen schwanken zwischen ca. 23.000 m³/Monat und ca. 47.000 m³/Monat. Der Mittelwert liegt bei ca. 31.600 m³/Monat, woraus sich eine Jahressumme von ca. 380.000 m³/a errechnet. Gegenüber der Ausgangs-Variante entspricht dies einer Verringerung des jährlichen Basisabflusses um ca. 6 %.

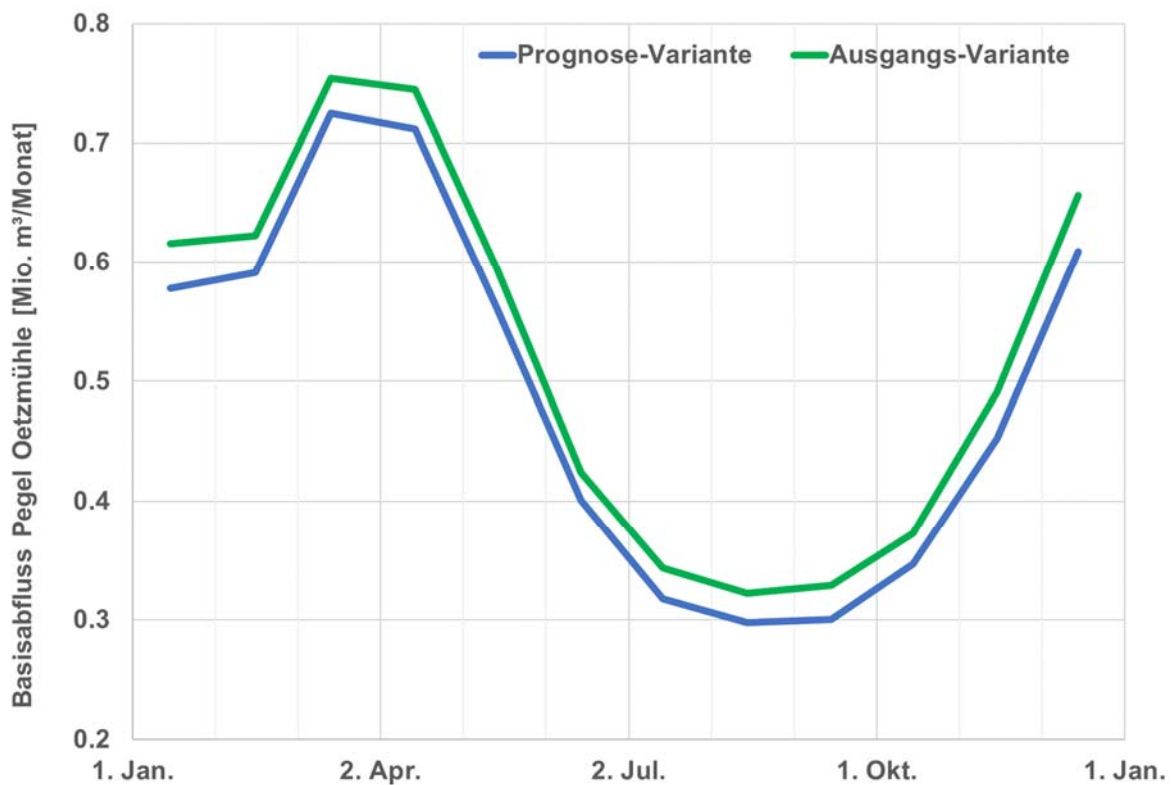


Abbildung 91: Ganglinien der Monatsmittelwerte der modellberechneten Basisabflüsse am Pegel Oetzmühle (Wipperau) für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Fazit

Mit dem numerischen Grundwassermodell wurde die Wirkung von Sohlanhebungen an zwei Fließgewässerabschnitten in den Landkreisen Lüneburg und Uelzen untersucht. Die Ergebnisse zeigen an beiden Standorten eine Anhebung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter.



Während sich diese Aufhöhung an der Neetze mehrheitlich auf den oberflächennahen Grundwasserleiter beschränkt, sind an der Wipperau ebenfalls Differenzen in den tieferen Grundwasserleitern zu beobachten.

Die Anhebung der Standrohrspiegelhöhen ergibt sich an beiden Standorten aus einer Reduktion des Basisabflusses als Folge der Sohlanhebung. Es ergibt sich in Summe ein zusätzliches Grundwasserangebot von ca. 0,48 Mio. m³/a. Dabei ist davon auszugehen, dass es aufgrund der großen Wirkreichweiten am Standort Wipperau an benachbarten Fließgewässern zu einer Zunahme des Basisabflusses kommt.

Die Zielstellung der Erhöhung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter zur Stützung lokaler grundwasserabhängiger Landökosysteme lässt sich durch die Umsetzung der Maßnahme erfüllen.

Dabei ist allerdings zu beachten, dass es neben der Reduzierung des Basisabflusses weitere Punkte gibt, welche berücksichtigt werden müssen. Zunächst sind hier die Kosten der gewässerbaulichen Maßnahme zu benennen. Weiterhin ist aufgrund der Verringerung des Querschnitts im Fließgewässer eine Prüfung des Hochwasserrisikoschutzes notwendig.

Insgesamt ergibt sich aus der Maßnahme ein hohes ökologisches Potenzial. Diesem steht allerdings auch ein wesentlicher finanzieller und administrativer Aufwand für die erforderlichen Genehmigungen gegenüber.

9.1.5 Steuerbare Drainagen

Einführung

Das Wassermanagement in der Landwirtschaft zielt meist darauf ab, Ackerflächen durch Drainagen zu entwässern. Hierbei spielen die Frage der Befahrbarkeit (zunehmende Größe und Gewicht landwirtschaftlichen Maschinen) und die Frage der Bodenbearbeitung eine besondere Rolle. Durch das frühzeitige Abtrocknen der Bearbeitungsflächen lässt sich auch die Vegetationszeit verlängern, was wiederum zu Mehrerträgen führen kann. Ebenso können durch die Drainierung Flächen in feuchten Bereichen, wie in Gewässernähe oder bei Moorflächen, überhaupt erst landwirtschaftlich nutzbar gemacht werden.

Drainagesysteme können auch Nachteile haben, indem sie durch höhere Entwässerungsgeschwindigkeiten während Niederschlagsereignissen in den weiter unterhalb liegenden Gewässerabschnitten die Überflutungsgefahr erhöhen. Die Implementierung von Drainagesystemen beschleunigt die Entleerung des Bodenwasserspeichers, wodurch zu Beginn einer Trockenphase dieses bereits abgeleitete

Wasser nicht mehr zur Verfügung steht. Dies kann ein früheres Einsetzen von Trockenstress bei den Pflanzen hervorrufen. Während der Winterperiode, in der primär die Grundwasserneubildung stattfindet, wird diese durch Drainagesysteme z.T. unterbunden bzw. reduziert. Das versickerte Niederschlagswasser, das sich als Sickerwasser in Richtung des Grundwassers bewegt, wird zu einem erheblichen Teil durch die Drainagen abgeführt, bevor es das Grundwasser erreichen kann, so dass die Grundwasseranreicherung deutlich vermindert wird.

Mittels einer steuerbaren Drainage könnte die schnelle Abführung des Wassers während der Winterperiode gestoppt werden, um in dieser Zeit eine stärkere Neubildung des Grundwassers zu ermöglichen und so Wasser in der Fläche zu halten. Rechtzeitig vor Beginn der landwirtschaftlichen Bearbeitung der Fläche würde die Drainage wieder aktiviert werden, um die Bewirtschaftung zu ermöglichen.

Aber auch steuerbare Drainagesysteme weisen einige bedeutende Nachteile auf, insbesondere hinsichtlich ihrer begrenzten Einsatzmöglichkeiten bei einer ungünstigen Topografie (stärker geneigtes oder kupiertes Gelände), sowie des damit verbundenen erhöhten Aufwands für die Steuerung. Wenn die Drainagen nicht horizontal verlegt werden können, bleibt entsprechend dem Gefälle der Drainagen in höher liegenden Bereichen die Drainagewirkung erhalten, während tieferliegende Bereiche vernässen. Durch den Einbau eines Mönchsbauwerks kann im Vergleich zur Steuerung mittels einer Klappe nicht nur die Aktivierung oder Deaktivierung der Drainage bewirkt werden, sondern es ermöglicht auch die gezielte Steuerung der Dränhöhe. In Abbildung 92 sind die unterschiedlichen Systeme schematisch dargestellt.

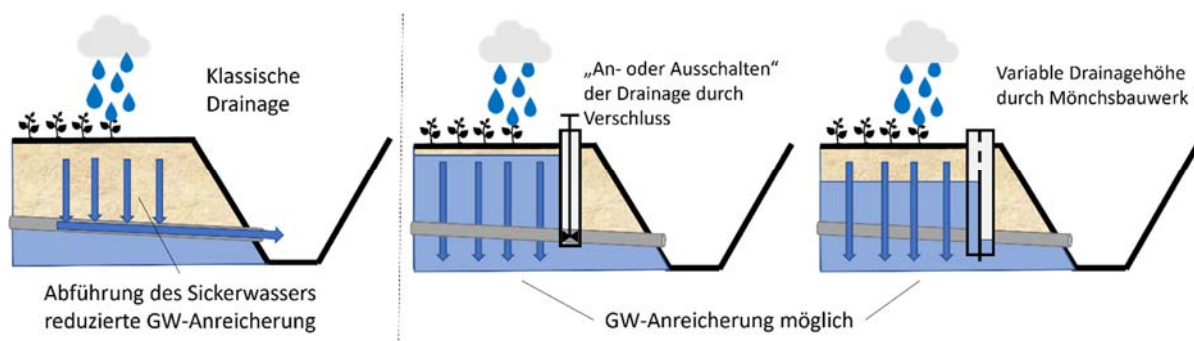


Abbildung 92: verschiedene Drainagesysteme: Links: Klassische Drainage; Mitte: mittels Klappe gesteuerte Drainage; Rechts: mittels Mönchsbauwerk gesteuerte Drainage (Quelle: INBW,2023)

Im Rahmen des Projekts IWAMA wurde mittels des Grundwassermodells an ausgewählten Standorten simuliert, welchen Effekt die Steuerung der Drainagen auf die Grundwasserneubildung im Pro-



jektgebiet hat. Dabei ist nicht von einer tatsächlichen und flexiblen Steuerung der Drainagen ausgegangen worden, sondern der Drainageabfluss wurde für eine Zeit komplett unterbunden. Mit Blick auf die Grundwasseranreicherung stellt dies ein Maximalszenario dar, das später/tatsächlich nur begrenzt in der Landschaft umgesetzt werden kann.

Im Untersuchungsgebiet befinden sich nach einer Untersuchung des LBEG (im Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum Jülich) insgesamt ca. 87.058 ha potenzieller Drainagefläche nach BK50 (Bodenkarte von Niedersachsen 1 : 50 000 - Potenzielle Drängebiete in Niedersachsen (WMS Dienst)). Davon entfallen ca. 51,5 % der Flächen auf die Drainage von Grundwasser sowie ca. 48,5 % auf die Drainage von Stauwasser (

Die Daten zu den drainierten Flächen konnten/können nur zum Teil anhand vor örtlich erhobenen Daten zu den Drainagen verifiziert werden. Inwieweit tatsächlich Drainagen vorhanden sind wäre im Einzelfall zu überprüfen.

Tabelle 36).

Die Daten zu den drainierten Flächen konnten/können nur zum Teil anhand vor örtlich erhobenen Daten zu den Drainagen verifiziert werden. Inwieweit tatsächlich Drainagen vorhanden sind wäre im Einzelfall zu überprüfen.

Tabelle 36: Potenzielle Dränflächen nach BK50 im Untersuchungsgebiet

Beschreibung	Fläche [ha]	Anteil [%]
Dränage oder Gräben zur Regulierung des Grundwassers	39365,2	45,2
Bedarfsdränung des Grundwassers , für intensive Ackernutzung im Frühjahr gelegentlich zu feucht	4021,6	4,6
Umbruchboden aus Gley - Dränage oder Gräben zur Regulierung des Grundwassers	1274,6	1,5
Kultiviertes Moor - Dränage oder Gräben zur Regulierung des Grundwassers	167,0	0,2
Dränage zur Regulierung des Stauwassers	2916,5	3,4
Bedarfsdränung des Stauwassers , für intensive Ackernutzung im Frühjahr gelegentlich zu feucht	39296,5	45,1
Umbruchboden aus Pseudogley - Dränage zur Regulierung des Stauwassers	16,4	0,02
Summe	87.057,8	100,0



Die räumliche Verteilung der in Tabelle 36 aufgeführten Gebiete stellt Abbildung 93 dar.

- **Potentiell dränierte Flächen oder Gräben zur Regulierung des Grundwassers** finden sich mehrheitlich im Nahbereich der Fließgewässer im Untersuchungsgebiet sowie im Marschgebiet im nördlichen Teil des Untersuchungsgebiets nördlich von Lüneburg.
- Flächen mit **Bedarfsdränung des Grundwassers, für intensive Ackernutzung im Frühjahr gelegentlich zu feucht** finden sich hauptsächlich im Marschgebiet im LK Lüneburg sowie an einigen Fließgewässern wie z.B. der Ilmenau, der Hardau, der Gerdau und der Esterau im LK Uelzen.
- Flächen mit **Umbruchboden aus Gley - Dränage oder Gräben zur Regulierung des Grundwassers** und **kultiviertes Moor - Dränage oder Gräben zur Regulierung des Grundwassers** finden sich hauptsächlich im Marschgebiet im LK Lüneburg.
- Flächen mit **Dränage zur Regulierung des Stauwassers** liegen kleinräumig im gesamten Untersuchungsgebiet verbreitet. Eine Ausnahme bildet das Marschgebiet im LK Lüneburg.
- Flächen mit **Bedarfsdränung des Stauwassers, für intensive Ackernutzung im Frühjahr gelegentlich zu feucht** finden sich großräumiger im gesamten Untersuchungsgebiet. Eine Ausnahme bildet das Marschgebiet im LK Lüneburg.
- Flächen mit **Umbruchboden aus Pseudogley - Dränage zur Regulierung des Stauwassers** liegen vereinzelt im nordwestlichen Teil des LK Lüneburg vor.

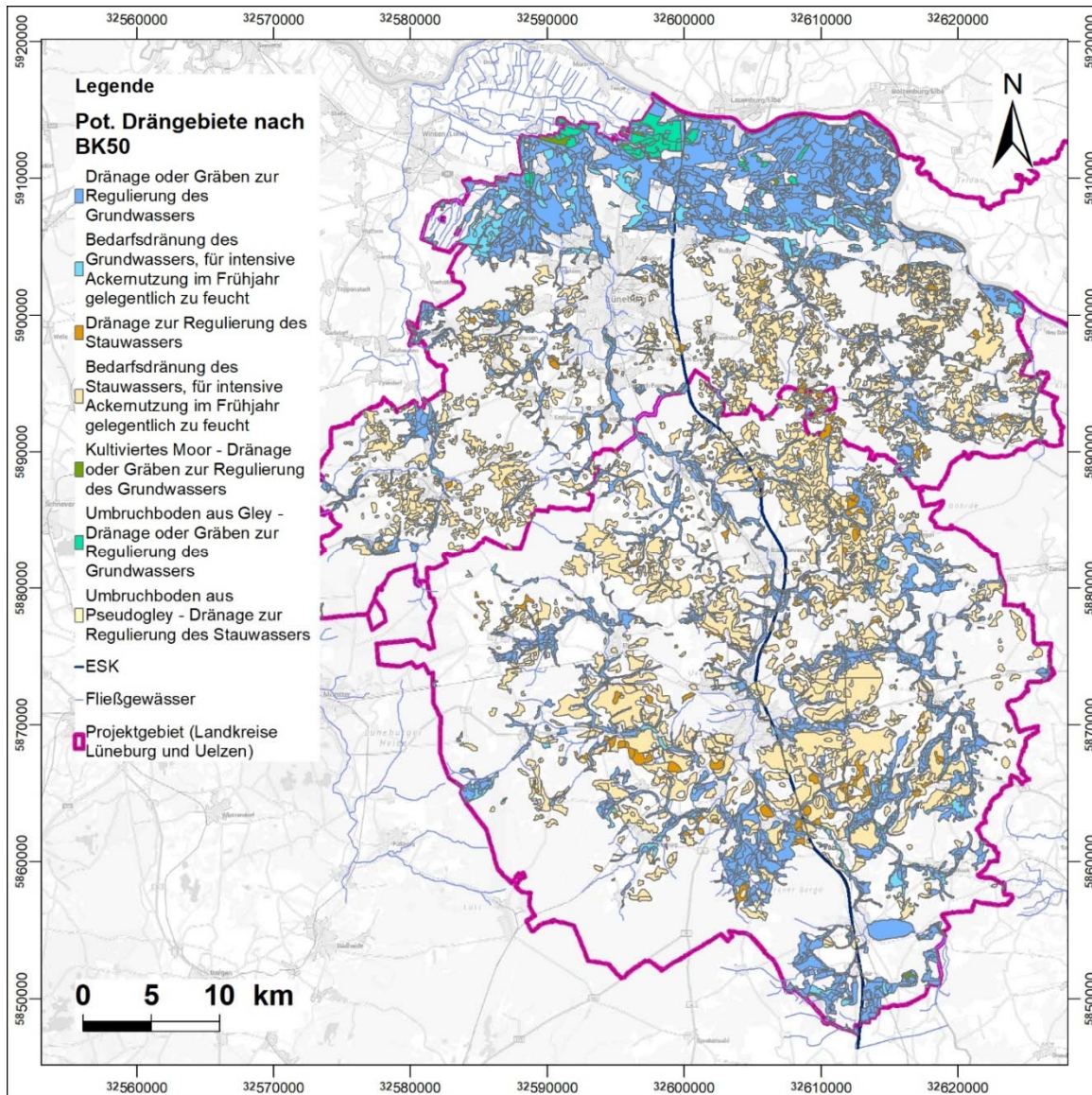


Abbildung 93: Lage der potenziellen Dränflächen nach BK50 im Untersuchungsgebiet

Simulationen mit dem numerischen Grundwassermodell

Durch die nachfolgend beschriebenen Simulationen soll beispielhaft die Wirkung einer Steuerung von Drainagen im Untersuchungsgebiet aufgezeigt werden. Ziel ist die generelle Erhöhung des Grundwasserdargebots sowie die Stützung der grundwasserabhängigen Landökosysteme und Basisabflüsse durch die Anhebung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter.

Um das potentielle Gebiet für die Simulation und Auswertung der Steuerung von Drainagen festzulegen, wurden zunächst vorhandene Grundlagendaten ausgewertet, welche nachfolgend aufgeführt und kurz erläutert werden:



1. Anzahl / Dichte der Drainagen, Größe der Drainagegebiete

Für die Untersuchung bedarf es zunächst der Abgrenzung der Bereiche, in denen Drainagen vorhanden sind. Da insgesamt nur wenige Informationen zur tatsächlichen Lage von Drainagen im Untersuchungsgebiet vorliegen, wurde auf die Informationen zu Bereichen potenzieller Drainagen zurückgegriffen (siehe oben bzw. Abbildung 93). Der Fokus liegt hierbei auf Bereichen, in denen Grundwasser drainiert wird. Bei hohen Standrohrspiegelhöhen sammelt sich das Grundwasser in den Drainageleitungen und -schächten und wird über Sammelleitungen und Gräben in die Vorfluter abgeführt. Damit wird es direkt aus dem Grundwassersystem abgeleitet und steht für eine spätere Nutzung (z.B. für Grundwasserentnahmen zur Feldberegnung während der Vegetationsperiode) nicht mehr zur Verfügung.

Für die Simulationen wurden daher solche Gebiete priorisiert, in denen potentiell eine Drainage von Grundwasser vorliegt.

2. Geologische bzw. hydrogeologische Eigenschaften des Untergrunds

Eine Steuerung von vorhandenen Grundwasser-Drainagen führt dazu, dass in den oberflächennahen Grundwasserleitern mehr Grundwasser verfügbar ist, wodurch potenziell mehr Wasser auch in die tieferen Grundwasserleiter versickern kann. In Gebieten, in denen oberflächennah bindige Schichten mit einer hohen Mächtigkeit sowie einer kontinuierlichen Verbreitung vorliegen, kann eine Zunahme von Versickerungen dagegen zu einem Grundwasseraufstau und somit potenziell zu Vernässungen führen.

Für die Simulationen wurden solche Gebiete priorisiert, in denen die oberflächennahen Grundwasserhemmer AT1 bzw. AT2 nicht oder nur geringmächtig vorhanden sind (vgl. Kap. 9.1.1).



3. Grundwasserflurabstand

Die geplante Steuerung der vorhandenen Grundwasser-Drainagen führt in den oberflächennahen Grundwasserleitern zu einem Anstieg der Standrohrspiegelhöhen und somit zu einer Verringerung des Grundwasserflurabstands.

Hierbei ist zu beachten, dass die Verringerung des Grundwasserflurabstands potenziell zu Vernässungen an der Geländeoberfläche im Bereich des Maßnahmengiets, ggf. auch darüber hinaus führen kann. In Hinblick auf die Umsetzung der Maßnahmen liegt die Zielstellung neben der Erhöhung des Grundwasserdargebots in einer Stützung der grundwasserabhängigen Landökosysteme durch Anhebung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter. Gleichzeitig soll aber eine flächenhafte Vernässung vermieden werden.

Die Berechnung des Grundwasserflurabstands erfolgte auf Basis der mit dem numerischen Grundwasserströmungsmodell berechneten Standrohrspiegelhöhen des oberflächennahen Grundwasserleiters AQ2 für den Zustand Anfang April (hoher Füllstand des Aquifers) und dem digitalen Geländemodell (DGM50).

Für die Simulationen wurden Gebiete mit geringen Grundwasserflurabständen priorisiert, weil hier die Wahrscheinlichkeit, dass Drainagen vorhanden sind, am größten ist und die möglichen Effekte am besten ermittelt werden können. Sie finden sich naturgemäß im Nahbereich von Fließgewässern. In Abhängigkeit der Geländemorphologie steigen die Grundwasserflurabstände mit zunehmender Entfernung zu den Gewässern an. Hieraus ergibt sich, dass die Simulationsgebiete meist engräumig um die Fließgewässer liegen.

4. Grundwasseranschluss der Fließgewässer

Der Abfluss in Fließgewässern setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen. Der Anteil des Gesamtabflusses, welcher aus dem Grundwasser gespeist wird, wird als grundwasserbürtiger Abfluss bzw. Basisabfluss bezeichnet. Sofern die Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter über die Wasserstände im Fließgewässer steigen, entwässert das Gewässer den Grundwasserleiter und es ergibt sich ein Basisabfluss. Ein Absinken der Standrohrspiegelhöhen unter die Wasserstände im Fließgewässer führt dazu, dass kein Basisabfluss mehr stattfindet. In Abhängigkeit der innerjährlichen Schwankungen der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter und der Wasserstände im Fließgewässer kann ein kontinuierlicher bzw. temporärer Basisabfluss auftreten.

Die Kategorisierung nach kontinuierlichem, temporärem bzw. fehlendem Basisabfluss in einem Fließgewässerabschnitt erfolgte auf Basis der Modellberechnungen für die Zeitpunkte April (hoher Füllstand des Aquifers) und August (niedriger Füllstand des Aquifers). Für jeden Modellknoten mit einer Fließgewässerrandbedingung wurde geprüft, ob für beide, einem der beiden oder keinen Zeitpunkt ein



modellberechneter Basisabfluss vorliegt. Die Ergebnisse sind anhand einer Ampelkarte in Kap. 7.2 dargestellt.

Für die Ausweisung des Untersuchungsgebiets für die vorliegenden Untersuchungen wurden nach Möglichkeit solche Bereiche priorisiert, welche keinen bzw. einen nur temporären Basisabfluss aufweisen (gelbe / rote Bereiche).

Die geplante Steuerung der vorhandenen Grundwasser-Drainagen führt in den oberflächennahen Grundwasserleitern zu einem Anstieg der Standrohrspiegelhöhen. Dies kann in Bereichen mit keinem bzw. temporären Grundwasseranschluss zu einer temporären Etablierung des Grundwasseranschlusses bzw. Verlängerung der Zeiträume mit einem Basisabfluss am Fließgewässer führen. Daraus resultiert eine Erhöhung des Basisabflusses am untersuchten Fließgewässer.

5. Nähe zu grundwasserabhängigen Landökosystemen

Grundwasserabhängige Landökosysteme benötigen einen dauerhaften Anschluss an oberflächennahes Grundwasser bzw. eine Verbindung zu Oberflächengewässern. Die Wirkung von vorhandenen Drainagen führt zu einer Absenkung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter, sodass grundwasserabhängige Landökosysteme nachteilig beeinträchtigt werden können.

Da für die Existenz von grundwasserabhängigen Landökosystemen geringe Grundwasserflurabstände eine Voraussetzung sind, liegen diese oftmals in der Nähe von Gewässern. Für die Simulationen wurden solche Bereiche priorisiert, welche in der Nähe der Drainagen eine hohe Dichte an grundwasserabhängigen Landökosystemen aufweisen.

Aus den vorhandenen Datengrundlagen wurde zunächst durch die Verschneidung der räumlichen Informationen die potentiell in Frage kommenden Gebiete für die Untersuchungen festgelegt. Aus diesem erfolgte im zweiten Arbeitsschritt die konkrete Festlegung der Teilgebiete für die Modellsimulationen (vgl. Abbildung 94 und Tabelle 37).

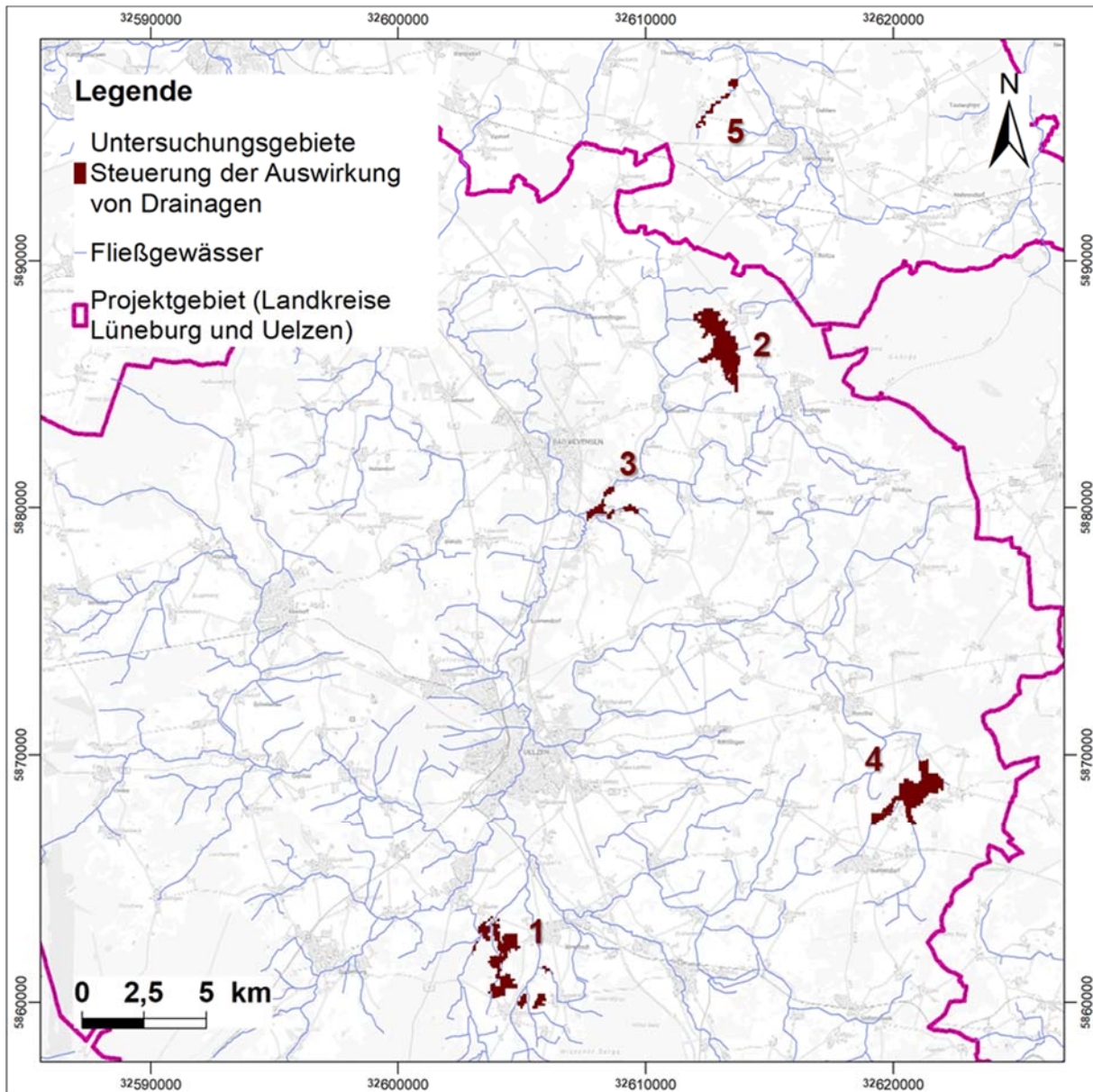


Abbildung 94: Lage der Standorte für die Modelluntersuchungen

Tabelle 37: Übersicht der fünf Standorte für die Modelluntersuchungen

Standort	Lage	Landkreis	Fläche [ha]	Erhöhung der GWN [mm/a] (ohne Drainage)	potenzielle zusätzliche Wassermengen[m ³ /a] (ohne Drainage)
1	Wrestedt	Uelzen	319	134	291.000
2	Groß Thondorf	Uelzen	279	144	413.000
3	Klein Hesebeck	Uelzen	58	122	79.000
4	Grabau	Uelzen	240	127	315.000
5	Klein Sommerbeck	Lüneburg	48	127	51.000
Summe			944		1.149.000

Die Grundwassermengen, die über die Drainagen abgeführt werden, wurden mit Hilfe des Verfahrens mGROWA22 berechnet und liegen flächenhaft für das gesamte Modellgebiet vor. Die Drainageabflüsse



wurden mit den Untersuchungsflächen an den fünf Standorten aus Tabelle 37 verschnitten. Je Standort ergibt sich aus der zu steuernden Drainagefläche und dem flächenhaften Drainageabfluss nach eine potenzielle Grundwassermenge, welche in die Vorflut abgeführt wird.

Untersuchungen mit dem numerischen Grundwassermodell

In Tabelle 37 werden die Grundwassermengen angegeben, die durch die ausgewählten Drainagen abgeführt werden. Diese Mengen je Standort stehen potenziell für Maßnahmen zur Verfügung.

Für eine modellhafte Simulation der Steuerung bzw. Deaktivierung von Drainagen im numerischen Grundwassermodell wurde die Grundwasserneubildung innerhalb der fünf gewählten Untersuchungsgebiete genau um den in Tabelle 37 aufgeführten Betrag erhöht.

Da der Drainageabfluss in den Wintermonaten besonders hoch ist, wurde die Erhöhung der Grundwasserneubildung entsprechend auf die sechs Monate Oktober bis einschließlich März gleichverteilt.

Für die fünf gewählten Standorte sind zwei Modellvarianten abgeleitet worden:

1. **Ausgangs-Variante:** Diese Modellvariante entspricht der derzeitigen Situation. Sie dient als Vergleichsvariante zur Berechnung der sich aus der Umsetzung der Maßnahmen ergebenden Differenzen
2. **Prognose-Variante:** In dieser Modellvariante werden die beschriebenen Maßnahmen zur Erhöhung der Grundwasserneubildung entsprechend der gemachten Annahmen umgesetzt

Nachfolgend erfolgt eine detaillierte Beschreibung der Maßnahmenstandorte. Die sich aus der Umsetzung der Maßnahmen ergebenden Auswirkungen werden je Standort anhand der Berechnung von flächenhaften Differenzen der Standrohrspiegelhöhen, des Vergleichs von Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen an definierten Beobachtungspunkten sowie der Basisabflüsse an nahegelegenen Fließgewässern quantifiziert. Im Einzelfall ist standortbezogen auch zu prüfen, wie sich auf Grundlage der Topographie, der Wasserrückhalt im Drainagesystem praktisch steuern lässt bzw. inwieweit Vernässungen zu erwarten sind.

Standort 1 Wrestedt (LK Uelzen)

Der erste Standort befindet sich im LK Uelzen westlich der Ortschaften Wrestedt und Nettelkamp im Bereich des Bornbachs und des Eisenbachs sowie deren Zuflüsse. Er umfasst eine Fläche von ca. 319 ha, in der eine Regulierung des Grundwassers überwiegend durch Drainagen und Entwässerungsgräben stattfindet. Lediglich in einem sehr kleinen Flächenanteil erfolgt eine Bedarfsdränung des Stauwassers (vgl. Abbildung 95).

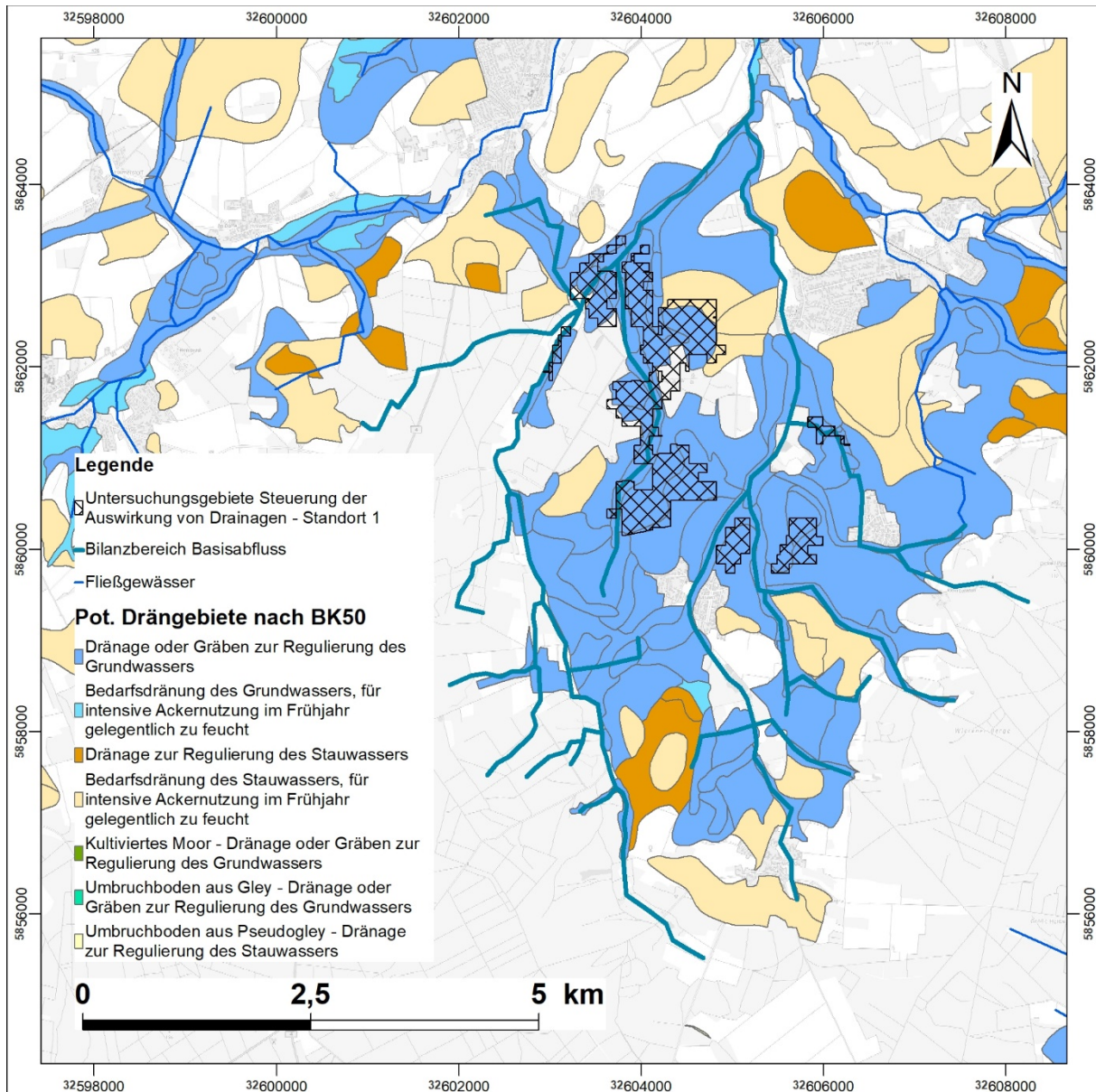


Abbildung 95: Darstellung des Untersuchungsgebiets und Bilanzbereichs des Basisabflusses für die Steuerung der Drainagen am Standort 1 Wrestedt

Im Nahbereich der Fließgewässer sind grundwasserabhängige Landökosysteme vorhanden, welche eine teils hohe bis sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber Grundwasserabsenkungen aufweisen (vgl. **Anlage 9.1.5.1**). Dies lässt sich in Abbildung 95 nicht darstellen und ist ggf. im Einzelfall zu prüfen.

Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen

Bedingt durch die Steuerung der Drainagen (Erhöhung der Grundwasserneubildung) ergibt sich eine zusätzliche Wassermenge von ca. 0,29 Mio. m³/a (vgl. Tabelle 37). Die Erhöhung der Grundwasserneubildung in den Monaten Oktober bis einschließlich März führt zu einer flächenhaften Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2. Zum Zeitpunkt April reicht die Ausdehnung der Aufhöhungen über das Maßnahmengebiet hinaus. Die maximale Aufhöhung beträgt



ca. 0,4 m und liegt zentral im Maßnahmengebiet. Im Bereich der Fließgewässer wird die flächenhafte Ausdehnung der Aufhöhungen unterbrochen. Ursache hierfür ist die hydraulische Dämpfungswirkung der Fließgewässer und Entwässerungsgräben. Die Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen größer 0,1 m umfasst Fläche von ca. 467 ha (vgl. **Anlage 9.1.5.1**).

Nachfolgend wird der zeitliche Verlauf der Standrohrspiegelhöhen als Ganglinien über ein Jahr dargestellt (grüne Linie = Ausgangs-Variante, blaue Linie = Prognose-Variante (Steuerung der Drainagen = Erhöhung der Grundwasserneubildung)). Aus Differenz zwischen diesen Ganglinien ergeben sich die maßnahmebedingten Veränderungen. Aufgrund der temporären Erhöhung der Grundwasserneubildung in den Monaten Oktober bis März ergeben sich im Jahresverlauf Schwankungen der Differenzen. Die Ganglinien werden für zwei definierte Beobachtungspunkte im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 dargestellt (Abbildung 157 und Abbildung 158).

Der **erste Beobachtungspunkt** befindet sich östlich des Siekskampgrabens im Nahbereich der dortigen grundwasserabhängigen Landökosysteme (vgl. **Anlage 9.1.5.1**). Der Vergleich der Standrohrspiegelhöhen-Ganglinien zeigt, dass die Differenzen zwischen beiden Linien im Verlauf eines Jahres schwanken (Abbildung 157). Die Erhöhung der Grundwasserneubildung führt zu einer Zunahme der Differenzen bis in den März. Ab April bis einschließlich September sind die Werte der Grundwasserneubildung in beiden Modellvarianten identisch, sodass es in diesem Zeitraum zu einer Verringerung der Differenzen kommt. Im Jahresverlauf ergibt sich das Maximum der Differenzen am ersten Beobachtungspunkt zu Beginn des Monats April mit einem Wert von ca. 0,17 m. Zu Beginn des Monats Oktober liegt der Wert noch bei ca. 0,08 m. Hieraus leitet sich ab, dass die Differenzen, welche sich nach sechs Monaten der aktiven Drainagesteuerung einstellen, im Verlauf des restlichen Jahres nicht vollständig abklingen. Entsprechend ergibt sich an den grundwasserabhängigen Landökosystemen im Bereich des Beobachtungspunkts eine ganzjährige Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter. Die Aufhöhung führt zu einer entsprechenden Verringerung des Grundwasserflurabstands. Am Beobachtungspunkt sind keine Vernässungen der Geländeoberfläche zu erwarten.

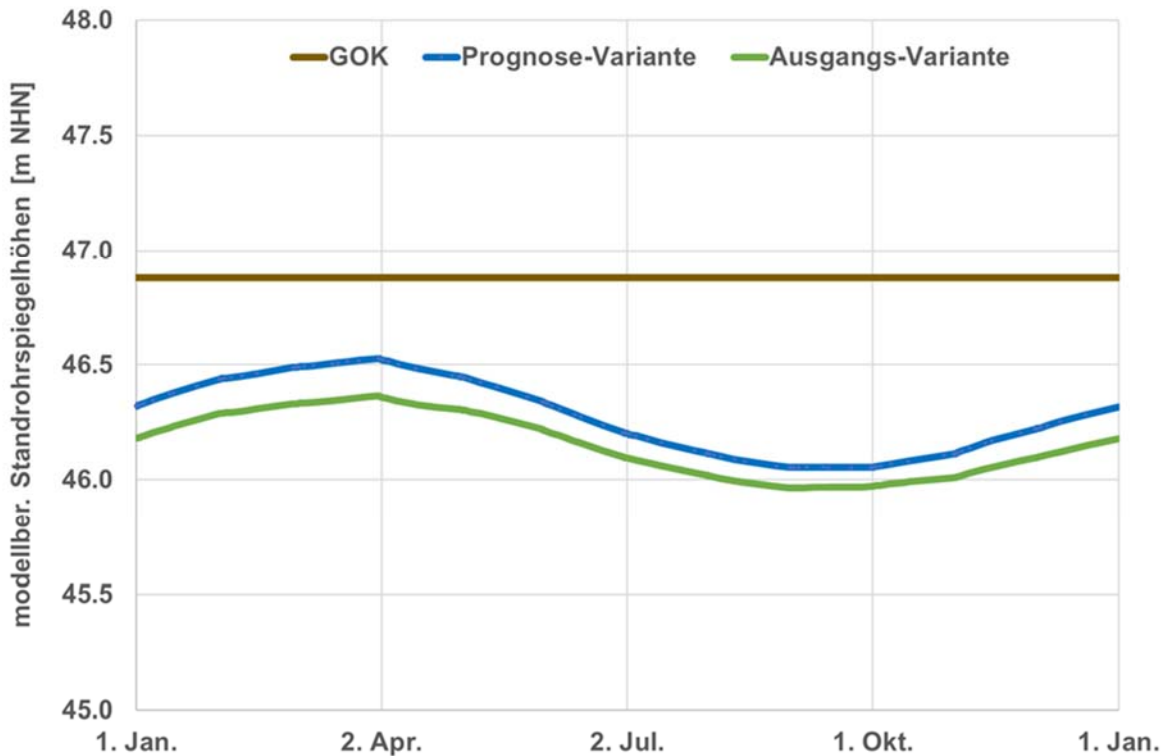


Abbildung 96: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Der **zweite Beobachtungspunkt** befindet sich weiter südöstlich, westlich der der Ortslage von Nettelkamp (vgl. **Anlage 9.1.5.1**).

Analog zum ersten Beobachtungspunkt zeigt der Vergleich der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am zweiten Beobachtungspunkt, dass die Differenzen der Standrohrspiegelhöhen im Verlauf eines Jahres bedingt durch die Erhöhung der Grundwasserneubildung im Zeitraum von Oktober bis einschließlich März zunehmen (Abbildung 158). Zu Beginn des Monats April liegt der Wert bei ca. 0,27 m. Zu Beginn des Monats Oktober liegt der Wert noch bei ca. 0,09 m. Hieraus ergibt sich, dass die Differenzen, welche sich während der Monate der aktiven Drainagesteuerung einstellen, im restlichen Verlauf des Jahres nicht vollständig abklingen. Die Aufhöhung führt zu einer entsprechenden Verringerung des Grundwasserflurabstands. Auch am zweiten Beobachtungspunkt sind keine Vernässungen der Geländeoberfläche zu erwarten.

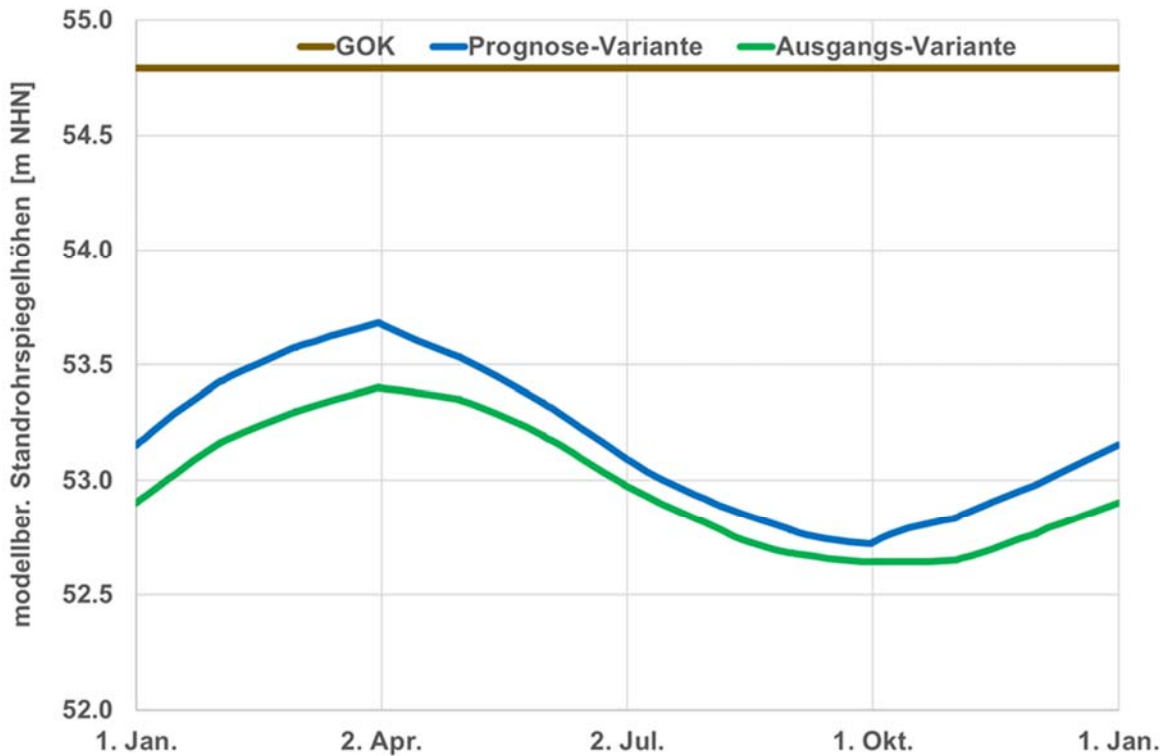


Abbildung 97: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Im tieferen **Grundwasserleiter AQ6** (Tabelle 19) kommt es für den Zeitpunkt April durch die Maßnahme ebenfalls zu einer flächenhafte Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen. Gegenüber dem oberflächennahen Grundwasserleiter sind die flächenhaften Verbreitungen allerdings deutlich geringer. Gleichzeitig ist auch der Maximalwert der Aufhöhung kleiner. Ursache hierfür ist hydrogeologischen Schichtaufbau, welcher dazu führt, dass die Wirkung der oberflächennahen Erhöhung der Grundwasserneubildung mit zunehmender Tiefe abnimmt.

Im AQ6 ergibt sich eine maximale Aufhöhung von ca. 0,12 m, die Fläche mit einer Aufhöhung größer 0,10 m liegt südlich des ersten Beobachtungspunkts und beträgt ca. 89 ha. Dies entspricht einer Abnahme der Fläche gegenüber dem oberflächennahen Grundwasserleiter von ca. 80 %. Aufgrund der lokalen Begrenzung der Differenzen sowie dem geringen Aufhöhungsbetrag wird auf eine Darstellung verzichtet.



Differenzen der modellberechneten Basisabflüsse

Bedingt durch eine ganzjährige Anhebung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 ergibt sich ein Anstieg der Basisabflüsse. Die nachfolgende Abbildung stellt die Monatsmittelwerte der modellberechneten Basisabflüsse für den Bilanzbereich des Standortes 1 dar (Abbildung 95).

Die Ganglinien der beiden Modellvarianten bzw. deren Differenzen zeigen eine ganzjährige Zunahme der Monatsmittelwerte des Basisabflusses (Abbildung 98). Analog zu den Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen nehmen die Basisabflüsse der Prognose-Variante im Zeitraum von Oktober bis März zu und von April bis September wieder ab, liegen aber immer über dem Wert der Ausgangs-Variante. Die Abflusswerte betragen zwischen ca. 15.000 m³/Monat und ca. 28.000 m³/Monat. Der Mittelwert liegt bei ca. 20.000 m³/Monat, woraus sich eine Jahressumme von ca. 244.600 m³/a errechnet. Gegenüber der Ausgangs-Variante entspricht dies einer Zunahme des Jahresabflusses um ca. 2,3 %. Die berechnete Zunahme des Basisabflusses entspricht ca. 84 % der Erhöhung der Grundwasserneubildung.

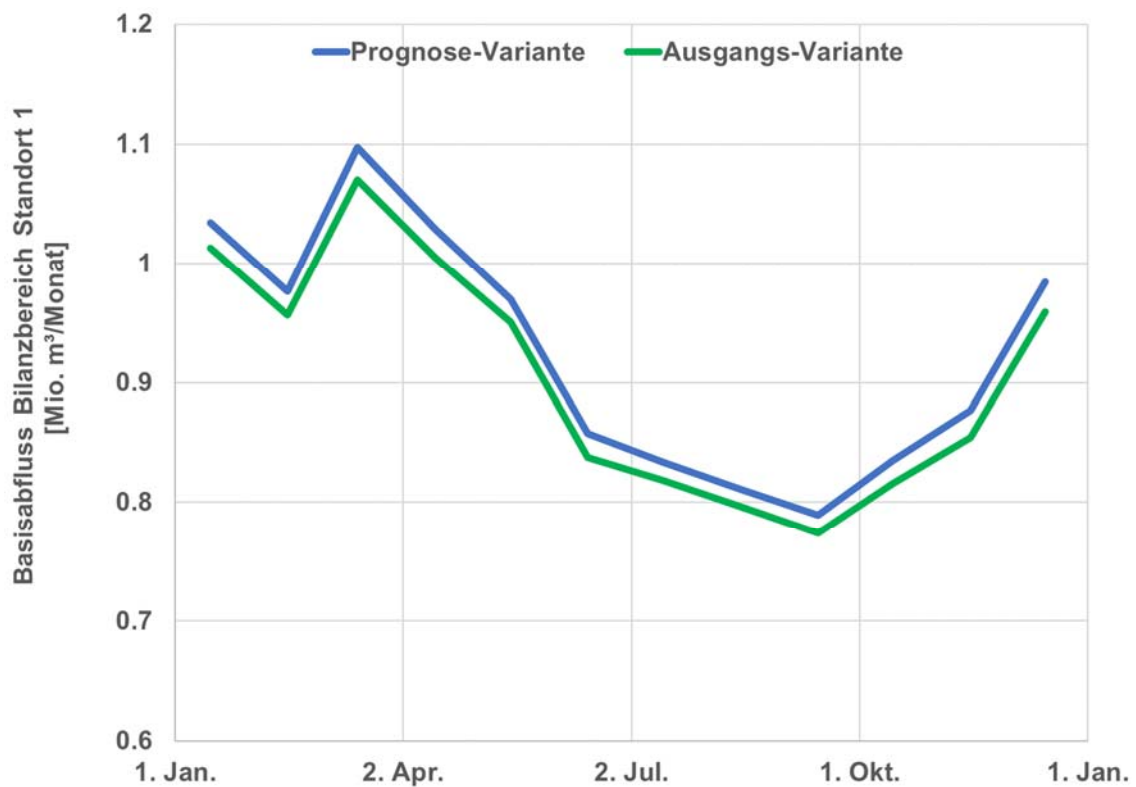


Abbildung 98: Ganglinie modellberechneter Basisabflüsse am Pegel Niendorf II W für die Prognose-Variante 1 (blau) und Ausgangs-Variante (grün)

Standort 2 Groß Thondorf

Der zweite Standort befindet sich im LK Uelzen zwischen den Ortschaften Römstedt, Groß Thondorf und Himbergen im Bereich des Gollernbachs und des Strother Grabens sowie deren Zuflüsse. Er umfasst eine Fläche von ca. 279 ha, in der eine Regulierung des Grundwassers durch Drainagen und Entwässerungsgräben stattfindet. Lediglich in einem sehr geringen Flächenanteil erfolgt Bedarfsdrainage des Stauwassers (Abbildung 99).

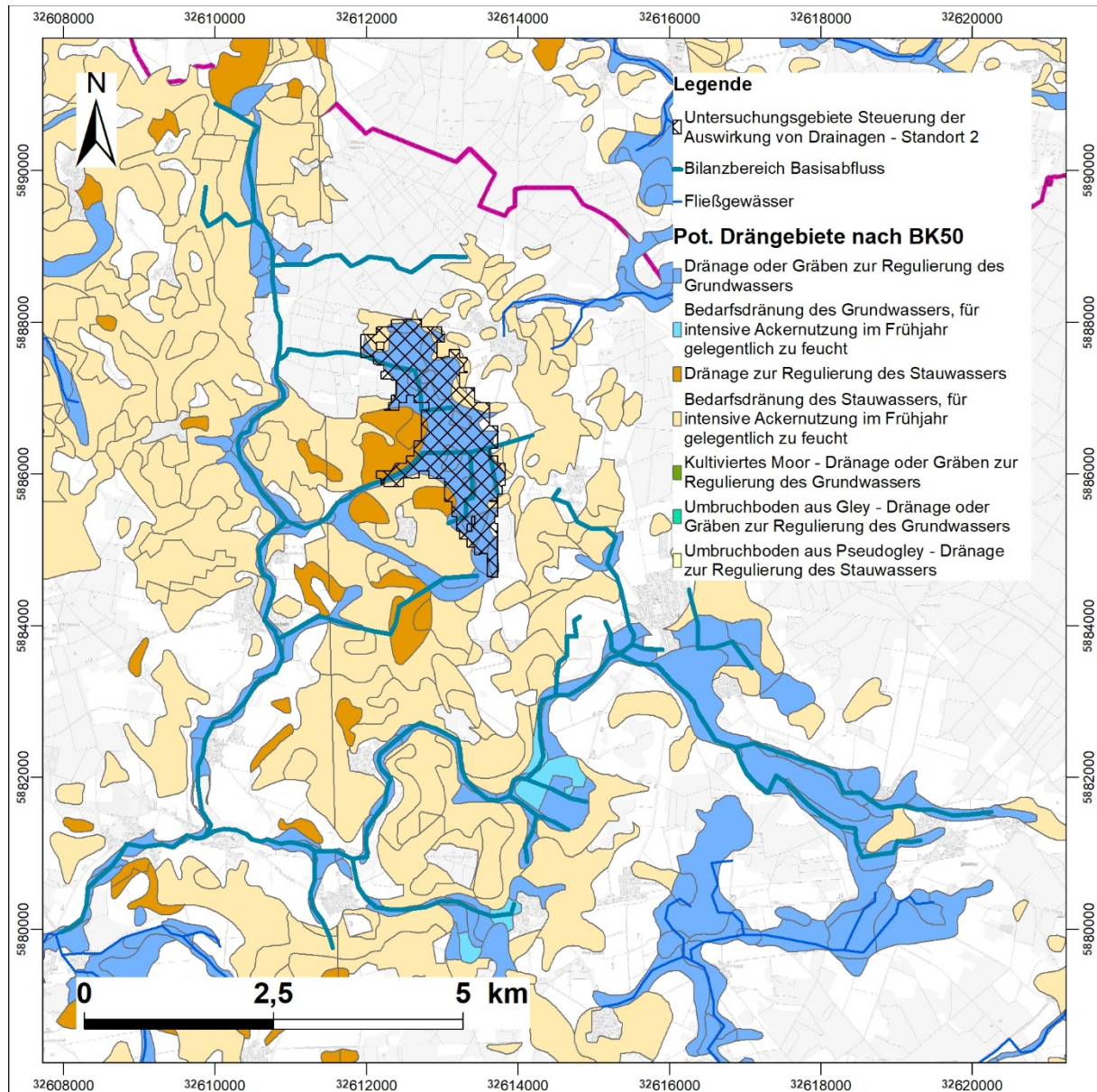


Abbildung 99: Darstellung des Untersuchungsgebiets und Bilanzbereichs des Basisabflusses für die Steuerung der Drainagen am Standort 2 Groß Thondorf



Im Nahbereich der Fließgewässer sind grundwasserabhängige Landökosysteme vorhanden, welche eine teils hohe bis sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber Grundwasserabsenkungen aufweisen (**Anlage 9.1.5.2**).

Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen

Bedingt durch die Steuerung der Drainagen (Erhöhung der Grundwasserneubildung) ergibt sich eine zusätzliche Wassermenge von ca. 0,41 Mio. m³/a (Tabelle 37). Die Erhöhung der Grundwasserneubildung in den Monaten Oktober bis einschließlich März führt zu einer flächenhaften Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2. Zum Zeitpunkt April reicht die Ausdehnung der Aufhöhungen deutlich über das Maßnahmengebiet hinaus. Die maximale Aufhöhung beträgt ca. 5,25 m und liegt zentral im Maßnahmengebiet. Die Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen größer 0,1 m umfasst eine Fläche von ca. 2.844 ha (**Anlage 9.1.5.2**).

Nachfolgend wird der zeitliche Verlauf der Standrohrspiegelhöhen als Ganglinien über ein Jahr dargestellt (grüne Linie = Ausgangs-Variante, blaue Linie = Prognose-Variante (Steuerung der Drainagen = Erhöhung der Grundwasserneubildung)). Aus der Differenz zwischen diesen Ganglinien ergeben sich die maßnahmenbedingten Veränderungen. Aufgrund der temporären Erhöhung der Grundwasserneubildung in den Monaten Oktober bis März ergeben sich im Jahresverlauf Schwankungen der Differenzen. Die Ganglinien werden für zwei definierte Beobachtungspunkte im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 dargestellt (Abbildung 100 und Abbildung 101).

Der **erste Beobachtungspunkt** befindet sich zentral im Maßnahmengebiet (**Anlage 9.1.5.2**). Der Vergleich der Standrohrspiegelhöhen-Ganglinien zeigt, dass die Differenzen zwischen beiden Linien im Verlauf eines Jahres schwanken (Abbildung 100). Die Erhöhung der Grundwasserneubildung in den Monaten Oktober bis einschließlich März führt zu einer Zunahme der Differenzen bis in den März. Ab April bis einschließlich September sind die Werte der Grundwasserneubildung in beiden Modellvarianten identisch, sodass es in diesem Zeitraum zu einer Verringerung der Differenzen kommt. Im Jahresverlauf ergibt sich das Maximum der Differenzen am Beobachtungspunkt 1 zu Beginn des Monats April mit einem Wert von ca. 5,0 m. Zu Beginn des Monats Oktober liegt der Wert noch bei ca. 4,8 m. Hieraus ergibt sich, dass die Differenzen, welche sich nach sechs Monaten der aktiven Drainagesteuerung einstellen, im Verlauf des restlichen Jahres nicht vollständig abklingen. Die Aufhöhung führt zu einer entsprechenden Verringerung des Grundwasserflurabstands. Am Beobachtungspunkt sind keine Vernässungen der Geländeoberfläche zu erwarten.

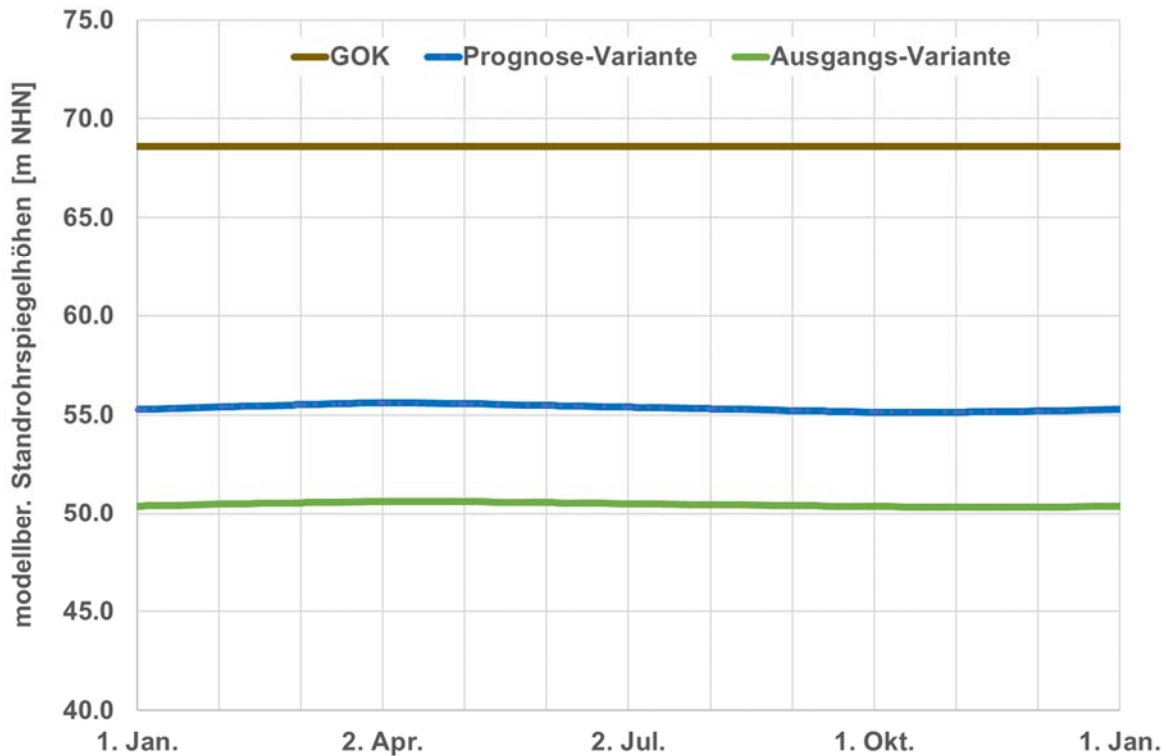


Abbildung 100: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Der **zweite Beobachtungspunkt** befindet sich weiter westlich, im Bereich der dortigen grundwasserabhängigen Landökosysteme (**Anlage 9.1.5.2**).

Analog zum ersten Beobachtungspunkt zeigt der Vergleich der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am zweiten Beobachtungspunkt, dass die Differenzen im Verlauf eines Jahres im Zeitraum bedingt durch die Erhöhung der Grundwasserneubildung im Zeitraum von Oktober bis einschließlich März zunehmen (Abbildung 101). Zu Beginn des Monats April ergibt sich ein Wert von ca. 1,5 m. Zu Beginn des Monats Oktober liegt der Wert noch bei ca. 1,46 m. Hieraus ergibt sich auch hier, dass die Differenzen, welche sich während der Monate der aktiven Drainagesteuerung einstellen, im Verlauf des restlichen Jahres nicht vollständig abklingen. Die Aufhöhung führt zu einer entsprechenden Verringerung des Grundwasserflurabstands. Am Beobachtungspunkt sind keine Vernässungen der Geländeoberfläche zu erwarten.

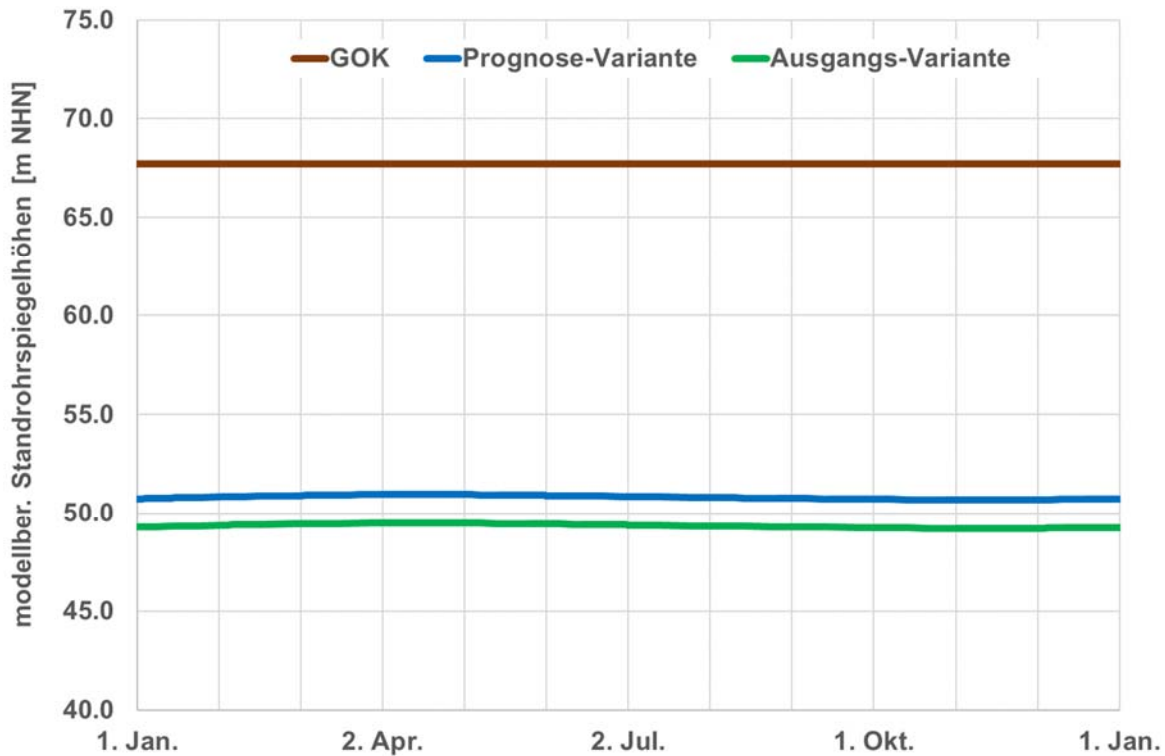


Abbildung 101: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Im tieferen **Grundwasserleiter AQ6** (Tabelle 19) ergibt sich zum Zeitpunkt April ebenfalls eine flächenhafte Aufhöhung Standrohrspiegelhöhen. Die Darstellung der Differenzen für den Grundwasserleiter AQ6 erfolgt in **Anlage 9.1.5.3**.

Im Grundwasserleiter AQ6 ergibt sich eine maximale Aufhöhung von ca. 0,18 m, die Fläche mit einer Aufhöhung größer 0,10 m beträgt ca. 3.351 ha. Dies entspricht einer Zunahme der Fläche gegenüber dem oberflächennahen Grundwasserleiter von ca. 18 %.

Zur Einordnung der Ergebnisse lassen sich zwei wesentliche Aussagen treffen. Zunächst nimmt in den tieferen Grundwasserleitern der maximale Aufhöhungsbetrag ab. Ursache hierfür ist der hydrogeologische Schichtaufbau, welcher dazu führt, dass die Wirkung der oberflächennahen Erhöhung der Grundwasserneubildung mit zunehmender Tiefe vermindert wird. Weiterhin nimmt die flächenhafte Wirkung der Differenzen zu. Dies ergibt sich aus der Verringerung der hydraulischen Dämpfungswirkung der Fließgewässer und Entwässerungsgräben in den tieferen Grundwasserleitern auf Veränderungen der Standrohrspiegelhöhen.



Differenzen der modellberechneten Basisabflüsse

Bedingt durch die maßnahmenbedingte Anhebung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter ergibt sich ein Anstieg der Basisabflüsse. Die nachfolgende Abbildung stellt die Monatsmittelwerte der modellberechneten Basisabflüsse für den Bilanzbereich des Standortes 2 dar (Abbildung 99).

Die Ganglinien der beiden Modellvarianten bzw. deren Differenzen zeigen eine ganzjährige Zunahme der Monatsmittelwerte des Basisabflusses (Abbildung 102). Die Zunahme der Abflusswerte schwankt zwischen ca. 1.600 m³/Monat und ca. 14.400 m³/Monat. Der Mittelwert liegt bei ca. 7.600 m³/Monat, woraus sich eine Jahressumme von ca. 91.700 m³/a errechnet. Gegenüber der Ausgangs-Variante entspricht dies einer Zunahme des Jahresabflusses um ca. 1 %. Die berechnete Zunahme des Basisabflusses entspricht ca. 22 % der Erhöhung der Grundwasserneubildung.

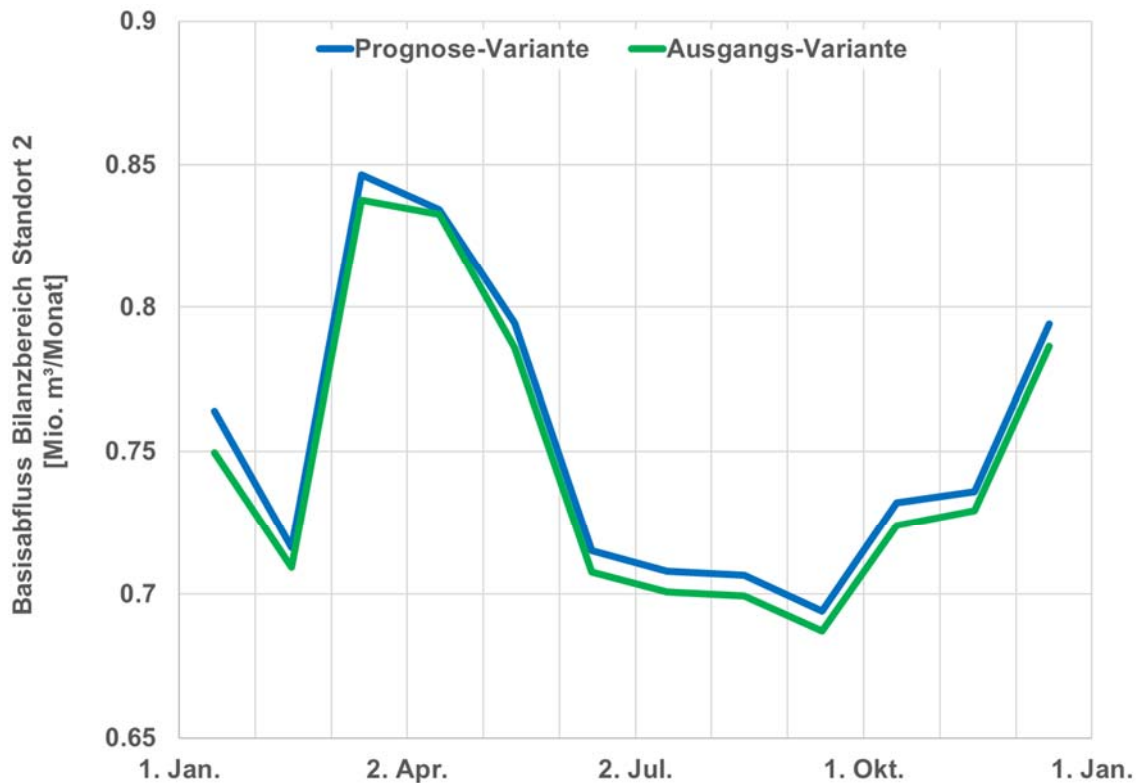


Abbildung 102: Ganglinie modellberechneter Basisabflüsse am Pegel Klein Hesebeck für die Prognose-Variante 1 (blau) und Ausgangs-Variante (grün)

Standort 3 Klein Hesebeck

Der dritte Standort befindet sich im LK Uelzen zwischen den Ortschaften Klein und Groß Hesebeck, im Bereich des Röbbelbachs und des Groß Hesebecker Grabens sowie deren Zuflüsse (Abbildung 103). Er

umfasst eine Fläche von ca. 58 ha, in der eine Regulierung des Grundwassers überwiegend durch Drainagen und Entwässerungsgräben stattfindet. Lediglich in einem sehr kleinen Flächenanteil erfolgt eine Bedarfsdrainage des Stauwassers (Abbildung 103).

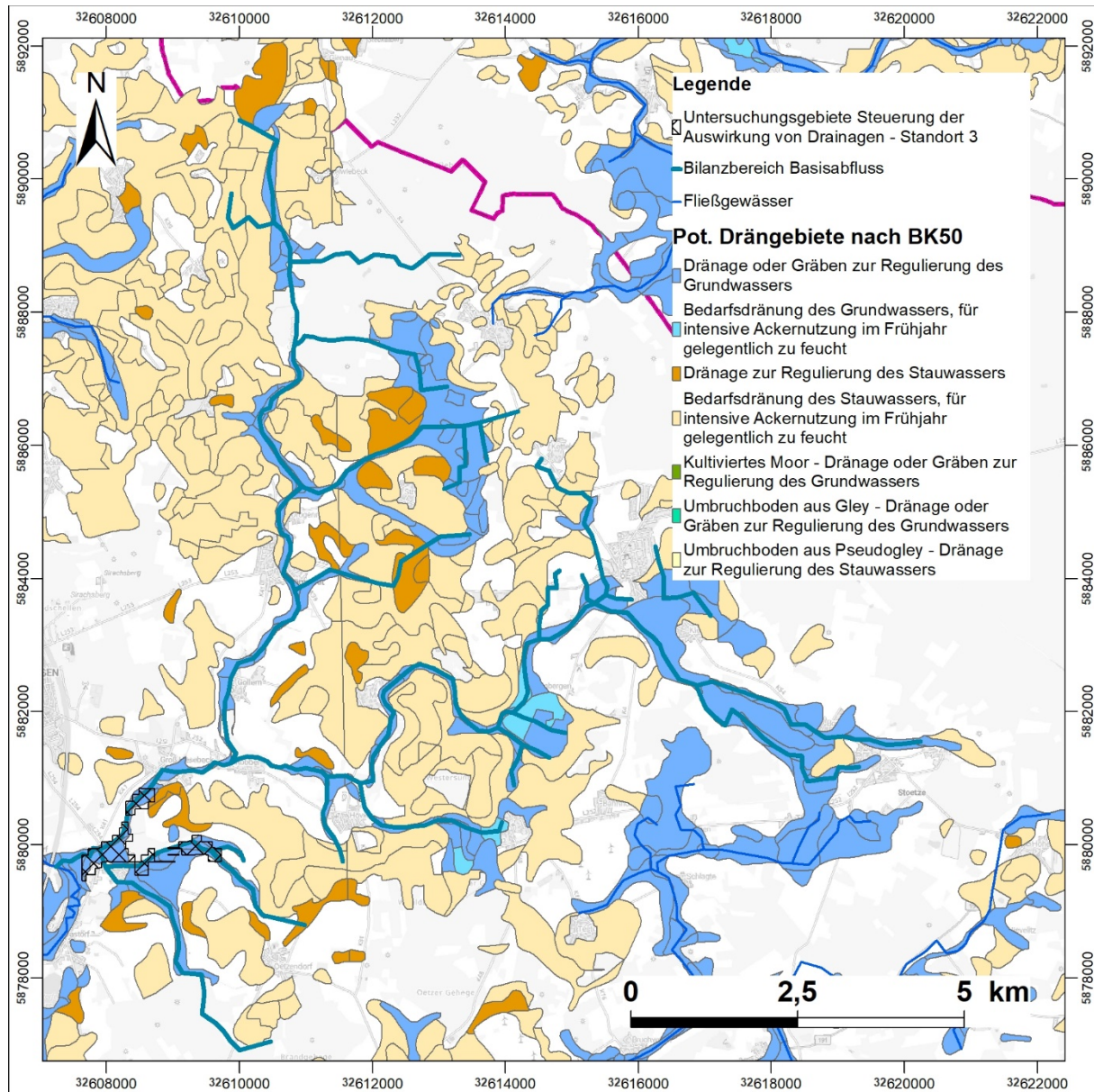


Abbildung 103: Darstellung des Untersuchungsgebiets und Bilanzbereichs des Basisabflusses für die Steuerung der Drainagen am Standort 3 Klein Hesebeck

Im Nahbereich der Fließgewässer sind grundwasserabhängige Landökosysteme vorhanden, welche eine teils hohe bis sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber Grundwasserabsenkungen aufweisen (vgl. Anlage 9.1.5.4).



Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen

Bedingt durch die Steuerung der Drainagen (Erhöhung der Grundwasserneubildung) ergibt sich eine zusätzliche Wassermenge von ca. 80.000 m³/a (Tabelle 37). Die Erhöhung der Grundwasserneubildung in den Monaten Oktober bis einschließlich März führt zu einer flächenhaften Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2. Zum Zeitpunkt April konzentrieren sich die Aufhöhungen auf den südlichen Teil des Maßnahmensgebiets. Die maximale Aufhöhung beträgt ca. 0,5 m und liegt zentral im Maßnahmensgebiet. Die Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen größer 0,1 m umfasst eine Fläche von ca. 29 ha (**Anlage 9.1.5.4**).

Nachfolgend wird der zeitliche Verlauf der Standrohrspiegelhöhen als Ganglinien über ein Jahr dargestellt (grüne Linie = Ausgangs-Variante, blaue Linie = Prognose-Variante (Steuerung der Drainagen = Erhöhung der Grundwasserneubildung)). Aus der Differenz zwischen diesen Ganglinien ergeben sich die maßnahmenbedingten Veränderungen. Aufgrund der temporären Erhöhung der Grundwasserneubildung in den Monaten Oktober bis März ergeben sich im Jahresverlauf Schwankungen der Differenzen. Die Ganglinien werden für zwei definierte Beobachtungspunkte im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 dargestellt (Abbildung 104 und Abbildung 105).

Der **erste Beobachtungspunkt** befindet sich zentral im Maßnahmensgebiet im Bereich der dortigen grundwasserabhängigen Landökosysteme (**Anlage 9.1.5.4**). Der Vergleich der Standrohrspiegelhöhen-Ganglinien zeigt, dass die Differenzen zwischen beiden Linien im Verlauf eines Jahres schwanken (Abbildung 104). Die Erhöhung der Grundwasserneubildung führt zu einer Zunahme der Differenzen bis in den März. Ab April bis einschließlich September sind die Werte der Grundwasserneubildung in beiden Modellvarianten identisch, sodass es in diesem Zeitraum zu einer Verringerung der Differenzen kommt. Im Jahresverlauf ergibt sich das Maximum der Differenzen am ersten Beobachtungspunkt zu Beginn des Monats April mit einem Wert von ca. 0,04 m. Zu Beginn des Monats Oktober liegt der Wert dagegen bei ca. 0,0 m. Hieraus ergibt sich, es zu einer insgesamt nur sehr geringen Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter kommt, die sich über den Verlauf des restlichen Jahres nahezu vollständig ausgleicht.

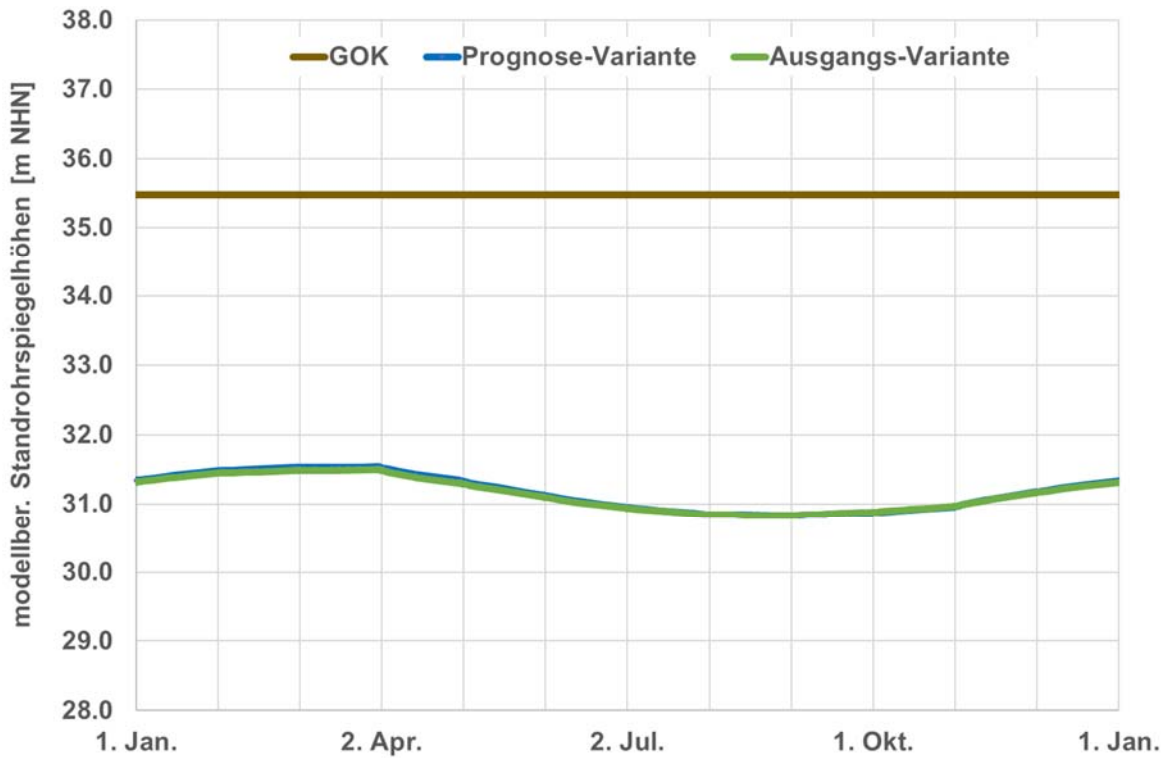


Abbildung 104: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Hinweis: Der blaue Graph wird durch die grüne Linie aufgrund der geringen Unterschiede verdeckt!

Der **zweite Beobachtungspunkt** befindet sich weiter südwestlich, am westlichen Rand der Ortslage von Klein Hesebeck (**Anlage 9.1.5.4**).

Am zweiten Beobachtungspunkt zeigen sich keine relevanten maßnahmenbedingten Auswirkungen (Abbildung 105). Die Differenzen sind über den gesamten Verlauf des dargestellten Jahres nahezu Null.

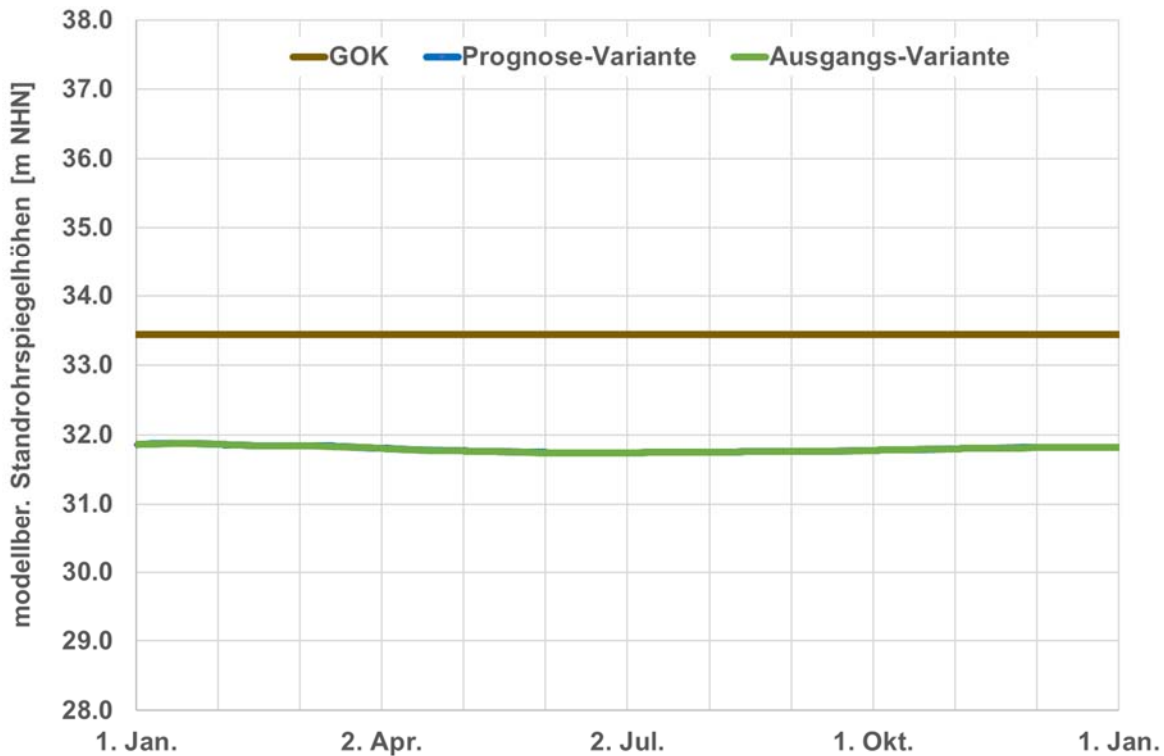


Abbildung 105: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Hinweis: Der blaue Graph wird durch die grüne Linie aufgrund der geringen Unterschiede verdeckt!

Auch in den tieferen Grundwasserleitern ist die flächenhafte Aufhöhung zum Zeitpunkt April in nennenswerter Größenordnung aufgrund der hydrogeologischen Standorteigenschaften nicht vorhanden, sodass auf eine zusätzliche Darstellung verzichtet werden kann.

Differenzen der modellberechneten Basisabflüsse

Bedingt durch eine nur temporäre Anhebung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter ergibt sich ein nur geringer Anstieg der Basisabflüsse. Die nachfolgenden Abbildungen stellt die Monatsmittelwerte der modellberechneten Basisabflüsse für den Bilanzbereich des Standortes 3 dar (Abbildung 103).

Die Ganglinien der beiden Modellvarianten bzw. deren Differenzen zeigen eine zeitweise Zunahme der Monatsmittelwerte des Basisabflusses (vgl. Abbildung 106). Die Werte der Differenzen schwanken zwischen ca. $0 \text{ m}^3/\text{Monat}$ und ca. $10.800 \text{ m}^3/\text{Monat}$. Der Mittelwert liegt bei ca. $4.800 \text{ m}^3/\text{Monat}$. Es errechnet sich eine Jahressumme von ca. $57.200 \text{ m}^3/\text{a}$. Gegenüber der Ausgangs-Variante entspricht dies einer Zunahme des Jahresabflusses um ca. 0,6 %. Die berechnete Zunahme des Basisabflusses entspricht ca. 71 % der Erhöhung der Grundwasserneubildung.

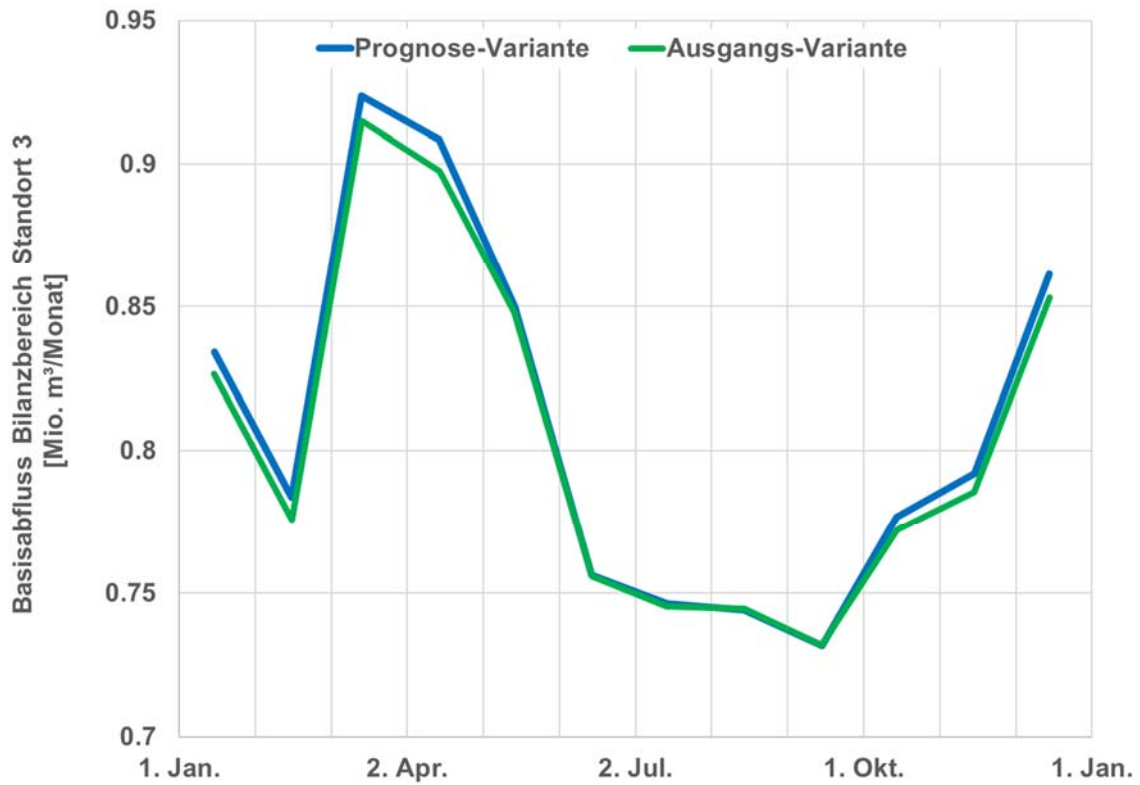


Abbildung 106: Ganglinie modellberechneter Basisabflüsse im Bilanzbereich am Röbbelbach für die Prognose-Variante 1 (blau) und Ausgangs-Variante (grün)

Standort 4 Grabau

Der vierte Standort befindet sich südöstlich von Rosche zwischen Nestau und Gödenstedt im Bereich der Wipperau. Er umfasst eine Fläche von ca. 240 ha, in der eine Regulierung des Grundwassers durch Drainagen und Entwässerungsgräben stattfindet (Abbildung 107).

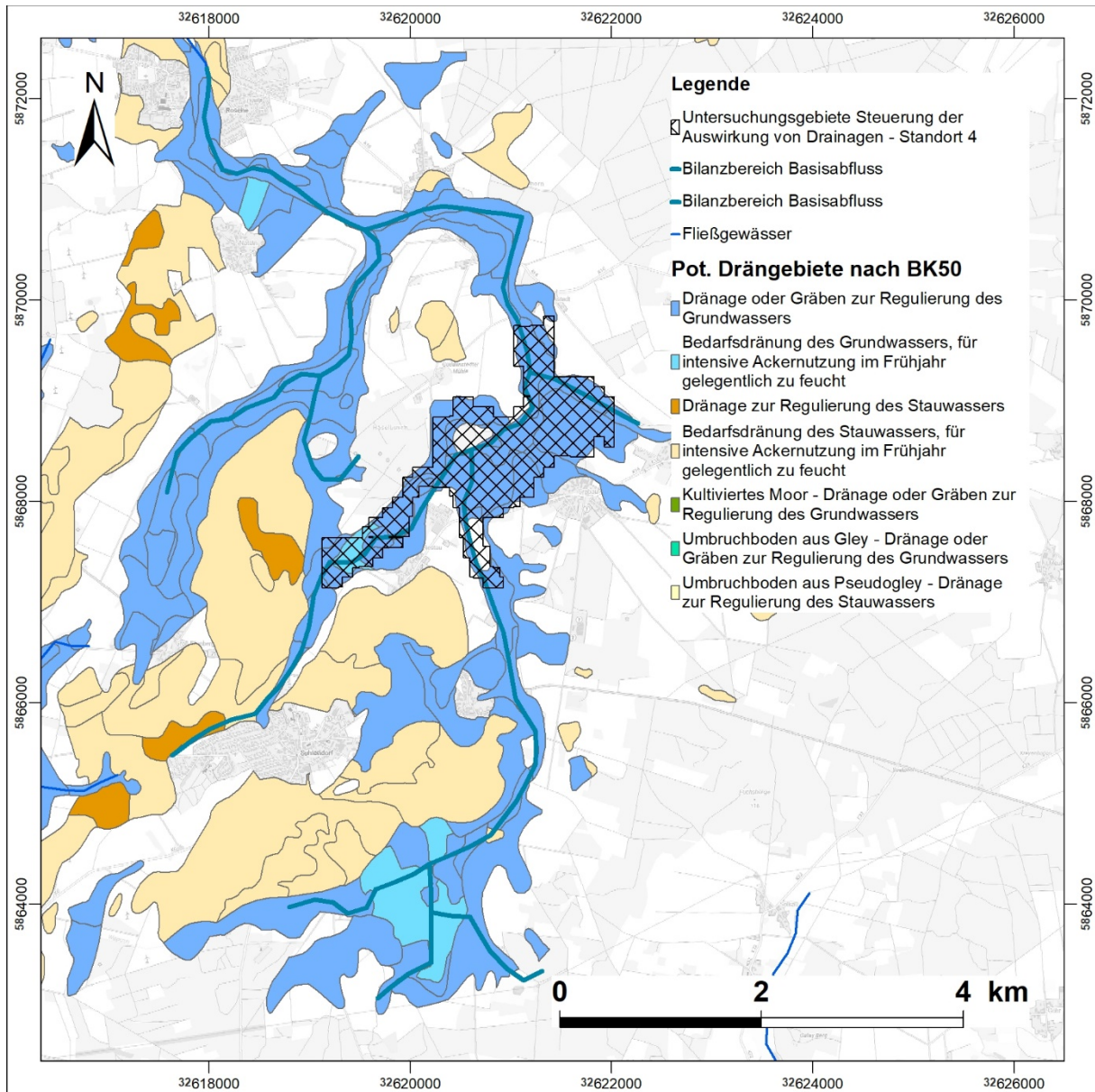


Abbildung 107: Darstellung des Untersuchungsgebiets und Bilanzbereichs des Basisabflusses für die Steuerung der Drainagen am Standort 4 Grabau

Im Nahbereich der Wipperau befinden sich grundwasserabhängige Landökosysteme, welche eine teils hohe bis sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber Grundwasserabsenkungen aufweisen (**Anlage 9.1.5.5**).

Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen

Bedingt durch die Steuerung der Drainagen (Erhöhung der Grundwasserneubildung) ergibt sich eine zusätzliche Wassermenge von ca. 315.000 m³/a (Tabelle 37). Die Erhöhung der Grundwasserneubildung in den Monaten Oktober bis einschließlich März führt zu einer flächenhaften Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2, die sich zum Zeitpunkt April auf



den südlichen Teil des Maßnahmensgebiets konzentrieren. Die maximale Aufhöhung erreicht ca. 0,45 m und liegt im Maßnahmensgebiet östlich der Neetze. Eine Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen größer 0,1 m umfasst eine Fläche von ca. 312 ha (**Anlage 9.1.5.5**).

Nachfolgend wird der zeitliche Verlauf der Standrohrspiegelhöhen als Ganglinien über ein Jahr dargestellt (grüne Linie = Ausgangs-Variante, blaue Linie = Prognose-Variante (Steuerung der Drainagen = Erhöhung der Grundwasserneubildung)). Aus der Differenz zwischen diesen Ganglinien ergeben sich die maßnahmenbedingten Veränderungen. Aufgrund der temporären Erhöhung der Grundwasserneubildung in den Monaten Oktober bis März ergeben sich im Jahresverlauf Schwankungen der Differenzen. Die Ganglinien werden für zwei definierte Beobachtungspunkte im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 dargestellt (Abbildung 108 und Abbildung 109).

Der **erste Beobachtungspunkt** befindet sich zentral im Maßnahmensgebiet, nordwestlich der Ortslage von Grabau (**Anlage 9.1.5.5**). Der Vergleich der Standrohrspiegelhöhen-Ganglinien zeigt, dass die Differenzen zwischen beiden Linien im Verlauf eines Jahres schwanken (Abbildung 108). Die Erhöhung der Grundwasserneubildung in den Monaten Oktober bis einschließlich März führt zu einer Zunahme der Differenzen bis in den März. Ab April bis einschließlich September sind die Werte der Grundwasserneubildung in beiden Modellvarianten identisch, so dass es in diesem Zeitraum zu einer Verringerung der Differenzen kommt. Im Jahresverlauf ergibt sich das Maximum der Differenzen am Beobachtungspunkt 1 zu Beginn des Monats April mit einem Wert von ca. 0,3 m. Zu Beginn des Monats Oktober liegt der Wert noch bei ca. 0,12 m. Hieraus ergibt sich, dass die Differenzen, welche sich nach sechs Monaten der aktiven Drainagesteuerung einstellen, im Verlauf des restlichen Jahres nicht vollständig abklingen. Die Aufhöhung führt zu einer entsprechenden Verringerung des Grundwasserflurabstands. Am Beobachtungspunkt sind keine Vernässungen der Geländeoberfläche zu erwarten.

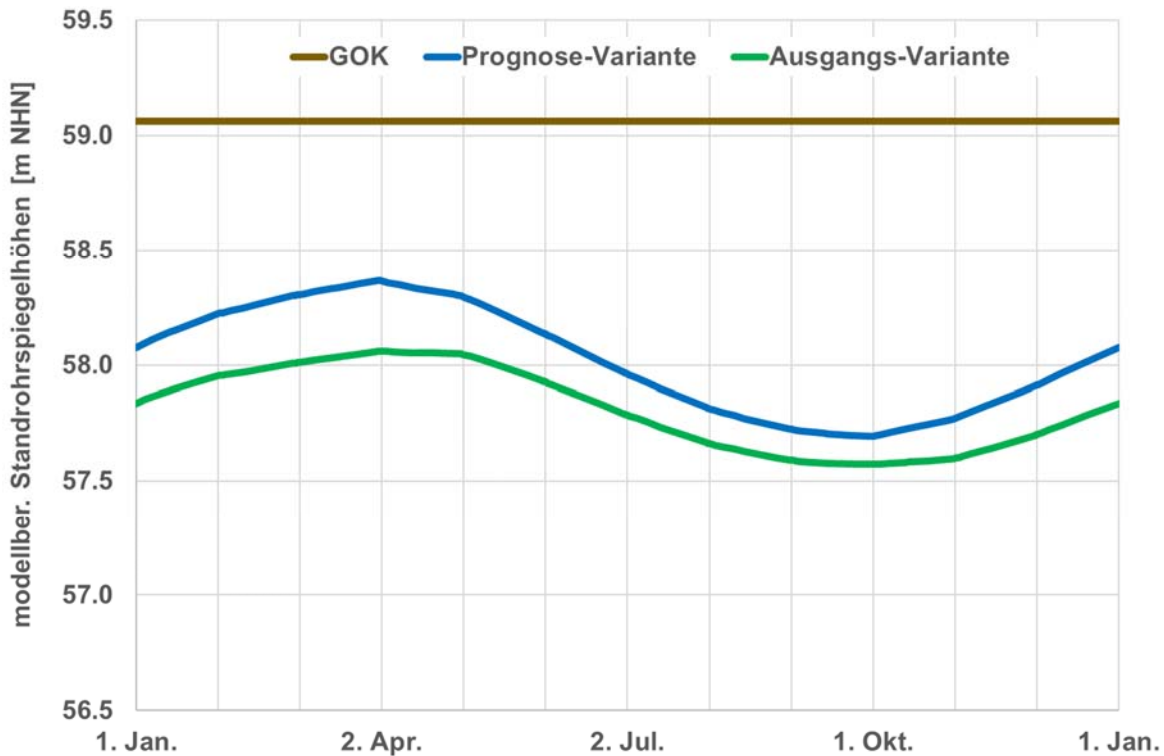


Abbildung 108: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Der **zweite Beobachtungspunkt** befindet sich weiter nördlich, südlich der Ortslage von Gut Gördenstedt im Bereich der dortigen grundwasserabhängigen Landökosysteme (**Anlage 9.1.5.5**).

Analog zum ersten Beobachtungspunkt zeigt der Vergleich der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am zweiten Beobachtungspunkt, dass die Differenzen im Verlauf eines Jahres bedingt durch die Erhöhung der Grundwasserneubildung im Zeitraum von Oktober bis einschließlich März zunehmen (Abbildung 109). Zu Beginn des Monats April ergibt sich ein Wert von ca. 0,07 m. Zu Beginn des Monats Oktober liegt der Wert bei ca. 0,03 m. Hieraus ergibt sich auch hier, dass die Differenzen, welche sich während der Monate der aktiven Drainagesteuerung einstellen, im Verlauf des restlichen Jahres nicht vollständig abklingen. Entsprechend ergibt sich an den grundwasserabhängigen Landökosystemen im Bereich des Beobachtungspunkts eine ganzjährige Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter. Die Aufhöhung führt zu einer entsprechenden Verringerung des Grundwasserflurabstands. Am Beobachtungspunkt sind keine Vernässungen an der Geländeoberfläche zu erwarten.

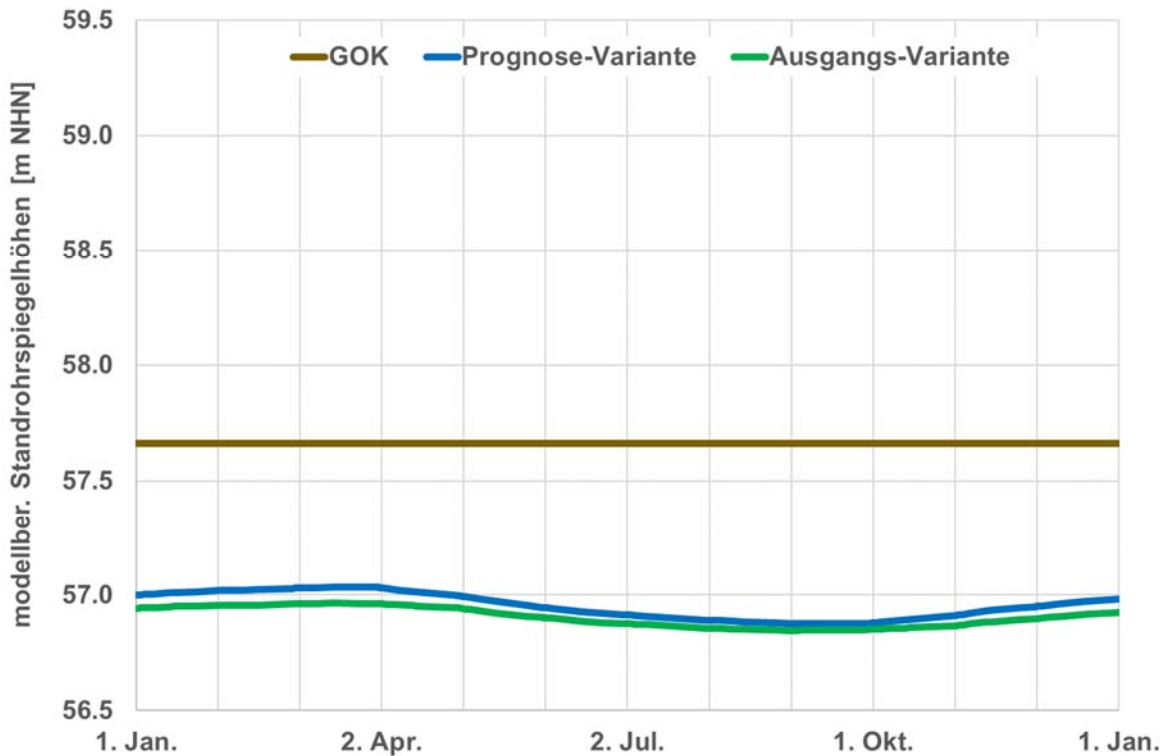


Abbildung 109: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Im tieferen **Grundwasserleiter AQ6** (Tabelle 19) ergibt sich zum Zeitpunkt April ebenfalls eine flächenhafte Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen. Gegenüber dem oberflächennahen Grundwasserleiter sind die flächenhaften Verbreitungen allerdings deutlich geringer. Gleichzeitig nimmt der maximale Aufhöhungsbetrag ab. Ursache hierfür ist der hydrogeologische Schichtaufbau, welcher dazu führt, dass die Wirkung der oberflächennahen Erhöhung der Grundwasserneubildung mit zunehmender Tiefe vermindert wird.

Es ergibt sich eine maximale Aufhöhung von ca. 0,13 m, die Fläche mit einer Aufhöhung größer 0,10 m liegt zentral im Maßnahmengbiet und beträgt ca. 137 ha. Dies entspricht einer Abnahme der Fläche gegenüber dem oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 von ca. 56 %. Aufgrund der geringen Ausdehnung sowie den kleinen Aufhöhungsbeträgen wurde auf eine zusätzliche Darstellung verzichtet.

Differenzen der modellberechneten Basisabflüsse

Bedingt durch eine ganzjährige Anhebung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter ergibt sich ein Anstieg der Basisabflüsse. Die nachfolgende Abbildung stellt die Monatsmittelwerte der modellberechneten Basisabflüsse für den Bilanzbereich des Standortes 4 dar (Abbildung 107).

Die Ganglinien der beiden Modellvarianten bzw. deren Differenzen zeigen am Pegel Rosche des NLWKN eine ganzjährige Zunahme der Monatsmittelwerte des Basisabflusses (Abbildung 110). Analog zu den Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter nehmen die Basisabflüsse im Zeitraum von Oktober bis März zu und von April bis September wieder ab. Die Zunahme der Abflusswerte schwanken zwischen ca. 14.300 m³/Monat und ca. 35.400 m³/Monat. Der Mittelwert liegt bei ca. 24.500 m³/Monat, woraus sich eine Jahressumme von ca. 293.400 m³/a errechnet. Gegenüber der Ausgangs-Variante entspricht dies einer Zunahme des Jahresabflusses um ca. 2,3 %. Die berechnete Zunahme des Basisabflusses entspricht ca. 93 % der Erhöhung der Grundwasserneubildung.

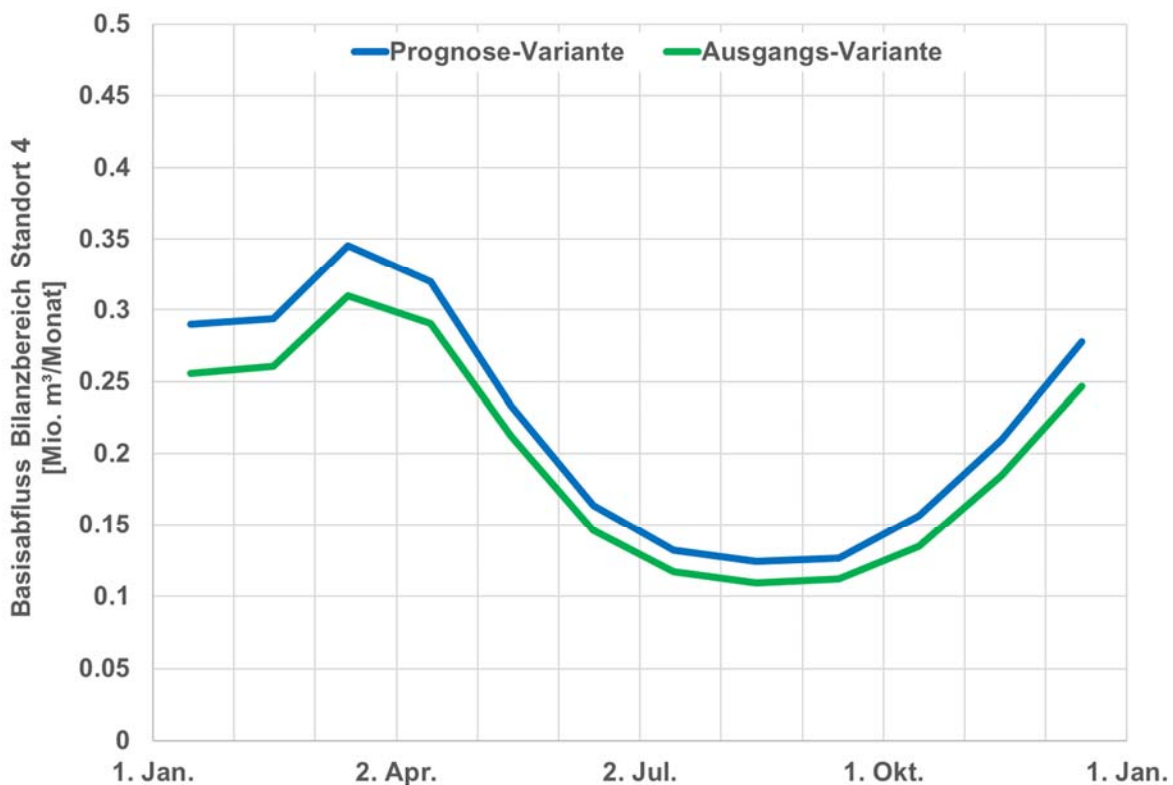


Abbildung 110: Ganglinie modellberechneter Basisabflüsse am Pegel Rosche für die Prognose-Variante (blau) und Ausgangs-Variante (grün)

Standort 5 Klein Sommerbeck

Der fünfte Standort befindet sich im LK Lüneburg, nordwestlich von Dahlenburg im Bereich der Ortslage von Klein Sommerbeck. Durch den Standort verläuft in südwestlich-nordöstlicher Richtung ein Fließgewässer, welches weiter nordöstlich in die Neetze mündet. Der Standort umfasst eine Fläche von ca. 48 ha, die Regulierung des Grundwassers erfolgt durch Drainagen und Entwässerungsgräben (Abbildung 111).

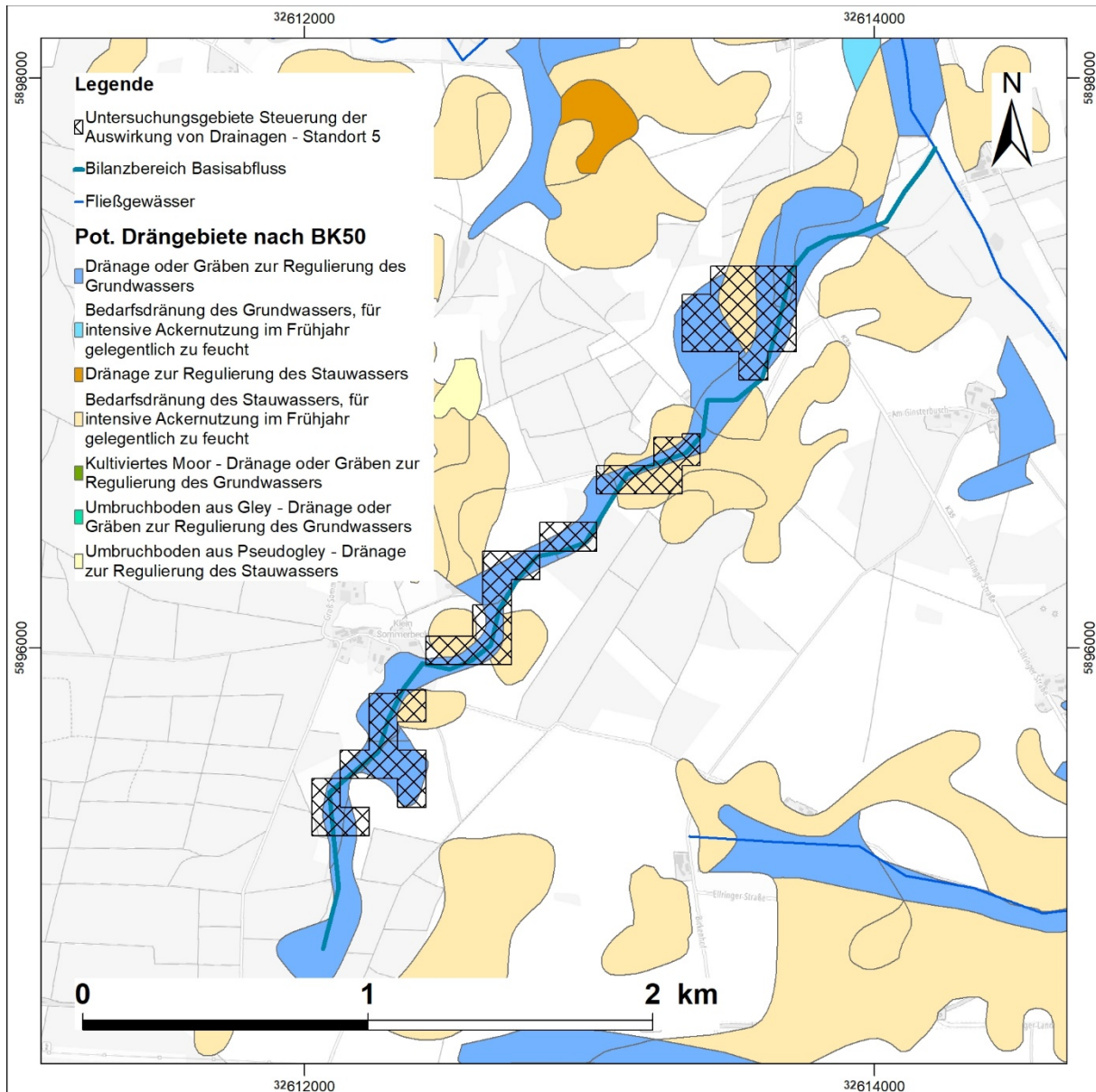


Abbildung 111: Darstellung des Untersuchungsgebiets und Bilanzbereichs des Basisabflusses für die Steuerung der Drainagen am Standort 5 Klein Sommerbeck

Im Nahbereich des Fließgewässers befinden sich mehrere grundwasserabhängige Landökosysteme, welche eine teils hohe bis sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber Grundwasserabsenkungen aufweisen (Anlage 9.1.5.6).

Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen

Bedingt durch die Steuerung der Drainagen (Erhöhung der Grundwasserneubildung) ergibt sich eine zusätzliche Wassermenge von ca. 51.000 m³/a (Tabelle 37). Die Erhöhung der Grundwasserneubildung



in den Monaten Oktober bis einschließlich März führt zu einer flächenhaften Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2. Zum Zeitpunkt April konzentrieren sich die Aufhöhungen auf den zentralen Teil des Maßnahmensgebiets, östlich von Groß bzw. Klein Sommerbeck. Der Maximalwert beträgt ca. 0,35 m. Eine Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen größer 0,1 m umfasst eine Fläche von ca. 148 ha vor.

Nachfolgend wird der zeitliche Verlauf der Standrohrspiegelhöhen als Ganglinien über ein Jahr dargestellt (grüne Linie = Ausgangs-Variante, blaue Linie = Prognose-Variante (Steuerung der Drainagen = Erhöhung der Grundwasserneubildung)). Aus Differenz zwischen diesen Ganglinien ergeben sich die maßnahebedingten Veränderungen. Aufgrund der temporären Erhöhung der Grundwasserneubildung in den Monaten Oktober bis März ergeben sich im Jahresverlauf Schwankungen der Differenzen. Die Ganglinien werden für zwei definierte Beobachtungspunkte im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 dargestellt (Abbildung 112 und Abbildung 113).

Der **erste Beobachtungspunkt** befindet sich im Nahbereich des Fließgewässers, südöstlich von Klein Sommerbeck (**Anlage 9.1.5.6**). Der Vergleich der Standrohrspiegelhöhen-Ganglinien zeigt, dass die Differenzen zwischen den beiden Linien im Verlauf eines Jahres geringfügig schwanken (Abbildung 112). Die Erhöhung der Grundwasserneubildung führt zu einer Zunahme der Differenzen bis März. Ab April bis einschließlich September sind die Werte der Grundwasserneubildung in beiden Modellvarianten identisch, sodass es in diesem Zeitraum zu einer Verringerung der Differenzen kommt. Im Jahresverlauf ergibt sich das Maximum der Differenzen am ersten Beobachtungspunkt zu Beginn des Monats April mit einem Wert von ca. 0,27 m. Zu Beginn des Monats Oktober liegt der Wert bei noch ca. 0,21 m. Hieraus ergibt sich, dass die Differenzen, welche sich während der Monate der aktiven Drainagesteuerung einstellen, über den restlichen Verlauf des Jahres nicht vollständig abklingen. Die Aufhöhung führt zu einer entsprechenden Verringerung des Grundwasserflurabstands. Am Beobachtungspunkt sind keine Vernässungen an der Geländeoberfläche zu erwarten.

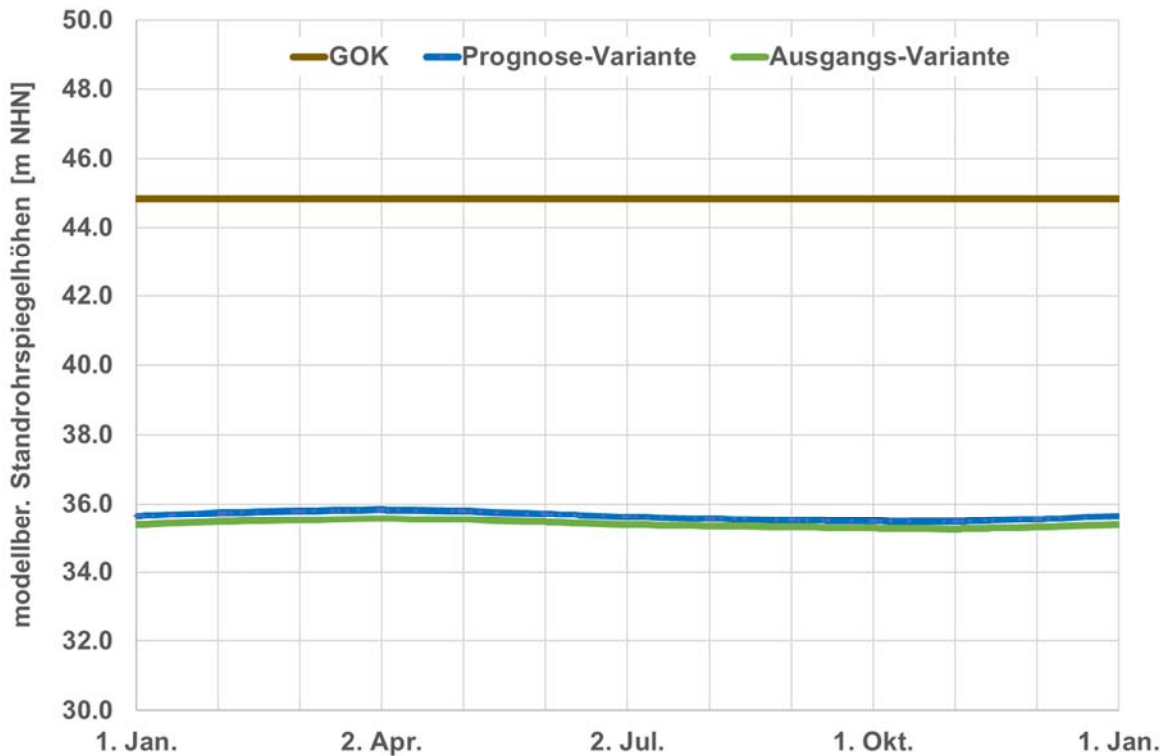


Abbildung 112: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Der **zweite Beobachtungspunkt** befindet sich weiter nordöstlich, südwestlich der Ortslage von Leesthal im Bereich der dortigen grundwasserabhängigen Landökosysteme.

Analog zum ersten Beobachtungspunkt zeigt der Vergleich der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am zweiten Beobachtungspunkt, dass die Differenzen im Verlauf eines Jahres im Zeitraum bedingt durch die Erhöhung der Grundwasserneubildung im Zeitraum von Oktober bis einschließlich März zunehmen (Abbildung 113). Zu Beginn des Monats April ergibt sich ein Wert von ca. 0,20 m. Zu Beginn des Monats Oktober liegt der Wert noch bei ca. 0,13 m. Hieraus ergibt sich auch hier, dass die Differenzen, welche sich während der Monate der aktiven Drainagesteuerung einstellen, im Verlauf des restlichen Jahres nicht vollständig abklingen. Entsprechend ergibt sich an den grundwasserabhängigen Landökosystemen im Bereich des Beobachtungspunkts eine ganzjährige Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter. Die Aufhöhung führt zu einer entsprechenden Verringerung des Grundwasserflurabstands. Am Beobachtungspunkt sind keine Vernässungen an der Geländeoberfläche zu erwarten.

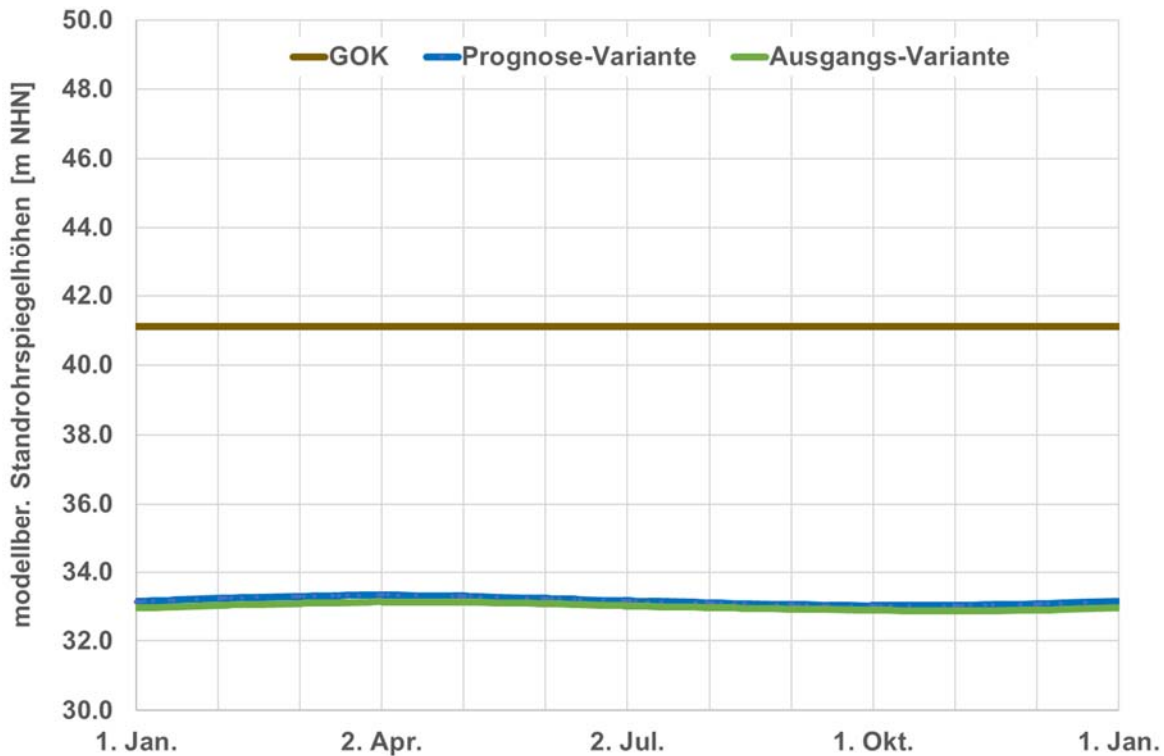


Abbildung 113: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

In den tieferen Grundwasserleitern ist keine nennenswerte Aufhöhung der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen vorhanden. Aufgrund der nur geringen Aufhöhung wurde auf eine Darstellung verzichtet.

Differenzen der modellberechneten Basisabflüsse

Bedingt durch eine ganzjährige Anhebung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter ergibt sich ein Anstieg der Basisabflüsse. Die nachfolgende Abbildung stellt die Monatsmittelwerte der modellberechneten Basisabflüsse für den Bilanzbereich des Standortes 2 dar (Abbildung 111).

Die Ganglinien der beiden Modellvarianten bzw. deren Differenzen zeigen eine ganzjährige Zunahme der Monatsmittelwerte des Basisabflusses (Abbildung 114). Analog zu den Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter nehmen die Differenzen der Basisabflüsse im Zeitraum von Oktober bis März zu und von April bis September wieder ab. Die Werte der Differenzen schwanken zwischen ca. 70 m³/Monat und ca. 300 m³/Monat. Der Mittelwert liegt bei ca. 161 m³/Monat, woraus sich eine Jahressumme von ca. 2.000 m³/a errechnet. Gegenüber der Ausgangs-Variante entspricht dies einer Zunahme des Jahresabflusses um ca. 1,3 %. Die berechnete Zunahme des Basisabflusses entspricht ca. 4 % der Erhöhung der Grundwasserneubildung.

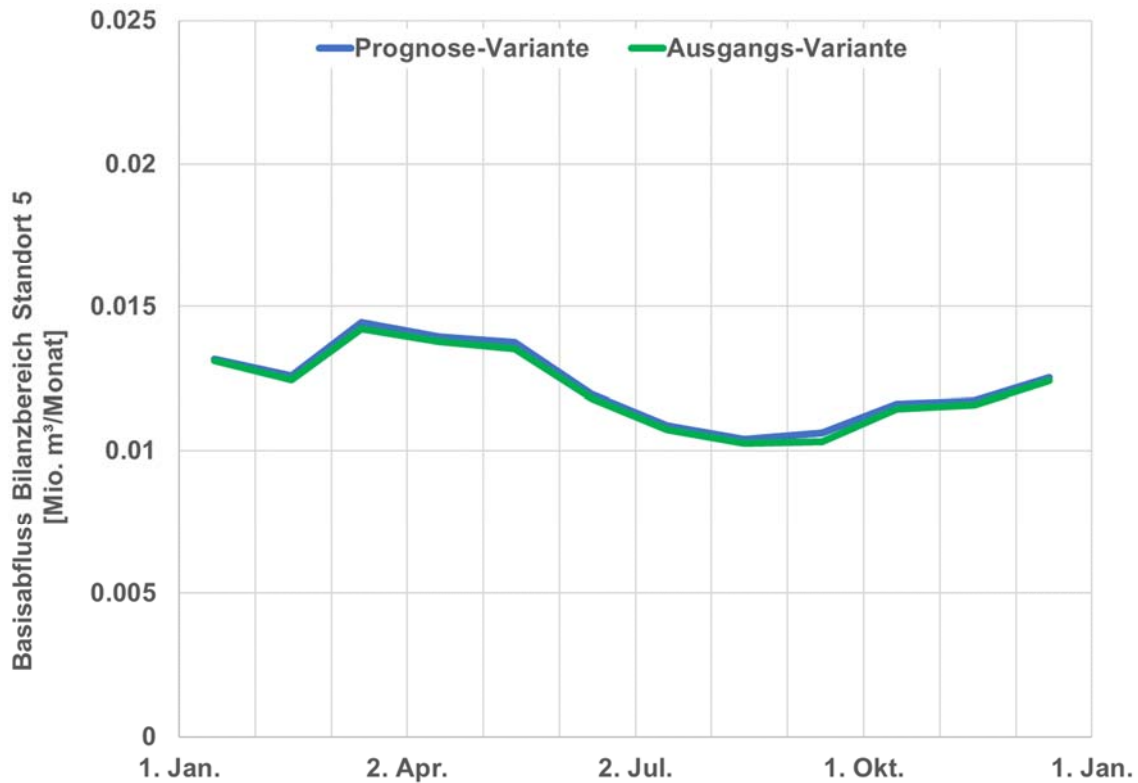


Abbildung 114: Ganglinie modellberechneter Basisabflüsse am Pegel Rosche für die Prognose-Variante (blau) und Ausgangs-Variante (grün)

Zusammenfassung / Fazit

Mit dem numerischen Grundwassermodell wurde die Wirkung der Steuerung von Drainagen an fünf Standorten in den Landkreisen Lüneburg und Uelzen untersucht. Die modelltechnische Umsetzung der Drainagesteuerung erfolgte durch eine Erhöhung der Grundwasserneubildung in den Monaten Oktober bis einschließlich März.

Die Ergebnisse zeigen an allen Standorten eine Anhebung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter in unterschiedlichen Größenordnungen und Reichweiten. In Abhängigkeit der Standorteigenschaften ist die Anhebung der Standrohrspiegelhöhen auch in den tieferen Grundwasserleitern vorhanden.

Aus der Anhebung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter ergibt sich eine Zunahme des Basisabflusses an den umliegenden Fließgewässern. Die Summe der Zunahme an allen fünf Standorten beträgt ca. 689.000 m³/a. Dies entspricht ca. 60 % der durch die Steuerung der Drainagen an den fünf Standorten zur Verfügung gestellten Wassermenge.

Die Zielstellung einer Erhöhung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter, nicht zuletzt zur Stützung lokaler grundwasserabhängiger Landökosysteme, lässt sich durch die Umsetzung der Maßnahme erfüllen. Die Ergebnisse an den einzelnen Standorten zeigen allerdings, dass



die Wirkung der Maßnahmen von der Größe des Maßnahmegebiets und damit verbunden von der Erhöhung der Grundwasserneubildung abhängig ist

Zur Umsetzung der Maßnahme an unterschiedlichen Standorten bedarf es einer aktiven Steuerung der Drainagen z.B. durch den Flächeneigentümer. Die Steuerung muss sich an den Witterungsverhältnissen (z.B. längere Phasen mit starken Niederschlägen) und auch an der Nutzung der Flächen orientieren. Besonders eine Abnahme der Flurabstände bedingt durch den Anstieg der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter kann bei landwirtschaftlich genutzten Flächen dazu führen, dass eine aktive Bewirtschaftung erst zu einem späteren Zeitpunkt im Frühjahr erfolgen kann.

9.2 Maßnahmen zur Erschließung alternativer Wasserquellen aus dem ESK

(Bohny / Janssen / Kockemüller / Röttcher, INBW; Martens / Bock, KV; Nienstedt / Bruns, CAH)

Der Elbe-Seitenkanal (ESK) bietet ein hohes Potential zur Erschließung alternativer Wasserquellen für Beregnungszwecke, zur Substitution von Grundwasserentnahmen und zur Grundwasseranreicherung. In den folgenden Kapiteln werden wesentliche Aspekte hierzu vorgestellt und diskutiert:

- Erhöhung der Pumpenleistung und -mengen (Kap. 9.2.1)
- Neu- bzw. Ausbau des Pumpwerks am Standort Scharnebeck /Lüneburg (Kap. 9.2.2 und 9.2.3)
- Entnahmen aus dem Unterwasser (Elbe) des Schiffhebewerks Scharnebeck zur Substitution von Grundwasserentnahmen (Kap. 9.2.4)
- Optimierung der Entnahmen aus dem ESK (Kap. 0)
- Nutzung von Entlastungswasser aus dem ESK (9.2.6)
- Nutzung des ESK als Wasserspeicher (Kap- 0)

9.2.1 Versorgung der Beregnungsflächen aus dem Elbe-Seitenkanal

Wie in Kap. 7.3.2 dargelegt, können derzeit rund 14.500 ha Beregnungsfläche mit einer Pumpenleistung von bis zu 5 m³/s versorgt werden. Bei Anwendung des (n-1) - Falles für die Pumpwerkseinsatzbereitschaft in den Pumpwerken der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung am ESK könnte diese Menge auf 6,25 m³/s erhöht werden ohne die Schifffahrt im ESK zu behindern (BfG, 2016b). Dadurch könnten weitere 3.625 ha aus dem Elbe-Seitenkanal mit Wasser zur Feldberegnung versorgt werden, was die Grundwasserkörper entlang des ESK um bis zu 3,6 Mio. m³/a entlasten würde.

Dies setzt voraus, dass die WSV die Einsatzbereitschaft der Pumpwerke weiterhin auf einem hohen Niveau hält und zukünftig mehr Mittel in die Modernisierung und die Unterhaltung der Anlagen investiert. Des Weiteren müsste die WSV die zusätzliche Pumpleistung von 1,25 m³/h als zusätzliche Ent-



nahmeleistung für die Pumpwerke am ESK freigeben. Gemäß Mitteilung der WSV an die Unteren Wasserbehörden und den Beregnungsverband Elbe-Seitenkanal (Dachverband) in 2023 ist die Freigabe dieser Pumpleistung derzeit durch die WSV jedoch aktuell nicht möglich.

9.2.2 Neubau Schleuse Lüneburg

An der Schnittstelle der mittleren zur Unteren Haltung in Scharnebeck ist zur Beseitigung des Engpasses für die Schifffahrt neben dem Schiffshebwerk eine neue Schleuse geplant. Derzeit erfolgt aus wirtschaftlichen Gründen die Wasserversorgung der Kanalhaltungen hauptsächlich durch Wasserentnahmen aus der Weser über die Pumpwerke Minden und Anderten, wodurch eine Förderhöhe von insgesamt ca. 28 m zu überwinden ist (ca. 13 m + ca. 15 m, vgl. Abbildung 115). Alternativ sind auch Entnahmen aus der Elbe über die Pumpwerke Rothensee und Sülfeld (ca. 18 m + ca. 9 m = ca. 27 m Förderhöhe) und/oder über die Pumpwerke Lüneburg und Uelzen (ca. 38 m + ca. 23 m = ca. 61 m Förderhöhe) bis in die ESK-Scheitelhaltung möglich. Allerdings ist die maximale Pumpwassermenge in Sülfeld begrenzt auf die dort entstehenden Schleusenwasserverluste zuzüglich des Grundwasseraustauschs zwischen der MLK-Osthaltung und dem Drömling. Eine Stützung der Kanalwasserspiegel aus der Elbe über die Pumpwerke in Lüneburg und Uelzen würde erhebliche wirtschaftliche Nachteile mit sich bringen, da die Förderhöhe um 33 m höher wäre, im Vergleich zum zuvor genannten Weg über Minden und Anderten. Der Nachteil der Wasserversorgung aus der Weser ist, dass das Wasser einen langen Weg von Minden nach Uelzen bzw. Scharnebeck zurücklegen muss und das System entsprechend träge reagiert und damit für die kurzzeitige Deckung eines erhöhten Wasserbedarfes weniger geeignet ist, bzw. für die Steuerung der Pumpwerke umfangreichere Daten benötigt werden.

Derzeit sind die vorhandenen Pumpkapazitäten in Scharnebeck auch im (n-1) - Fall ausreichend, um die planfestgestellten und genehmigten wasserwirtschaftlichen Entnahmen aus dem ESK oberhalb von Scharnebeck komplett über das Pumpwerk Scharnebeck zu fördern. Ein geplanter Neubau einer Schleuse in Scharnebeck hat auch Auswirkungen auf die Randbedingungen der Wasserbewirtschaftung des ESK. Im betrachteten Szenario von BEWASYS, des BfG - Berichts (BfG, 2022b) aus dem Jahr 2022, das die maximale Wasserentnahme bei gleichzeitigem maximalen Schifffahrtsaufkommen berücksichtigt, kann das Pumpwerk Scharnebeck nur dann alle Verluste ausgleichen, wenn die volle Pumpkapazität (n-Fall) verfügbar ist. Pumpenausfälle müssten betrieblich über Anpassung der Schleusungsfahrten bewältigt werden, was ggf. bedeutet, Schleusen zeitweise außer Betrieb nehmen zu müssen. Dabei sind bereits genehmigte geringfügige Überschreitungen der planfestgestellten Entnahmemaxima (derzeit $5 \text{ m}^3/\text{s}$) sowie die Entnahmen aus der Scheitelhaltung des MLK in dieser Bilanz nicht berücksichtigt. Auch weitere Bedarfssteigerungen aufgrund von Klimaveränderungen sind nicht in die Berechnungen



einbezogen. Die Anforderungen an das Pumpwerk Scharnebeck, insbesondere hinsichtlich Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit, werden daher erheblich zunehmen.

Derzeit wird das Pumpwerk lediglich betrieben, um Verdunstungsverluste und insbesondere die Verluste aus den genehmigten landwirtschaftlichen Entnahmen zur Feldberegnung in die Mittlere Haltung des ESK auszugleichen und das Wasser über Uelzen auch in die Scheitelhaltung weiterzuleiten. Allerdings werden durch den Betrieb der neuen Schleuse in Zukunft zusätzlich die Schleusenverluste über das Pumpwerk auszugleichen sein, sofern dies nicht über die Pumpwerke in Minden und Anderten aus der Westhaltung des MLK möglich ist, oder nicht gewünscht wird. Ein zuverlässiger Betrieb der neuen Schleuse hängt in diesem Fall unmittelbar von der Verfügbarkeit der erforderlichen Pumpkapazitäten ab. Dabei ist, wie im BEWASYS-Prognosemodell beschrieben, insbesondere die Leistungsfähigkeit der Pumpwerke in Minden und Anderten zu überprüfen, sowie die Leistungsfähigkeit der Pumpwerke Lüneburg und Uelzen, die jeweils nur mit einer Druckrohrleitung vom Unterwasser ins Oberwasser ausgestattet sind und daher bei einem Ausfall dieser Leitungen komplett ausfallen würden (BfG, 2022b).

Insgesamt sind verschiedene Aspekte bezüglich der Wasserverluste und der Funktionsfähigkeit der Pumpwerke zu berücksichtigen, um einen zuverlässigen Betrieb der Schleuse und der Wasserversorgung des ESK zu gewährleisten.

Für einen zuverlässigen Betrieb der Schleuse ist ein funktionstüchtiges Pumpwerk in Scharnebeck von entscheidender Bedeutung. Die Ergebnisse der Bauwerksinspektion deuten darauf hin, dass eine dauerhafte Gewährleistung ohne größere Instandsetzungsmaßnahmen fraglich ist (BfG, 2022b). Daher ist zu prüfen, ob möglicherweise auch die Pumpkapazitäten vor Ort erhöht werden müssen. Diese Entscheidung hängt jedoch von der Gesamtstrategie der Wasserbewirtschaftung für das System ESK/MLK/Elbe/Weser ab, einschließlich der Positionierung der WSV zu weiteren Entnahmeanfragen, um eine nachhaltige und effiziente Wasserbewirtschaftung im gesamten System sicherzustellen.

Unter Berücksichtigung zusätzlicher Argumente aus Sicht des ESK-Dachverbands bietet sich mit der Umstrukturierung des Wasserbewirtschaftungssystems durch den Neubau der Schleuse in Scharnebeck die Möglichkeit, verstärkt Winterwasser oder zeitlich verzögert auch innerhalb der Beregnungsperiode Elbewasser von der Unteren Haltung in die Mittlere Haltung zu pumpen. In diesem Zusammenhang eröffnet sich die Chance, gemeinsam mit der WSV ein neues, dauerhaft leistungsfähiges und ressourcenschonendes Pumpwerk zu planen, zu installieren und zu betreiben. Eine solche Umgestaltung des Pumpwerks würde es ermöglichen, das Wassermanagement effizienter zu gestalten und die Wasserentnahme aus der Elbe gezielt zu steuern. Durch die zeitlich verzögerte Verwendung von Winterentlastungs- oder Elbewasser könnten Wasserressourcen besser genutzt und Engpässe in der Wasserversorgung vermieden werden. Ein leistungsfähiges und ressourcenschonendes Pumpwerk würde zudem eine nachhaltige und umweltfreundliche Wasserbewirtschaftung fördern. Durch den Ausbau

der Wasserbereitstellung für die Feldberegnung über die derzeitigen 5 m³/s hinaus, könnte eine nachhaltige und dauerhafte Entlastung der Grundwasserkörper in der ESK-Region erreicht werden.

Die enge Zusammenarbeit mit der WSV in diesem Prozess ist von entscheidender Bedeutung, um die Interessen beider Seiten zu berücksichtigen und eine langfristig erfolgreiche Lösung zu erreichen. Die Möglichkeit, ein neues Pumpwerk zu installieren und zu betreiben, eröffnet die Chance für eine innovative und zukunftsweisende Wasserbewirtschaftung im ESK-System und der gesamten Region.

9.2.3 Bau eines neuen oder Ausbau des vorhandenen Pumpwerkes am Standort Scharnebeck zur Erhöhung der Entnahmen aus dem ESK

Aufgrund der zuvor genannten Planungen zum Bau einer neuen Schleuse in Scharnebeck, zur Erhöhung der Betriebssicherheit und für eine zusätzliche Wasserbereitstellung aus dem ESK wird der Bau eines zusätzlichen Pumpwerkes oder die Erweiterung und Modernisierung des vorhandenen Pumpwerkes empfohlen.

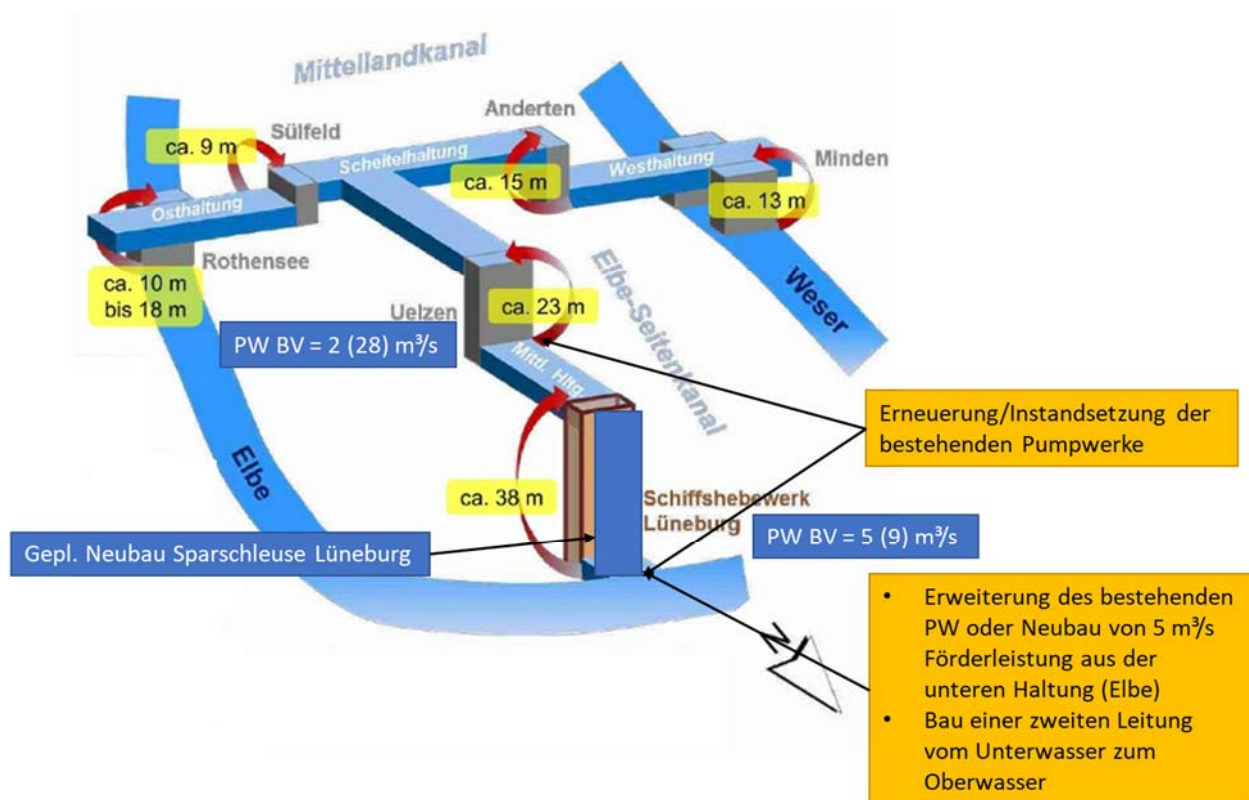


Abbildung 115: Systemskizze der Schleusen und Pumpwerke am Elbe-Seitenkanal zwischen Minden und Rothensee (ohne Stichkanal). Schema von Ost (Elbe) nach West (Weser) und von Süd (Sülfeld) nach Nord (Lüneburg), (BfG, 2016a) ergänzt (KV, Martens 2023).



Mit der zusätzlichen Pumpkapazität wäre es möglich, zusätzliches Wasser aus der Unteren Haltung des ESK in die Mittlere Haltung zu fördern. Die Untere Haltung mit dem Ausstieg in die Elbe bei Artlenburg liegt im Rückstaubereich des Elbe-Wehres Geesthacht, das sich rund 12 km unterhalb des ESK-Ausstiegs in die Elbe befindet. Das Wasser, das über das Wehr in Geesthacht in die Tide-Elbe fällt, ist danach als Brackwasser nicht weiter für die Feldbewässerung nutzbar.

Das heißt, eine zusätzliche Wasserentnahme hat keinen nachweisbaren Einfluss auf die Wasserstände der Elbe. Die Elbe hat bei Neu Darchau einen Niedrigwasserabfluss (NQ) von mehr als 160 m³/s (Belz et al., 2021). Damit ist ein mehr als ausreichendes Wasserdargebot vorhanden.

Bei der Verdoppelung der Pumpkapazität kann auch eine Verdoppelung der versorgten Flächen erfolgen. Dies entspricht einer zusätzlichen Substitution der Grundwasserentnahmen durch Beregnungswasser aus dem ESK von ca. 14,3 Mio. m³ (Tabelle 38).

Tabelle 38: Entnahmemengen aus dem ESK und angeschlossene Beregnungsflächen differenziert nach Landkreisen

ESK-Beregnung		
Landkreis	Fläche	Menge
Landkreis Uelzen	9.509,24 ha	3,23 m ³ /s
Landkreis Gifhorn	4.043,38 ha	1,39 m ³ /s
Landkreis Lüneburg	792,64 ha	0,31 m ³ /s
Summen	14.345,26 ha	4,92 m³/s
GW-Substitution aktuell (bezogen auf 14.300 ha)		14.3 Mio. m³/a
bei Erweiterung PW Lüneburg	28.690,00 ha	9,80 m³/s
GW-Substitution bei Ausschöpfung (zusätzlich)		14.3 Mio. m³/a

Eine Kostenschätzung für ein neues Pumpwerk in Scharnebeck ist derzeit, da dazu eine Abstimmung mit der WSV erforderlich wäre, nicht möglich. Da die WSV den Auftrag für die Planung einer Sparschleuse in Scharnebeck ohne Ausbau der Pumpkapazitäten vom Bundesministerium für Verkehr erhalten hat, ist hier auf politischer Ebene Vorarbeit zu leisten. Gleichzeitig ist der Ausbau der Pumpkapazitäten in das Planfeststellungsverfahren für die neue Schleuse einzubringen.

Der Anschluss weiterer Flächen könnte in einem Korridor von bis zu 10 km beidseits des ESK erfolgen (Abbildung 116).

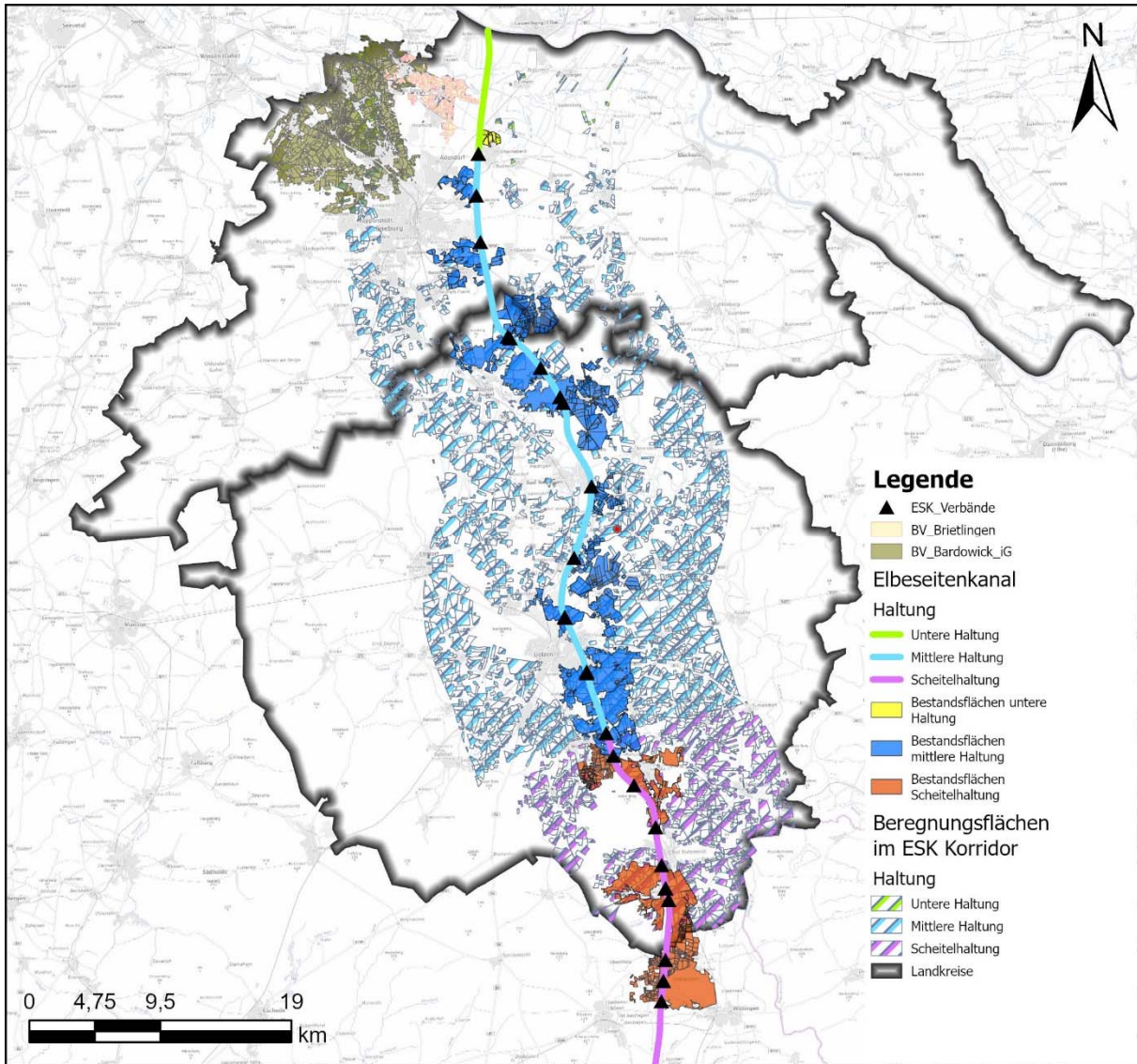


Abbildung 116: ESK-Beregnung, angeschlossene Verbände, potentielle Anschlussflächen im 10 km Korridor Versorgung von Flächen aus der Unteren Haltung des ESK

9.2.4 Entnahmen aus dem Unterwasser der Schleuse Scharnebeck

Einleitung und Voraussetzungen

Im nördlichen Teil des Untersuchungsgebiets, nordöstlich des Stadtgebiets von Lüneburg befinden sich im Bereich des Marschgebietes der Elbe mehrere Gemeinden, in denen auf landwirtschaftlicher Fläche Salat- und Gemüseanbau betrieben wird. Die Anbaufrüchte zeichnen sich durch einen hohen Zusatzwasserbedarf aus. Dieser wird aktuell durch die Beregnung aus Grundwasser gedeckt. Aufgrund der räumlichen Nähe zum ESK und zur Elbe kommt eine Substitution dieser Grundwasserentnahmen durch die Entnahme aus dem Unterwasser der Schleuse Scharnebeck in Betracht (siehe unten).



Aufgrund der problematischen Flächen und Versorgungsverhältnisse im Raum Bardowick mit sehr vielen Flachbrunnen, die das Wasser aus dem oberen freien Aquifer entnehmen, wird derzeit die Gründung eines Beregnungsverbandes Bardowick vorbereitet. Nach einer ersten Auswertung wird die Gesamtfläche, die in den Verband aufgenommen werden soll, rund 3.050 ha groß sein (Tabelle 39).

Tabelle 39: Flächen des BV Bardowick i.G. und des BV Brietlingen (Stand 2023)

Bisherige Wasserversorgung			
BV Bardowick i.G.	3.049,9216 ha	76,47 mm	2.332.425 m³
Abt. Wittorf	1.133,8259 ha	58,19 mm	659.808 m³
Gem. Barum	152,5776 ha	49,34 mm	75.288 m ³
Gem. Wittorf	694,3186 ha	64,24 mm	446.011 m ³
Gem. Handorf	286,9297 ha	48,27 mm	138.509 m ³
Abt. Bardowick	712,3271 ha	92,68 mm	660.168 m³
Abt. Radbruch-Vögelsen	1.203,7686 ha	84,11 mm	1.012.449 m³
Gem. Vögelsen	477,3154 ha	122,71 mm	585.714 m ³
Gem. Mechtersen	429,1810 ha	50,94 mm	218.618 m ³
Gem. Reppenstedt	9,8450 ha	52,64 mm	5.182 m ³
Gem. Radbruch	343,2622 ha	59,12 mm	202.934 m ³
BV Brietlingen	827,8322 ha	50,00 mm	413.881 m³

Der Beregnungsverband Brietlingen hat eine Verbandsgröße von rund 828 ha. Er war bisher ein Einzelregnerverband, d.h. die Landwirte im Verband haben ihre eigenen individuellen Brunnen- und Leitungsnetzanlagen betrieben. In den Bereich des BV Bardowick i.G. sind in den zu gründenden Abteilungen ebenfalls keine gemeinsamen Leitungsnetze vorhanden. Für beide Bereiche ist also ein Netzausbau bei Erschließung aus dem ESK erforderlich.

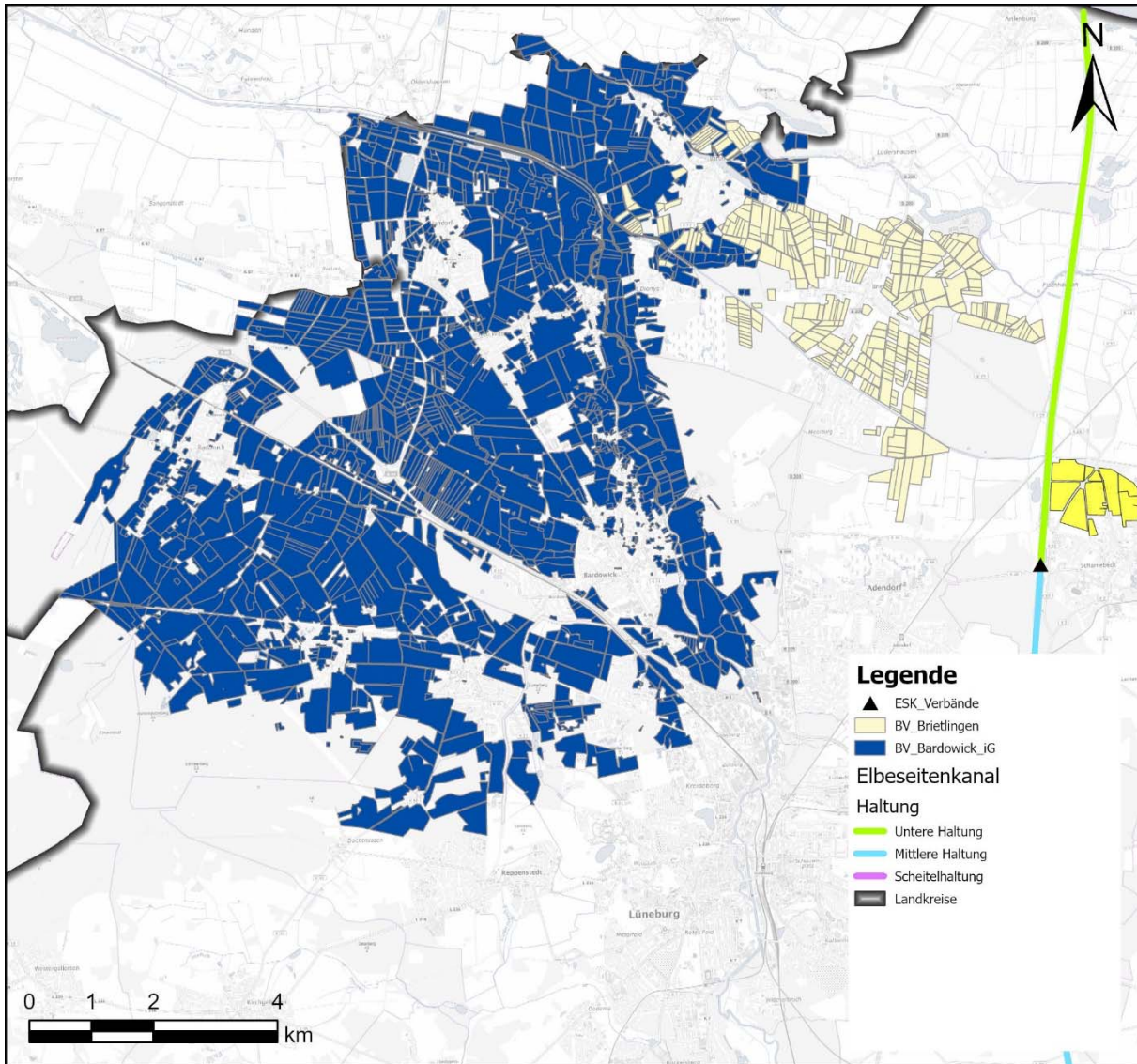


Abbildung 117: Lageplan der potentiellen Anschlussflächen

Für die beiden Verbände müssten entsprechende Entnahmebauwerke an der unteren ESK-Haltung entstehen und diese über entsprechende Leitungen an das zu bauende Verbandsnetz angeschlossen werden. Aufgrund der Transportlänge von mindestens 6 bis 7 km für den BV Bardowick i.G. ist dort ein Druckerhöhungspumpwerk erforderlich. Der BV Brietlingen könnte direkt aus dem ESK versorgt werden.

Nach den derzeit erfassten Flächen und deren Versorgungsbedarf ist eine Förderleistung von ca. 1,6 m³/s erforderlich. Damit kann bei der Umstellung der Versorgung und dem Ansatz, dass alle in der Tabelle 39 aufgeführten Flächen bereits eine Wasserversorgung aus dem Grundwasser haben, eine Grundwassersubstitution und Entlastung von bis zu 2,75 Mio. m³/a erfolgen. Bis zum Jahr 2035 erhöht sich diese Menge dann aufgrund der gestiegenen Bedarfe auf 2,83 Mio. m³/a und bis 2050 sogar auf 3,81 Mio. m³/a.

Die vorliegenden Untersuchungen betrachten die Wirkung einer Substitution von Grundwasserentnahmen am Beispiel der Beregnungsverbände Bardowick und Brietlingen. In Summe wird in beiden Beregnungsverbänden eine landwirtschaftlich genutzte Fläche von ca. 3.878 ha beregnet (Tabelle 39 und Tabelle 40).

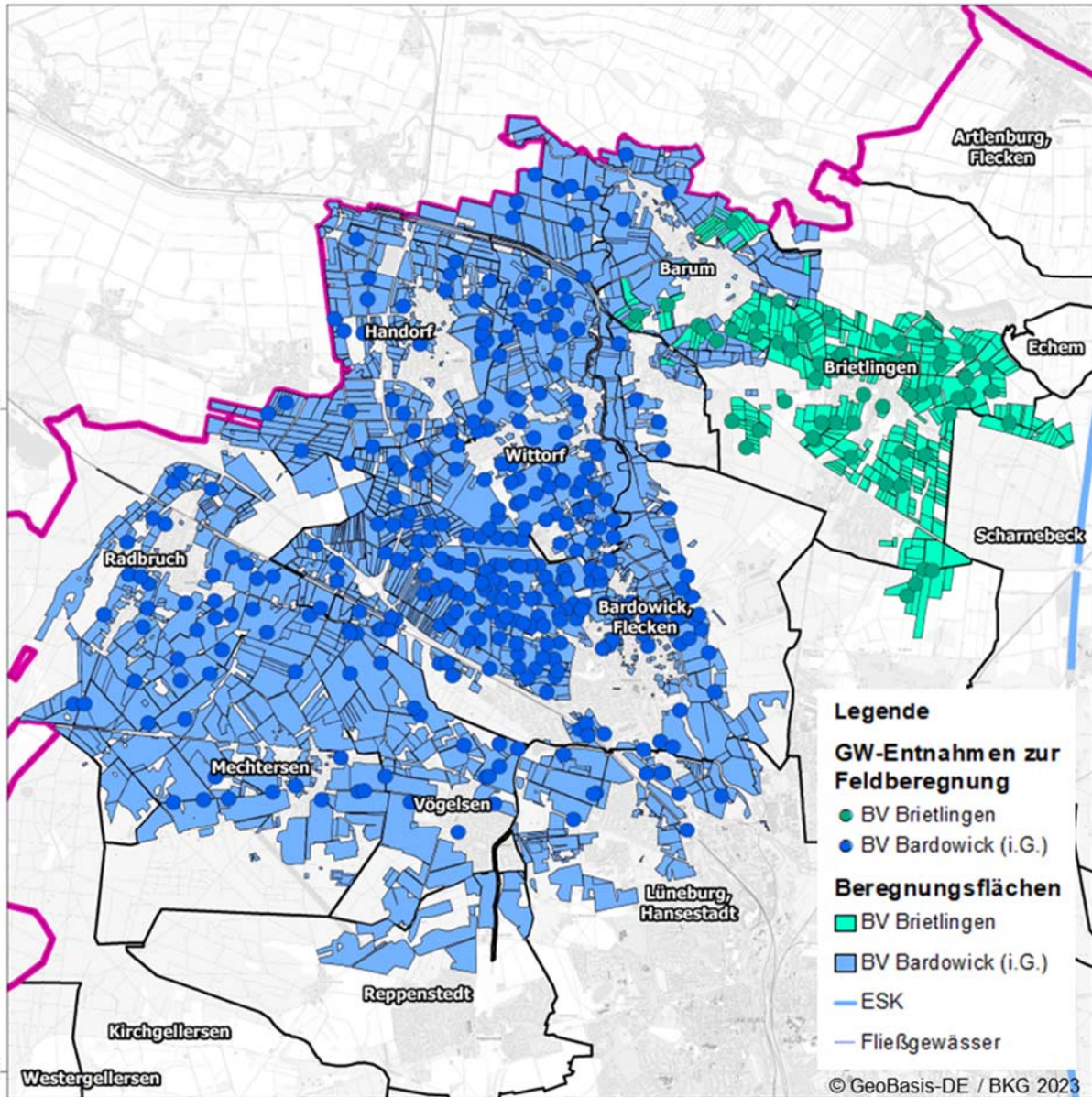


Abbildung 118: Darstellung der Beregnungsflächen und der Lage der Beregnungsbrunnen der BV's Bardowick i.G. und Brietlingen im LK Lüneburg

Die erfassten Beregnungshöhen liegen im Zeitraum 2008 bis 2017 bei einem Mittelwert von rd. 0,82 Mio. m³/a, bei einer erfassten Höhe der erteilten wasserrechtlichen Erlaubnisse von ca. 1,85 Mio. m³/a (Tabelle 40). Die mittleren Entnahmen im untersuchten Zeitraum zeigen einen deutlichen Schwerpunkt im Bereich des BV Bardowick.

Tabelle 40: Brunnen, Erlaubnisse und Berechnungsflächen im Bereich Brietlingen/Bardowick

BV	Anzahl Brunnen	mittlere Entnahmen 2008 – 2017 [Mio. m ³ /a]	erteilte WR [Mio. m ³ /a]	Berechnungsfläche [ha]
Bardowick	330	0,61		3.050
Brietlingen	59	0,21		828
Summe	389	0,82	1,85	3.878

Die Mengenangaben beziehen sich auf den gemeldeten Stand der Entnahmemengen und erteilten Wasserrechte bis 2017 (Stand 2023)

Untersuchungen mit dem numerischen Grundwassermodell

Die Umsetzung der Substitution der Grundwasserentnahmen (Brunnen) zur Feldberegung in den beiden Beregnungsverbänden wurden mit dem numerischen Grundwassermodell untersucht. Als **Ausgangs-Variante** sind die Brunnen gemäß Lage und Entnahmemenge gemäß Abbildung 118 und Tabelle 40, berücksichtigt worden. In der **Prognose-Variante** sind die 389 Brunnen, unter Annahme einer vollständigen Deckung der Grundwasserentnahmemengen durch Wasser aus dem ESK, deaktiviert worden.

Die sich daraus ergebenden Auswirkungen werden nachfolgend anhand der Berechnung von flächenhaften Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen, des Vergleichs von Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen an definierten Beobachtungspunkten sowie der Basisabflüsse an nahegelegenen Fließgewässern quantifiziert.

Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen und Basisabflüsse

Generell ergibt sich durch die Substitution der Grundwasserentnahmen eine Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen. Betrachtet wird zunächst der **oberflächennahe Grundwasserleiter AQ2** für den Zustand im August zum Ende der Beregnungsperiode (**Anlage 9.2.4.1**). Die Aufhöhungen des Grundwasserspiegels konzentrieren sich vor allem im Süden bzw. südlich über das Maßnahmengebiet hinaus. Weitere Bereiche lassen sich relativ zentral im Bereich der Beregnungsflächen des BV Bardowick sowie am östlichen Rand der Beregnungsflächen des BV Brietlingen erkennen. Das Maximum der Aufhöhung befindet sich mit einem Wert von ca. 2 m kleinräumig an einem Brunnen im südlichen Maßnahmengebiet. Insgesamt ergibt sich eine Fläche der Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen von mehr als 0,1 m von ca. 2.500 ha.

Die Verteilung und Höhe der Differenzen im oberflächennahen Grundwasserleiter ist von der Lage und Filtertiefe der vorhandenen Beregnungsbrunnen abhängig. Ausschlaggebend ist hierbei die hydrogeologische Stockwerksgliederung am und im Umfeld des Brunnenstandorts. Bei Grundwasserentnahmen



aus tieferen Grundwasserleitern kann es aufgrund der Überdeckung durch grundwasserhemmende Schichten dazu kommen, dass eine Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen als Resultat der Substitution der Entnahme keine erkennbare Wirkung im oberflächennahen Grundwasserleiter aufweist.

Im gewählten Untersuchungsgebiet erfolgt der überwiegende Teil der Grundwasserentnahmen der BV's Bardowick i.G. und Brietlingen aus Saugbrunnen aus dem oberflächennahen Aquifer. Kleinere Anteile der Gesamtentnahmen erfolgen aus tieferen Grundwasserleitern über Tiefbrunnen mit dann größeren Einzelmengen. Gleichzeitig ist das Maßnahmengebiet stark von Entwässerungsgräben durchzogen, sodass davon auszugehen ist, dass bei einem Anstieg der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter, bedingt durch die Substitution der Grundwasserentnahmen, zu einer zusätzlichen drainierenden Wirkung bzw. zur Ableitung von Wasser durch die Gräben kommt.

Nachfolgend wird der zeitliche Verlauf der Standrohrspiegelhöhen als Ganglinien über ein Jahr dargestellt (grüne Linie = Ausgangs-Variante, blaue Linie = Prognose-Variante (Substitution)). Aus der Differenz zwischen diesen Ganglinien ergeben sich die maßnahmebedingten Veränderungen. Die Ganglinien werden für zwei definierte Beobachtungspunkte im oberflächennahen Grundwasserleiter dargestellt.

Der **erste Beobachtungspunkt** befindet sich im Süden des Maßnahmengebiets, im Bereich der größten Differenzen zwischen Prognose- und Ausgangs-Variante, der zweite Beobachtungspunkt befindet sich im östlichen Bereich des Maßnahmengebiets des BV Brietlingen (**Anlage 9.2.4.1**).

Der Vergleich der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 zeigt, dass die Differenzen zwischen den beiden Ganglinien im Verlauf eines Jahres geringfügig variieren (Abbildung 119). Zum Beginn der Vegetationsperiode ergibt sich in der Prognose eine Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen von ca. 0,36 m. Bedingt durch die Substitution der Grundwasserentnahmen nimmt dieser Wert im Verlauf der Vegetationsperiode geringfügig zu und liegt im Oktober bei einem Wert von ca. 0,39 m. In den Wintermonaten nimmt die Differenz wieder leicht ab. Generell zeigt der Vergleich, dass die Wirkung der Substitution der Grundwasserentnahmen eine Aufhöhung erzeugt, welche bis ins Folgejahr anhält. Der sich ergebende Flurabstand am Beobachtungspunkt beträgt in beiden Modellvarianten mehrere Meter, sodass lokal, an der Stelle des Beobachtungspunktes 1, von einer nur geringen Pufferwirkung durch benachbarte Fließgewässer ausgegangen werden kann.

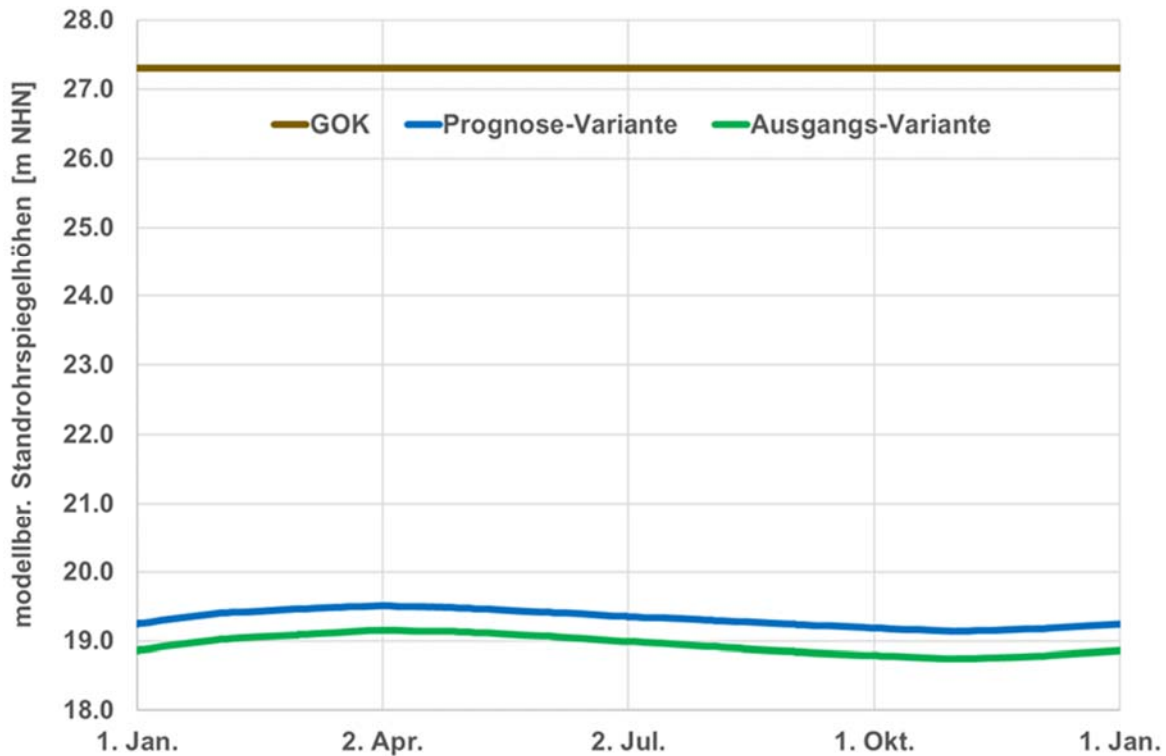


Abbildung 119: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Der Vergleich der Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen am **Beobachtungspunkt 2 (Anlage 9.2.4.1)** zeigt, dass es zu nahezu keiner Aufhöhung durch die Substitution der Grundwasserentnahmen kommt (Abbildung 120). Die Differenzen liegen ganzjährig bei einem Wert von ca. 0,03 m und sind deshalb in der Abbildung praktisch nicht erkennbar. Aufgrund des geringen Grundwasserflurabstands ist hier von einer Pufferwirkung durch nahegelegene Entwässerungsgräben auszugehen, deren Drainagewirkung in der Prognose-Variante zunimmt und die Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen aufzehrt.

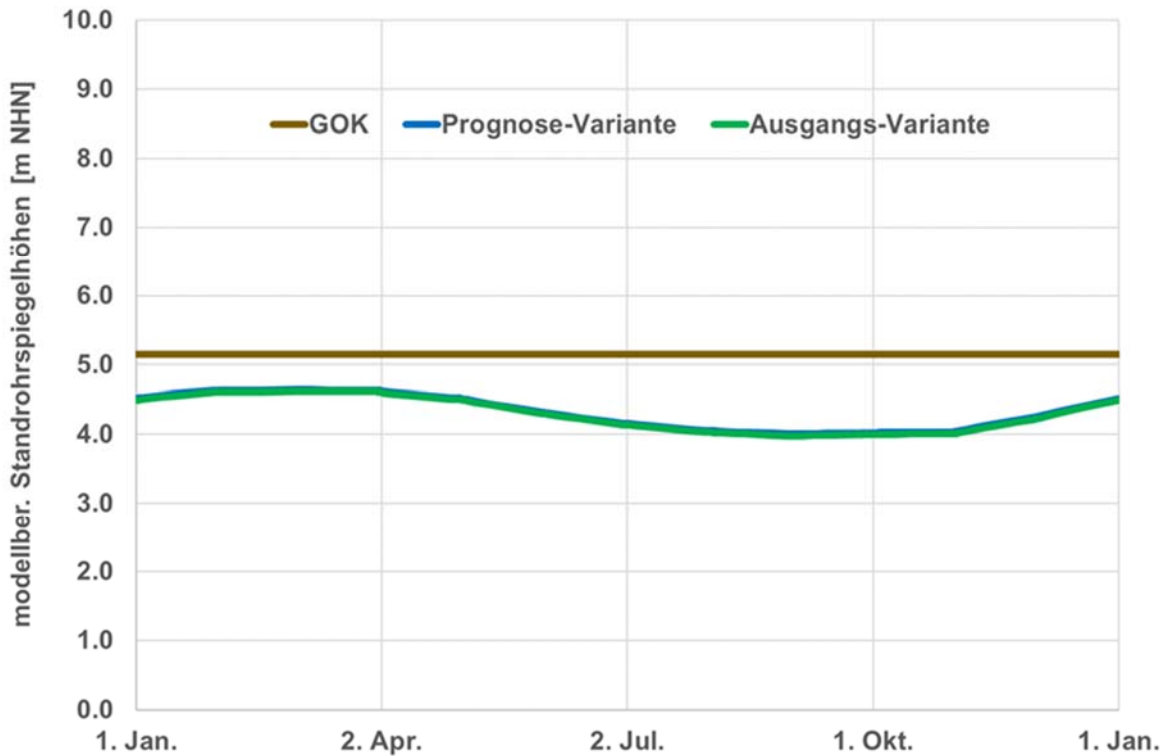


Abbildung 120: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Im tieferen **Grundwasserleiter AQ4** (Tabelle 19) ergibt sich zum Ende der Berechnungsperiode im August durch die Substitution der Grundwasserentnahmen eine sehr viel deutlichere Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen als im AQ2 (**Anlage 9.2.4.2**). Die Differenzen $\geq 0,1$ m sind nahezu im gesamten Maßnahmensgebiet erkennbar und erstrecken sich im Osten, Westen und Süden darüber hinaus. Das Maximum der Differenzen befindet sich mit einem Wert von ca. 3,25 m kleinräumig an einem Brunnen im östlichen Teil des Maßnahmensgebiets des BV Brietlingen. Insgesamt ergibt sich eine Fläche von ca. 13.444 ha mit einem Differenzen-Wert von $\geq 0,1$ m. Im Vergleich zum oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 liegt die Zunahme der Fläche bei ca. 11.000 ha. Die Zunahme der Fläche der Aufhöhungen ergibt sich neben dem hydrogeologischen Stockwerksaufbau dadurch, dass die Fließgewässer und Entwässerungsgräben im AQ4 nur noch mittelbar wirken und dadurch keine wesentliche Pufferwirkung für die Aufhöhung erfolgt. Gleichzeitig sind vergleichsweise deutlich mehr Grundwasserentnahmen zur Feldberegnung im AQ4 verfiltert, sodass eine Substitution der Entnahmemengen unmittelbar in diesem Aquifer wirkt, die dadurch zu einer wesentlich deutlicheren Aufhöhung führt. Dies belegen die Ganglinienverläufe der Standrohrspiegelhöhen an zwei definierten Beobachtungspunkten (Punkte 3 und 4) im AQ4 (Abbildung 121 und Abbildung 122).



Der **Beobachtungspunkt 3** befindet sich im Süden des Maßnahmengebiets, der Beobachtungspunkt 4 befindet sich im Osten des Maßnahmengebiets, im Bereich der größten Differenzen zwischen Prognose- und Ausgangsvariante (**Anlage 9.2.4.2**).

Ein Vergleich der Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 3 zeigt, dass die Differenzen im Laufe des Jahres variieren (Abbildung 121), allerdings verhältnismäßig geringfügig. Mit Beginn der Vegetationsperiode zeigen die Standrohrspiegelhöhen in der Ausgangs-Variante ein Absinken, welches durch die Grundwasserentnahmen im Nahbereich des Beobachtungspunkts induziert wird. Ein Anstieg ist dabei erst ab Beginn des Monats September erkennbar. Insgesamt unterliegt die Ganglinie einem typischen mittleren Verlauf mit einer Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen in den Wintermonaten und einem Absinken in den Sommermonaten. Der Verlauf der Ganglinie in der Prognose-Variante sowie die sich daraus ergebenden Differenzen zur Ausgangs-Variante zeigen die Wirkung der Substitution der Grundwasserentnahmen. Das innerjährliche Maximum verlagert sich zeitlich in die Monate April bzw. Mai, im weiteren Jahresverlauf ist ebenfalls ein witterungsbedingtes Absinken der Standrohrspiegelhöhen erkennbar, wobei das Minimum auch hier zeitlich später erreicht wird als in der Ausgangs-Variante.

Das Maximum der Differenzen (Aufhöhungen) zwischen den beiden Varianten ergibt sich zu Beginn des Monats August mit ca. 0,4 m. Ab September verringert sich die Differenz kontinuierlich. Zu Beginn des darauffolgenden Aprils liegt der Wert noch bei ca. 0,16 m. Bedingt durch die Substitution der Grundwasserentnahmen zur Feldberegnung ergibt sich eine Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen, welche über das gesamte Jahr vorhanden ist.

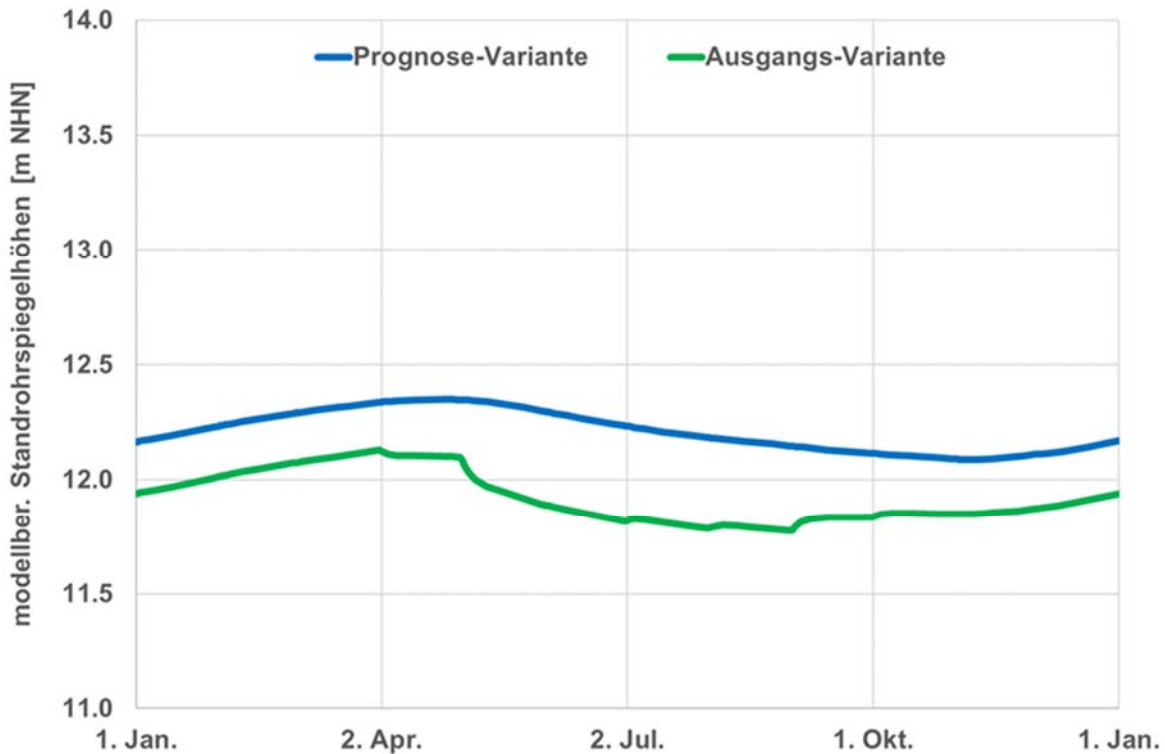


Abbildung 121: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 3 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Noch deutlichere Differenzen zwischen den Ganglinien ergeben sich am **Beobachtungspunkt 4 (Anlage 9.2.4.2)**. Mit Beginn der Vegetationsperiode zeigen die Standrohrspiegelhöhen in der Ausgangs-Variante ein deutliches Absinken, welches durch die Grundwasserentnahmen im Nahbereich des Beobachtungspunkts induziert wird (Abbildung 122). Ein Anstieg ist ab Beginn des Monats Juli erkennbar. Der Verlauf der Ganglinie in der Prognose-Variante sowie die sich daraus ergebenden Differenzen (Aufhöhungen) zur Ausgangs-Variante zeigen die Wirkung der Substitution der Grundwasserentnahmen. Das innerjährliche Maximum verlagert sich gegenüber der Ausgangs-Variante nicht. Im weiteren Jahresverlauf ist ebenfalls ein witterungsbedingtes Absinken der Standrohrspiegelhöhen erkennbar, wobei das Minimum hier zeitlich später erreicht wird. Das Maximum der Differenzen (Aufhöhungen) zwischen den beiden Modellvarianten ergibt sich zu Beginn des Monats Juli mit ca. 2,75 m. Danach verringert sich die Differenz kontinuierlich. Zu Beginn des darauffolgenden Aprils liegt der Wert noch bei ca. 0,08 m. Bedingt durch die Substitution der Grundwasserentnahmen zur Feldberegnung ergibt sich eine Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen, welche über das gesamte Jahr vorhanden ist.

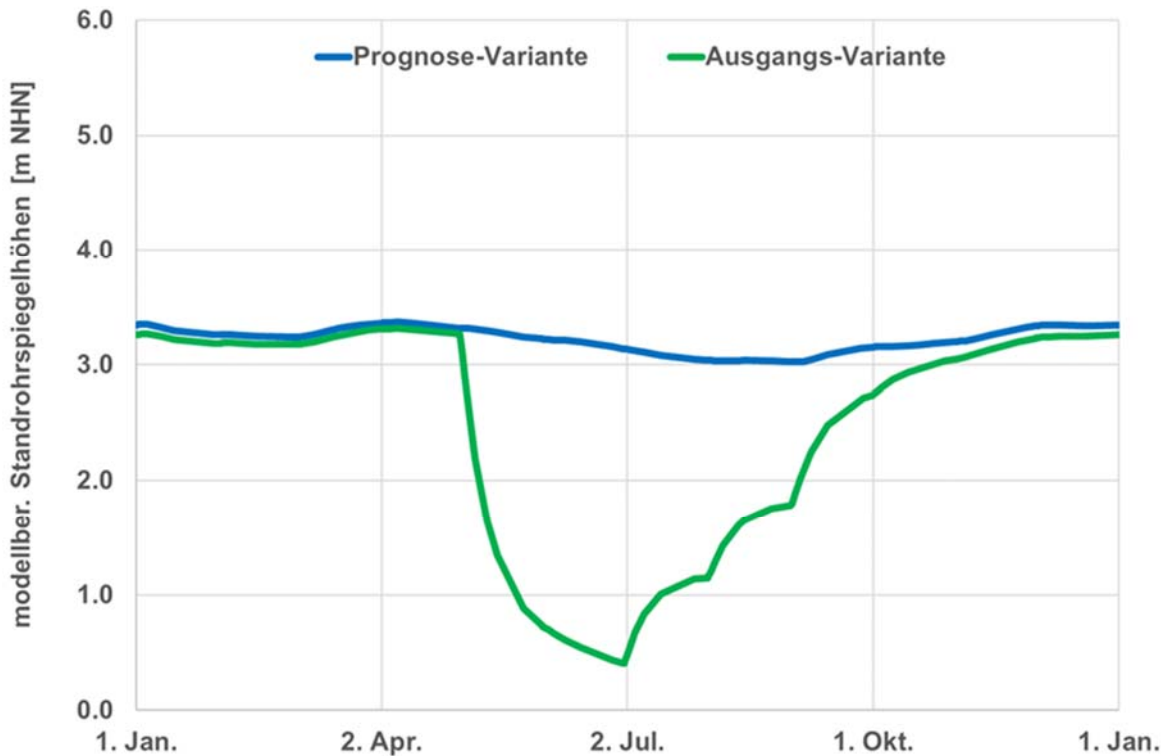


Abbildung 122: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 4 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Im **Grundwasserleiter AQ6** (Tabelle 19) ergibt sich im August (Ende der Berechnungsperiode) eine maßnahmenbedingte maximale Aufhöhung von ca. 1,4 m im westlichen Teil der Berechnungsflächen des BV Bardowick. (**Anlage 9.2.4.3**) Die Fläche mit einer Aufhöhung von mehr 0,1 m beträgt insgesamt ca. 15.406 ha.

Im Vergleich zum oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 liegt die Zunahme der Fläche bei ca. 13.000 ha, gegenüber dem AQ4 ergibt sich eine Zunahme von ca. 2.000 ha. Die Ausdehnung der räumlichen Aufhöhung im AQ6 ähnelt im Wesentlichen der des AQ4. Dies ergibt daraus, dass die Grundwasserhemmer AT4 und AT5 im Bereich des Untersuchungsgebiets nicht aushaltend flächenhaft verbreitet sind. Dadurch ist eine hydraulische Verbindung zwischen dem AQ4 und dem AQ6 vorhanden. Gleichzeitig ist die hydraulische Dämpfungswirkung der Fließgewässer und Entwässerungsgräben noch geringer als in den darüberliegenden Grundwasserstockwerken.



Differenzen der modellberechneten Basisabflüsse

Bedingt durch die maßnahmenbedingte Anhebung der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter ergibt sich ein Anstieg der Basisabflüsse in den Fließgewässern und Drainagegräben. Die nachfolgenden Abbildungen stellen die Monatsmittelwerte des modellberechneten Basisabflusses am Pegel Rottorf des NLWKN dar.

Der Vergleich der Abfluss-Ganglinien bzw. die Differenzen zwischen den Ganglinien der beiden Modellvarianten zeigen eine Zunahme der Monatsmittelwerte des Basisabflusses bedingt durch die Substitution der Grundwasserentnahmen (Abbildung 123). Die Werte der Abfluss-Zunahme schwanken zwischen ca. 14.500 m³/Monat und ca. 36.000 m³/Monat.

Über ein Jahr liegt der Mittelwert bei ca. 27.400 m³/Monat, woraus sich eine Zunahme der Abflussmenge von ca. 330.000 m³/a errechnet. Gegenüber der Ausgangs-Variante entspricht dies einer Zunahme des Jahresabflusses um ca. 0,9 %.

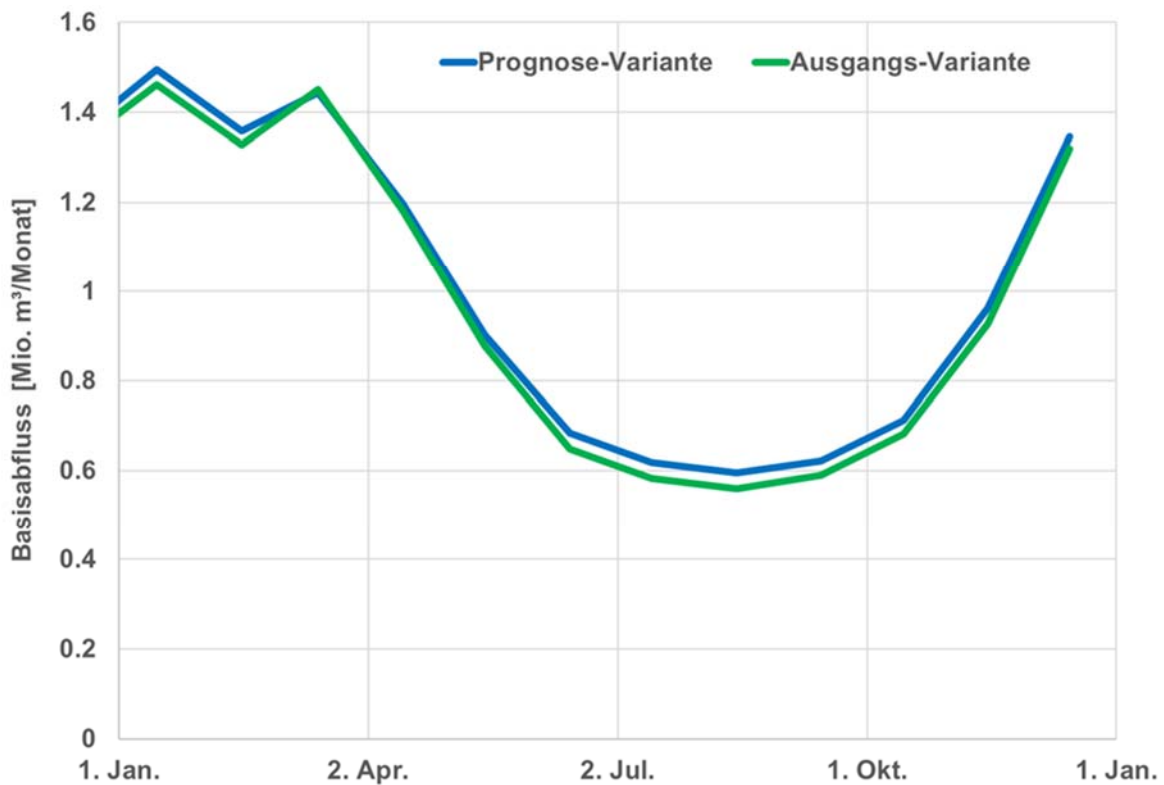


Abbildung 123: Ganglinien der Monatsmittelwerte modellberechneter Basisabflüsse am Pegel Rottorf für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Die berechnete Zunahme des Basisabflusses am Pegel Rottorf entspricht mit ca. 330.000 m³/a ca. 40 % der substituierten Grundwasserentnahmen.



Fazit

Die Umsetzung der Substitution der Grundwasserentnahmen zur Feldberegnung im Gebiet der beiden Beregnungsverbände Bardowick und Brietlingen führt zu einer Aufhöhung der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen sowie davon ausgehend der modellberechneten Basisabflüsse umliegender Gewässer. In Summe lassen sich somit gegenüber der Ausgangs-Variante ca. 0,82 Mio. m³/a (erfasste Wasserentnahme der Region in den Jahren 2008 bis 2016) an Grundwasser einsparen, welche anteilig dem Grundwasserhaushalt zur Verfügung stehen. Durch die Erhöhung der Standrohrspiegelhöhen ergibt sich auch die Erhöhung des Basisabflusses im vorhanden Gewässernetz. Damit steht das eingesparte Grundwasser nicht 1:1 dem Grundwasserhaushalt zur Verfügung. Hierzu sind ggf. Einzelfallbetrachtungen/-untersuchungen bei der Verwirklichung der Maßnahmen durchzuführen.

Die Ergebnisse der Modellberechnung zeigen, dass es durch die Substitution der Grundwasserentnahmen und den damit verbundenen Anstieg der Standrohrspiegelhöhen zu einer Erhöhung des Basisabflusses an umliegenden Fließgewässern bzw. Entwässerungsgräben kommt. Die ansteigenden Standrohrspiegelhöhen, die hohen Dichte an Gewässern und Gräben und die vielfach nur geringen Flurabstände im Marschgebiet führen im Prognosefall zu einer erhöhten Drainagewirkung.

Zur Umsetzung der Maßnahmen bedarf es der Errichtung der notwendigen Infrastruktur. Hierbei handelt es sich um die Errichtung eines Entnahmehauwerks am ESK, von Transportleitungen, sowie lokal von einem oder mehrerer Druckerhöhungsbauwerke sowie von Netzen zur Verteilung des Wassers auf die Beregnungsflächen. Aufgrund der direkten Verteilung des entnommenen Wassers ist voraussichtlich kein Speicherbauwerk notwendig. Zusätzlich zu den Kosten hierfür ergibt sich ein insgesamt relativ geringer Flächenbedarf für die Errichtung der genannten Infrastruktur. Vor Ort bedarf es weiterhin einer Steuerung zur Verteilung des Wassers.

Aufgrund der mehrheitlichen Nutzung des Wassers zur Substituierung von Grundwasserentnahmen zur Feldberegnung ist die Umsetzung der Maßnahme durch lokale Beregnungsverbände denkbar. Der Dachverband Feldberegnung Lüneburg kann bei der Beantragung der Entnahmen unterstützen.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden für zwei Beregnungsverbände im näheren Umfeld des ESK bzw. der Elbe durchgeführt. Der Vorfluter Elbe stellt, vorbehaltlich eines festgesetzten Mindestabflusses am Wehr Geesthacht, kontinuierlich und ausreichend Wasser zur Verfügung, daher ist die Überprüfung und ggf. Umsetzung der Maßnahme an weiteren Standorten denkbar.



9.2.5 Optimierungen der Entnahmen aus dem ESK durch die Anpassung der Steuerung der Pumpwerke

Ein Ansatz zu den Optimierungen (unter Beachtung der festgelegten Maximalentnahme in Höhe von 5 m³/s) der Entnahmen aus dem ESK war die Identifizierung des Potentials in Bezug auf die Mengenverschiebungen der Wasserentnahme zwischen den einzelnen Entnahmebauwerken über eine Optimierung der Entnahmedatenerfassung. Auf der Grundlage einer Auswertung der digitalen Pumpdaten sollte ein Konzept zur optimalen Ausnutzung der Entnahmekapazitäten erstellt werden. Lediglich 11 der Entnahmebauwerke sind zum Zeitpunkt der Bearbeitung des Projektes IWAMA in der Lage, digitale Daten zu liefern. Die gelieferten Daten weisen bei einigen Bauwerken Datenlücken auf, die iterativ geschlossen werden konnten. Für die weiteren Entnahmestellen wurden Daten interpoliert, sodass für alle Entnahmebauwerke Daten zu den Maximalentnahmen für die Jahre 2018 bis 2021 vorliegen. Hieraus ist eine Karte für jedes Jahr der Auswertung entstanden, die die Maximalauslastung farblich darstellt (Abbildung 47). Aus den Karten ist ersichtlich, dass die jährlichen Entnahmeschwerpunkte über die Länge des Elbe-Seitenkanals stark wechselnd sind und in unterschiedlichen Haltungen liegen.

Für eine zukünftige Optimierung der Entnahmen aus dem ESK durch Anpassung der Steuerung der Pumpwerke ist es notwendig, alle Entnahmebauwerke mit einer automatisierten Datenerfassung und einen Pumpwerksfernzugriff auszustatten. Im Zuge der Recherchen zeigte sich, dass die momentane Erfassung und Aufbereitung der Daten kompliziert und zeitaufwendig ist. Außerdem sind die Daten derzeit und in der jetzt vorliegenden Form nicht weiter nutzbar. So führt die manuelle Erstellung von Datenbanken durch den ESK-Dachverband und die WSV zu doppelter Arbeit bei der Abrechnung der entnommenen Wassermengen. Eine gemeinsame Datenplattform mit einem jederzeitigen Zugriff und einem zugewiesenen Rollen-Rechte-System würde zu erheblichen Freisetzungen von Kapazitäten auf beiden Seiten führen und ein besseres Verständnis für die gemeinsame Anpassung der Wasserentnahmemöglichkeiten aus dem ESK zur Grundwassersubstitution ermöglichen.

In einem weiteren Schritt könnten auch die Unteren Wasserbehörden einbezogen werden, um sämtliche Entnahmen besser zu kontrollieren und genehmigungsrechtlich aufeinander abzustimmen.

Durch die Nutzung einer gemeinsamen digitalen Datenplattform wäre es zukünftig auch möglich, Entnahmelamellen zu verhandeln, die weniger auf eine starre Höchstgrenze im Sinne von "m³/s" abzielen. Stattdessen könnten in direkter Abstimmung mit auftretender bzw. zu erwartender Schifffahrt auch Teilentnahmen für Halbe- oder Viertel-Tage ermöglicht werden, da allen Vertragspartnern eine Kontrolle möglich wäre.

Grundvoraussetzung für solche Überlegungen ist jedoch eine vollständige und digitale Erfassung und Übermittlung der Daten an allen Entnahmebauwerken. Die Daten müssen automatisiert ausgewertet

und unter Berücksichtigung der Witterungsprognosen eine Bedarfsprognose erstellt werden (Abbildung 124).

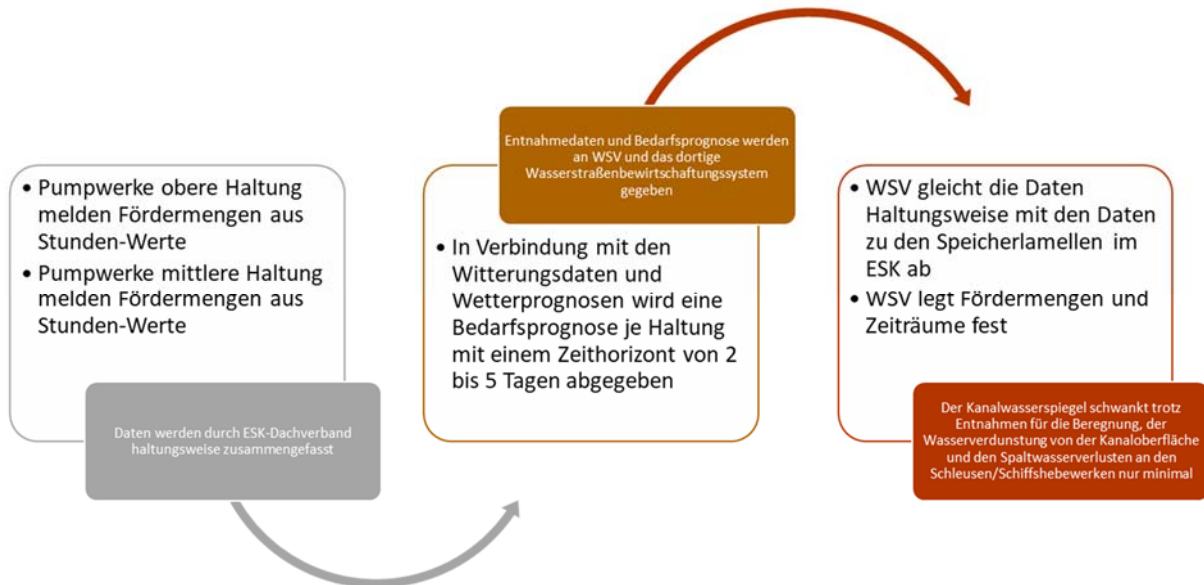


Abbildung 124: Struktur einer zukünftigen Datenerfassung der Entnahmen aus dem ESK

9.2.6 Nutzung von Entlastungswasser aus dem Elbe-Seitenkanal in den Wintermonaten

Entlastungsmengen, z.B. durch Hochwasserableitungen aus anderen Regionen, die über das Kanalsystem des ESK und des MLK abgeleitet werden, stellen ein enormes Potential für eine zusätzliche Wassermengenbereitstellung z.B. für eine Grundwasseranreicherung oder die Feldberegnung dar. Dabei sind die Entlastungsmengen der Mittleren Haltung des ESK von besonderem Interesse und wurden daher nachfolgend detaillierter untersucht und die Ergebnisse dargestellt. Die anfallenden Entlastungsmengen verlassen das Kanalsystem und werden bisher ungenutzt über die Elbe in die Nordsee abgeleitet. Im Zuge des Projektes IWAMAko ist dies von besonderem Interesse, da sich aus der Nutzung dieses Wasser keine Nachteile für andere Nutzer des Kanalsystems ergeben bzw. dieses Wasser bei Nutzung nicht an anderer Stelle im Kanalsystem fehlt. Hier wäre ggf. auch ein zusätzlicher Effekt durch Mehrfachnutzung z.B. von Wasserspeichern für die Beregnung und die Bewirtschaftung des Wassers im ESK für die Schifffahrt möglich.

In Abbildung 125 ist das Potential, welches die Entlastungsmengen in Bezug auf die Feldberegnung bieten, dargestellt. Darin sind die Entlastungsmengen im Zeitraum von 1995 bis 2021 sowie die in diesem Zeitraum angefallenen (Gesamt-)Entnahmemengen zur Feldberegnung am ESK und gesondert aus der Mittleren Haltung aufgeführt. Die Daten zu den Gesamtentnahmemengen am ESK und der Entnahmen aus der Mittleren Haltung wurden vom Kreisverband der Wasser- und Bodenverbände Uelzen zur



Verfügung gestellt. Der Abbildung ist zu entnehmen, dass ein nicht unerheblicher Teil der Entnahmen zur Feldberegnung durch die anfallenden Entlastungsmengen gedeckt werden könnte.

Der große Teil des Entlastungswassers fällt außerhalb der Beregnungszeit diskontinuierlich und in unterschiedlichen Mengen an. Das bedeutet, zur weiteren sinnvollen Nutzung des Entlastungswassers muss dieses zwischengespeichert werden.

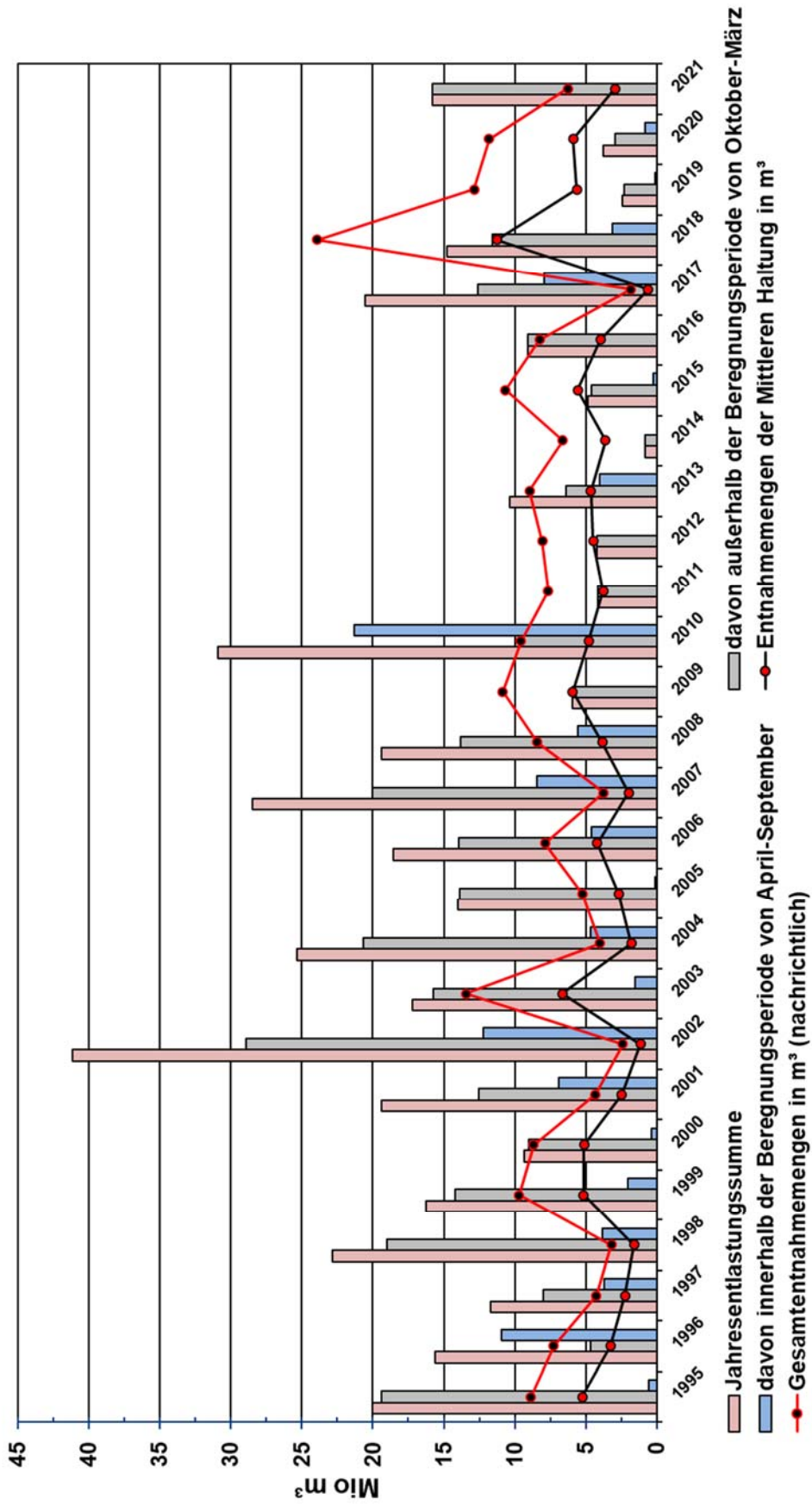


Abbildung 125: Vergleich der Entlastungsmenge- und Entnahmemengen aus der Mittleren Haltung



Dimensionierung der Speicher für Entlastungswasser

Die Schwierigkeit bei der Ermittlung einer sinnvollen Speichergröße sind die unregelmäßigen und unterschiedlich großen Mengen und jährlichen Zeiträume, in denen das Entlastungswasser anfällt. Die Entlastungsmengen sind in den letzten 10 Jahren im Vergleich zu früher zurückgegangen. Aus diesem Grund wurden zur Bemessung nur die letzten 10 Jahre berücksichtigt. Die Untersuchungen sind fortzuführen und die Gründe für den Rückgang in den letzten 10 Jahren sind zu verifizieren.

Die Speicher sollten so bemessen werden, dass sie möglichst häufig ausgenutzt werden, also möglichst in jedem Jahr vollständig gefüllt sind. Im Rahmen des Projektes IWAMAKO haben sich die Projektbearbeiter dazu entschieden, die Speicher so zu bemessen, dass sie bei Ansatz der Verhältnisse in den letzten 10 Jahren mindestens neunmal gefüllt waren. Außerdem wurde für die Untersuchungen im Rahmen des Projektes IWAMAKO festgelegt, das Volumen der Speicher an der zweitkleinsten Entlastungsmenge der letzten 10 Jahre zu bemessen. Die zweitkleinste Entlastungsmenge der letzten 10 Jahre fiel in 2019 mit ca. 2,43 Mio. m³ an (Abbildung 125). Somit könnten min. ca. 2,43 Mio. m³ pro Jahr des Bewässerungswasserbedarfs am ESK über das Speichern von Entlastungswasser gedeckt werden. Als Resultat der Überlegungen wurde ein Gesamt-Speichervolumen von 3,0 Mio. m³ vorgesehen, verteilt auf sechs Standorte a' 0,5 Mio. m³.

Aufgrund der großen Spannweite der Daten (trotz Rückgang der Entlastungsmengen in den letzten 10 Jahren), besteht allerdings die Gefahr, dass die Speicher für die Zukunft über- bzw. unterdimensioniert werden. Für eine weitere Planung ist es daher erforderlich, die Entlastungsmengen detaillierter zu untersuchen und genauere Prognosen für die Zukunft zu erstellen. Die anfallenden Entlastungsmengen sind aber in jedem Fall so groß, dass es sinnvoll ist, schon kurzfristig Wasserspeicher zumindest für Teilmengen zu errichten.

Speicherkonzept mit Grundwasseranreicherung durch Entlastungswasser

Mit der oben dargestellten Methode sind die Speicher für die meisten Jahre unterdimensioniert. Um trotzdem möglichst viel Entlastungswasser im Projektgebiet zurückzuhalten, besteht die Möglichkeit, in Verbindung mit einem Speichermanagement Teile des Entlastungswassers zu versickern und so das Grundwasserdargebot zu erhöhen. Für eine direkte Versickerung des Entlastungswassers ohne einen Speicher fällt dieses zu unregelmäßig und in zu großen Mengen an. Aus diesem Grund sollte das Entlastungswasser für eine Versickerung ebenfalls zwischengespeichert werden, um es anschließend kontinuierlich zu infiltrieren. Wie bereits in diesem Kapitel erwähnt, fällt die größte Entlastungswassermenge außerhalb der Beregnungszeit von April bis September an. Mit einem angepassten Speicherkonzept kann der Speicher für das Entlastungswasser so gesteuert werden, dass dieser außerhalb der



Beregnungszeit als Zwischenspeicher der anfallenden Entlastungsmengen zum Zweck der Grundwasseranreicherung genutzt wird. Das Speicherkonzept muss so ausgelegt sein, dass möglichst viel Entlastungswasser außerhalb der Beregnungszeit zur Grundwasseranreicherung versickert werden kann, der Speicher aber zu Beginn der Beregnungsperiode wieder vollgefüllt ist.

Simulationen zur Substitution von Grundwasserentnahmen und zur Grundwasseranreicherung mit Entlastungswasser

Um das Entlastungswasser aus dem ESK zu nutzen wird als Grundlage für die nachfolgenden Modelluntersuchungen die Errichtung von insgesamt sechs Speicherbecken entlang des Kanals angenommen, welche als Zwischenspeicher für das Entlastungswasser aus dem ESK fungieren (Abbildung 126). Die Lage der Speicherbecken im Untersuchungsgebiet dokumentiert Abbildung 126. Die Wahl der Standorte für die Speicherbecken berücksichtigt kurze Entfernungen zum ESK und Bereiche hoher Dichte von Brunnenstandorten zur Feldberegnung im Hinblick auf eine mögliche Substitution dieser Grundwasserentnahmen durch Kanalwasser.

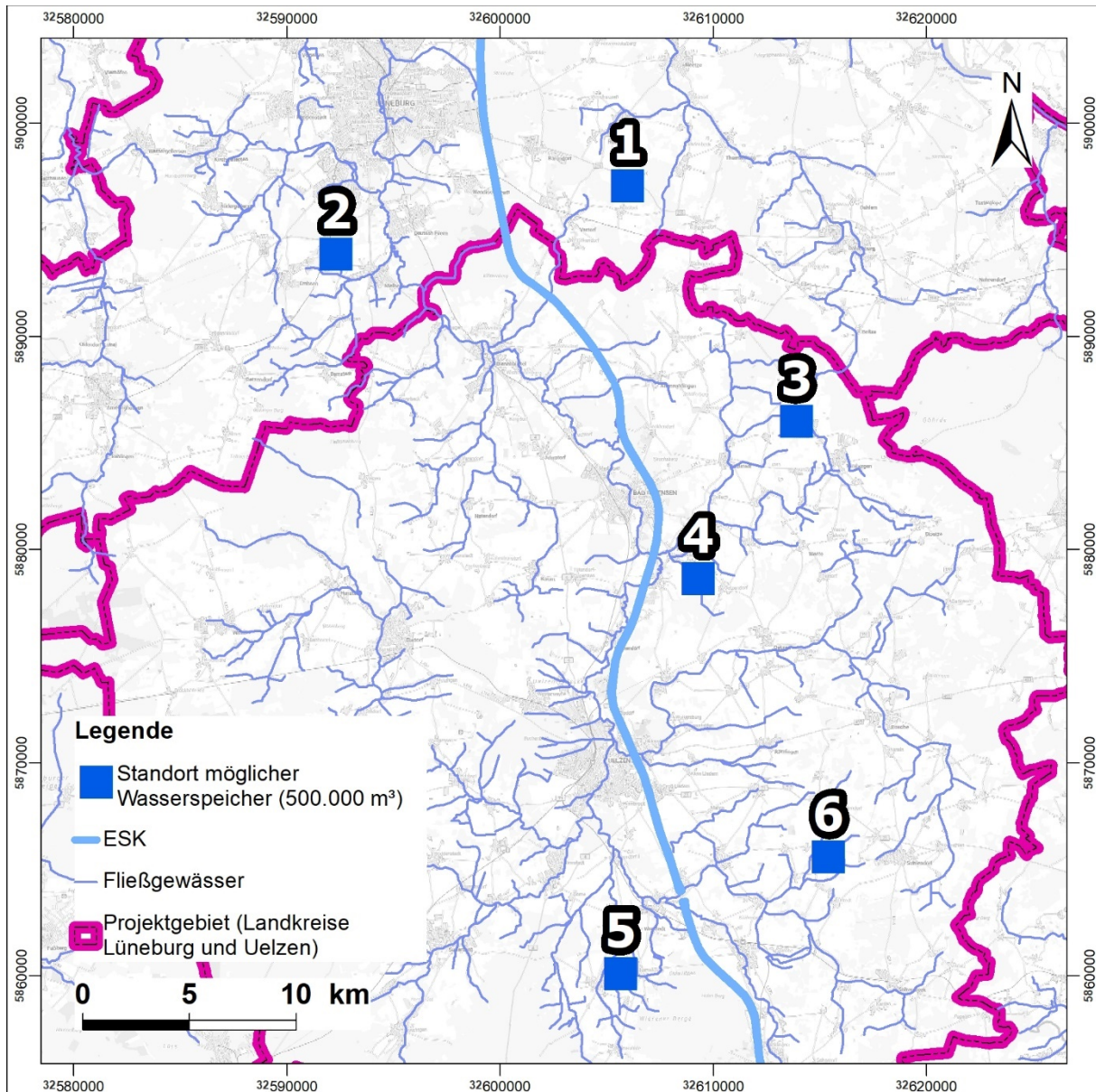


Abbildung 126: Standorte der geplanten Speicherbecken im Untersuchungsgebiet

Für jeden dieser Speicher wurde ein Volumen von 0,5 Mio. m³ angesetzt. Durch die Zwischenspeicherung wird der Zeitraum, in dem das Überschusswasser anfällt (Wintermonate) bis zum Zeitraum, in dem das Wasser gebraucht wird (Sommermonate / Vegetationsperiode) überbrückt. Während der Vegetationsperiode sollen die Felder mit dem zwischengespeicherten Wasser aus den Speicherbecken beregnet werden. Dadurch werden in gleicher Menge die vorhandenen Grundwasserentnahmen aus Brunnen substituiert (Tabelle 41). In Summe ergibt sich über alle sechs Standorte zusammen eine jährliche Wassermenge von 3 Mio. m³, die zur Substitution von Grundwasserentnahmen zur Verfügung steht.

Steht mehr Entlastungswasser zur Verfügung, als gespeichert werden kann, kommt eine Versickerung dieses „Überschusswassers“ in den Untergrund in Frage.



In einer **ersten Variante der Modelluntersuchungen** wurde die Annahme getroffen, dass die Speicherbecken ab Oktober gefüllt werden und zu Beginn der Vegetationsperiode im April zu 100 % gefüllte Speicherbecken zur Beregung zur Verfügung stehen, um Grundwasserentnahmen zu substituieren.

Tabelle 41: Übersicht zu den sechs gewählten Standorten der Speicherbecken im Untersuchungsgebiet sowie Anzahl der vorhanden Brunnen und Menge der substituierten Grundwasserentnahmen

Nummer	Standort	Landkreis	Volumen	Substitution	Anzahl Brunnen	Entnahme / Beregner
[-]	[-]	[-]	[Mio. m ³]	[Mio. m ³ /a]	[-]	[-]
1	Horndorf	Lüneburg	0.5	0.48	12	BV Vastorf, div. Einzelberegner
2	Embsen	Lüneburg	0.5	0.48	15	BV Embsen, BG Häcklingen, div. Einzelberegner
3	Kettelstorf	Uelzen	0.5	0.47	5	WuB Schamoor
4	Oetzendorf	Uelzen	0.5	0.5	28	BV Oetzendorf, diverse Einzelberegner
5	Stadensen	Uelzen	0.5	0.5	28	BV Stadensen
6	Gavendorf	Uelzen	0.5	0.49	20	div. BV (Batensen-Wellendorf, Gr. Ellendorf, Kroetze-Gavendorf, Kahlstorf)
Summe			3.0	2.92	108	

Die o.g. Bilanzierungen zeigen, dass oftmals mehr Überschusswasser aus dem ESK zur Verfügung steht, als in den sechs Speicherbecken gefasst werden kann. Sofern alle sechs Speicherbecken vollständig gefüllt sind und zusätzliches Wasser aus dem ESK zur Verfügung steht, würde dieses ungenutzt in die Elbe abgeleitet. Um einen noch höheren Ausnutzungsgrad des Überschusswassers zu erreichen wurde daher in einer **zweiten Variante der Modelluntersuchungen** die Möglichkeiten einer ergänzenden Versickerung von Überschusswasser in den oberflächennahen Grundwasserleiter untersucht (vgl. Tabelle 42). Die Festlegung von sechs Versickerungs-Standorten (Lage siehe unten) erfolgte nach den folgenden Kriterien:

- Flächen mit nach hydrogeologischen Kriterien sehr geeigneten Versickerungsfähigkeiten
- Geringe Entfernung der Versickerungs-Standorte zum Standort der Speicherbecken
- Flächennutzung vorzugsweise in Form von Wald

Für die Untersuchungen wurde entsprechend den o.g. Ausführungen davon ausgegangen, dass in den Monaten Oktober bis einschließlich Januar je Standort jeweils 50.000 m³/Monat an Entlastungswasser zur Verfügung steht, das oberflächennah versickert werden kann. Je Standort ergibt sich somit eine



Versickerung soll oberflächennah z. B. durch Rigolen erfolgen. Zur Simulation wurde im Grundwassermodell das horizontale Diskretisierungsnetz im Bereich der angenommenen Versickerungsflächen verfeinert. Die Versickerung erfolgt oberflächennah auf allen Modellknoten innerhalb der festgelegten Flächen. Die Mengen werden während der vier beschriebenen Monate auf die Modellknoten in den Versickerungsflächen gleichverteilt.

3. Zusätzlich wurde eine **Ausgangs-Variante** berechnet. In dieser Modellvariante werden die beschriebenen Maßnahmen nicht berücksichtigt. Sie dient als Vergleichsvariante zur Berechnung der sich aus der Umsetzung der Maßnahmen ergebenden Differenzen

Die großen Unterschiede im Flächenbedarf für die Versickerungsflächen (Tab. 42) ergeben sich aus der Sicker-/Aufnahmefähigkeit des Bodens/Untergrundes an den jeweiligen Standorten.

Nachfolgend erfolgt eine detaillierte Beschreibung der sechs Versickerungsstandorte. Die sich aus der Umsetzung der Maßnahmen ergebenden Auswirkungen werden je Standort anhand der Berechnung von flächenhaften Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen, des Vergleichs von Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen an definierten Beobachtungspunkten sowie der Basisabflüsse an nahegelegenen Fließgewässern zwischen den beiden Prognose-Varianten und der Ausgangs-Variante quantifiziert.

Standort 1 Horndorf (LK Lüneburg)

Das geplante Speicherbecken am Standort 1 liegt südlich der Ortslage von Horndorf, an der Straße zwischen Horndorf und Rohstorf (Abbildung 127). Die dazugehörige geplante Versickerungsfläche liegt ca. 1,2 km südöstlich an der Bundesstraße 216 zwischen Horndorf und Bavendorf. Es wurde eine Versickerungsfläche von ca. 10,4 ha angenommen. Hierbei handelt es sich um Waldflächen. Der Bilanzbereich des Basisabflusses umfasst die Neetze bis Süttoorf sowie ihre Zuflüsse.

Die Wassermenge des Speicherbeckens reicht aus, um die mittleren Jahresentnahmen von 12 Grundwasserentnahmen im Umfeld des Speicherbeckens zu substituieren (Tabelle 41). Die Jahressumme dieser 12 Grundwasserentnahmen beträgt ca. 0,48 m³/a, sodass die verfügbare Wassermenge des Speicherbeckens im Rahmen der Untersuchungen zu ca. 96 % ausgeschöpft wird. Bei den Entnahmen handelt es sich mehrheitlich um zehn Entnahmen zur landwirtschaftlichen Feldberegnung und zwei Brauchwasserentnahmen.

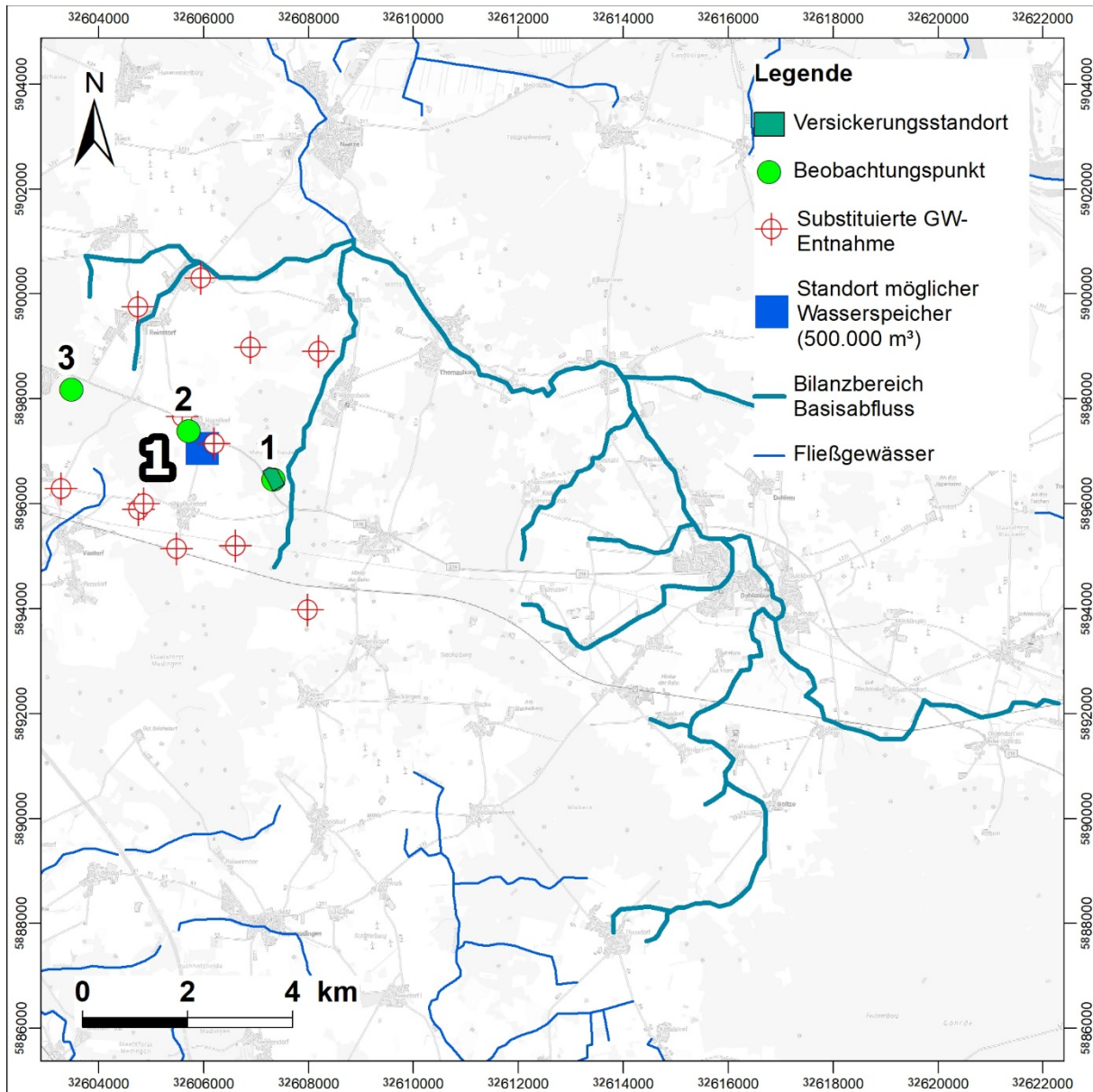


Abbildung 127: Lage des Speicherbeckens, der Versickerungsfläche und der substituierten Grundwasserentnahmen sowie Darstellung des Bilanzbereichs des Basisabflusses am Standort 1

Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen und Basisabflüsse

Im Folgenden werden die wesentlichen Ergebnisse aus dem Vergleich der beiden Prognose-Varianten und der Ausgangs-Variante für den Standort 1 zusammengefasst. Bei den Veränderungen der Standrohrspiegelhöhen werden die Vergleiche zusätzlich differenziert nach den Betrachtungszeitpunkten August (Endphase der Beregnung) und Februar (seit mehreren Monaten keine Beregnung und Endphase der Versickerung in Variante 2) sowie nach den Grundwasserleiter AQ2 (oberflächennahe Grundwasserleiter) und AQ6 (tiefer Grundwasserleiter).



Flächenhafte Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen

- Vergleich Prognose-**Variante 1** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.1**)
GW-Leiter: **AQ2**, Betrachtungszeitpunkt: **August**
 - Maximum der Aufhöhungen ca. 3,6 m nordwestlich des Speicherbeckens
 - Insgesamt ca. 1.144 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m
- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.2**)
GW-Leiter: **AQ2**, Betrachtungszeitpunkt: **August**
 - Zusätzliche Aufhöhung zu Variante 1 aufgrund der Versickerung von 0,2 Mio. m³ im Zeitraum von Oktober bis Januar, Maximum der Aufhöhungen ca. 2,6 m im Bereich der Versickerungsfläche
 - Insgesamt ca. 2.595 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m
 - Zunahme der Aufhöhungsfläche gegenüber Prognose-Variante 1 ca. 126 %
- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.3**)
GW-Leiter: **AQ2**, Betrachtungszeitpunkt: **Februar**
 - Aufhöhung aufgrund der Versickerung von 0,2 Mio. m³ im Zeitraum von Oktober bis Januar, Maximum der Aufhöhungen ca. 0,75 m im Bereich der Versickerungsfläche
 - Insgesamt ca. 2.175 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m
 - Abnahme der Aufhöhungsfläche gegenüber Prognose-Variante 2 Zeitpunkt August ca. 17 %
- Vergleich Prognose-**Variante 1** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.4**)
GW-Leiter: **AQ6**, Betrachtungszeitpunkt: **August**
 - Maximum der Aufhöhungen ca. 0,7 m nordwestlich des Speicherbeckens
 - Insgesamt ca. 4.145 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m
- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.5**)
GW-Leiter: **AQ6**, Betrachtungszeitpunkt: **August**
 - Zusätzliche Aufhöhung zu Variante 1 aufgrund der Versickerung von 0,2 Mio. m³ im Zeitraum von Oktober bis Januar mit Maximum der Aufhöhung ca. 0,65 m im Bereich der Versickerungsfläche
 - Insgesamt ca. 5.444 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m
 - Zunahme der Aufhöhungsfläche gegenüber Prognose-Variante 1 ca. 31 %
- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.6**)
GW-Leiter: **AQ6**, Betrachtungszeitpunkt: **Februar**



Integriertes Wasserversorgungs- und Wassermengen - Managementkonzept

- Aufhöhung aufgrund der Versickerung von 0,2 Mio. m³ im Zeitraum von Oktober bis Januar mit Maximum der Aufhöhungen ca. 0,46 m im Bereich der Versickerungsfläche
- Insgesamt ca. 2.166 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m
- Abnahme der Aufhöhungsfläche gegenüber Zeitpunkt August ca. 60 %

Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen und deren Veränderungen

- Vergleich Prognose-**Variante 1** mit Ausgangs-Variante (Abbildung 128 - Abbildung 130; Lage Beobachtungspunkte in Abbildung 127)
 - Zunahme der Differenzen mit Beginn der Grundwasserentnahmen im April / Mai in der Ausgangs-Variante
 - Maximum mit nachfolgender Abnahme der Differenzen durch Verringerung bzw. Deaktivierung der Grundwasserentnahmen zw. Juli (ca. 1,3 m in Abbildung 129) und September (ca. 0,34 m in Abbildung 128 und ca. 0,17 m in Abbildung 130)
 - Entsprechende geringfügige Verminderung der Grundwasserflurabstände
 - An den Beobachtungspunkten sind keine Vernässungen an der Geländeoberfläche zu erwarten
- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (Abbildung 128 - Abbildung 130; Lage Beobachtungspunkte in Abbildung 127)
 - Zunahme der Differenzen mit Beginn der Versickerung im Oktober
 - Differenzen zum Ende der Versickerung zum Zeitpunkt Februar (ca. 1,46 m in Abbildung 128, ca. 0,45 m in Abbildung 129 und ca. 0,27 m in Abbildung 130)
 - Aufgrund der förderbedingten Absenkungen in den Sommermonaten in der Ausgangs-Variante ergibt sich das Maximum der Differenzen von ca. 1,35 m für Anfang Juli (Abbildung 129)
 - Entsprechende geringfügige Verminderung der Grundwasserflurabstände
 - An den Beobachtungspunkten sind keine Vernässungen an der Geländeoberfläche zu erwarten

Ganglinien der Basisabflüsse in benachbarten Gewässern und deren Veränderungen (Bilanzbereich siehe Abbildung 127)

- Vergleich Prognose-**Variante 1** mit Ausgangs-Variante (Abbildung 131)
 - Ganzjährige Zunahme des Basisabflusses zwischen ca. 12.700 m³/Monat und ca. 53.400 m³/Monat, im Mittel um 36.100 m³/Monat
 - Zunahme des jährlichen Basisabflusses um insgesamt ca. 433.300 m³/a, entsprechend einer Zunahme des Gesamt-Basisabflusses um 2,2%



- Die Zunahme entspricht ca. 90 % der substituierten Grundwasserentnahmen
- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (Abbildung 131)
 - Ganzjährige Zunahme des Basisabflusses zwischen ca. 30.900 m³/Monat und ca. 73.300 m³/Monat, im Mittel um 44.900 m³/Monat
 - Zunahme des jährlichen Basisabflusses um insgesamt ca. 538.900 m³/a, entsprechend einer Zunahme des Gesamt-Basisabflusses um 2,7%
 - Die Zunahme entspricht ca. 79 % der substituierten Grundwasserentnahmen und zusätzlicher Grundwasseranreicherung

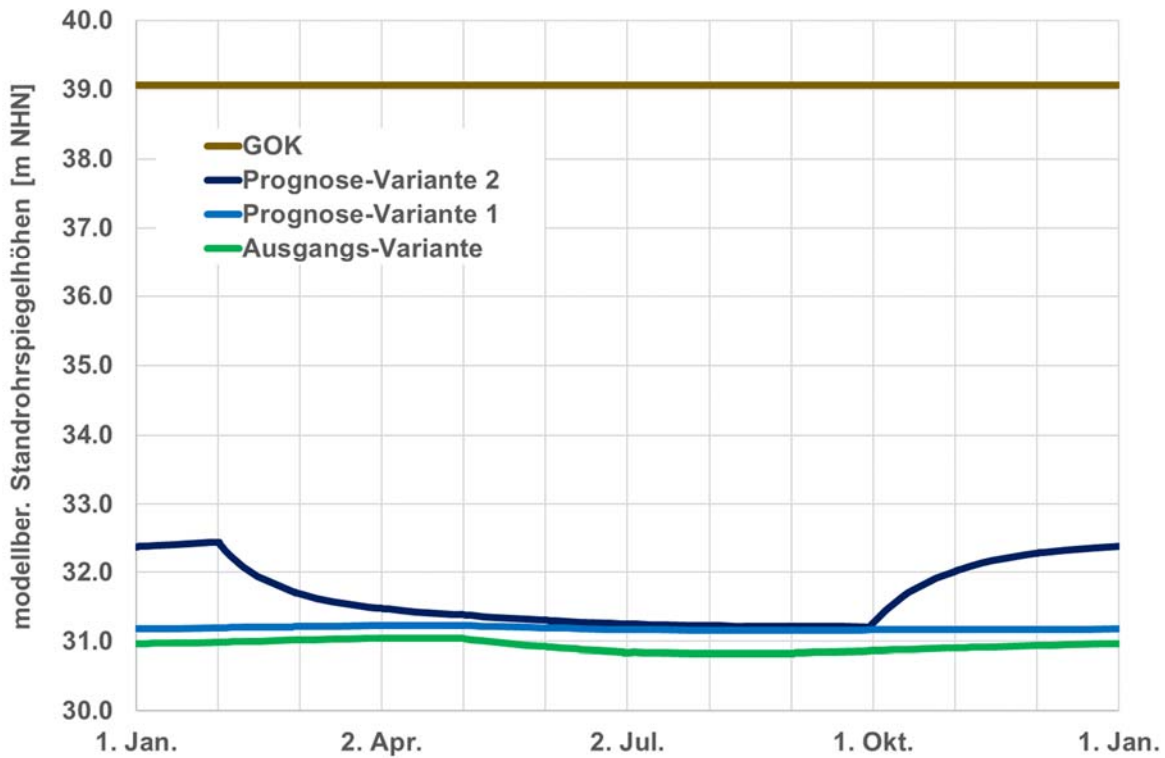


Abbildung 128: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

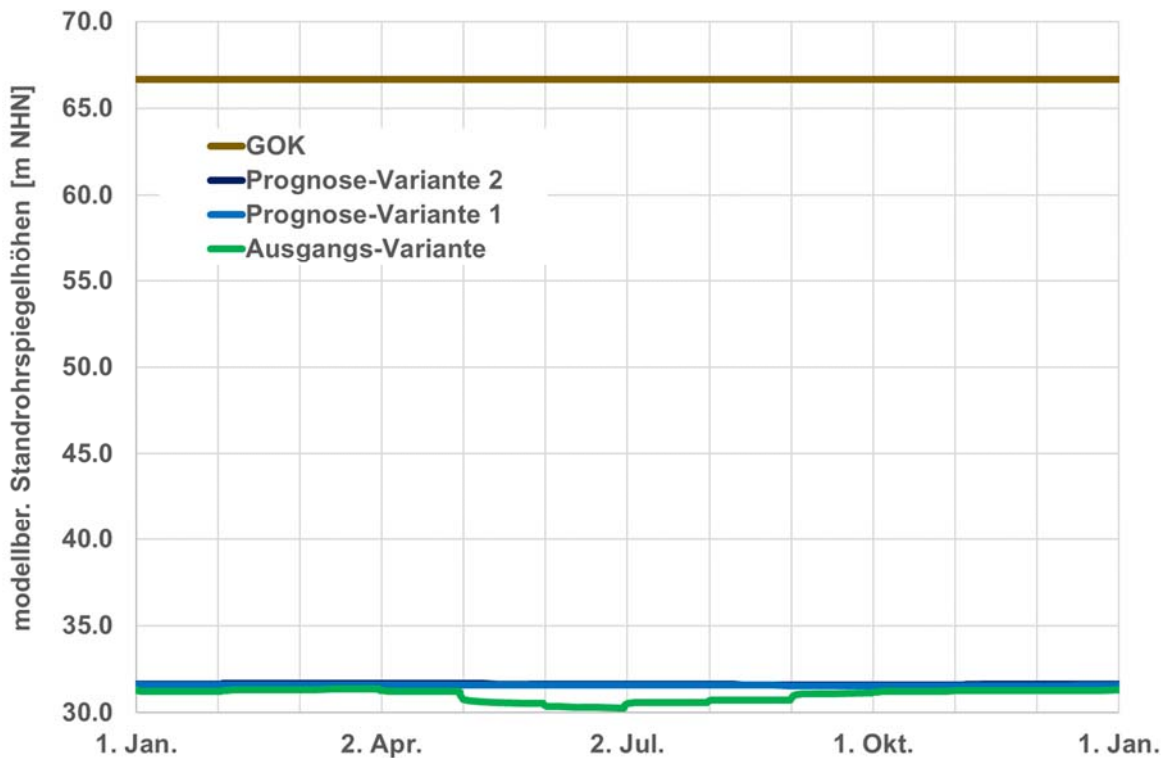


Abbildung 129: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

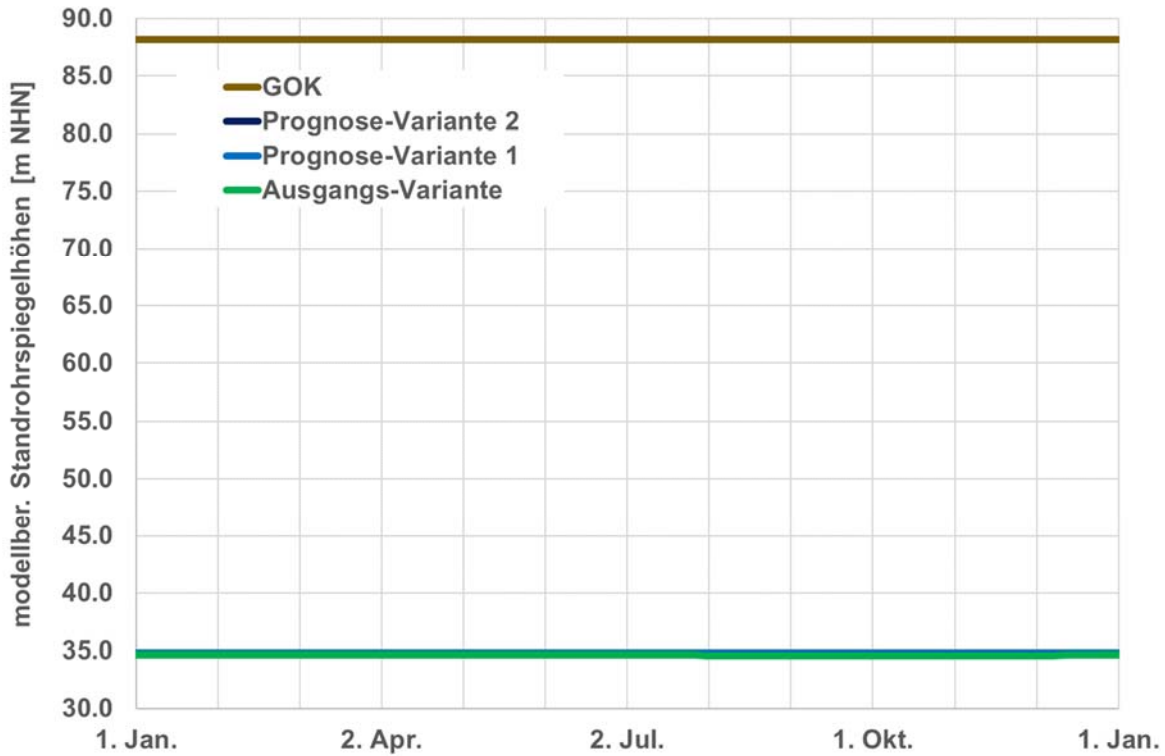


Abbildung 130: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 3 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

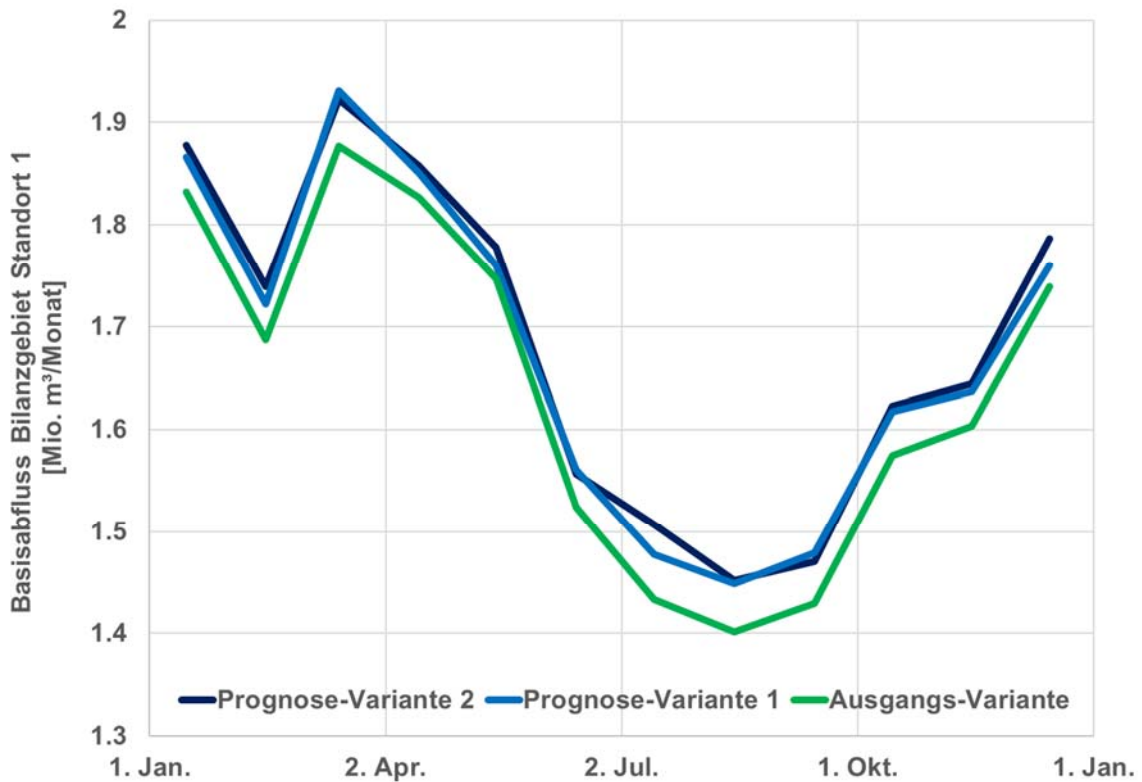


Abbildung 131: modellberechneter Basisabfluss für den Bilanzbereich am Standort 1, Prognose-Variante 2 (dunkelblau), Prognose-Variante 1 (blau) und Ausgangs-Variante (grün)



Standort 2 Embsen (LK Lüneburg)

Das geplante Speicherbecken am Standort 2 liegt nordöstlich der Ortslage von Embsen (Abbildung 132). Die dazugehörige geplante Versickerungsfläche liegt ca. 2,3 km nordwestlich an der Kreisstraße 17 zwischen Oerzen und Rettmer. Es wurde eine Versickerungsfläche von ca. 29,4 ha angenommen. Der Bilanzbereich des Basisabflusses umfasst den Hasenburger Mühlenbach mit Zuflüssen, den Barnstedter Bach mit Zuflüssen sowie einen Abschnitt der Ilmenau.

Das Speicherbecken ist für ein Volumen von 500.000 m³ ausgelegt. Diese Wassermenge reicht aus, um die Jahresentnahmen von 15 Grundwasserentnahmen zu substituieren. Die Jahressumme dieser 15 Grundwasserentnahmen beträgt ca. 0,48 m³/a, sodass die verfügbare Wassermenge des Speicherbeckens im Rahmen der Untersuchungen zu ca. 96 % ausgeschöpft wird. Bei den Entnahmen handelt es sich um zehn Entnahmen zur landwirtschaftlichen Feldberegnung und zwei Brauchwasserentnahmen.

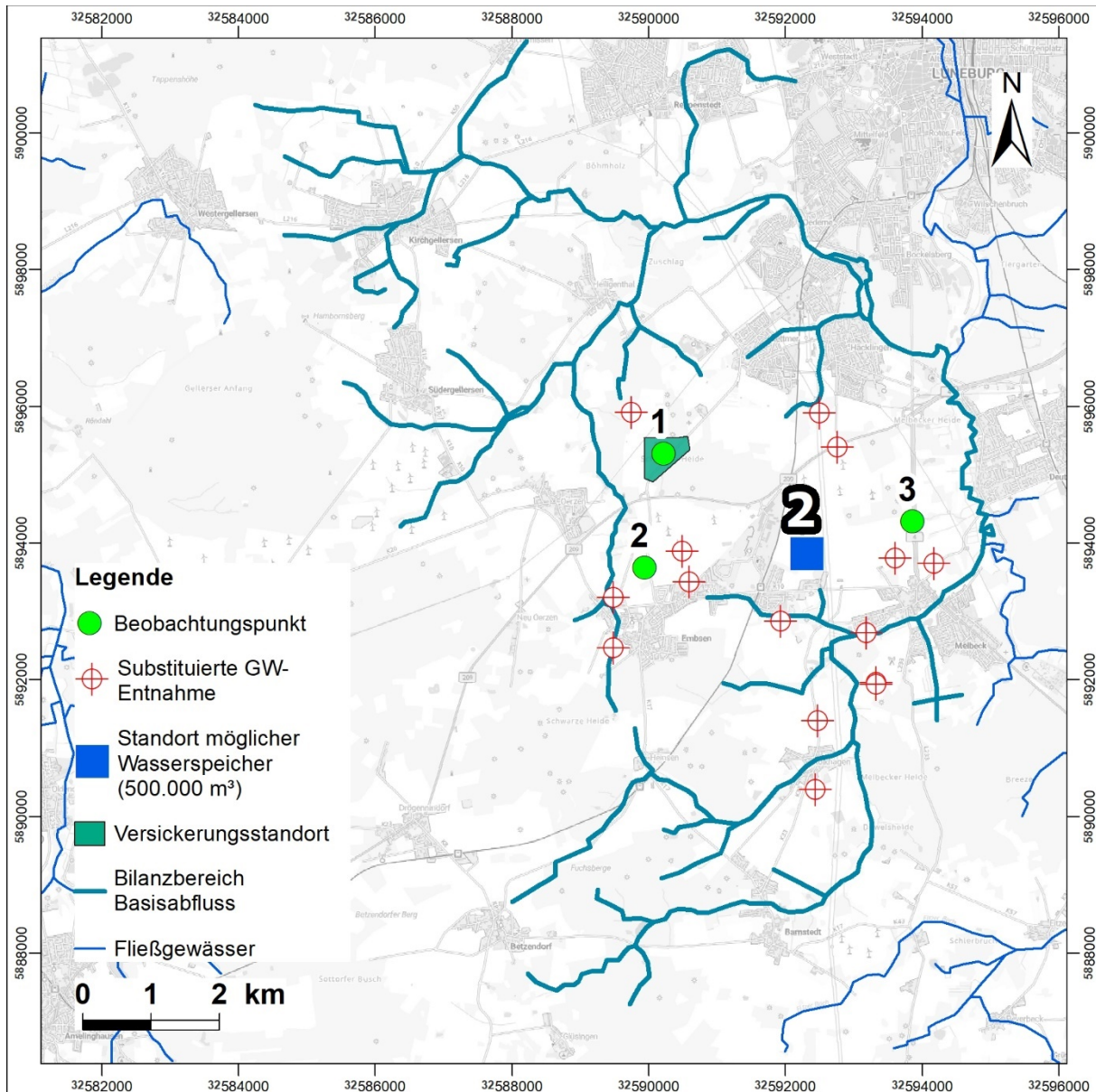


Abbildung 132: Lage des Speicherbeckens, der Versickerungsfläche und der substituierten Grundwasserentnahmen am Standort 2

Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen und Basisabflüsse

Im Folgenden werden die wesentlichen Ergebnisse aus dem Vergleich der beiden Prognose-Varianten und der Ausgangs-Variante für den Standort 2 zusammengefasst. Bei den Veränderungen der Standrohrspiegelhöhen werden die Vergleiche zusätzlich differenziert nach den Betrachtungszeitpunkten August (Endphase der Beregnung) und Februar (seit mehreren Monaten keine Beregnung und Endphase der Versickerung in Variante 2) sowie nach den Grundwasserleiter AQ2 (oberflächennahe Grundwasserleiter) und AQ6 (tiefer Grundwasserleiter).

Flächenhafte Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen

- Vergleich Prognose-Variante 1 mit Ausgangs-Variante (Anlage 9.2.6.7)



GW-Leiter: **AQ2**, Betrachtungszeitpunkt: **August**

- Maximum der Aufhöhungen ca. 3,9 m östlich des Speicherbeckens
- Insgesamt ca. 1.464 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m

- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.8**)

GW-Leiter: **AQ2**, Betrachtungszeitpunkt: **August**

- Zusätzliche Aufhöhung zu Variante 1 aufgrund der Versickerung von 0,2 Mio. m³ im Zeitraum von Oktober bis Januar, Maximum der Aufhöhungen östlich des Speicherbeckens (ca. 4,0 m) sowie im Bereich der Versickerungsfläche (ca. 1,2 m)
- Insgesamt ca. 2.034 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m
- Zunahme der Aufhöhungsfläche gegenüber Prognose-Variante 1 ca. 36 %

- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.9**)

GW-Leiter: **AQ2**, Betrachtungszeitpunkt: **Februar**

- Aufhöhung aufgrund der Versickerung von 0,2 Mio. m³ im Zeitraum von Oktober bis Januar, Maximum der Aufhöhungen ca. 2,3 m im Bereich der Versickerungsfläche
- Insgesamt ca. 1.930 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m
- Abnahme der Aufhöhungsfläche gegenüber Prognose-Variante 2 Zeitpunkt August ca. 5 %

- Vergleich Prognose-**Variante 1** mit Ausgangs-Variante (keine Darstellung)

GW-Leiter: **AQ6**, Betrachtungszeitpunkt: **August**

- Keine wesentlichen Aufhöhungen vorhanden

- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (keine Darstellung)

GW-Leiter: **AQ6**, Betrachtungszeitpunkt: **August**

- Keine wesentlichen Aufhöhungen vorhanden

- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (keine Darstellung)

GW-Leiter: **AQ6**, Betrachtungszeitpunkt: **Februar**

- Keine wesentlichen Aufhöhungen vorhanden

Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen und deren Veränderungen

- Vergleich Prognose-**Variante 1** mit Ausgangs-Variante (Abbildung 133 - Abbildung 135; Lage Beobachtungspunkte in Abbildung 132)

- Zunahme der Differenzen mit Beginn der Grundwasserentnahmen im April / Mai in der Ausgangs-Variante

Integriertes Wasserversorgungs- und Wassermengen - Managementkonzept

- Maximum mit nachfolgender Abnahme der Differenzen durch Verringerung bzw. Deaktivierung der Grundwasserentnahmen zw. September (ca. 0,55 m in Abbildung 135) und Oktober (ca. 0,42 m in Abbildung 134 und ca. 0,24 m in Abbildung 133)
- Entsprechende Verminderung der Grundwasserflurabstände an allen drei Beobachtungspunkten
- An den Beobachtungspunkten sind keine Vernässungen an der Geländeoberfläche zu erwarten
- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (Abbildung 133 - Abbildung 135; Lage Beobachtungspunkte in Abbildung 132)
 - Zunahme der Differenzen mit Beginn der Versickerung im Oktober
 - Differenzen zum Ende der Versickerung zum Zeitpunkt Februar (Februar (ca. 2,26 m in Abbildung 133, 0,55 m in Abbildung 134 und ca. 0,49 m in Abbildung 135)
 - Aufgrund der förderbedingten Absenkungen in den Sommermonaten in der Ausgangs-Variante ergibt sich das Maximum der Differenzen von ca. 0,6 m für Anfang Juli (Abbildung 134)
 - Entsprechende geringfügige Verminderung der Grundwasserflurabstände an allen drei Beobachtungspunkten
 - An den Beobachtungspunkten sind keine Vernässungen an der Geländeoberfläche zu erwarten

Ganglinien der Basisabflüsse in benachbarten Gewässern und deren Veränderungen (Bilanzbereich siehe Abbildung 132)

- Vergleich Prognose-**Variante 1** mit Ausgangs-Variante (Abbildung 136)
 - Ganzjährige Zunahme des Basisabflusses zwischen ca. 29.200 m³/Monat und ca. 45.100 m³/Monat, im Mittel um 38.300 m³/Monat
 - Zunahme des jährlichen Basisabflusses um insgesamt ca. 459.700 m³/a, entsprechend einer Zunahme des Gesamt-Basisabflusses um 2,0%
 - Die Zunahme entspricht ca. 95 % der substituierten Grundwasserentnahmen
- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (Abbildung 136)
 - Ganzjährige Zunahme des Basisabflusses zwischen ca. 42.900 m³/Monat und ca. 61.700 m³/Monat, im Mittel um 52.300 m³/Monat
 - Zunahme des jährlichen Basisabflusses um insgesamt ca. 627.400 m³/a, entsprechend einer Zunahme des Gesamt-Basisabflusses um 2,8%

Integriertes Wasserversorgungs- und Wassermengen - Managementkonzept



- Die Zunahme entspricht ca. 92 % der substituierten Grundwasserentnahmen und zusätzlicher Grundwasseranreicherung

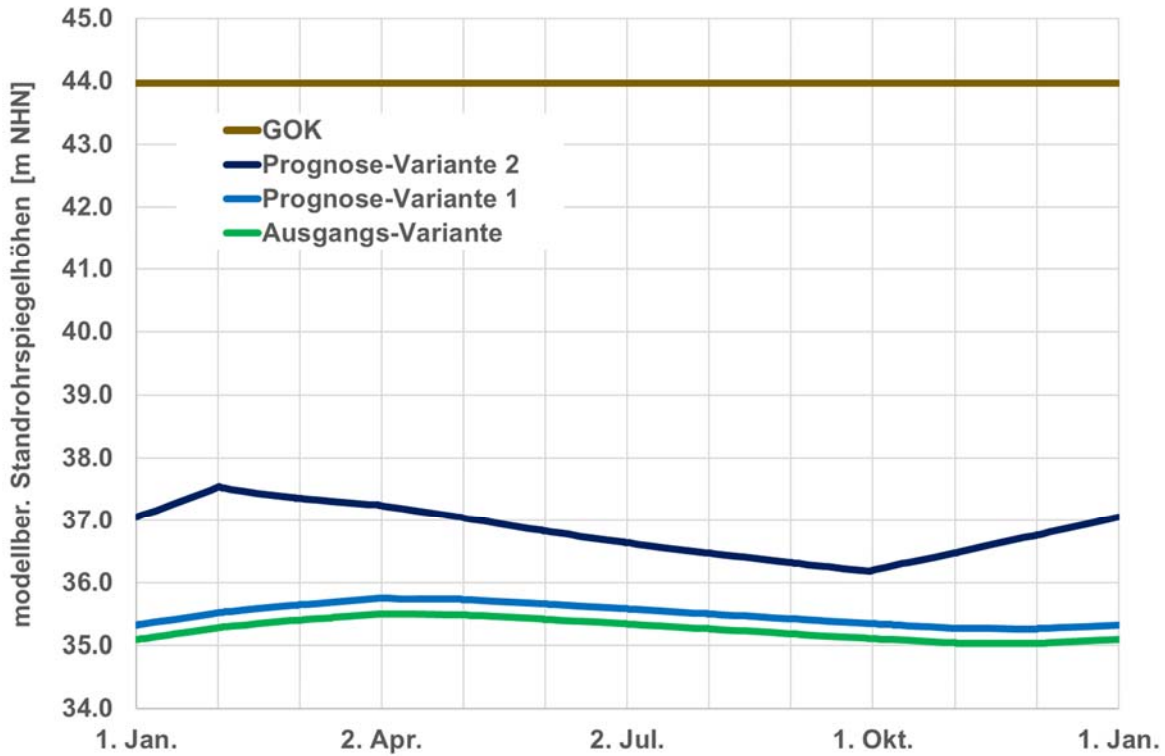


Abbildung 133: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

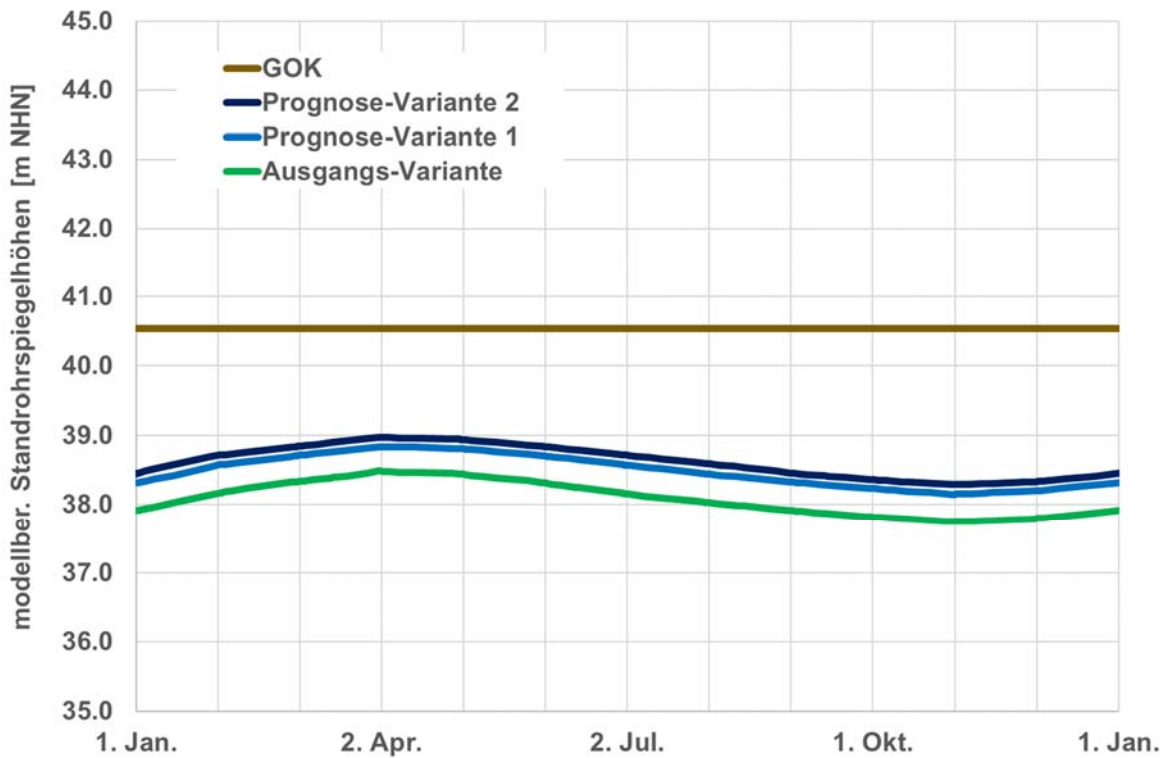


Abbildung 134: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

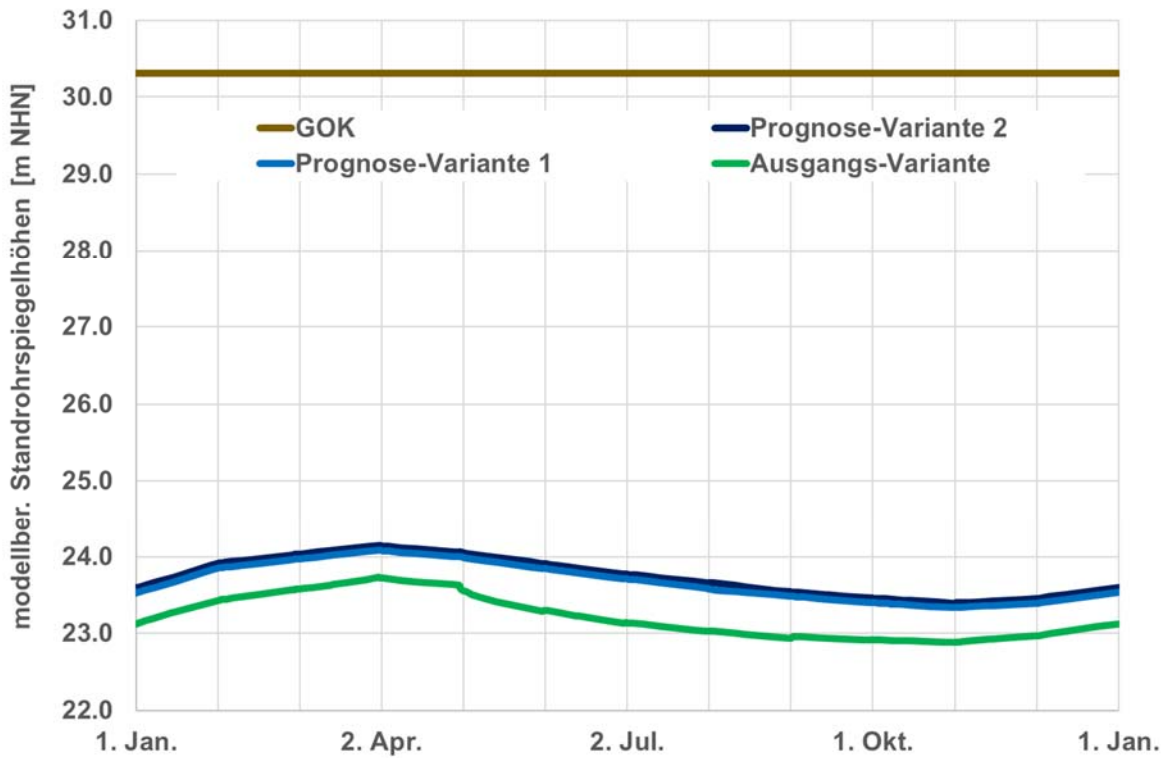


Abbildung 135: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 3 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

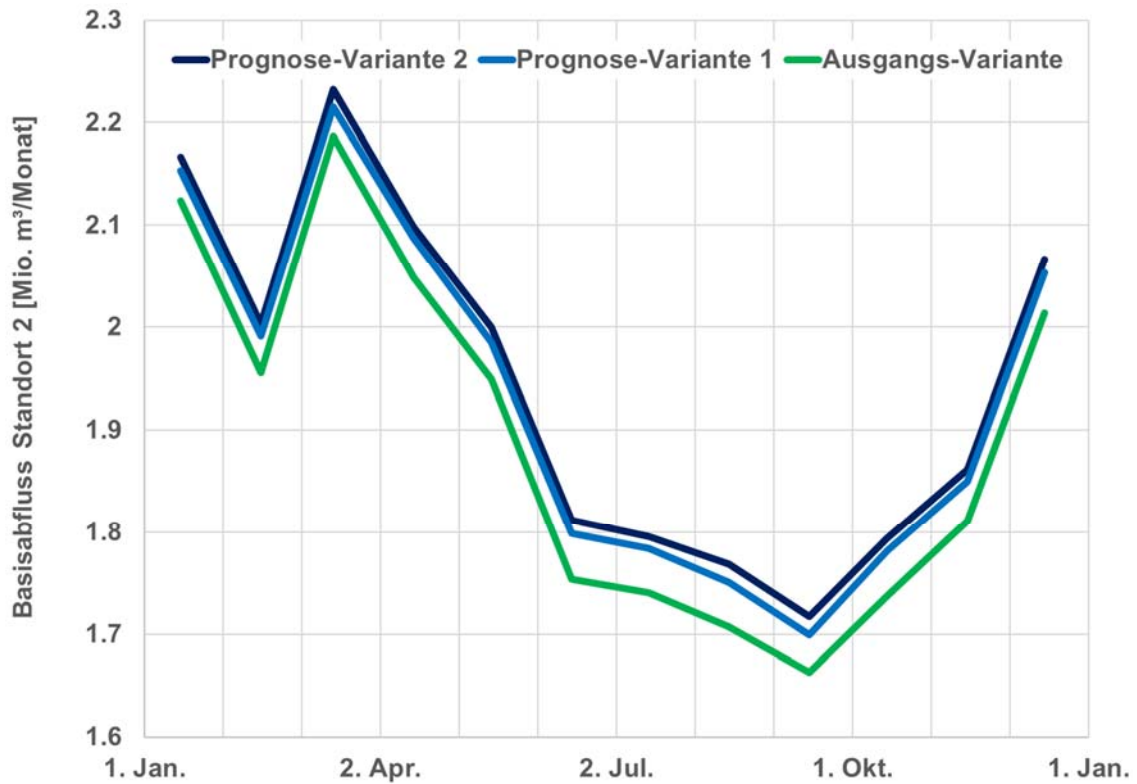


Abbildung 136: modellberechneter Basisabfluss im Bilanzbereich des Standorts 2, Prognose-Variante 2 (dunkelblau), Prognose-Variante 1 (blau) und Ausgangs-Variante (grün)



Standort 3 Kettelsdorf (LK Uelzen)

Das geplante Speicherbecken am Standort 3 liegt westlich der Ortslage von Kettelsdorf, zwischen Kettelsdorf und Strothe (Abbildung 137). Die dazugehörige geplante Versickerungsfläche liegt ca. 2,0 km nordöstlich von Kettelsdorf. Es wurde eine Versickerungsfläche von ca. 40,8 ha angenommen. Der Bilanzbereich des Basisabflusses umfasst den Röbbelbach bis Klein Hesebeck mit allen Zuflüssen.

Das Speicherbecken ist für ein Volumen von 500.000 m³ ausgelegt. Diese Wassermenge reicht aus, um die Jahresentnahmen von fünf Grundwasserentnahmen zu substituieren. Die Jahressumme dieser fünf Grundwasserentnahmen beträgt ca. 0,47 m³/a, sodass die verfügbare Wassermenge des Speicherbeckens im Rahmen der Untersuchungen zu ca. 94 % ausgeschöpft wird. Bei den Entnahmen handelt es sich um vier Entnahmen zur landwirtschaftlichen Feldberegnung und eine Brauchwasserentnahme.

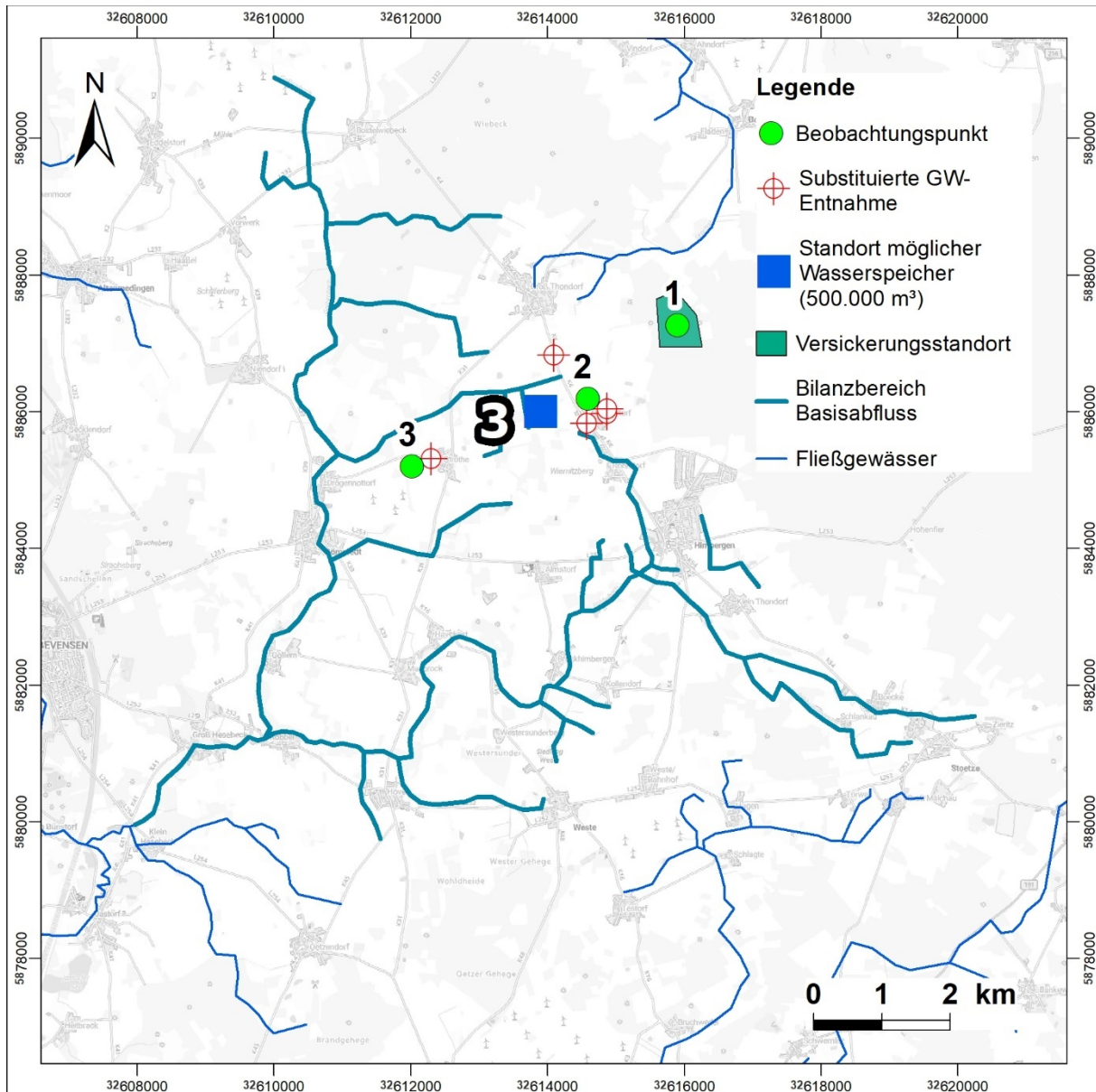


Abbildung 137: Lage des Speicherbeckens, der Versickerungsfläche und der substituierten Grundwasserentnahmen am Standort 3

Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen und Basisabflüsse

Im Folgenden werden die wesentlichen Ergebnisse aus dem Vergleich der beiden Prognose-Varianten und der Ausgangs-Variante für den Standort 3 zusammengefasst. Bei den Veränderungen der Standrohrspiegelhöhen werden die Vergleiche zusätzlich differenziert nach den Betrachtungszeitpunkten August (Endphase der Beregnung) und Februar (seit mehreren Monaten keine Beregnung und Endphase der Versickerung in Variante 2) sowie nach den Grundwasserleiter AQ2 (oberflächennahe Grundwasserleiter) und AQ6 (tiefer Grundwasserleiter).

Flächenhafte Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen

- Vergleich Prognose-Variante 1 mit Ausgangs-Variante (Anlage 9.2.6.10)



GW-Leiter: **AQ2**, Betrachtungszeitpunkt: **August**

- Maximum der Aufhöhungen ca. 0,32 m südöstlich des Speicherbeckens
- Insgesamt ca. 189 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m

- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.11**)

GW-Leiter: **AQ2**, Betrachtungszeitpunkt: **August**

- Zusätzliche Aufhöhung zu Variante 1 aufgrund der Versickerung von 0,2 Mio. m³ im Zeitraum von Oktober bis Januar, Maximum der Aufhöhungen ca. 2,9 m im Bereich der Versickerungsfläche
- Insgesamt ca. 1.469 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m
- Zunahme der Aufhöhungsfläche gegenüber Prognose-Variante 1 ca. 677 %

- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.12**)

GW-Leiter: **AQ2**, Betrachtungszeitpunkt: **Februar**

- Aufhöhung aufgrund der Versickerung von 0,2 Mio. m³ im Zeitraum von Oktober bis Januar, Maximum der Aufhöhungen ca. 3,7 m im Bereich der Versickerungsfläche
- Insgesamt ca. 983 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m
- Abnahme der Aufhöhungsfläche gegenüber Prognose-Variante 2 Zeitpunkt August ca. 33 %

- Vergleich Prognose-**Variante 1** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.13**)

GW-Leiter: **AQ6**, Betrachtungszeitpunkt: **August**

- Maximum der Aufhöhungen ca. 0,53 m nordöstlich des Versickerungsbeckens
- Insgesamt ca. 2.265 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m

- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.14**)

GW-Leiter: **AQ6**, Betrachtungszeitpunkt: **August**

- Zusätzliche Aufhöhung zu Variante 1 aufgrund der Versickerung von 0,2 Mio. m³ im Zeitraum von Oktober bis Januar mit Maximum der Aufhöhung ca. 0,6 m im Bereich der Versickerungsfläche
- Insgesamt ca. 3.973 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m
- Zunahme der Aufhöhungsfläche gegenüber Prognose-Variante 1 ca. 71 %

- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (keine Darstellung)

GW-Leiter: **AQ6**, Betrachtungszeitpunkt: **Februar**

- Keine wesentlichen Aufhöhungen



Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen und deren Veränderungen

- Vergleich Prognose-**Variante 1** mit Ausgangs-Variante (Abbildung 138 - Abbildung 140; Lage Beobachtungspunkte in Abbildung 127)
 - Zunahme der Differenzen mit Beginn der Grundwasserentnahmen im April / Mai in der Ausgangs-Variante
 - Maximum mit nachfolgender Abnahme der Differenzen durch Verringerung bzw. Deaktivierung der Grundwasserentnahmen im Oktober (ca. 0,2 m in Abbildung 138, ca. 0,23 m in Abbildung 139 und ca. 0,17 m in Abbildung 140)
 - nur sehr geringfügige Beeinflussungen durch die substituierten Grundwasserentnahmen in den dargestellten Ganglinien erkennbar
 - Entsprechend einer sehr geringfügigen Verminderung der Grundwasserflurabstände
 - An den Beobachtungspunkten sind keine Vernässungen an der Geländeoberfläche zu erwarten
- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (Abbildung 138 - Abbildung 140; Lage Beobachtungspunkte in Abbildung 127)
 - Zunahme der Differenzen mit Beginn der Versickerung im Oktober
 - Differenzen zum Ende der Versickerung zum Zeitpunkt Februar (ca. 3,27 m in Abbildung 138, 0,35 m in Abbildung 139 und ca. 0,2 m in Abbildung 140)
 - nur sehr geringfügige Beeinflussungen durch die substituierten Grundwasserentnahmen in den dargestellten Ganglinien erkennbar
 - Entsprechend eine sehr geringfügige Verminderung der Grundwasserflurabstände
 - An den Beobachtungspunkten sind keine Vernässungen an der Geländeoberfläche zu erwarten

Ganglinien der Basisabflüsse in benachbarten Gewässern und deren Veränderungen (Bilanzbereich siehe Abbildung 137)

- Vergleich Prognose-**Variante 1** mit Ausgangs-Variante (Abbildung 141)
 - Ganzjährige Zunahme des Basisabflusses zwischen ca. 7.500 m³/Monat und ca. 18.800 m³/Monat, im Mittel um 10.900 m³/Monat
 - Zunahme des jährlichen Basisabflusses um insgesamt ca. 131.000 m³/a, entsprechend einer Zunahme des Gesamt-Basisabflusses um 1,5%
 - Die Zunahme entspricht ca. 28 % der substituierten Grundwasserentnahmen
- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (Abbildung 141)



- Ganzjährige Zunahme des Basisabflusses zwischen ca. 9.900 m³/Monat und ca. 21.300 m³/Monat, im Mittel um 13.800 m³/Monat
- Zunahme des jährlichen Basisabflusses um insgesamt ca. 165.500 m³/a, entsprechend einer Zunahme des Gesamt-Basisabflusses um 1,8%
- Die Zunahme entspricht ca. 25 % der substituierten Grundwasserentnahmen und zusätzlicher Grundwasseranreicherung

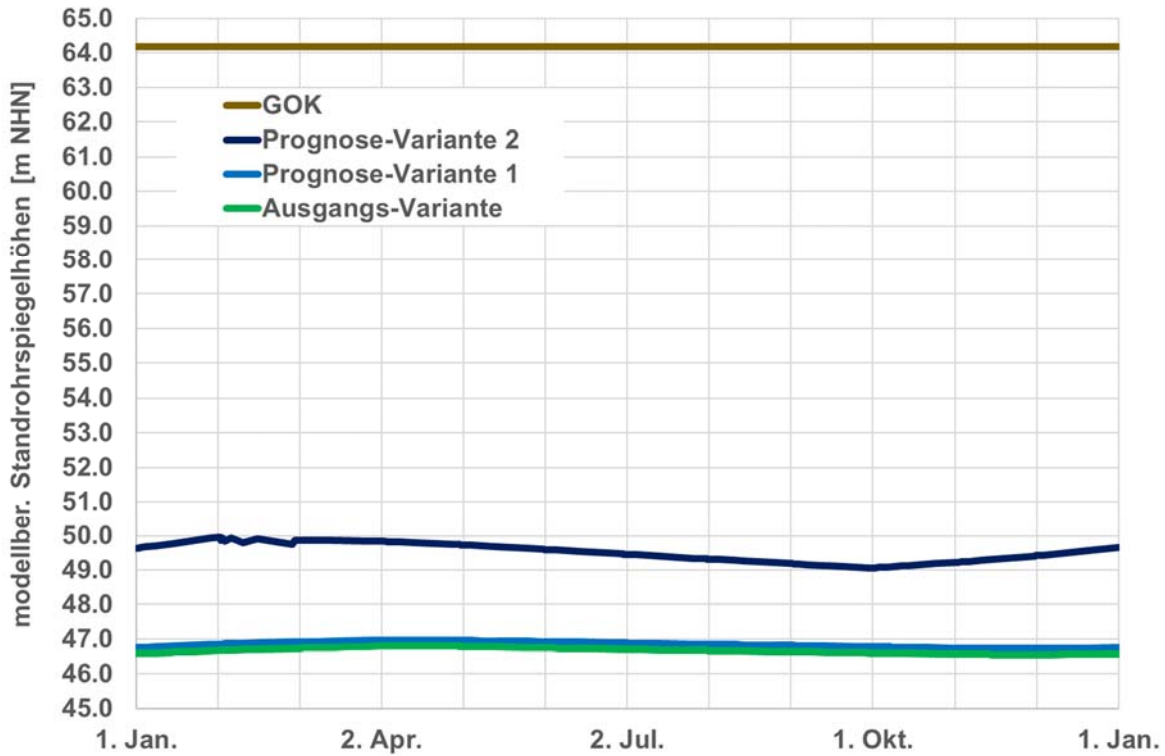


Abbildung 138: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

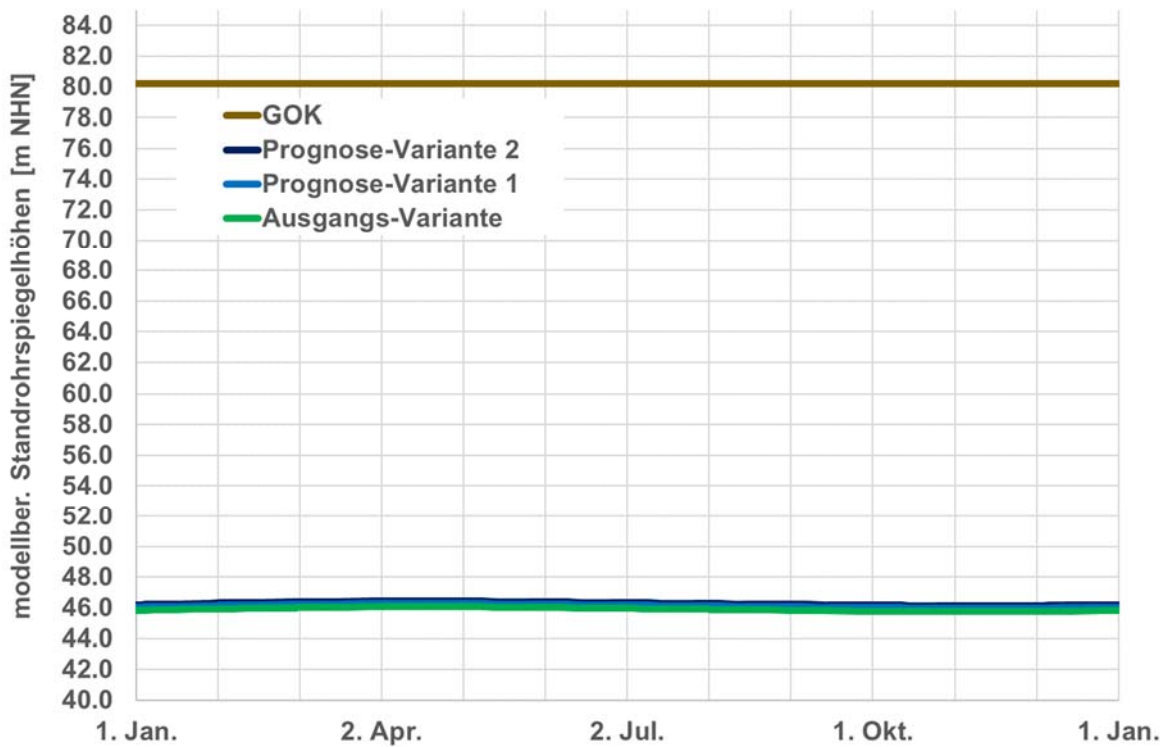


Abbildung 139: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

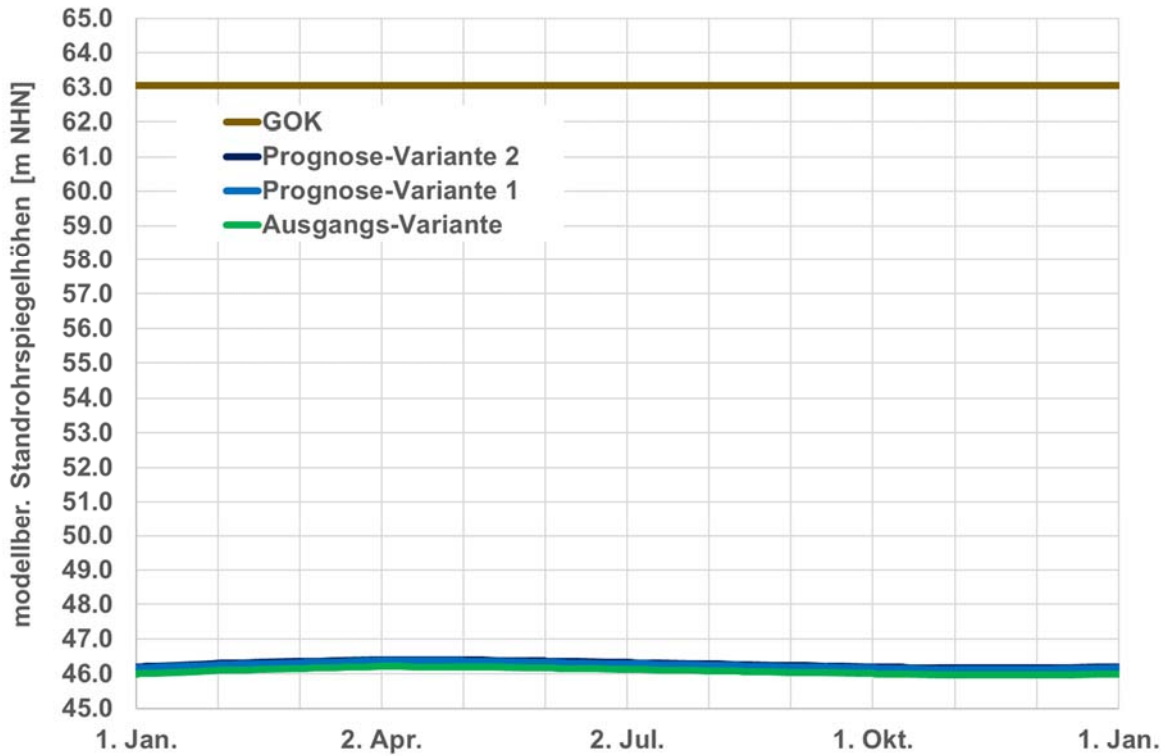


Abbildung 140: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 3 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

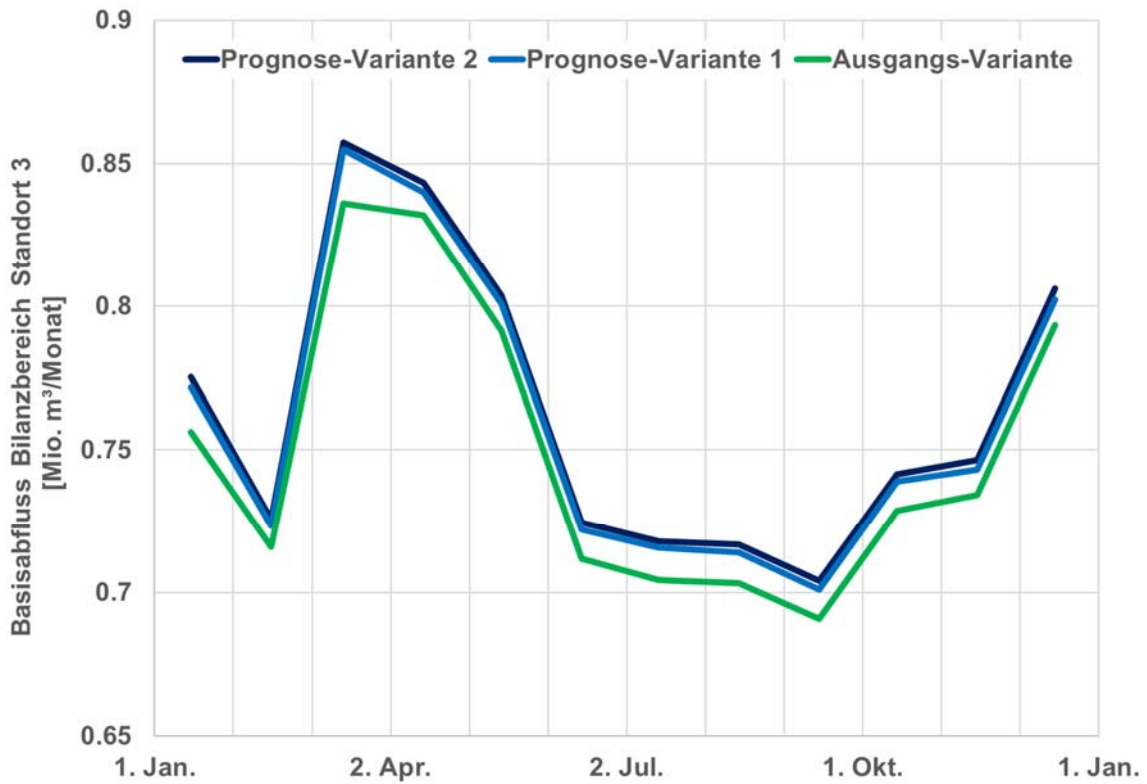


Abbildung 141: modellberechneter Basisabfluss für den Bilanzbereich am Standort 3, Prognose-Variante 2 (dunkelblau), Prognose-Variante 1 (blau) und Ausgangs-Variante (grün)



Standort 4 Oetzendorf (LK Uelzen)

Das geplante Speicherbecken am Standort 4 liegt südöstlich der Ortslage von Klein Hesebeck, zwischen Klein Hesebeck und Oetzendorf (vgl. Abbildung 142). Die dazugehörige geplante Versickerungsfläche liegt ca. 0,3 km nordöstlich des geplanten Speicherbeckens. Es wurde eine Versickerungsfläche von ca. 23,6 ha angenommen. Der Bilanzbereich des Basisabflusses umfasst den Röbbelbach bis zur Mündung in die Ilmenau mit allen Zuflüssen.

Das Speicherbecken ist für ein Volumen von 500.000 m³ ausgelegt. Diese Wassermenge reicht aus, um die Jahresentnahmen von 28 Grundwasserentnahmen zu substituieren. Die Jahressumme dieser 28 Grundwasserentnahmen beträgt ca. 0,5 m³/a, sodass die verfügbare Wassermenge des Speicherbeckens im Rahmen der Untersuchungen zu ca. 100 % ausgeschöpft wird. Bei den Entnahmen handelt es sich um 27 Entnahmen zur landwirtschaftlichen Feldberegnung und eine Brauchwasserentnahme.

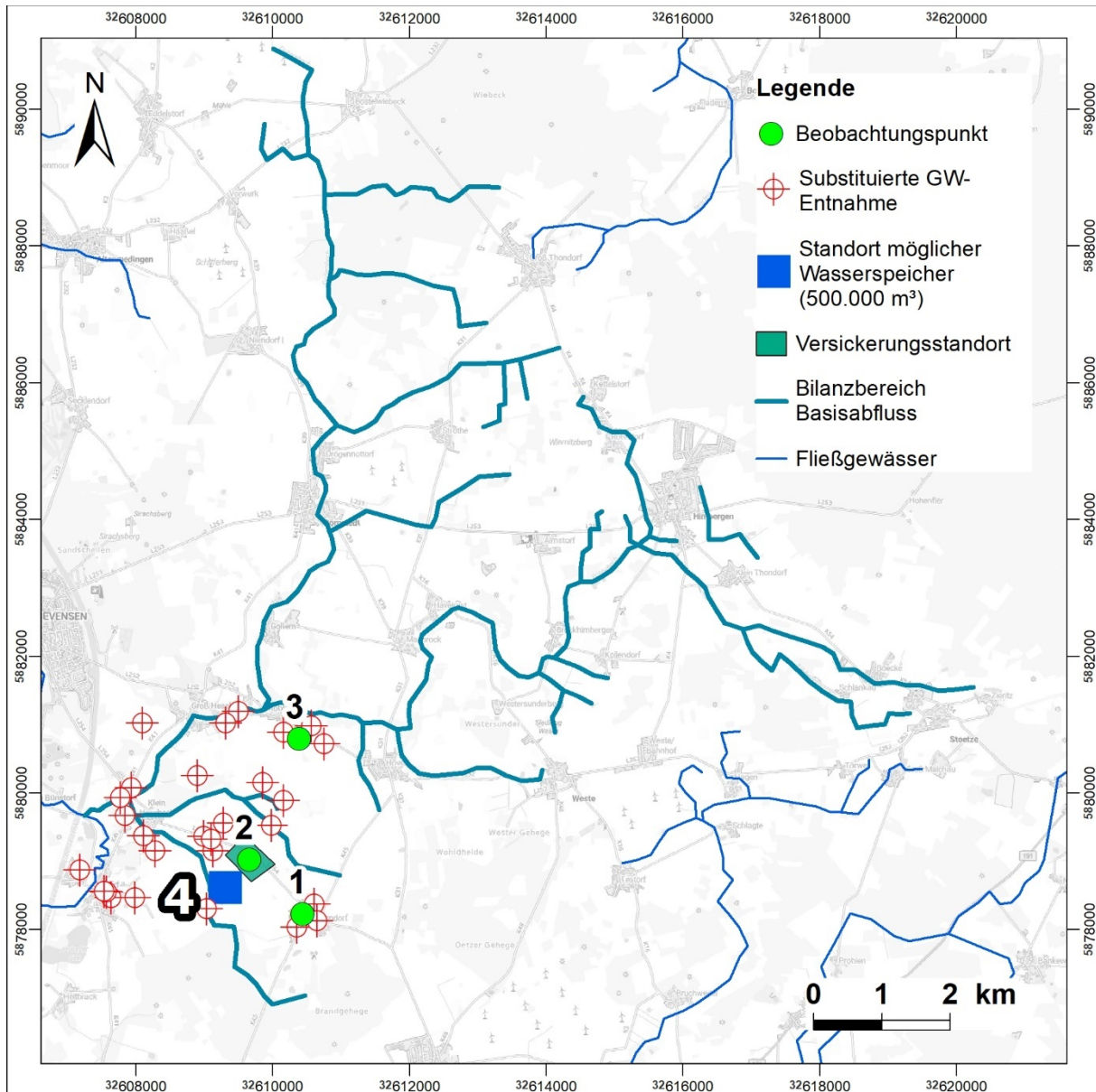


Abbildung 142: Lage des Speicherbeckens, der Versickerungsfläche, der substituierten Grundwasserentnahmen und des Bilanzbereichs des Basisabflusses am Standort 4

Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen und Basisabflüsse

Im Folgenden werden die wesentlichen Ergebnisse aus dem Vergleich der beiden Prognose-Varianten und der Ausgangs-Variante für den Standort 4 zusammengefasst. Bei den Veränderungen der Standrohrspiegelhöhen werden die Vergleiche zusätzlich differenziert nach den Betrachtungszeitpunkten August (Endphase der Beregnung) und Februar (seit mehreren Monaten keine Beregnung und Endphase der Versickerung in Variante 2) sowie nach den Grundwasserleiter AQ2 (oberflächennahe Grundwasserleiter) und AQ6 (tiefer Grundwasserleiter).

Flächenhafte Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen

- Vergleich Prognose-Variante 1 mit Ausgangs-Variante (Anlage 9.2.6.15)



GW-Leiter: **AQ2**, Betrachtungszeitpunkt: **August**

- Maximum der Aufhöhungen ca. 0,65 m südwestlich des Speicherbeckens
- Insgesamt ca. 481 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m

- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.16**)

GW-Leiter: **AQ2**, Betrachtungszeitpunkt: **August**

- Zusätzliche Aufhöhung zu Variante 1 aufgrund der Versickerung von 0,2 Mio. m³ im Zeitraum von Oktober bis Januar, Maximum der Aufhöhungen ca. 2,65 m im Bereich der Versickerungsfläche
- Insgesamt ca. 1.028 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m
- Zunahme der Aufhöhungsfläche gegenüber Prognose-Variante 1 ca. 114 %

- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.17**)

GW-Leiter: **AQ2**, Betrachtungszeitpunkt: **Februar**

- Aufhöhung aufgrund der Versickerung von 0,2 Mio. m³ im Zeitraum von Oktober bis Januar, Maximum der Aufhöhungen ca. 4,1 m im Bereich der Versickerungsfläche
- Insgesamt ca. 908 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m
- Abnahme der Aufhöhungsfläche gegenüber Prognose-Variante 2 Zeitpunkt August ca. 12 %

- Vergleich Prognose-**Variante 1** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.18**)

GW-Leiter: **AQ6**, Betrachtungszeitpunkt: **August**

- Aufhöhungen nur lokal vorhanden, Maximum der Aufhöhungen ca. 0,5 m nördlich des Versickerungsbeckens
- Insgesamt ca. 110 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m

- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.19**)

GW-Leiter: **AQ6**, Betrachtungszeitpunkt: **August**

- Zusätzliche Aufhöhung zu Variante 1 aufgrund der Versickerung von 0,2 Mio. m³ im Zeitraum von Oktober bis Januar mit Maximum der Aufhöhung ca. 0,26 m im Bereich der Versickerungsfläche
- Insgesamt ca. 1.685 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m
- Zunahme der Aufhöhungsfläche gegenüber Prognose-Variante 1 ca. 1.430 %

- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (keine Darstellung)

GW-Leiter: **AQ6**, Betrachtungszeitpunkt: **Februar**

- keine wesentlichen Aufhöhungen vorhanden



Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen und deren Veränderungen

- Vergleich Prognose-**Variante 1** mit Ausgangs-Variante (Abbildung 143 - Abbildung 145; Lage Beobachtungspunkte in Abbildung 142)
 - Zunahme der Differenzen mit Beginn der Grundwasserentnahmen im April / Mai in der Ausgangs-Variante
 - Maximum mit nachfolgender Abnahme der Differenzen durch Verringerung bzw. Deaktivierung der Grundwasserentnahmen im August (ca. 0,27 m in Abbildung 145) und Oktober (ca. 0,31 m in Abbildung 143 und ca. 0,24 m in Abbildung 144)
 - Nur sehr geringfügige Beeinflussungen durch die substituierten Grundwasserentnahmen in den dargestellten Ganglinien vorhanden
 - Entsprechend nur sehr geringfügige Verminderung der Grundwasserflurabstände
 - An den Beobachtungspunkten sind keine Vernässungen an der Geländeoberfläche zu erwarten
- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (Abbildung 143 - Abbildung 145; Lage Beobachtungspunkte in Abbildung 142)
 - Zunahme der Differenzen mit Beginn der Versickerung im Oktober
 - Differenzen zum Ende der Versickerung zum Zeitpunkt Februar ca. 0,57 m in Abbildung 143, ca. 3,4 m in Abbildung 144 und ca. 0,13 m in Abbildung 145
 - Aufgrund der förderbedingten Absenkungen in den Sommermonaten in der Ausgangs-Variante ergibt sich das Maximum der Differenzen von ca. 0,3 m Anfang August (Abbildung 145)
 - Entsprechende geringfügige Verminderung der Grundwasserflurabstände
 - An den Beobachtungspunkten sind keine Vernässungen an der Geländeoberfläche zu erwarten

Ganglinien der Basisabflüsse in benachbarten Gewässern und deren Veränderungen (Bilanzbereich siehe Abbildung 142)

- Vergleich Prognose-**Variante 1** mit Ausgangs-Variante (Abbildung 146)
 - Ganzjährige Zunahme des Basisabflusses zwischen ca. 6.600 m³/Monat und ca. 18.900 m³/Monat, im Mittel um 12.800 m³/Monat
 - Zunahme des jährlichen Basisabflusses um insgesamt ca. 153.900 m³/a, entsprechend einer Zunahme des Gesamt-Basisabflusses um 1,7%
 - Die Zunahme entspricht ca. 31 % der substituierten Grundwasserentnahmen
- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (Abbildung 146)



- Ganzjährige Zunahme des Basisabflusses zwischen ca. 8.600 m³/Monat und ca. 21.100 m³/Monat, im Mittel um 15.200 m³/Monat
- Zunahme des jährlichen Basisabflusses um insgesamt ca. 182.600 m³/a, entsprechend einer Zunahme des Gesamt-Basisabflusses um 2,0%
- Die Zunahme entspricht ca. 30 % der substituierten Grundwasserentnahmen und zusätzlicher Grundwasseranreicherung

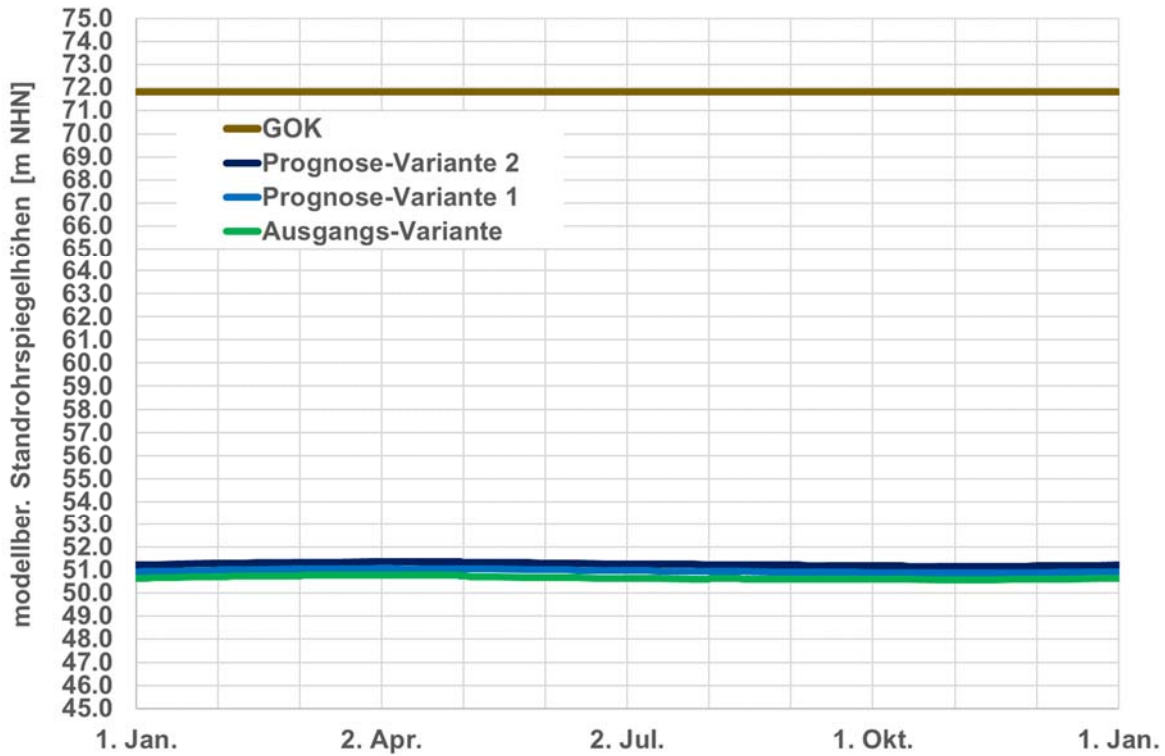


Abbildung 143: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

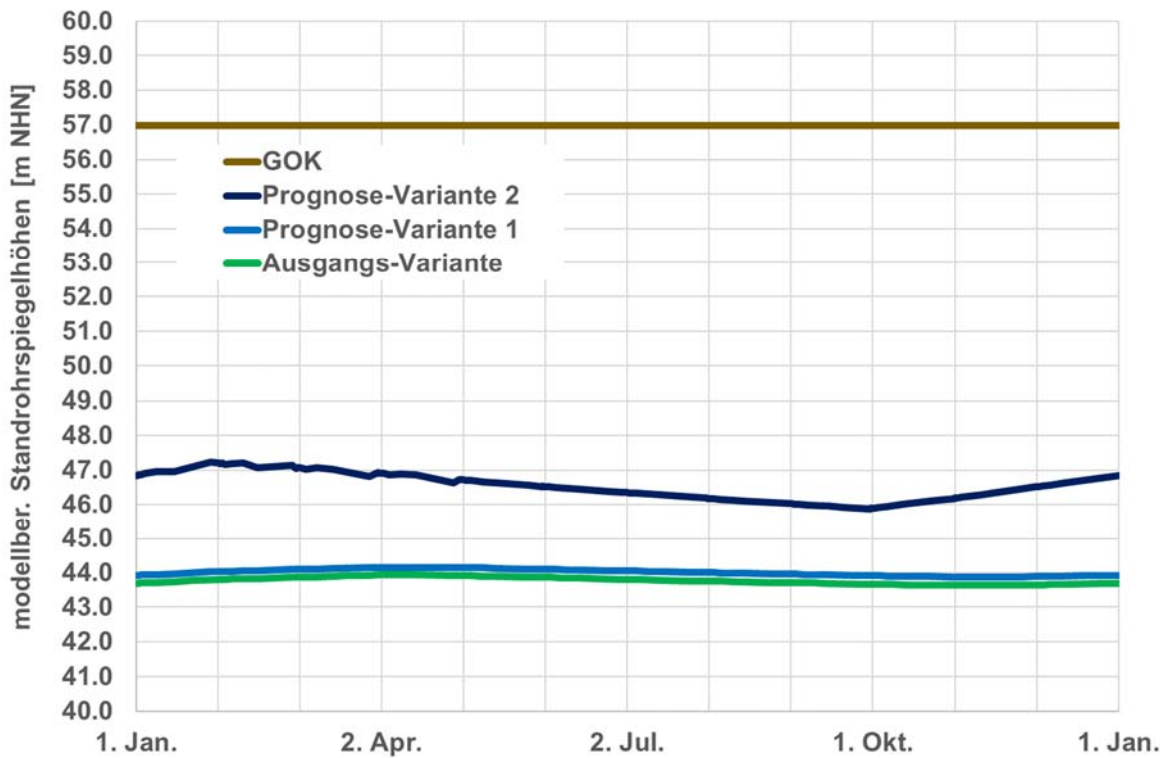


Abbildung 144: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

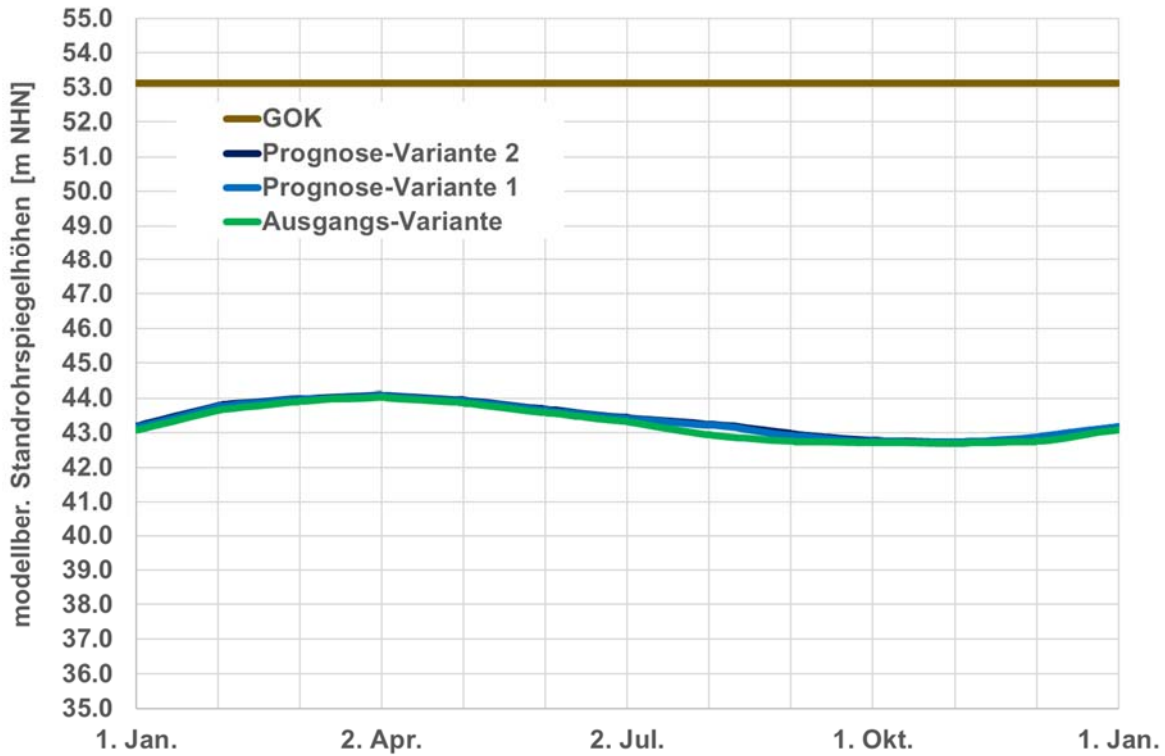


Abbildung 145: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 3 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

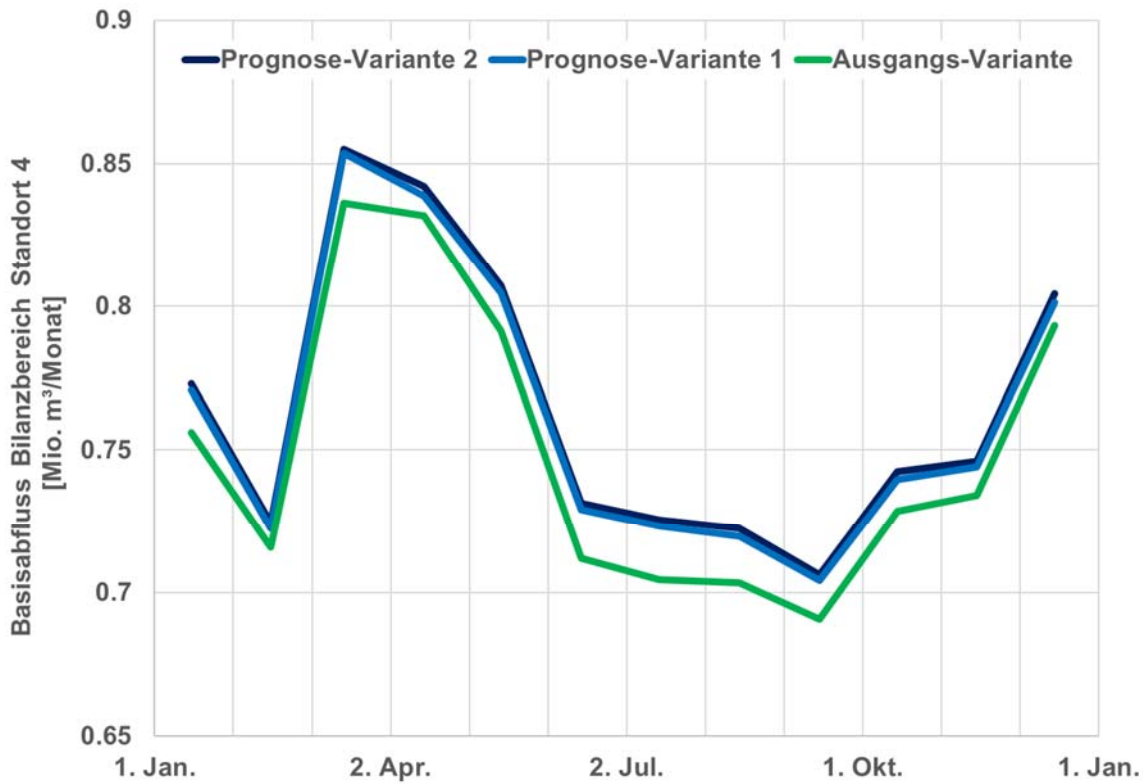


Abbildung 146: modellberechneter Basisabfluss für den Bilanzbereich am Standort 4, Prognose-Variante 2 (dunkelblau), Prognose-Variante 1 (blau) und Ausgangs-Variante (grün)



Standort 5 Stadensen (LK Uelzen)

Das geplante Speicherbecken am Standort 5 liegt nordöstlich der Ortslage von Stadensen, zwischen Stadensen und Nettelkamp (Abbildung 147). Die dazugehörige geplante Versickerungsfläche liegt ca. 1,8 km südöstlich des geplanten Speicherbeckens. Es wurde eine Versickerungsfläche von ca. 11,5 ha angenommen. Der Bilanzbereich des Basisabflusses umfasst den Wrestedter Bach bis zum Pegel des NLWKN mit allen Zuflüssen.

Das Speicherbecken ist für ein Volumen von 500.000 m³ ausgelegt. Diese Wassermenge reicht aus, um die Jahresentnahmen von 28 Grundwasserentnahmen zu substituieren. Die Jahressumme dieser 28 Grundwasserentnahmen beträgt ca. 0,5 m³/a, sodass die verfügbare Wassermenge des Speicherbeckens im Rahmen der Untersuchungen zu ca. 100 % ausgeschöpft wird. Bei den Entnahmen handelt es sich um 28 Entnahmen zur landwirtschaftlichen Feldberegnung.

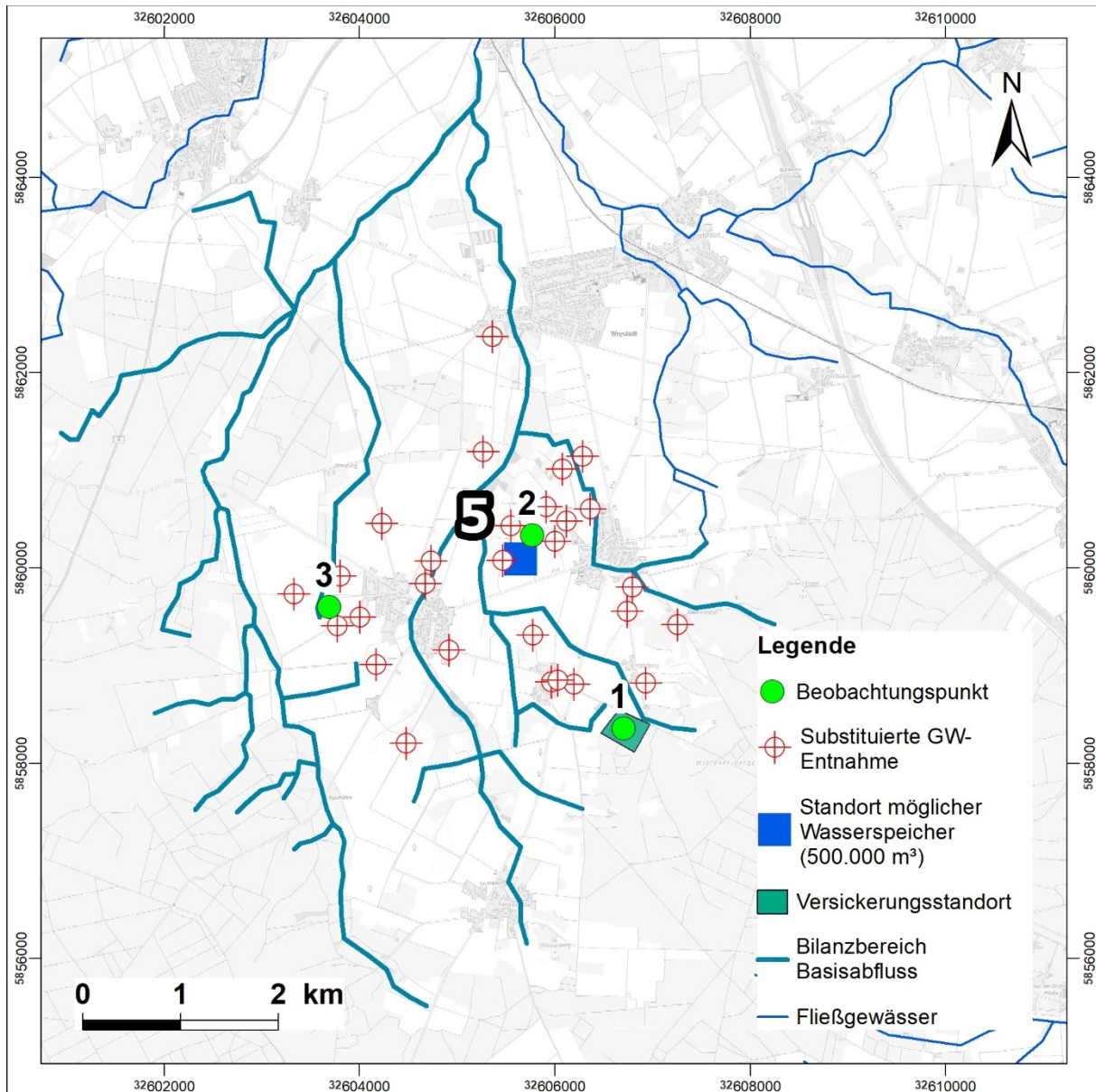


Abbildung 147: Lage des Speicherbeckens, der Versickerungsfläche und der substituierten Grundwasserentnahmen am Standort 5

Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen und Basisabflüsse

Im Folgenden werden die wesentlichen Ergebnisse aus dem Vergleich der beiden Prognose-Varianten und der Ausgangs-Variante für den Standort 5 zusammengefasst. Bei den Veränderungen der Standrohrspiegelhöhen werden die Vergleiche zusätzlich differenziert nach den Betrachtungszeitpunkten August (Endphase der Beregnung) und Februar (seit mehreren Monaten keine Beregnung und Endphase der Versickerung in Variante 2) sowie nach den Grundwasserleiter AQ2 (oberflächennahe Grundwasserleiter) und AQ6 (tiefer Grundwasserleiter).

Flächenhafte Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen

- Vergleich Prognose-Variante 1 mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.20**)



GW-Leiter: **AQ2**, Betrachtungszeitpunkt: **August**

- Maximum der Aufhöhungen ca. 1,7 m westlich des Speicherbeckens
- Insgesamt ca. 218 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m

- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.21**)

GW-Leiter: **AQ2**, Betrachtungszeitpunkt: **August**

- Zusätzliche Aufhöhung zu Variante 1 aufgrund der Versickerung von 0,2 Mio. m³ im Zeitraum von Oktober bis Januar, Maximum der Aufhöhungen ca. 1,1 m im Bereich der Versickerungsfläche
- Insgesamt ca. 1.138 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m
- Zunahme der Aufhöhungsfläche gegenüber Prognose-Variante 1 ca. 442 %

- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.21**)

GW-Leiter: **AQ2**, Betrachtungszeitpunkt: **Februar**

- Aufhöhung aufgrund der Versickerung von 0,2 Mio. m³ im Zeitraum von Oktober bis Januar, Maximum der Aufhöhungen ca. 4,5 m im Bereich der Versickerungsfläche
- Insgesamt ca. 840 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m
- Abnahme der Aufhöhungsfläche gegenüber Prognose-Variante 2, Zeitpunkt August ca. 26 %

- Vergleich Prognose-**Variante 1** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.23**)

GW-Leiter: **AQ6**, Betrachtungszeitpunkt: **August**

- Maximum der Aufhöhungen ca. 0,9 m südlich des Speicherbeckens
- Insgesamt ca. 1.150 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m

- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.24**)

GW-Leiter: **AQ6**, Betrachtungszeitpunkt: **August**

- Zusätzliche Aufhöhung zu Variante 1 aufgrund der Versickerung von 0,2 Mio. m³ im Zeitraum von Oktober bis Januar mit Maximum der Aufhöhung ca. 1,1 m im Bereich westlich der Versickerungsfläche
- Insgesamt ca. 2.097 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m
- Zunahme der Aufhöhungsfläche gegenüber Prognose-Variante 1 ca. 81 %

- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.25**)

GW-Leiter: **AQ6**, Betrachtungszeitpunkt: **Februar**

- Aufhöhung aufgrund der Versickerung von 0,2 Mio. m³ im Zeitraum von Oktober bis Januar mit Maximum der Aufhöhungen ca. 0,6 m im Bereich der Versickerungsfläche



- Insgesamt ca. 814 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m
- Abnahme der Aufhöhungsfläche gegenüber Zeitpunkt August ca. 61 %

Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen und deren Veränderungen

- Vergleich Prognose-**Variante 1** mit Ausgangs-Variante (Abbildung 148 - Abbildung 150; Lage Beobachtungspunkte in Abbildung 147)
 - Zunahme der Differenzen mit Beginn der Grundwasserentnahmen im April / Mai in der Ausgangs-Variante
 - Maximum mit nachfolgender Abnahme der Differenzen durch Verringerung bzw. Deaktivierung der Grundwasserentnahmen zw. September (ca. 0,25 m in Abbildung 149 und ca. 0,4 m in Abbildung 150) und Oktober (ca. 0,16 m in Abbildung 148)
 - Entsprechende geringfügige Verminderung der Grundwasserflurabstände
 - An den Beobachtungspunkten sind keine Vernässungen an der Geländeoberfläche zu erwarten
- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (Abbildung 148 - Abbildung 150; Lage Beobachtungspunkte in Abbildung 147)
 - Zunahme der Differenzen mit Beginn der Versickerung im Oktober
 - Differenzen zum Ende der Versickerung zum Zeitpunkt Februar (ca. 4,5 m in Abbildung 148, ca. 0,15 m in Abbildung 149 und 0,15 m in Abbildung 150)
 - Aufgrund der förderbedingten Absenkungen in den Sommermonaten in der Ausgangs-Variante ergibt sich Anfang September das Maximum der Differenzen von ca. 0,31 m in Abbildung 149 und von ca. 0,4 in Abbildung 150
 - Entsprechende geringfügige Verminderung der Grundwasserflurabstände
 - An den Beobachtungspunkten sind keine Vernässungen an der Geländeoberfläche zu erwarten

Ganglinien der Basisabflüsse in benachbarten Gewässern und deren Veränderungen (Bilanzbereich in Abbildung 147)

- Vergleich Prognose-**Variante 1** mit Ausgangs-Variante (Abbildung 151)
 - Ganzjährige Zunahme des Basisabflusses zwischen ca. 11.700 m³/Monat und ca. 55.700 m³/Monat, im Mittel um 33.900 m³/Monat
 - Zunahme des jährlichen Basisabflusses um insgesamt ca. 407.400 m³/a, entsprechend einer Zunahme des Gesamt-Basisabflusses um 3,7%
 - Die Zunahme entspricht ca. 82 % der substituierten Grundwasserentnahmen
- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (Abbildung 151)



Integriertes Wasserversorgungs- und Wassermengen - Managementkonzept

- Ganzjährige Zunahme des Basisabflusses zwischen ca. 23.200 m³/Monat und ca. 67.900 m³/Monat, im Mittel um 44.600 m³/Monat
- Zunahme des jährlichen Basisabflusses um insgesamt ca. 535.400 m³/a, entsprechend einer Zunahme des Gesamt-Basisabflusses um 4,9%
- Die Zunahme entspricht ca. 86 % der substituierten Grundwasserentnahmen und zusätzlicher Grundwasseranreicherung

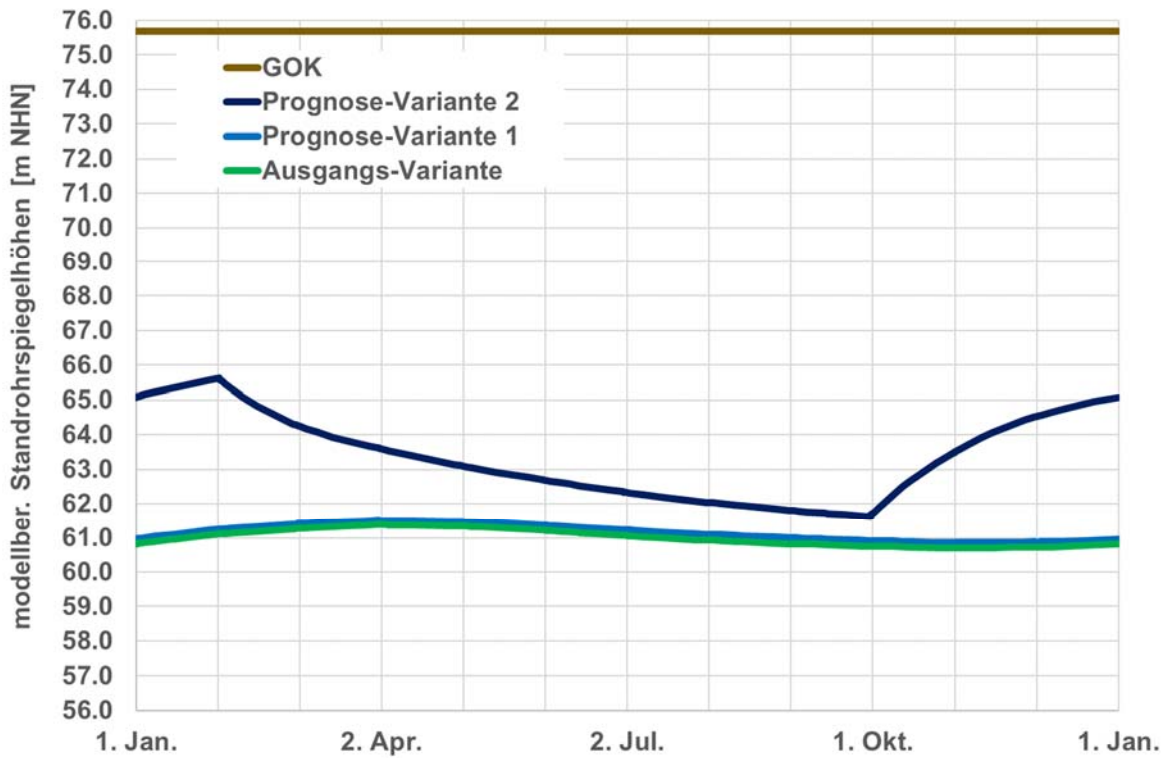


Abbildung 148: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

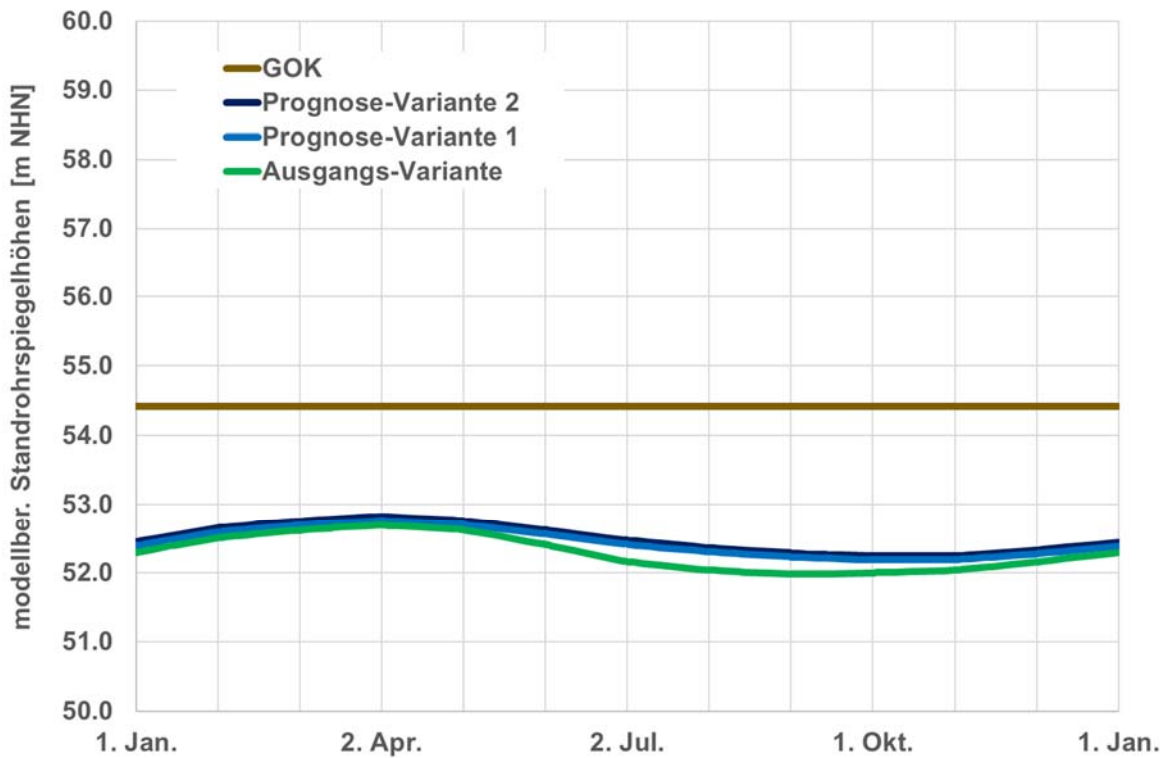


Abbildung 149: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

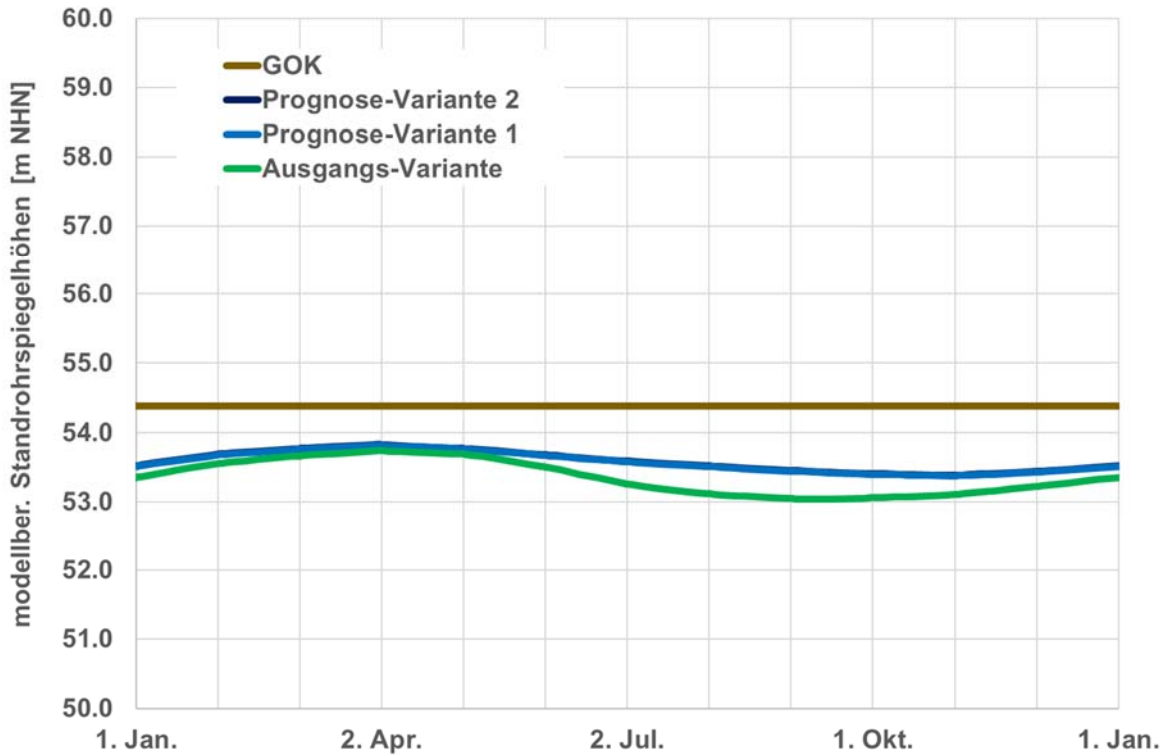


Abbildung 150: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 3 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

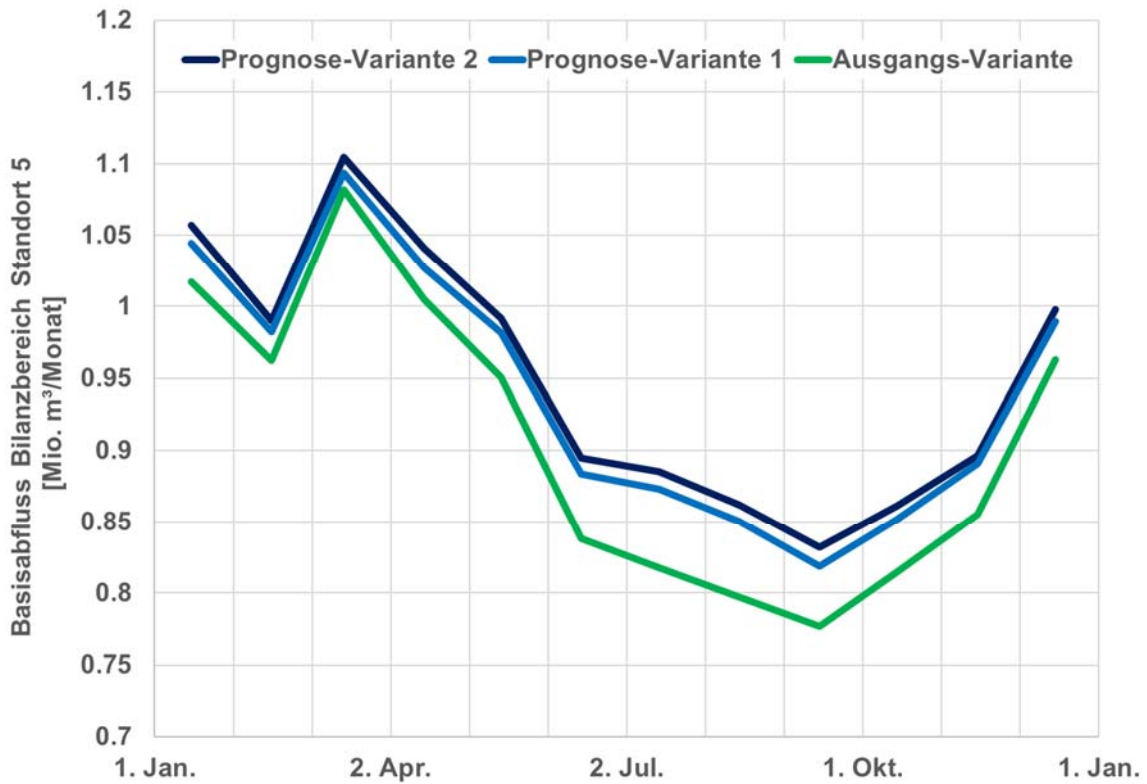


Abbildung 151: modellberechneter Basisabfluss im Bilanzbereich am Standort 5, Prognose-Variante 2 (dunkelblau), Prognose-Variante 1 (blau) und Ausgangs-Variante (grün)



Standort 6 Gavendorf (LK Uelzen)

Das geplante Speicherbecken am Standort 6 liegt nordöstlich der Ortslage von Gavendorf, zwischen Gavendorf und Wellendorf (Abbildung 152). Die dazugehörige geplante Versickerungsfläche liegt ca. 1,7 km südöstlich des geplanten Speicherbeckens. Es wurde eine Versickerungsfläche von ca. 15,8 ha angenommen. Der Bilanzbereich des Basisabflusses umfasst die Esterau bis zur Ortschaft Emern mit allen Zuflüssen.

Das Speicherbecken ist für ein Volumen von 500.000 m³ ausgelegt. Diese Wassermenge reicht aus, um die Jahresentnahmen von 28 Grundwasserentnahmen zu substituieren. Die Jahressumme dieser 20 Grundwasserentnahmen beträgt ca. 0,49 m³/a, sodass die verfügbare Wassermenge des Speicherbeckens im Rahmen der Untersuchungen zu ca. 98 % ausgeschöpft wird. Bei den Entnahmen handelt es sich um 19 Entnahmen zur landwirtschaftlichen Feldberegnung und eine Brauchwasserentnahme.

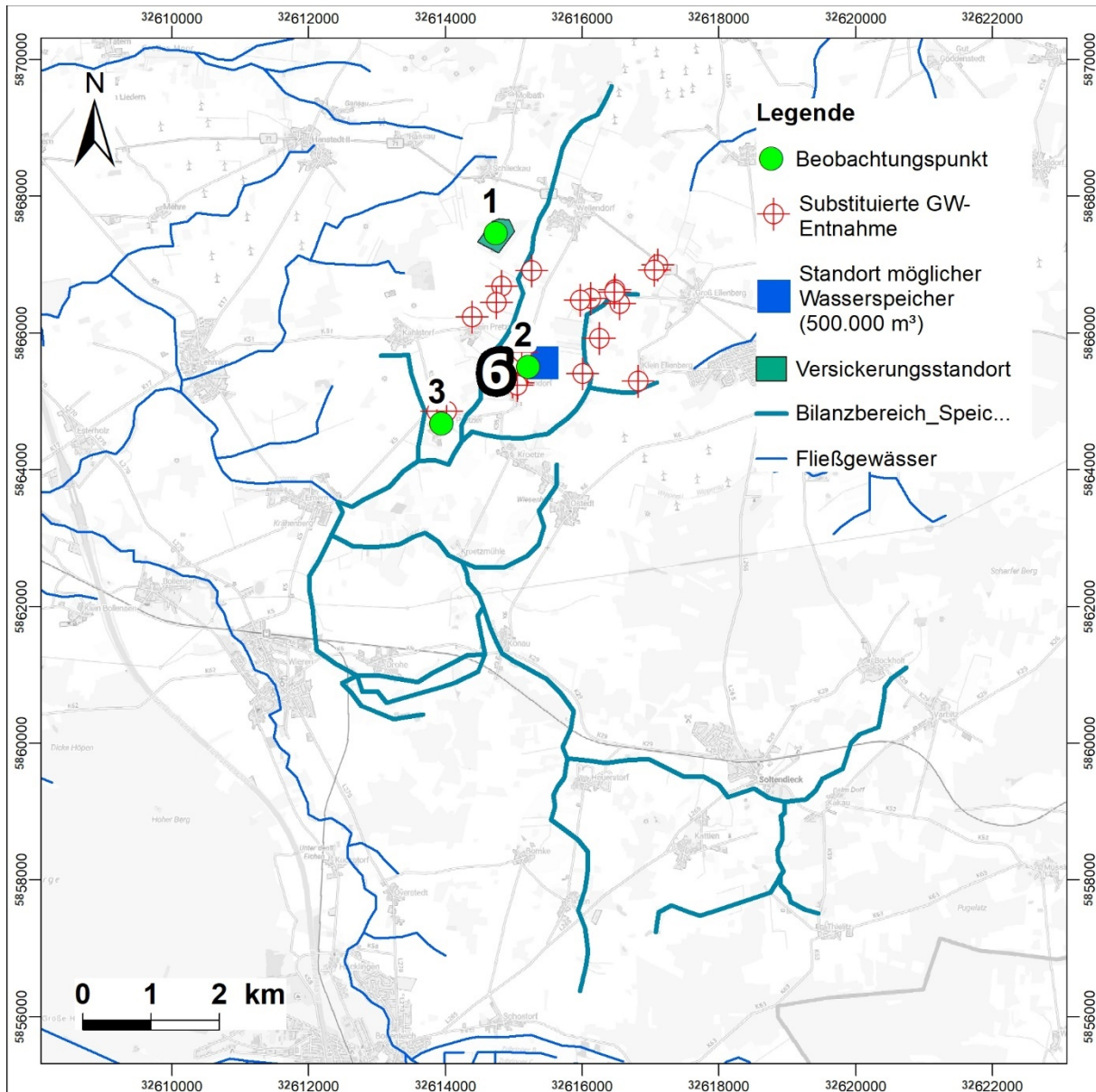


Abbildung 152: Lage des Speicherbeckens, der Versickerungsfläche und der substituierten Grundwasserentnahmen am Standort 6

Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen und Basisabflüsse

Im Folgenden werden die wesentlichen Ergebnisse aus dem Vergleich der beiden Prognose-Varianten und der Ausgangs-Variante für den Standort 6 zusammengefasst. Bei den Veränderungen der Standrohrspiegelhöhen werden die Vergleiche zusätzlich differenziert nach den Betrachtungszeitpunkten August (Endphase der Beregnung) und Februar (seit mehreren Monaten keine Beregnung und Endphase der Versickerung in Variante 2) sowie nach den Grundwasserleiter AQ2 (oberflächennahe Grundwasserleiter) und AQ6 (tiefer Grundwasserleiter).

Flächenhafte Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen

- Vergleich Prognose-Variante 1 mit Ausgangs-Variante (Anlage 9.2.6.26)



GW-Leiter: **AQ2**, Betrachtungszeitpunkt: **August**

- Maximum der Aufhöhungen ca. 1,75 m nordwestlich des Speicherbeckens
- Insgesamt ca. 413 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m

- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.27**)

GW-Leiter: **AQ2**, Betrachtungszeitpunkt: **August**

- Zusätzliche Aufhöhung zu Variante 1 aufgrund der Versickerung von 0,2 Mio. m³ im Zeitraum von Oktober bis Januar, Maximum der Aufhöhungen ca. 1,9 m im Bereich der Versickerungsfläche
- Insgesamt ca. 805 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m
- Zunahme der Aufhöhungsfläche gegenüber Prognose-Variante 1 ca. 95 %

- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.28**)

GW-Leiter: **AQ2**, Betrachtungszeitpunkt: **Februar**

- Aufhöhung aufgrund der Versickerung von 0,2 Mio. m³ im Zeitraum von Oktober bis Januar, Maximum der Aufhöhungen ca. 2,3 m im Bereich der Versickerungsfläche
- Insgesamt ca. 599 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m
- Abnahme der Aufhöhungsfläche gegenüber Prognose-Variante 2, Zeitpunkt August ca. 26 %

- Vergleich Prognose-**Variante 1** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.29**)

GW-Leiter: **AQ6**, Betrachtungszeitpunkt: **August**

- Maximum der Aufhöhungen ca. 4,5 m nordwestlich des Speicherbeckens
- Insgesamt ca. 1.705 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m

- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.30**)

GW-Leiter: **AQ6**, Betrachtungszeitpunkt: **August**

- Zusätzliche Aufhöhung zu Variante 1 aufgrund der Versickerung von 0,2 Mio. m³ im Zeitraum von Oktober bis Januar mit Maximum der Aufhöhung ca. 4,6 m im Bereich der Versickerungsfläche
- Insgesamt ca. 2.161 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m
- Zunahme der Aufhöhungsfläche gegenüber Prognose-Variante 1 ca. 27 %

- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (**Anlage 9.2.6.31**)

GW-Leiter: **AQ6**, Betrachtungszeitpunkt: **Februar**

- Aufhöhung aufgrund der Versickerung von 0,2 Mio. m³ im Zeitraum von Oktober bis Januar mit Maximum der Aufhöhungen ca. 0,7 m im Bereich der Versickerungsfläche



- Insgesamt ca. 627 ha Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m
- Abnahme der Aufhöhungsfläche gegenüber Zeitpunkt August ca. 71 %

Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen und deren Veränderungen

- Vergleich Prognose-**Variante 1** mit Ausgangs-Variante ((Abbildung 153 - Abbildung 155; Lage Beobachtungspunkte in Abbildung 152)
 - Zunahme der Differenzen mit Beginn der Grundwasserentnahmen im April / Mai in der Ausgangs-Variante
 - Maximum mit nachfolgender Abnahme der Differenzen durch Verringerung bzw. Deaktivierung der Grundwasserentnahmen im Oktober (ca. 0,24 m in Abbildung 153, ca. 0,32 m in Abbildung 154 und ca. 0,16 m in Abbildung 155)
 - Keine wesentlichen Beeinflussungen der dargestellten Ganglinien durch die substituierten Grundwasserentnahmen
 - Entsprechend nur sehr geringfügige Verminderung der Grundwasserflurabstände
 - An den Beobachtungspunkten sind keine Vernässungen an der Geländeoberfläche zu erwarten
- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (Abbildung 153 - Abbildung 155; Lage Beobachtungspunkte in Abbildung 152)
 - Zunahme der Differenzen mit Beginn der Versickerung im Oktober
 - Differenzen zum Ende der Versickerung zum Zeitpunkt Februar (ca. 1,82 m in Abbildung 153, ca. 0,31 m in Abbildung 154 und ca. 0,15 m in Abbildung 155)
 - Entsprechend nur geringfügige Verminderung der Grundwasserflurabstände
 - An den Beobachtungspunkten sind keine Vernässungen an der Geländeoberfläche zu erwarten

Ganglinien der Basisabflüsse in benachbarten Gewässern und deren Veränderungen (Bilanzbereich siehe Abbildung 152)

- Vergleich Prognose-**Variante 1** mit Ausgangs-Variante (Abbildung 156)
 - Ganzjährige Zunahme des Basisabflusses zwischen ca. 16.900 m³/Monat und ca. 39.800 m³/Monat, im Mittel um 29.800 m³/Monat
 - Zunahme des jährlichen Basisabflusses um insgesamt ca. 358.000 m³/a, entsprechend einer Zunahme des Gesamt-Basisabflusses um 5,6%
 - Die Zunahme entspricht ca. 73 % der substituierten Grundwasserentnahmen
- Vergleich Prognose-**Variante 2** mit Ausgangs-Variante (Abbildung 156)



Integriertes Wasserversorgungs- und Wassermengen - Managementkonzept

- Ganzjährige Zunahme des Basisabflusses zwischen ca. 30.000 m³/Monat und ca. 51.900 m³/Monat, im Mittel um 42.400 m³/Monat
- Zunahme des jährlichen Basisabflusses um insgesamt ca. 509.100 m³/a, entsprechend einer Zunahme des Gesamt-Basisabflusses um 8,0%
- Die Zunahme entspricht ca. 74 % der substituierten Grundwasserentnahmen und zusätzlicher Grundwasseranreicherung

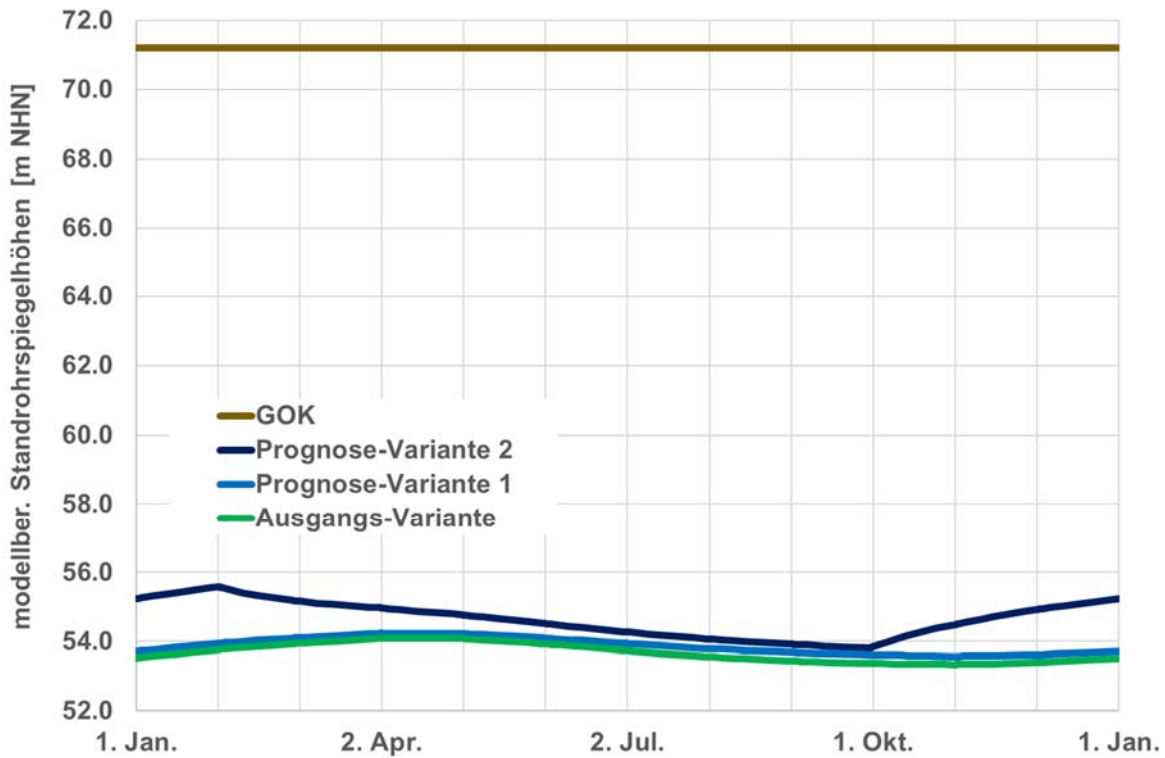


Abbildung 153: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

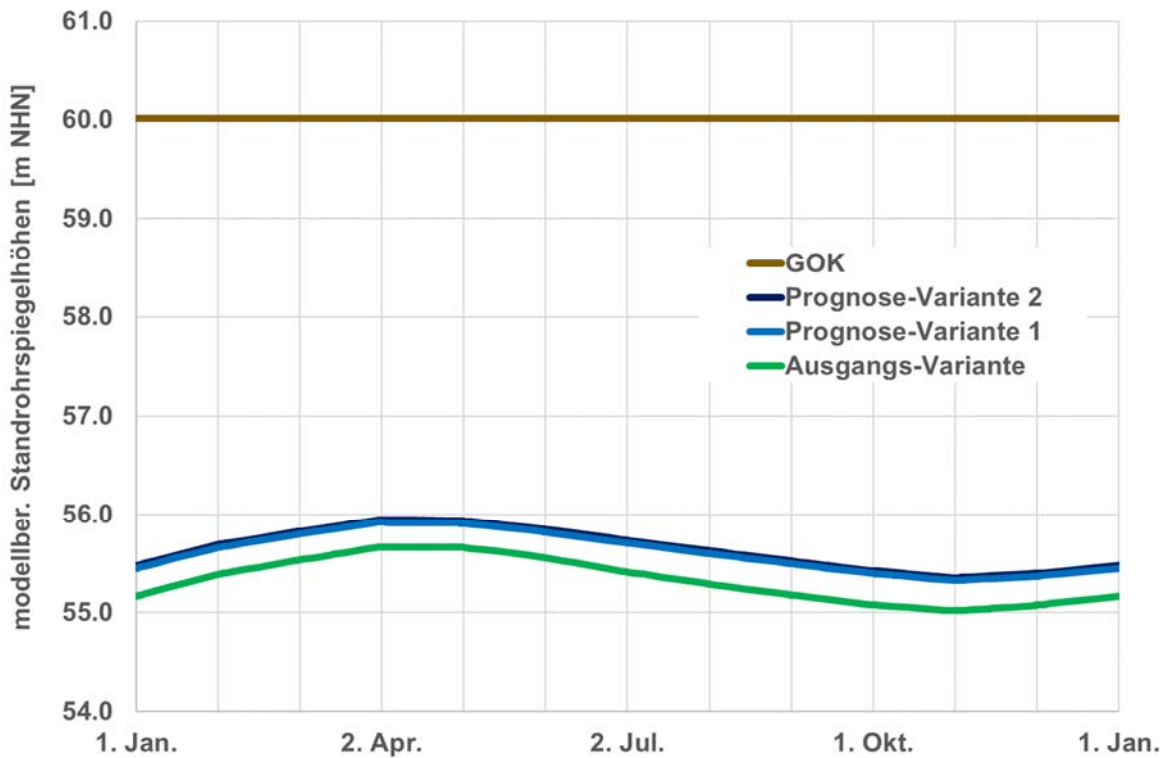


Abbildung 154: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

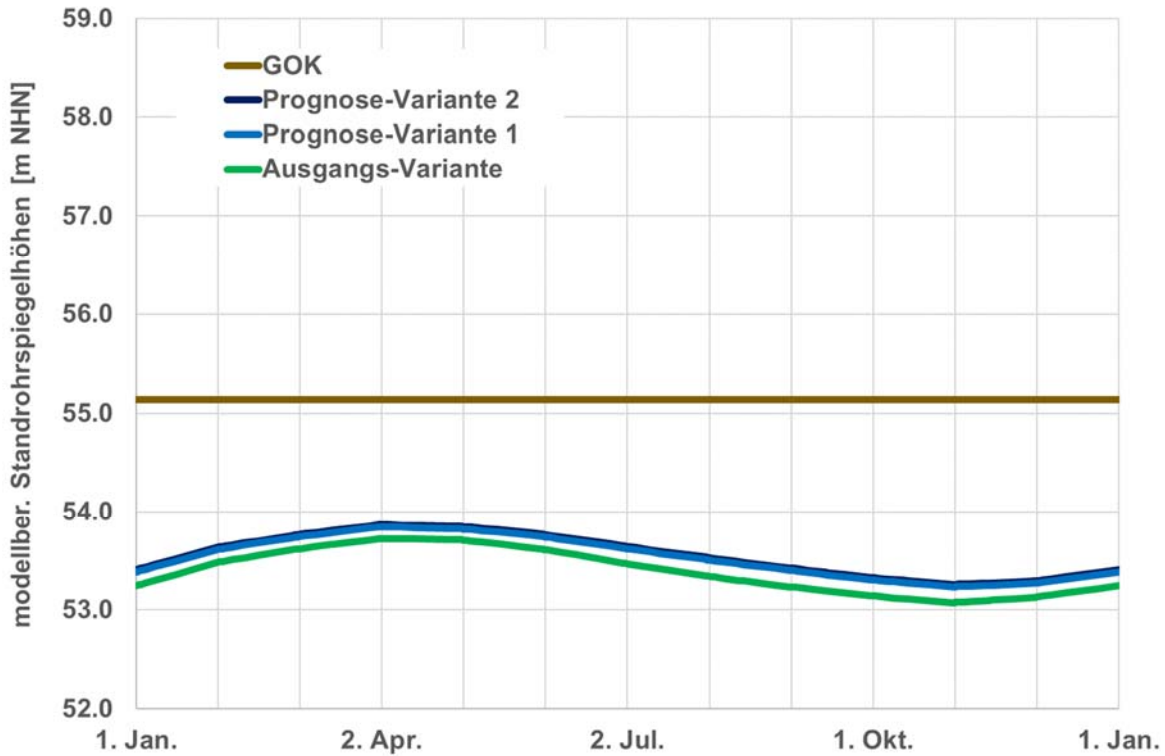


Abbildung 155: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 3 für die Prognose-Variante 2 (dunkelblau), die Prognose-Variante 1 (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

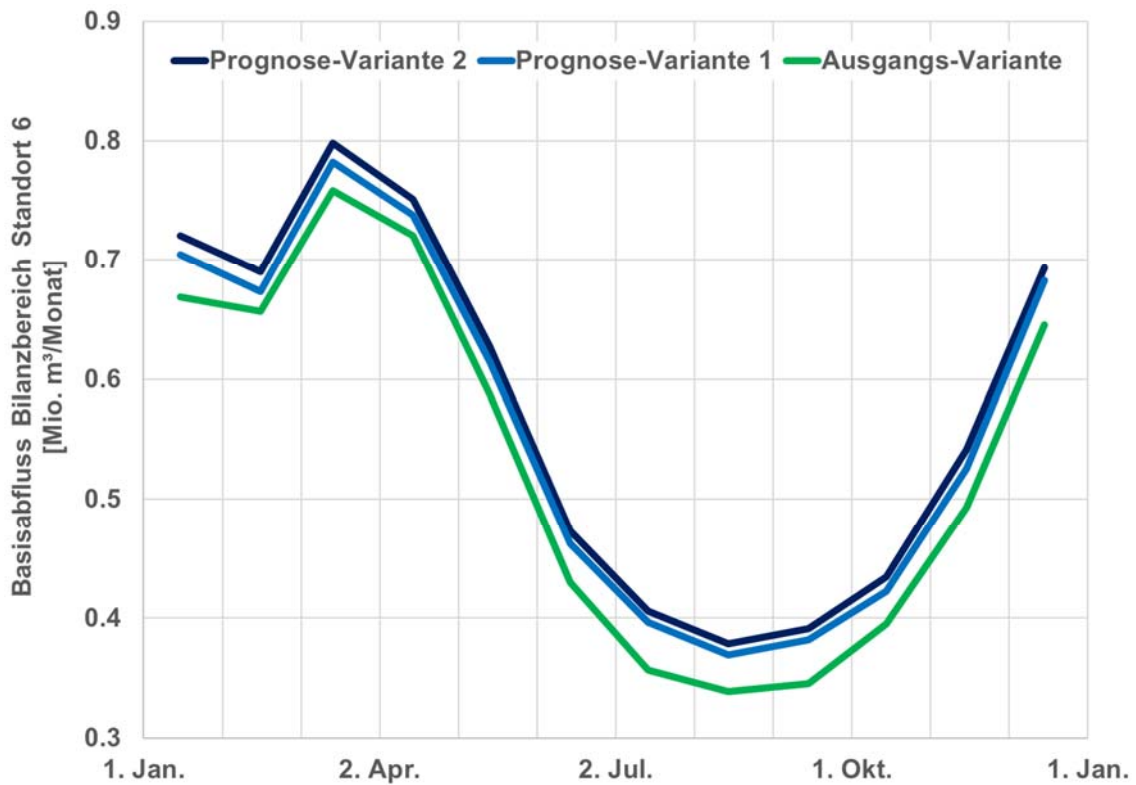


Abbildung 156: modellberechneter Basisabfluss im Bilanzbereich Standort 6, Prognose-Variante 2 (dunkelblau), Prognose-Variante 1 (blau) und Ausgangs-Variante (grün)



Zusammenfassung

Die Umsetzung der Maßnahme in der **Prognose-Variante 1** führt entsprechend der Entnahmemenge der berücksichtigten Brunnen zu einer Substitution von ca. 2,92 Mio. m³/a Grundwasser. Diese Substitution führt zu einer Erhöhung der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter sowie dem Hauptentnahmehorizont. Daraus ergibt sich ebenfalls eine Erhöhung des Basisabflusses an umliegenden Fließgewässern. In Summe über die an den sechs untersuchten Standorten bilanzierten Fließgewässerabschnitte ergibt sich ein zusätzlicher Basis-Abfluss von ca. 1,95 Mio. m³/a.

In der **Prognose-Variante 2** wurden, ergänzend zur Substitution der Grundwasserentnahmen, oberflächennahe Versickerungen von Wasser in Höhe von 1,2 Mio. m³/a zur Anreicherung im Grundwasserkörper untersucht. Hieraus ergibt sich eine weitere Anhebung der Standrohrspiegelhöhen, welche sich auf die Standorte der Versickerungsflächen fokussieren, gleichzeitig auch eine flächenhafte Wirkung aufweisen. Bedingt durch diese zusätzliche Anhebung ergibt sich eine weitere Erhöhung der Basisabflüsse an den umliegenden Fließgewässern. In Summe über die an den sechs untersuchten Standorten bilanzierten Fließgewässerabschnitte ergibt sich ein Wert von ca. 2,56 Mio. m³/a.

In Summe konnten durch die untersuchten Maßnahmen an den sechs Standorten rd. 4,12 Mio. m³/a (2,92 + 1,2 Mio. m³) an Grundwasserentnahmen eingespart und durch die Einsparung und die zusätzliche Versickerung 1,52 Mio. m³ im Grundwasserkörper angereichert werden.

Zur Umsetzung der Maßnahmen bedarf es der Errichtung der notwendigen Infrastruktur. Hierbei handelt es sich um die Errichtung von Transportleitungen vom ESK zu den sechs Standorten der Speicherbecken sowie lokal von den Speicherbecken zu den Grundwasserentnahmen. Zusätzlich ergibt sich ein Flächenbedarf für die Errichtung der Speicherbecken und die Versickerungsflächen. Vor Ort ergibt sich weiterhin der Bedarf einer Steuerung zur Verteilung des Wassers.

Aufgrund der mehrheitlichen Nutzung des Wassers zur Substituierung von Grundwasserentnahmen zur Feldberegnung ist die Umsetzung der Maßnahme durch lokale Beregnungsverbände denkbar. Der Dachverband Feldberegnung Lüneburg kann bei der Beantragung der Entnahmen unterstützen.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden an insgesamt sechs Standorten durchgeführt. Sofern regelmäßig zusätzliches Überschusswasser aus dem ESK zur Verfügung steht, ist die Überprüfung und ggf. Umsetzung der Maßnahme an weiteren Standorten denkbar.

9.2.7 Der ESK als Speicherlösung – die Bewirtschaftungslamellen und / oder der Bau zusätzlicher Umfahrungen

Um mögliche Wassermengen und Potenziale - wie zum Beispiel die Entlastungsmengen in den Sommermonaten für eine zeitversetzte Entnahme zur Feldberegnung - zu nutzen, scheint auch der Kanal selbst als Zwischenspeicher in Betracht zu kommen. Allerdings sind Bewirtschaftungslamellen, die sehr enge Vorgaben zur Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs festlegen, ein wesentlicher Faktor, der die Nutzung des ESK als Zwischenspeicher einschränkt.

Tabelle 43 zeigt die möglichen Speicherkapazitäten des ESK je Haltung, wobei (A) die Untere Haltung, (B) die Mittlere Haltung und (C) die Scheitelhaltung repräsentiert. Diese Kapazitäten wurden im Rahmen von Untersuchungen zur Nutzung des ESK als Pumpspeicher ermittelt.

Tabelle 43: Theoretische Speichervolumina im Elbe-Seitenkanal (Degenhart et al., 2015, S. 16)

Speichervolumina [nur Elbe-Seitenkanal]				
	[Einheit]	(A)	(B)	(C)
Breite	[m]	53		
Nutzbare Länge ESK	[km]	Elbe	45,272	60,615
Nutzbare Lamelle ESK	[cm]		25	20
Volumina Lamelle (5 cm)	[m ³]		119.970,80	160.629,75
Volumina Lamelle (10 cm)	[m ³]		239.941,60	321.259,50
Volumina Lamelle (15 cm)	[m ³]		359.912,40	481.889,25
Volumina Lamelle (20 cm)	[m ³]		479.883,20	642.519,00
Volumina Lamelle (25 cm)	[m ³]		599.854,00	– ^a

^a Im Oberbecken beträgt die Bewirtschaftungslamelle 20 cm.

Selbst die komplette Ausnutzung der Bewirtschaftungslamelle der Mittleren Haltung von 25 cm unter theoretischer Missachtung der vorab erläuterten Wasserspiegelschwankungen durch Niederschlag, Verdunstung, Schleusungsvorgänge und Pumpbetrieb beinhaltet für die Mittlere Haltung nur ein Speichervolumen von ca. 600.000 m³. Eine realistischere zeitweise Ausreizung der Bewirtschaftungslamellen von bis zu 10 cm beinhaltet ein wesentlich geringeres Speichervolumen von ca. 240.000 m³. In dieser Betrachtung werden zudem alle administrativen und rechtlichen Aspekte, die mit einer Nutzung der Lamellen verbunden wären, außer Acht gelassen.

Im Rahmen des Projektes IWAMAKO wurde betrachtet, ob es im Zuge von geplanten Grundinstandsetzungen des ESK möglich wäre, Umfahrungen zur Durchgängigkeit der Schifffahrt zu erbauen, welche anschließend als Speicher genutzt werden könnten. Damit könnte ein gemeinsamer Nutzen sowohl für die Schifffahrt als auch für die Landwirtschaft erreicht werden. Dafür wurden exemplarisch fünf verschiedene Varianten mit unterschiedlich langen Strecken zur Umfahrung an einer Kanalbrücke des ESK



untersucht. Dabei zeigte sich, dass selbst bei den beiden als „günstigste“ einzuschätzende Varianten das Investitionsvolumen in keinem Verhältnis zum möglichen Speichervolumen steht. Dies trifft auch unter Einbeziehung der Durchgängigkeit der Schifffahrt während der Bauwerksinspektionen oder der Grundinstandsetzungen an den Kanalbrücken zu. In Tabelle 44 sind die Ergebnisse dieser Berechnungen dargestellt.

Tabelle 44: Ergebnisse der Variantenuntersuchungen zur Nutzung von ESK-Umfahrungen als Speicher. (INBW, Jassen)

Neubau im Begegnungsverkehr als Orientierungswert				Bruttokosten/ km		68,53 Mio €	
<small>(Gemäß Längenverhältnis Twentekanal 5/6 und Saalekanal 1/6, 75% Zuschlag: Projektidee bzw. nur Vorplanung)</small>							
Neubau im Richtungsverkehr als Orientierungswert				Bruttokosten/ km		49,19 Mio €	
<small>(Stichkanal Hildesheim 1/3 weil nur Ausbau und Elbeu 2/3, kein Zuschlag: planfestgestellt bzw. abgerechnet)</small>							
Variante	Name	Lage	Länge	Begegnungsverkehr		Richtungsverkehr	
				Bruttokosten	Speichervolumen	Bruttokosten	Speichervolumen
1	Extrem	West	21 km	1.439,21 Mio €	3,78 Mio m ³	1.033,07 Mio €	2,55 Mio m ³
2	Groß	West	7,25 km	496,87 Mio €	1,31 Mio m ³	356,66 Mio €	0,88 Mio m ³
3	Klein	West	2,75 km	188,47 Mio €	0,50 Mio m ³	135,28 Mio €	0,33 Mio m ³
4	Groß	Ost	7,5 km	514,00 Mio €	1,35 Mio m ³	368,95 Mio €	0,91 Mio m ³
5	Klein	Ost	3 km	205,60 Mio €	0,54 Mio m ³	147,58 Mio €	0,36 Mio m ³

Zusammenfassend ist festzustellen, dass der Kanal aus technischen und rechtlichen Gründen nicht als Speicher geeignet ist.

9.3 Kläranlagen, Nutzung des Klarwassers

(Nienstedt / Bruns, CAH; Bohny / Röttcher, INBW; Bock, KV)

9.3.1 Kläranlagen und eingeleitete Wassermengen

In diesem Kapitel erfolgt eine Analyse zu den potenziellen Auswirkungen, die sich mit der Substitution von Grundwasser durch Klarwasser aus Kläranlagen ergeben. Das Projektgebiet umfasst 17 Kläranlagen (Tabelle 45) mit einer jährlichen Einleitung im Jahr 2022 von insgesamt etwa 19 Mio. m³ Wasser in die Gewässer des Projektgebietes. Dieses Wasser fließt größtenteils ungenutzt über die Gewässer ab. Eine sinnvolle Nutzung dieses Wassers könnte einen erheblichen Anteil des zukünftigen Wasserbedarfs im Projektgebiet decken. Allerdings fehlt dieses Wasser dann in den weiteren Gewässerläufen, diese beiden Aspekte sind gegeneinander abzuwägen.



Tabelle 45: Kläranlagen und Anschlusswerte im Projektgebiet

Land- kreis	Anlagenart	Anlage	Jahres- menge m ³ (2022)	Einwohnerwerte EW	Bemerkung
Lüneburg	Kommunale Kläranlage	KA Stadt Lüneburg	8.867.740	>100.000 EW	
Lüneburg	Kommunale Kläranlage	KA Neetze	211.282	5.050 EW	
Lüneburg	Kommunale Kläranlage	KA Zeetze	140.444	4.000 EW	
Lüneburg	Kommunale Kläranlage	KA Dahlenburg	402.280	17.700 EW	
Lüneburg	Kommunale Kläranlage	KA Bleckede	355.536	9.400 EW	
Lüneburg	Kommunale Kläranlage	KA Amelinghausen	378.600	8.300 EW	
Lüneburg	Kommunale Kläranlage	Zentraldeponie Bardowick (Sickerwasser)	25.353		
Lüneburg	Kühlwasser	Molda/Döhler Dahlenburg GmbH	1.000.000		Erlaubnismenge
Uelzen	Kommunale Kläranlage	KA Uelzen	3.779.021	80.208 EW	
Uelzen	Kommunale Kläranlage	KA Wrestedt	497.362	9.700 EW	
Uelzen	Kommunale Kläranlage	KA Rosche	284.912	6.273 EW	... wird bereits versickert
Uelzen	Kommunale Kläranlage	KA Medingen	967.636	21.021 EW	
Uelzen	Kommunale Kläranlage	KA Havekost			seit Mai 2021 an Medingen angeschlossen
Uelzen	Kommunale Kläranlage	KA Emmerndorf			seit 01.09.2013 an Medingen angeschlossen
Uelzen	Kommunale Kläranlage	KA Bostelwiebek	8.431	49 EW	
Uelzen	Kommunale Kläranlage	KA Bienenbüttel	260.823	6.962 EW	
Uelzen	Kommunale Kläranlage	KA Suderburg	286.430	7.426 EW	
Uelzen	Kommunale Kläranlage	KA Eimke	42.975	1.022 EW	
Uelzen	Kommunale Kläranlage	KA Gerdau			seit 04.12.2019 an Uelzen angeschlossen
Uelzen	Kommunale Kläranlage	KA Ebstorf	448.749	7.323 EW	
Gifhorn	Kommunale Kläranlage	KA Bokel	16.540		

Es ist jedoch zu bedenken, wie auch in Kapitel 7.10.2 „Anforderungen zur Qualität an Bewässerungswasser“ erläutert, dass das Klarwasser bestimmte qualitative Mindestanforderungen erfüllen muss, um als Ressource im Bereich Versickerung und Bewässerung genutzt werden zu können. Hierbei ist die Ausstattung der Kläranlagen mit einer vierten Reinigungsstufe unabdingbar, um eine ausreichende Entfernung von Spurenstoffen und die Desinfektion des Klarwassers zu gewährleisten. Ab 2035 ist diese Reinigungsstufe für alle Kläranlagen mit einem Anschlusswert von über 100.000 Einwohnern/Einwohnergleichwerten verpflichtend, was im Projektgebiet ausschließlich auf die Kläranlage Lüneburg



zutritt. Ab 2040 gilt diese Verpflichtung auch für Kläranlagen mit mehr als 10.000 Einwohnern/Einwohnergleichwerte, was im Projektgebiet lediglich auf die Kläranlagen Uelzen, Medingen und Dahlenburg zutrifft. Für kleinere Anlagen, bei denen die vierte Reinigungsstufe derzeit nicht verpflichtend vorgesehen ist, wird allerdings auch im Hinblick auf die Vorsorgepflicht des Bundes-Bodenschutzgesetzes, zur Nutzung des Klarwassers, eine vierte Reinigungsstufe erforderlich sein. Mit Blick auf die Transportwege kann es auch sinnvoll sein, kleinere Kläranlagen zu einem früheren Zeitpunkt mit einer weitergehenden Abwasserreinigung zu versehen, wenn dadurch Transportwege zu Versickerungs- oder Beregnungsgebieten verkürzt werden können.

Insgesamt ist zu beachten, dass es bisher in Deutschland nur wenige Kläranlagen mit einer 4. Reinigungsstufe und somit noch wenige Erfahrung zur erreichbaren Wasserqualität gibt. Um Risiken für die Landwirtschaft auszuschließen können über die 4. Reinigungsstufe hinaus weitere Schritte notwendig sein. Auch Fragen zur Genehmigung solcher Anlagen und zum Einsatz dieses Wassers in der landwirtschaftlichen Feldberegnung sind noch nicht abschließend beantwortet. Im Rahmen des Projektes IwamaKo wurden insbesondere die wasserwirtschaftlichen und technischen Aspekte betrachtet.

Neben der direkten Verwendung des Klarwassers besteht eine alternative Möglichkeit darin, das Klarwasser zu versickern, um das Grundwasser anzureichern. Ein Vorteil dieses Ansatzes liegt in der zusätzlichen Reinigung durch den Bodenfilter, soweit die Versickerung zulässig ist, und soweit die Bodeneigenschaften eine Reinigung ermöglichen. Zudem ist weitere Infrastruktur zur Speicherung und Verteilung des Klarwassers nicht erforderlich, da es im Grundwasser gespeichert wird und bei Bedarf über zumindest teilweise bereits vorhandene Brunnen entnommen werden kann. Für die Implementierung dieses Ansatzes sind Untersuchungen nötig, um abzuschätzen, in welchem Maße lokal zusätzliches Grundwasser durch diesen Prozess generiert werden kann, und es bedarf der Klärung rechtlicher Aspekte bezüglich der Erlaubnis zur Versickerung des Wassers sowie zur Anrechnung der versickerten Wassermengen und der Berechtigung (wasserrechtliche Erlaubnis) zur Nutzung dieses zusätzlich generierten Wassers. Außerdem sind für die jeweiligen Standorte detaillierte Untersuchungen zur technischen Umsetzung der Verteilung des Versickerungswassers durchzuführen.

9.3.2 Simulationen zur Nutzung des Klarwassers für Versickerungen

Die Versickerung von Wasser wird als eine der wesentlichen Maßnahmen zur Anreicherung von Grundwasser betrachtet. Im Untersuchungsgebiet steht dabei Wasser aus verschiedenen Quellen zur Verfügung. Je nach Quelle bestehen Unterschiede in der Quantität und Qualität des zur Verfügung stehenden Wassers.



Als eine mögliche Quelle für Wasser zur Grundwasseranreicherung (Versickerung) sind im Untersuchungsgebiet insgesamt 17 Kläranlagen vorhanden (Tabelle 45), deren Klarwasser genutzt werden kann. Insgesamt sind im Jahr 2022 in diesen Kläranlagen Klarwassermengen zwischen 2.629 m³/a und 8.867.740 m³/a angefallenen.

Von diesen 17 Kläranlagen sind beispielhaft fünf Kläranlagen ausgewählt worden, deren Klarwasser im Rahmen von Untersuchungen mit dem Grundwassermodell oberflächennah versickert werden soll. Die Auswahl erfolgte nach Verfügbarkeit von Flächen mit einer sehr hohen Versickerungsfähigkeit (Kap. 9.1.1) in einem Radius von 5 km um die Kläranlagen, nach Menge des verfügbaren Klarwassers sowie anhand einer möglichst gleichmäßigen räumlichen Verteilung der Standorte im Untersuchungsgebiet. Die ausgewählten Kläranlagen mit den zugehörigen Klarwassermengen sind in Tabelle 46 aufgelistet.

Tabelle 46: Liste der fünf Standorte für die Modelluntersuchungen mit Menge an angefallendem Klarwasser im Jahr 2022

Kläranlage	Landkreis	verfügbare Menge an Klarwasser 2022 [Mio. m ³ /a]
Lüneburg	Lüneburg	8,87
Dahlenburg	Lüneburg	0,40
Amelinghausen	Lüneburg	0,38
Uelzen	Uelzen	3,78
Sudenburg	Uelzen	0,29
Summe		13,72

Im Rahmen der nachfolgenden Untersuchungen werden ausschließlich quantitative Aspekte betrachtet. Es wird davon ausgegangen, dass die Qualität des Wassers zur Versickerung geeignet ist. Für eine konkrete Umsetzung dieser Maßnahmen sind im Vorfeld Untersuchungen bezüglich qualitativer Aspekte der Nutzung bzw. Versickerung durchzuführen.

Untersuchungen mit dem numerischen Grundwassermodell

Zur Umsetzung im numerischen Grundwassermodell wurden Flächen zur oberflächennahen Versickerung des Klarwassers festgelegt. Die Festlegung der Standorte erfolgte nach den folgenden Kriterien:

- Sehr geeignete Versickerungsfähigkeit der Fläche
- Geringe Entfernung zum Standort der Kläranlage
- Flächennutzung vorzugsweise in Form von Wald



Im Grundwassermodell wurde das horizontale Diskretisierungsnetz im Bereich der gewählten Versickerungsflächen verfeinert. Die Versickerung erfolgt oberflächennah auf allen Modellknoten innerhalb der festgelegten Flächen. Die Jahresmengen werden auf alle Monate und Modellknoten innerhalb dieser Flächen gleich verteilt. Je Standort ergibt somit die Bilanzsumme aller Knoten über einen Monat ein Zwölftel der Gesamt-Jahresmenge. Sofern für eine Kläranlage mehrere Versickerungsflächen festgelegt wurden, sind die Mengen gleichmäßig auf die zugehörigen Flächen verteilt worden.

Ziel ist die Auswirkungen der Grundwasseranreicherungen auf die modellberechneten Standrohrspiegelhöhen in den Grundwasserleitern und die Basisabflüsse an nahegelegenen Fließgewässern zu quantifizieren. Dazu wurden mit dem numerischen Grundwassermodell zwei Varianten berechnet:

1. **Prognose-Variante:** In dieser Modellvariante werden die beschriebenen Maßnahmen zur Grundwasseranreicherung entsprechend der gemachten Annahmen umgesetzt
2. **Ausgangs-Variante:** In dieser Modellvariante sind keine Maßnahmen umgesetzt. Sie dient als Vergleichsvariante zur Berechnung der sich aus der Umsetzung der Maßnahmen ergebenden Differenzen

Nachfolgend erfolgt eine detaillierte Beschreibung der ausgewählten fünf Kläranlagen mit Klarwasserversickerung. Die sich ergebenden Auswirkungen werden je Standort anhand der Berechnung von flächenhaften Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen, des Vergleichs von Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen an definierten Beobachtungspunkten sowie der Basisabflüsse an nahegelegenen Fließgewässern quantifiziert.

Standort 1 KA Lüneburg (Stadt Lüneburg)

Der Standort der Kläranlage Lüneburg befindet sich im nördlichen Stadtgebiet von Lüneburg. Das Betriebsgelände liegt am östlichen Ufer der Ilmenau, kurz vor der Einmündung des Raderbachs (**Anlage 9.3.2.1**).

Die zur Grundwasseranreicherung festgelegte Versickerungsfläche befindet sich ca. 5 km südöstlich zwischen Lüneburg und Barendorf, östlich des ESK (**Anlage 9.3.2.1**). Für die Modelluntersuchung wurde die Versickerungsfläche mit einer Größe von ca. 115 ha angenommen. Der Standort umfasst nahezu ausschließlich Waldflächen, lediglich ein sehr geringer Anteil liegt im Bereich landwirtschaftlich genutzter Flächen.

Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen

Die Ergebnisse der Prognose-Variante zeigten vorab, dass eine Versickerung der gesamten nach



Tabelle 46 aufgeführten Mengen am gewählten Standort zu einer flächenhaften oberflächennahen Vernässung führt und daher nicht möglich ist. Aus diesem Grund ist im Laufe der Untersuchungen die verwendete Klarwassermenge bzw. die entsprechende Versickerungsrate sukzessive reduziert worden. Im Ergebnis ist für die weiteren Modelluntersuchungen eine Versickerungsrate von ca. 0,88 Mio. m³/a angesetzt worden. Dieser Wert entspricht 10 % des zur Verfügung stehenden Klarwassers. Die Ausweisung von weiteren potenziellen Flächen mit ausreichender Größe im Umkreis von 5 km von der Kläranlage zur Versickerung des übrigen zur Verfügung stehenden Klarwassers ist nicht möglich, da hierfür keine geeigneten hydrogeologischen Voraussetzungen bestehen. Für eine weitergehende Nutzung der Wassermengen zur Grundwasseranreicherung müssten Flächen/Standorte in größerer Entfernung zur Kläranlage der Stadt Lüneburg gesucht werden.

Bedingt durch die Versickerung von ca. 0,88 Mio. m³/a zeigen die modellberechneten Differenzen der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 eine Aufhöhung. Erwartungsgemäß ist sie im Nahbereich der Versickerungsfläche am größten. Der Wert beträgt hier ca. 8,3 m. Eine Wirkung ist aber auch über den Bereich der Versickerungsfläche hinaus erkennbar. Die größte Ausdehnung einer Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen von mehr als 0,25 m liegt mit ca. 5 km in östlicher Richtung vor. Am geringsten ist die Ausdehnung nach Norden mit ca. 3,5 km. Eine Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen umfasst eine Fläche von ca. 5.350 ha (**Anlage 9.3.2.1**).

Nachfolgend wird der zeitliche Verlauf der Standrohrspiegelhöhen als Ganglinien über ein Jahr dargestellt (grüne Linie = Ausgangs-Variante, blaue Linie = Prognose-Variante (Versickerung)). Die Ganglinien werden für zwei beispielhaft definierte Beobachtungspunkte im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 dargestellt (Abbildung 162 und Abbildung 163). Aus Differenz zwischen diesen Ganglinien ergeben sich die maßnahebedingten Veränderungen. Aufgrund der gleichmäßigen Versickerung ergeben sich im Jahresverlauf keine nennenswerten Veränderungen der Differenzen.

Der **erste Beobachtungspunkt** befindet sich im Bereich der Versickerungsfläche (**Anlage 9.3.2.1**). Der Vergleich der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen zeigt eine gleichbleibende Differenz von ca. 8,2 m. Aus der Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen ergibt sich eine deutliche Verringerung des Grundwasserflurabstands um 8,2 m. Trotz dieser starken Aufhöhung sind an diesem Beobachtungspunkt keine Vernässungen zu erwarten, da der Flurabstand in der Prognose-Variante immer noch mehr als fünf Meter beträgt.

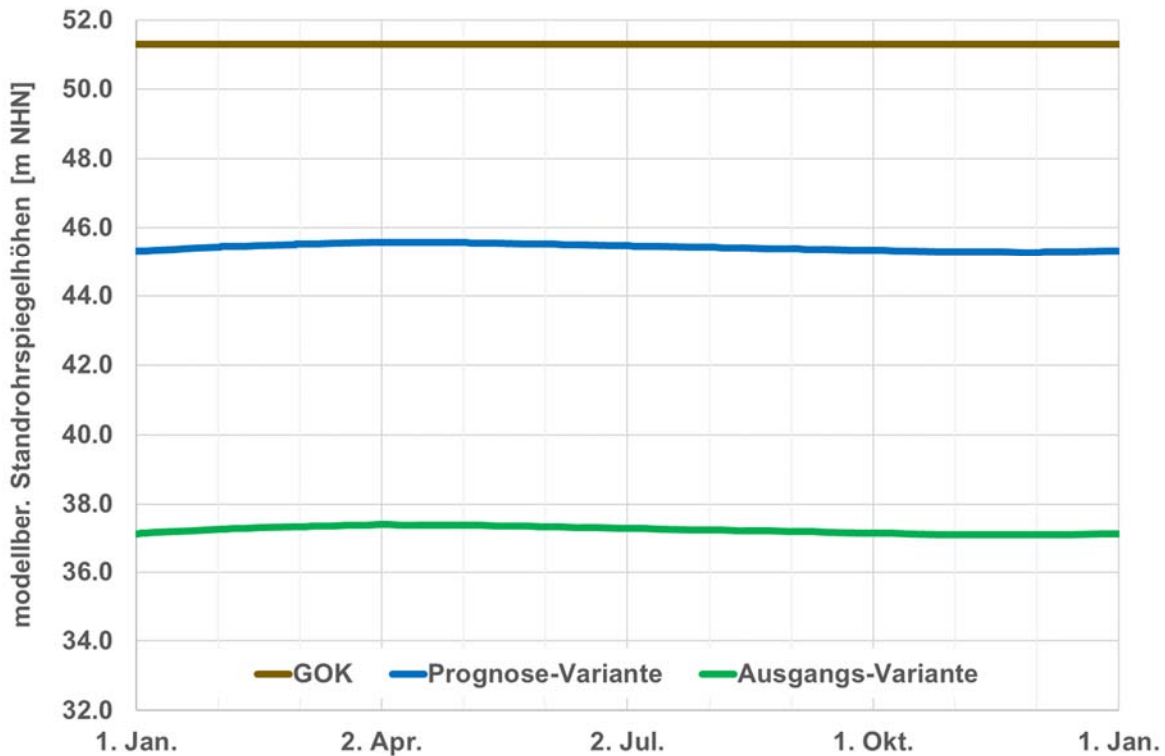


Abbildung 157: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Der **zweite Beobachtungspunkt** befindet sich westlich der Versickerungsfläche, im Bereich des Stadtgebiets von Lüneburg (**Anlage 9.3.2.1**).

Zwischen den beiden Modellvarianten ergibt sich hier eine Differenz von ca. 1,2 m (Abbildung 158). Analog zum ersten Beobachtungspunkt zeigt der Vergleich der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am zweiten Beobachtungspunkt, dass die Differenzen im Verlauf eines Jahres gleichbleibend sind. Aus der Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen ergibt sich eine Verringerung des Grundwasserflurabstands um 1,2 m.

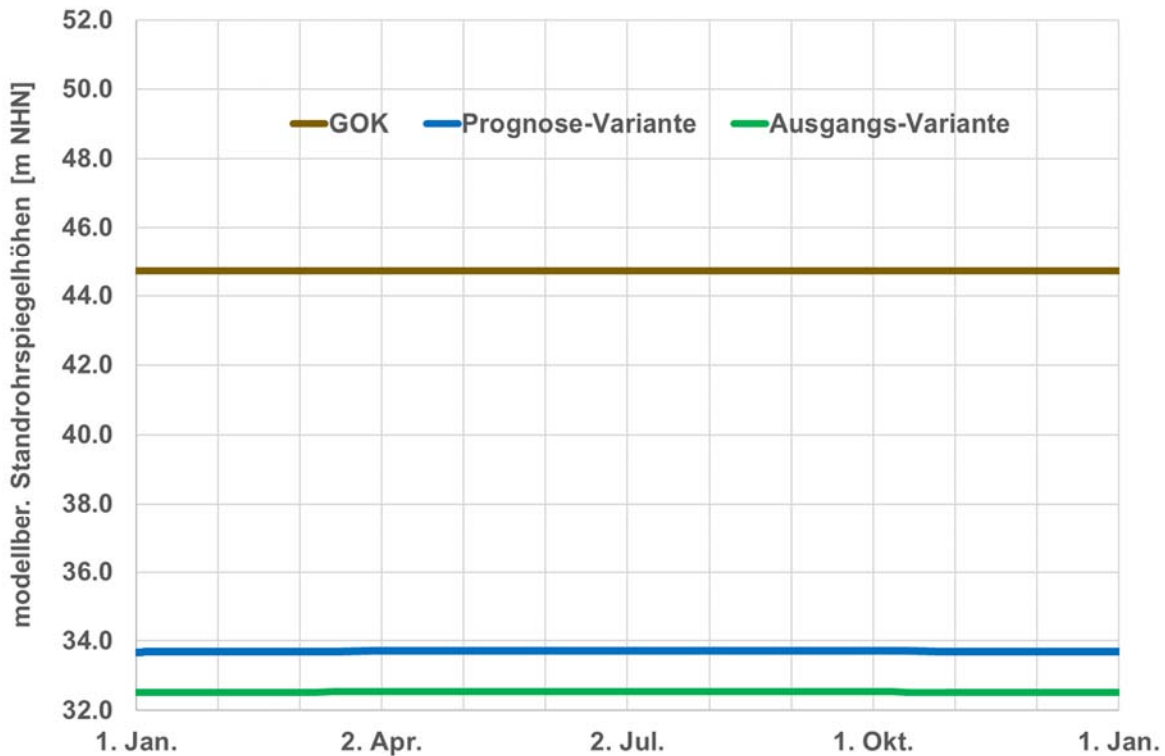


Abbildung 158: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Im tieferen **Grundwasserleiter AQ6** (Tabelle 19) ergibt sich zum Ende der Berechnungsperiode im August durch die Versickerung des Klarwassers ebenfalls eine flächenhafte Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen. Gegenüber dem oberflächennahen Grundwasserleiter sind die flächenhaften Verbreitungen allerdings deutlich kleiner. Gleichzeitig nimmt der maximale Aufhöhungsbetrag ab. Die Ursache hierfür liegt in dem hydrogeologischen Schichtaufbau, welcher dazu führt, dass die Wirkung der oberflächennahen Versickerung mit zunehmender Tiefe vermindert wird.

Im Grundwasserleiter AQ6 ergibt sich eine maximale Aufhöhung von ca. 0,3 m, die Fläche mit einer Aufhöhung $\geq 0,25$ m beträgt ca. 513 ha (**Anlage 9.3.2.2**). Dies entspricht einer Abnahme der Fläche gegenüber dem oberflächennahen Grundwasserleiter um ca. 90 %.

Auffällig ist hierbei, dass die Differenzen südlich von der Versickerungsfläche auftreten. Eine Erklärung ergibt sich ebenfalls aus dem hydrogeologischen Schichtaufbau. Die Lage und Mächtigkeit der Grundwasserhemmer zwischen dem oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 und dem Grundwasserleiter AQ6 mindert die Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen durch die Versickerung räumlich so, dass diese im AQ6 nur lokal im Bereich südlich der Versickerungsfläche auftritt.

Differenzen der modellberechneten Basisabflüsse

Bedingt durch die maßnahmenbedingte Anhebung der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter ergibt sich ein Anstieg der modellberechneten Basisabflüsse. Die nachfolgenden Abbildungen stellen die Monatsmittelwerte des modellberechneten Basisabflusses für zwei Bilanzbereiche von Fließgewässern im Umfeld der Versickerungsfläche dar. Die beiden Bilanzbereiche sind in Abbildung 159 dargestellt.

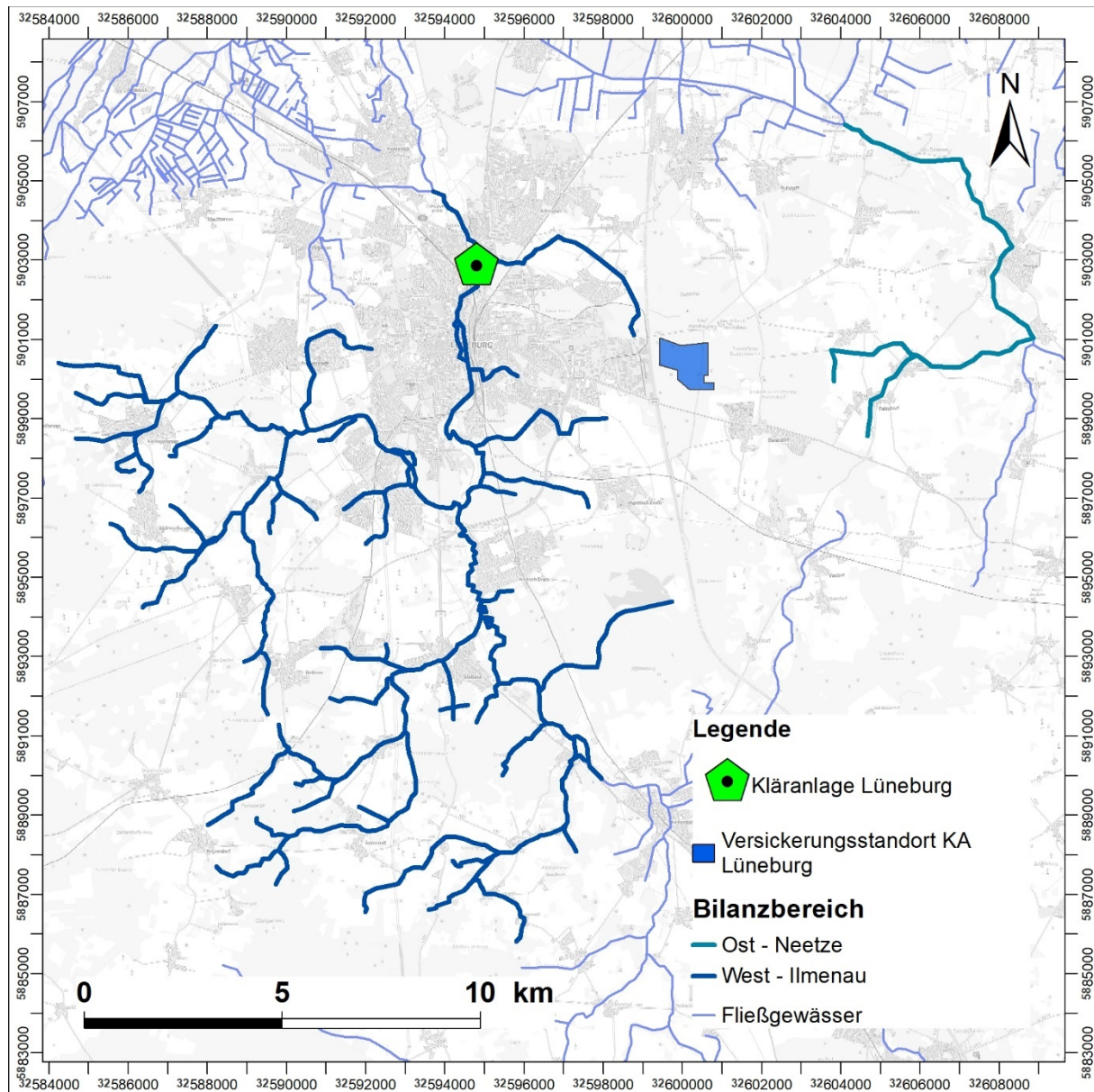


Abbildung 159: Darstellung der Bilanzbereiche des Basisabflusses für die Versickerung am Standort 1

Die Ganglinien der beiden Modellvarianten bzw. deren Differenzen zeigen für den **westlichen Bilanzbereich an der Ilmenau (inkl. Nebengewässern)** eine Zunahme der Monatsmittelwerte des Basisabflusses bedingt durch die oberflächennahe Versickerung (Abbildung 160). Die Werte der Differenzen

schwanken zwischen ca. 15.200 m³/Monat und ca. 37.600 m³/Monat. Über ein Jahr liegt der Mittelwert bei ca. 22.700 m³/Monat, es ergibt sich eine summarische Zunahme der jährlichen Abflussmenge von ca. 272.700 m³/a. Gegenüber der Ausgangs-Variante entspricht dies einer Zunahme des Jahresabflusses um ca. 0,7 % innerhalb des Bilanzbereichs. Die berechnete Zunahme des Basisabflusses entspricht 31 % der angereicherten Wassermenge.

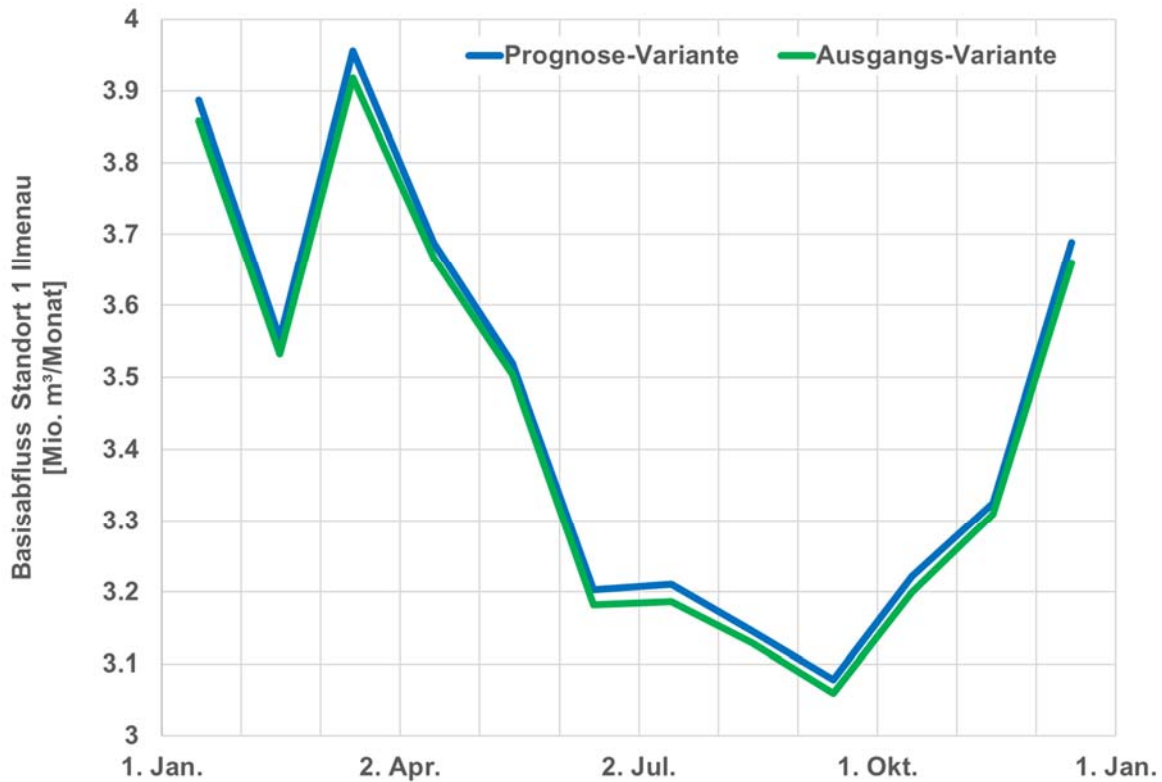


Abbildung 160: Ganglinien der Monatsmittelwerte der modellberechneten Basisabflüsse im westlichen Bilanzbereich (Ilmenau) für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Die Ganglinien der beiden Modellvarianten bzw. deren Differenzen zeigen für den **östlichen Bilanzbereich an der Neetze (inkl. Nebengewässern)** eine Zunahme der Monatsmittelwerte des Basisabflusses bedingt durch die oberflächennahe Versickerung (Abbildung 160). Die Werte der Differenzen schwanken zwischen ca. 5.600 m³/Monat und ca. 7.500 m³/Monat. Über ein Jahr liegt der Mittelwert bei ca. 6.600 m³/Monat, es ergibt sich eine summarische Zunahme der jährlichen Abflussmenge von ca. 79.600 m³/a. Gegenüber der Ausgangs-Variante entspricht dies einer Zunahme des Jahresabflusses um ca. 2,1 % innerhalb des Bilanzbereichs. Die berechnete Zunahme des Basisabflusses entspricht 9 % der angereicherten Wassermenge.

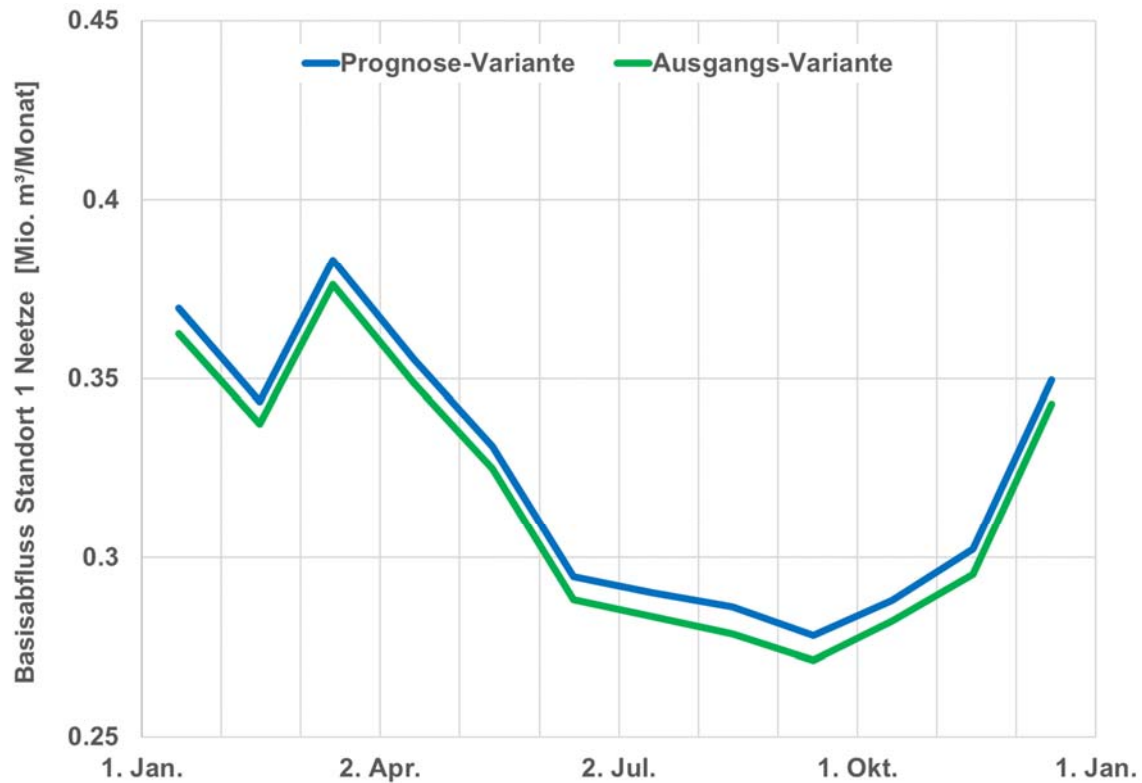


Abbildung 161: Ganglinien der Monatsmittelwerte der modellberechneten Basisabflüsse im östlichen Bilanzbereich (Neetze) für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Standort 2 KA Dahlenburg (LK Lüneburg)

Der Standort der Kläranlage Dahlenburg befindet sich nördlich der Ortslage von Dahlenburg am westlichen Ufer der Neetze, an der Bundesstraße 216.

Zur Grundwasseranreicherung wurden zwei Versickerungsflächen festgelegt. Diese befinden sich nördlich der Kläranlage, in einem Waldgebiet bei Vosshusen sowie östlich von Dahlenburg in einem Waldgebiet zwischen Dahlenburg und Mücklingen (**Anlage 9.3.2.3**). Die Entfernungen zur Kläranlage Dahlenburg betragen ca. 2,0 km bzw. ca. 3,3 km. Für die Modelluntersuchung wurde die Versickerungsflächen mit einer Größe von ca. 10,7 ha bzw. 21,4 ha angenommen. Es ergibt sich in Summe eine Gesamtversickerungsfläche von ca. 32,1 ha.

Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen und Basisabflüsse

Die Ergebnisse der Prognose-Variante zeigten vorab, dass eine Versickerung der nach

Tabelle 46 aufgeführten Mengen am gewählten Standort realisierbar ist. Es treten keine flächenhaften Vernässungen auf.



Bedingt durch die Versickerung von ca. 0,40 Mio. m³/a zeigen die modellberechneten Differenzen der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 eine Aufhöhung. Erwartungsgemäß sind die Differenzen im Nahbereich der beiden Versickerungsflächen am größten. Die maximale Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen beträgt an der nördlichen Fläche ca. 1,2 m. An der weiter südlich gelegenen Fläche liegt dieser Wert bei ca. 2,5 m. Deutlich erkennbar ist eine Wirkung über die Bereiche der Versickerungsfläche hinaus. Eine Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen größer 0,25 m liegt in einer Fläche von ca. 235 ha vor (**Anlage 9.3.2.3**).

Nachfolgend wird der zeitliche Verlauf der Standrohrspiegelhöhen an zwei beispielhaft definierten Beobachtungspunkten im Grundwasserleiter AQ2 als Ganglinien über ein Jahr dargestellt (grüne Linie = Ausgangs-Variante, blaue Linie = Prognose-Variante (Versickerung)). Aus der Differenz zwischen diesen Ganglinien ergeben sich die maßnahmebedingten Veränderungen. Aufgrund der gleichmäßigen Versickerung ergeben sich im Jahresverlauf keine nennenswerten Veränderungen der Differenzen. Dieses belegen die zeitlichen Verläufe in den beiden Beobachtungspunkten an den Versickerungsflächen (Abbildung 162 und Abbildung 163).

Der **erste Beobachtungspunkt** befindet sich im Bereich der nördlichen Versickerungsfläche (Anl. 9.3.2.3). Der Vergleich der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen zeigt eine gleichbleibende Differenz von ca. 0,7 m. Aus der Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen ergibt sich eine entsprechende geringfügige Verringerung des Grundwasserflurabstands. Am Beobachtungspunkt sind daher keine Vernässungen an der Geländeoberfläche zu erwarten.

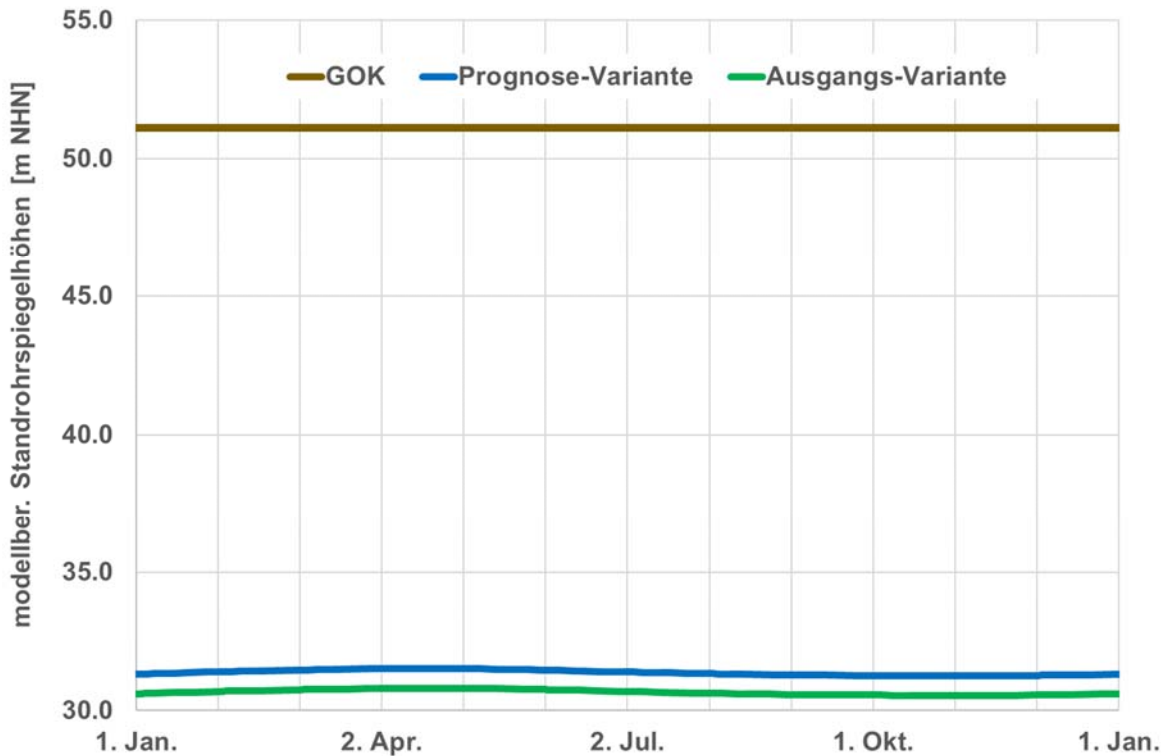


Abbildung 162: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 an der nördlichen Versickerungsfläche für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Der **zweite Beobachtungspunkt** befindet sich östlich der KA Dahlenburg, im Bereich der dortigen Versickerungsfläche (**Anlage 9.3.2.3**).

Zwischen den beiden Modellvarianten ergibt sich eine Differenz von ca. 2,3 m. Analog zum ersten Beobachtungspunkt zeigt der Vergleich der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am zweiten Beobachtungspunkt, dass die Differenzen im Verlauf eines Jahres gleichbleibend sind. Aus der Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen ergibt sich eine entsprechende Verringerung des Grundwasserflurabstands. Es sind keine Vernässungen an der Geländeoberfläche zu erwarten.

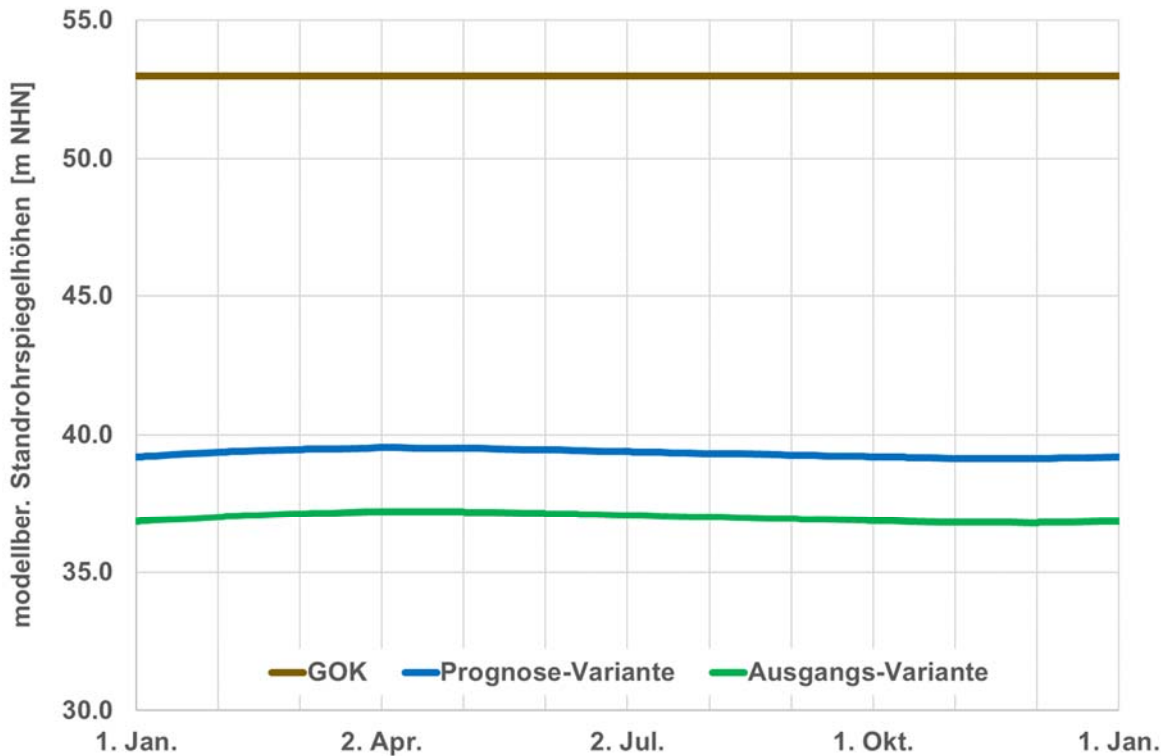


Abbildung 163: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 an der östlichen Versickerungsfläche für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

In den tieferen Grundwasserleitern ist eine flächenhafte Aufhöhung der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen in der Prognose-Variante gegenüber der Ausgangs-Variante in nennenswerter Größenordnung aufgrund der hydrogeologischen Standorteigenschaften nicht vorhanden, sodass auf eine zusätzliche Darstellung verzichtet werden kann.

Differenzen der modellberechneten Basisabflüsse

Bedingt durch die maßnahmenbedingte Anhebung der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter ergibt sich ein Anstieg der modellberechneten Basisabflüsse. Die nachfolgenden Abbildungen stellen die Monatsmittelwerte des modellberechneten Basisabflusses für den Bilanzbereich von Fließgewässern im Umfeld der Versickerungsflächen dar. Der Bilanzbereich ist in Abbildung 164 dargestellt.

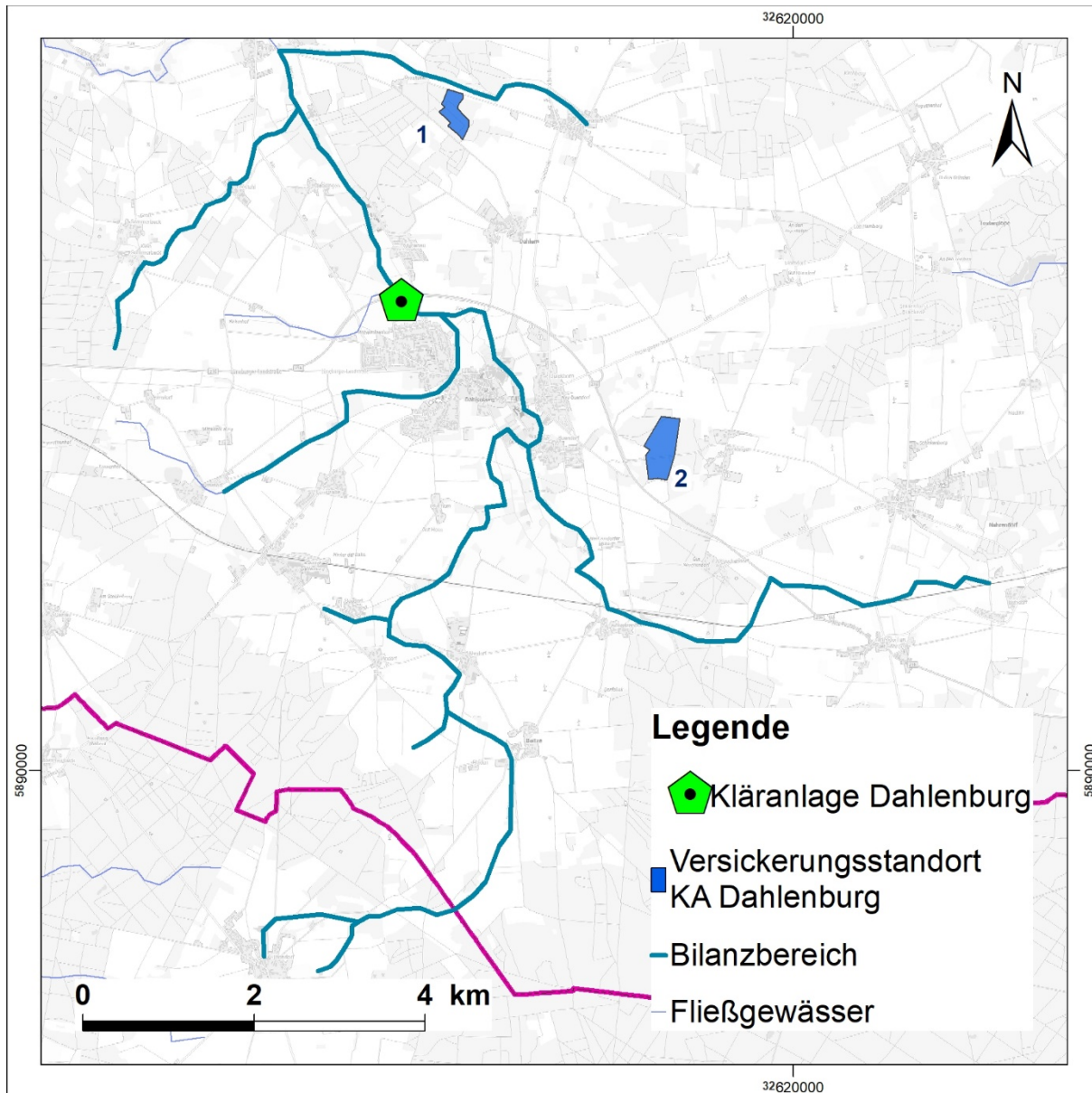


Abbildung 164: Darstellung der Bilanzbereiche des Basisabflusses für die Versickerung am Standort 2

Die Ganglinien der beiden Modellvarianten bzw. deren Differenzen zeigen eine Zunahme der Monatsmittelwerte des Basisabflusses bedingt durch die oberflächennahe Versickerung (Abbildung 165). Die Werte der Differenzen schwanken zwischen ca. 14.000 m³/Monat und ca. 23.000 m³/Monat. Der Mittelwert liegt bei ca. 17.700 m³/Monat, woraus sich eine Jahressumme von ca. 212.000 m³/a errechnet. Gegenüber der Ausgangs-Variante entspricht dies einer Zunahme des Jahresabflusses um ca. 14 % innerhalb des Bilanzbereichs. Die berechnete Zunahme des Basisabflusses entspricht ca. 53 % des versickerten Klarwassers.

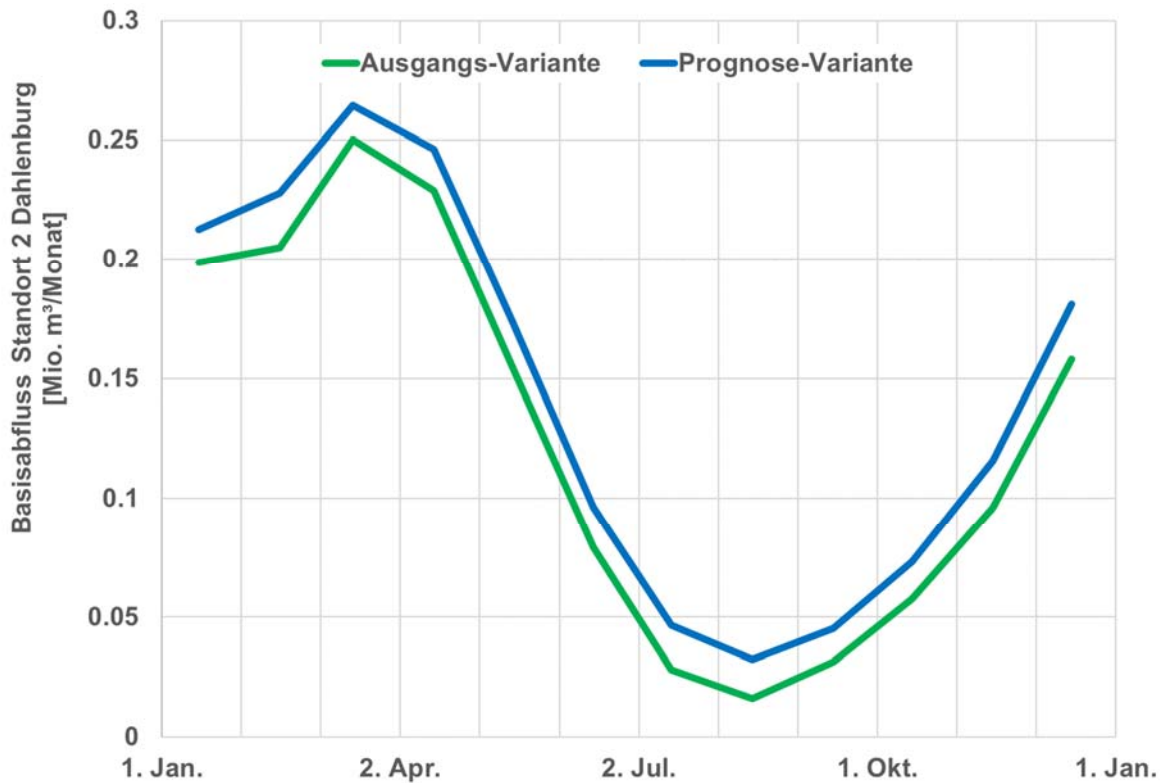


Abbildung 165: Ganglinien der Monatsmittelwerte der modellberechneten Basisabflüsse im Bilanzbereich (Neetze) für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Standort 3 KA Amelinghausen (LK Lüneburg)

Der Standort der Kläranlage Amelinghausen befindet sich ca. 500 m nördlich der Ortslage von Amelinghausen, ca. 100 m südlich des Verlaufs der Luhe.

Zur Grundwasseranreicherung wurden insgesamt vier Versickerungsflächen festgelegt (**Anlage 9.3.2.4**). In der nachfolgenden Tabelle 47 sind die wesentlichen Standorteigenschaften aufgelistet (Lage siehe **Anlage 9.3.2.4** bzw. Abbildung 168).

Tabelle 47: Übersicht zu den angenommenen Versickerungsflächen am Standort 3

Versickerungsteilfläche	Größe [ha]	Entfernung zur KA	Flächennutzung
1	4,5	ca. 1.450 m, Richtung NW	Waldgebiet
2	6,0	ca. 1.900 m, Richtung NW	Waldgebiet
3	9,9	ca. 1.300 m, Richtung Osten	Waldgebiet
4	9,1	ca. 2.400, Richtung Osten	Waldgebiet
Summe	29,5		



Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen

Die Ergebnisse der Prognose-Variante zeigten vorab, dass eine Versickerung der nach Tabelle 46 aufgeführten Mengen an vier gewählten Standorten möglich ist. Es treten keine flächenhaften Vernässungen an der Geländeoberfläche auf.

Bedingt durch die Versickerung von ca. 0,38 Mio. m³/a zeigen die modellberechneten Differenzen der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 eine Aufhöhung. Erwartungsgemäß sind die Differenzen im Nahbereich der vier Versickerungsflächen am größten.

Die Aufhöhung beträgt an den beiden Flächen westlich der Luhe (Flächen 1 und 2) zwischen ca. 1,1 m und 1,4 m. An den beiden östlich der Luhe gelegenen Flächen 3 und 4 liegen die Werte zwischen ca. 1,1 m und 1,3 m. Deutlich erkennbar ist eine Wirkung über die Bereiche der Versickerungsflächen hinaus. Die Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen größer 0,25 m umfasst eine Fläche von ca. 593 ha (**Anlage 9.3.2.4**).

Nachfolgend wird der zeitliche Verlauf der Standrohrspiegelhöhen an zwei definierten Beobachtungspunkten im Grundwasserleiter AQ2 als Ganglinien über ein Jahr dargestellt (grüne Linie = Ausgangs-Variante, blaue Linie = Prognose-Variante (Versickerung)). Aus der Differenz zwischen diesen Ganglinien ergeben sich die maßnahmebedingten Veränderungen. Aufgrund der gleichmäßigen Versickerung ergeben sich im Jahresverlauf keine nennenswerten Veränderungen der Differenzen. Dieses belegen die zeitlichen Ganglinienverläufe der beiden Beobachtungspunkte an den Versickerungsflächen (Abbildung 166 und Abbildung 167).

Der **erste Beobachtungspunkt** befindet sich an der nordwestlichen Versickerungsfläche (**Anlage 9.3.2.4**). Der Vergleich der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen zeigt eine gleichbleibende Differenz von ca. 1,4 m. Aus der Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen ergibt sich eine geringfügige Verringerung des Grundwasserflurabstands. Am Beobachtungspunkt sind keine Vernässungen zu erwarten.

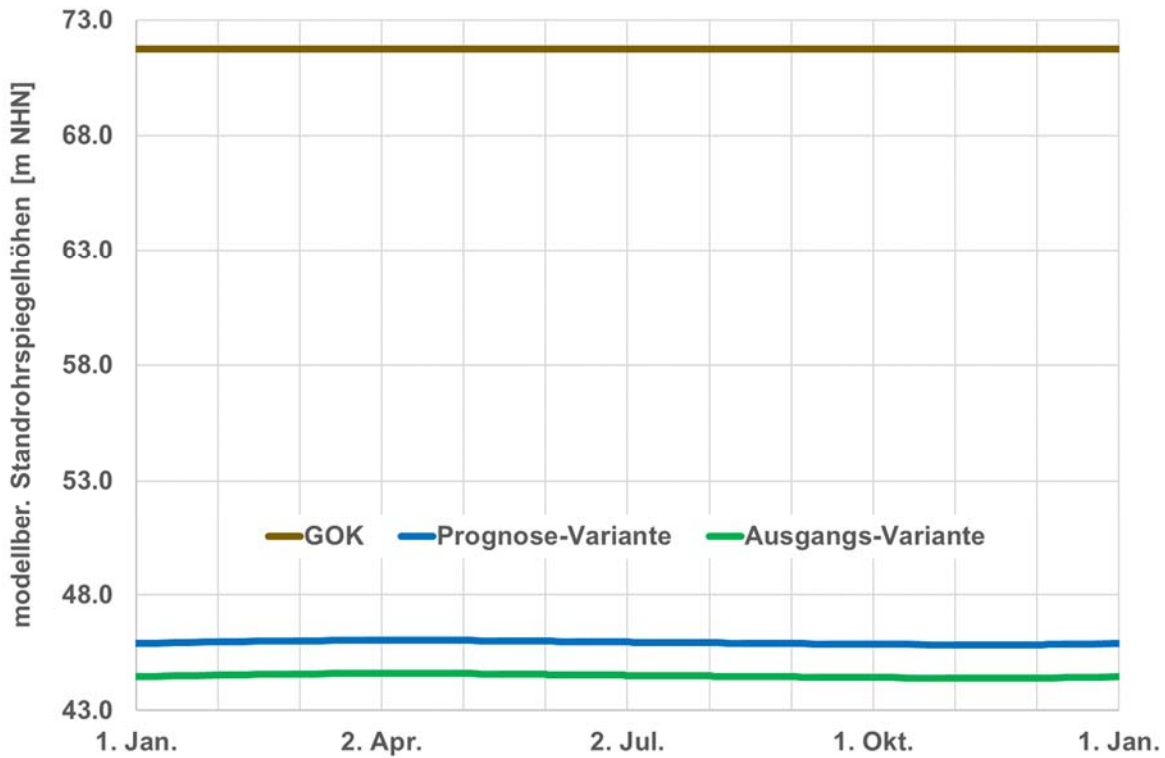


Abbildung 166: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 an der nordwestlichen Versickerungsfläche für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Der **zweite Beobachtungspunkt** befindet sich an der nordöstlichen Versickerungsfläche (**Anlage 9.3.2.4**).

Analog zum ersten Beobachtungspunkt zeigt der Vergleich der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am zweiten Beobachtungspunkt, dass die Differenzen im Verlauf eines Jahres gleichbleibend sind. Zwischen den beiden Modellvarianten ergibt sich eine Differenz von ca. 1,2 m. Aus der Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen ergibt sich eine Verringerung des Grundwasserflurabstands. Am Beobachtungspunkt sind keine Vernässungen zu erwarten.

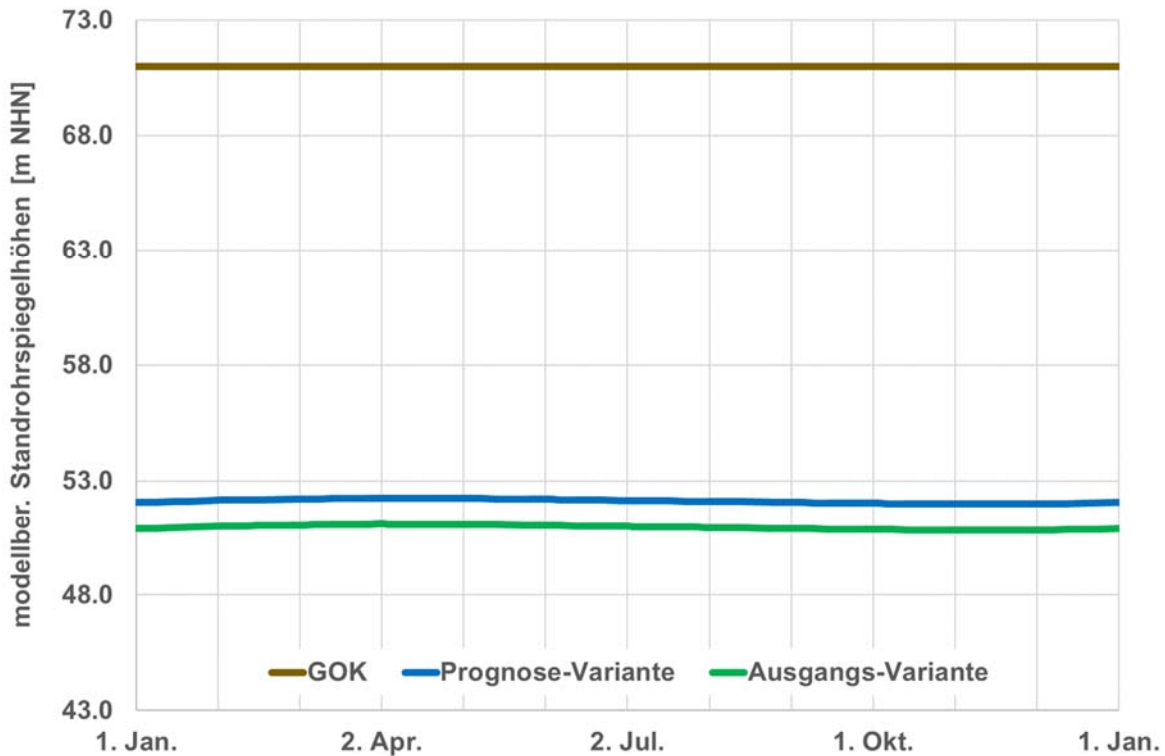


Abbildung 167: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 an der nordwestlichen Versickerungsfläche für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Unterhalb des oberflächennahen Grundwasserleiters AQ2 ergibt sich im **Hauptförderhorizont der Grundwasserentnahmen zur Feldberegnung AQ3** (Tabelle 19) zum Ende der Beregnungsperiode im August durch die Versickerung des Klarwassers ebenfalls eine flächenhafte Aufhöhung der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen in der Prognose-Variante gegenüber der Ausgangs-Variante. Gegenüber dem oberflächennahen Grundwasserleiter sind die flächenhaften Verbreitungen allerdings geringer. Gleichzeitig nimmt die maximale Aufhöhung der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen ab. Dies ergibt sich aus dem hydrogeologischen Schichtaufbau, welcher dazu führt, dass die Wirkung der oberflächennahen Versickerung mit zunehmender Tiefe vermindert wird. Hinzu kommt, dass ein wesentlicher Anteil des im AQ2 fließenden Grundwassers dem lokalen Fließgewässersystem zuströmt, dort abflusserhöhend wirkt und somit für eine Versickerung in tiefere Aquifere nicht mehr zur Verfügung steht.

Im Grundwasserleiter AQ3 ergibt sich eine maximale Aufhöhung von ca. 1,1 m. Die Fläche mit einer Aufhöhung größer 0,25 m umfasst ca. 524 ha und beschränkt sich auf den Bereich der beiden östlich der Luhe gelegenen Versickerungsflächen 3 und 4. Die Verbreitung der Differenzen an den Versickerungsflächen 3 und 4 umfasst etwa den gleichen Bereich wie im oberflächennahen Grundwasserleiter, sodass auf eine zusätzliche Darstellung verzichtet werden kann.

Im tieferen **Grundwasserleiter AQ6** sind keine nennenswerten Differenzen erkennbar.

Differenzen der modellberechneten Basisabflüsse

Bedingt durch eine Anhebung der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 ergibt sich ein Anstieg der modellberechneten Basisabflüsse. Der verwendete Bilanzbereich umfasst die Luhe mit dem Zufluss der Lopau für den Bereich innerhalb des Modellgebiets bis zur Querung der Kreisstraße 20, nördlich von Amelinghausen (Abbildung 168).

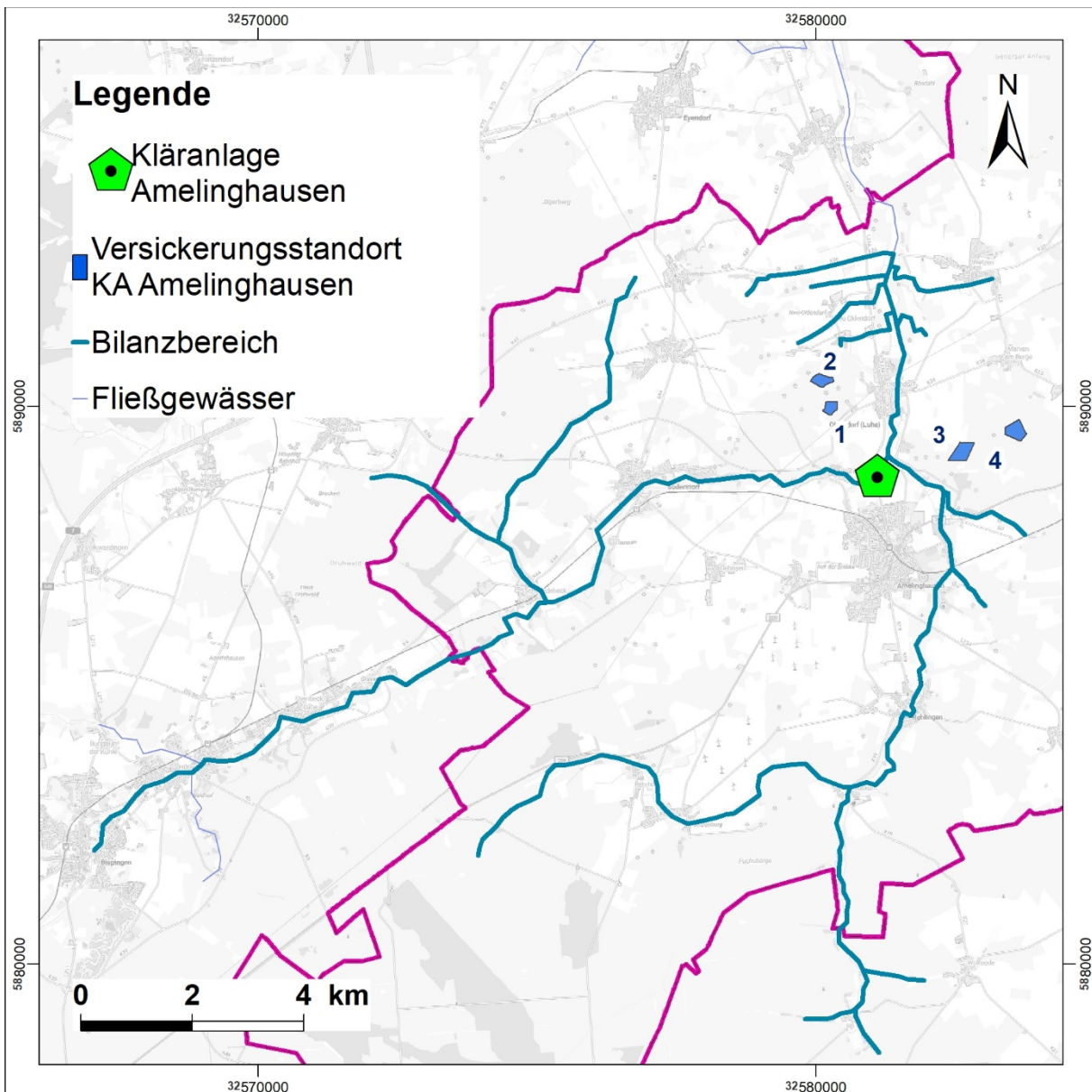


Abbildung 168: Darstellung des Bilanzbereichs des Basisabflusses für die Versickerung am Standort 3

Die Ganglinien der beiden Modellvarianten bzw. deren Differenzen zeigen eine Zunahme der Monatsmittelwerte des Basisabflusses bedingt durch die oberflächennahe Versickerung (Abbildung 169). Die Werte der Differenzen schwanken zwischen ca. 3.400 m³/Monat und ca. 32.000 m³/Monat. Der Mittelwert liegt bei ca. 21.700 m³/Monat, woraus sich eine Jahressumme von ca. 260.500 m³/a errechnet. Gegenüber der Ausgangs-Variante entspricht dies einer Zunahme des Jahresabflusses um ca. 0,4 % innerhalb des Bilanzbereichs. Die berechnete Zunahme des Basisabflusses im Bilanzbereich entspricht ca. 68 % des versickerten Klarwassers.

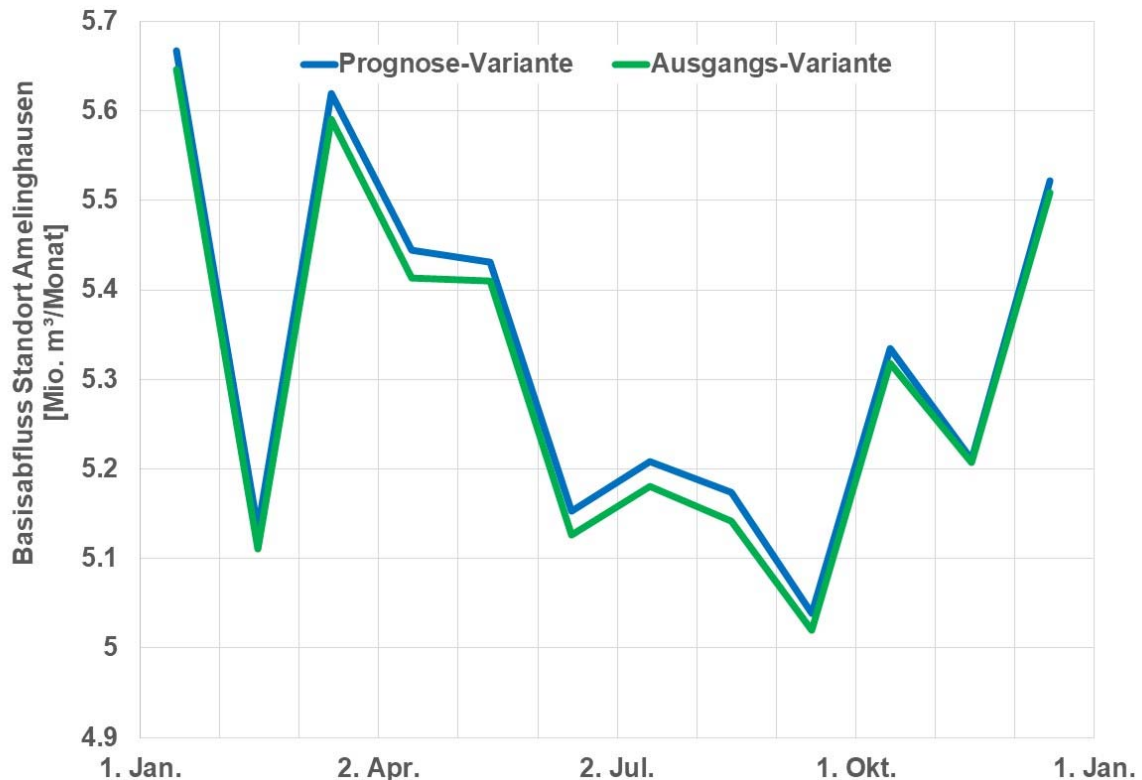


Abbildung 169: Ganglinien der Monatsmittelwerte der modellberechneten Basisabflüsse im Bilanzbereich der Luhe für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Standort 4 KA Uelzen (LK Uelzen)

Der Standort der Kläranlage Uelzen befindet sich innerhalb des Stadtgebiets am westlichen Ufer der Ilmenau, an der Bundesstraße 4.

Die zur Grundwasseranreicherung festgelegte Versickerungsfläche befindet sich ca. 5 km nordwestlich im Bereich der Hohen Heide zwischen Westerweyhe und Heidkamp (**Anlage 9.3.2.5**). Für die Modelluntersuchung wurde die Versickerungsfläche mit einer Größe von ca. 149 ha angenommen. Die Fläche besteht aus Waldflächen wie auch landwirtschaftlichen Nutzflächen und ist aufgrund ihrer Standorteigenschaften sehr gut für Versickerungen geeignet.



Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen

Die Ergebnisse der Prognose-Variante zeigten vorab, dass eine Versickerung der nach Tabelle 46 aufgeführten Mengen am gewählten Standort zulässig ist. Es treten keine flächenhaften Vernässungen an der Geländeoberfläche auf.

Bedingt durch die Versickerung von ca. 3,99 Mio. m³/a zeigen die modellberechneten Differenzen der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 eine deutliche Aufhöhung. Erwartungsgemäß ist diese Aufhöhung im Nahbereich der Versickerungsfläche am größten. Der Wert beträgt hier ca. 22,5 m. Deutlich erkennbar ist eine Wirkung über den Bereich der Versickerungsfläche hinaus. Die größte Ausdehnung liegt mit ca. 7,0 km in nördlicher Richtung vor. Im Nordosten endet die Fläche der Aufhöhungen kurz vor dem Stadtgebiet von Bad Bevensen. Am geringsten ist die Ausdehnung nach Osten mit ca. 5,0 km. Am östlichen Rand der Ausdehnung ist eine Unterbrechung der flächenhaften Aufhöhung erkennbar. Hier zeigt sich der hydraulische Einfluss der Ilmenau, welcher die Differenzen zwischen Prognose- und Ausgangsvariante abpuffert. Dieser Effekt ist ebenfalls an der Schwienau am westlichen Rand der Ausdehnung zu erkennen. Eine Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen größer 0,25 m umfasst eine Fläche von insgesamt ca. 12.114 ha (**Anlage 9.3.2.5**).

Nachfolgend wird der zeitliche Verlauf der Standrohrspiegelhöhen als Ganglinien über ein Jahr dargestellt (grüne Linie = Ausgangs-Variante, blaue Linie = Prognose-Variante (Versickerung)). Aus der Differenz zwischen diesen Ganglinien ergeben sich die maßnahmebedingten Veränderungen. Aufgrund der gleichmäßigen Versickerung ergeben sich im Jahresverlauf keine nennenswerten Veränderungen der Differenzen. Die Ganglinien werden für zwei definierte Beobachtungspunkte im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 dargestellt (Abbildung 170 und Abbildung 171).

Der **erste Beobachtungspunkt** befindet sich im Zentrum der Versickerungsfläche (**Anlage 9.3.2.5**). Der Vergleich der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen zeigt eine gleichbleibende Differenz von ca. 19,7 m. Aus der Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen ergibt sich eine entsprechend deutliche Verringerung des Grundwasserflurabstands, es verbleiben aber ca. noch ca. 5 m. Am Beobachtungspunkt sind daher keine Vernässungen an der Geländeoberfläche zu erwarten.

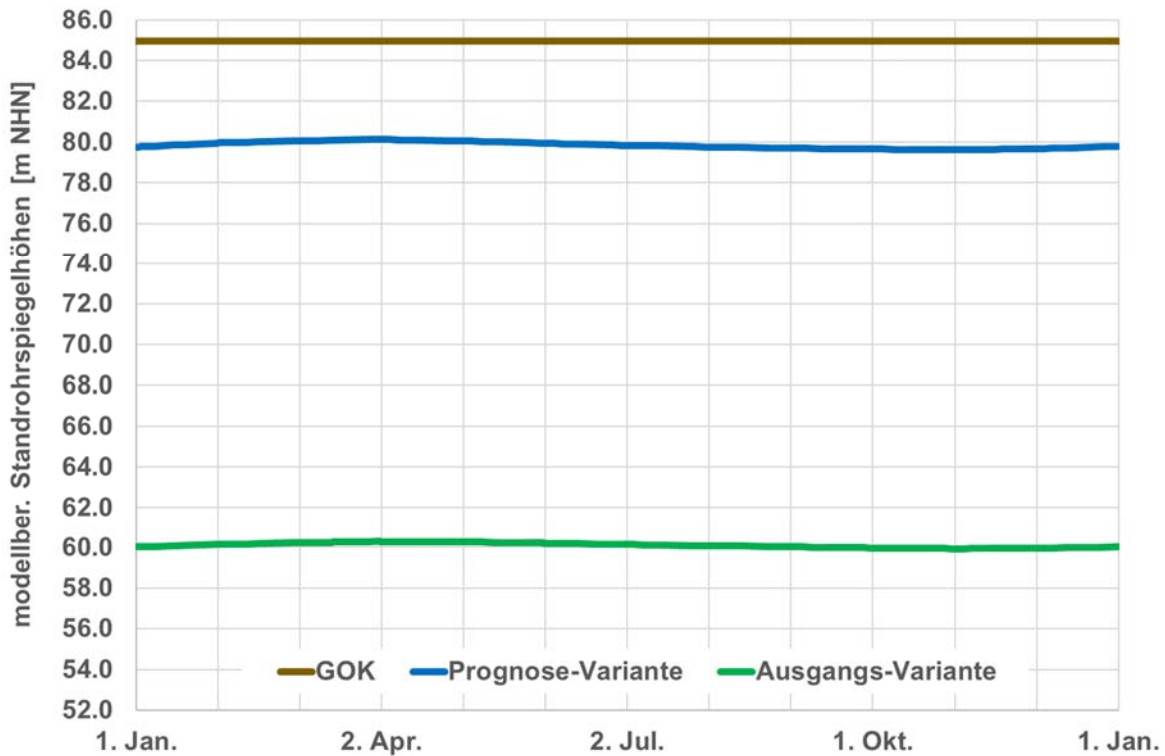


Abbildung 170: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Der **zweite Beobachtungspunkt** befindet sich westlich der Versickerungsfläche (Anl. 9.3.2.5). Analog zum ersten Beobachtungspunkt zeigt der Vergleich der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am zweiten Beobachtungspunkt, dass die Differenzen im Verlauf eines Jahres gleichbleibend sind. Zwischen den beiden Modellvarianten ergibt sich eine gleichbleibende Differenz von ca. 4,8 m (Abbildung 171). Aus der Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen ergibt sich eine entsprechende Verringerung des Grundwasserflurabstands. Am Beobachtungspunkt sind keine Vernässungen zu erwarten.

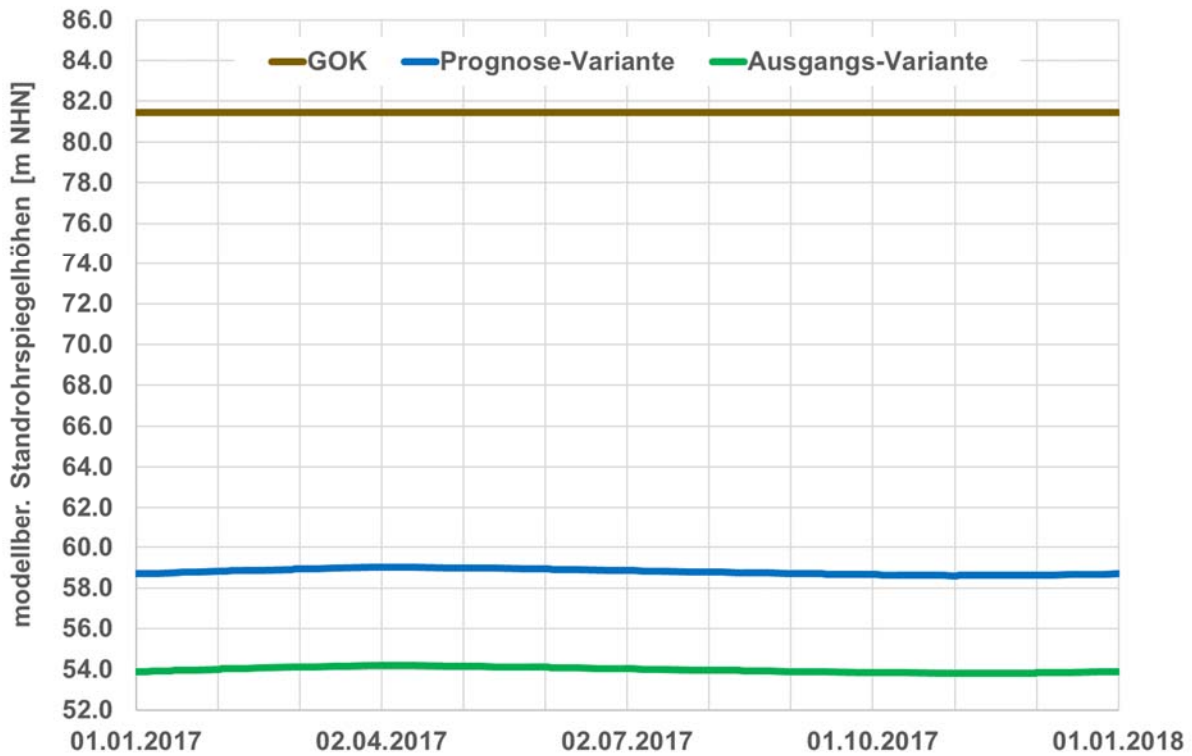


Abbildung 171: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Im tieferen **Grundwasserleiter AQ6** (Tabelle 19) ergibt sich zum Ende der Berechnungsperiode im August durch die Versickerung des Klarwassers ebenfalls eine flächenhafte Aufhöhung der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen in der Prognose-Variante gegenüber der Ausgangs-Variante. Die Darstellung der Differenzen für den Grundwasserleiter AQ6 erfolgt in **Anlage 9.3.2.6**.

Im Grundwasserleiter AQ6 ergibt sich eine maximale Aufhöhung von ca. 3,8 m, die Fläche mit einer Aufhöhung größer 0,25 m beträgt ca. 17.530 ha (Anlage 9.3.2.6). Dies entspricht einer Zunahme gegenüber dem oberflächennahen Grundwasserleiter von ca. 45 %.

Zur Einordnung der Ergebnisse lassen sich zwei wesentliche Aussagen treffen. Einerseits nimmt in den tieferen Grundwasserleitern der Maximalbetrag der Aufhöhung ab. Dies ergibt sich aus dem hydrogeologischen Schichtaufbau, welcher dazu führt, dass die Wirkung der oberflächennahen Versickerung mit zunehmender Tiefe vermindert wird. Andererseits nimmt aber die räumliche Ausdehnung der Aufhöhung zu. Ursache hierfür ist die Abnahme der Wirkung des flächenhaften Entwässerungssystems mit zunehmender Tiefe. Damit reduziert sich die hydraulische Dämpfungswirkung auf Veränderungen der Standrohrspiegelhöhen in den in den tieferen Grundwasserleitern. Die Aufhöhungen können sich dadurch weiter ausdehnen als oberflächennah unter unmittelbarem Einfluss des Entwässerungssystems.

Differenzen der modellberechneten Basisabflüsse

Bedingt durch eine Anhebung der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 ergibt sich ein Anstieg der modellberechneten Basisabflüsse. Die nachfolgenden Abbildungen stellen die Monatsmittelwerte des modellberechneten Basisabflusses dar. Der verwendete Bilanzbereich umfasst die Ilmenau samt aller Zuflüsse bis zum Pegel Bienenbüttel des NLWKN (Abbildung 172).

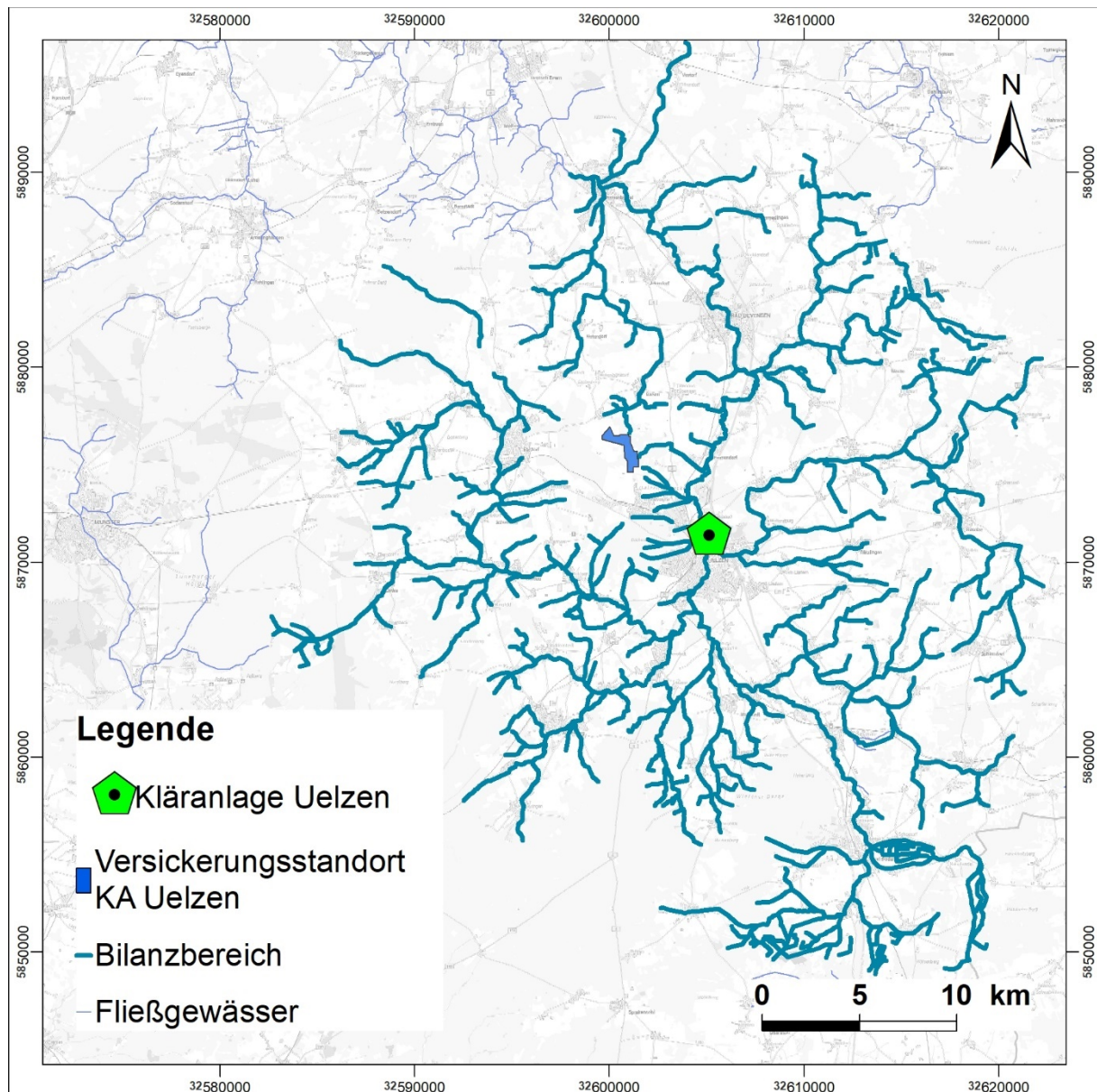


Abbildung 172: Darstellung des Bilanzbereichs des Basisabflusses für die Versickerung am Standort 4

Die Ganglinien der beiden Modellvarianten bzw. deren Differenzen zeigen am Pegel Bienenbüttel des NLWKN eine Zunahme der Monatsmittelwerte des Basisabflusses bedingt durch die oberflächennahe

Versickerung (Abbildung 173). Die Werte der Differenzen schwanken zwischen ca. 0,1 Mio. m³/Monat und ca. 0,6 Mio. m³/Monat. Der Mittelwert liegt bei ca. 0,3 Mio. m³/Monat, woraus sich eine Jahressumme von ca. 3,87 Mio. m³/a errechnet. Gegenüber der Ausgangs-Variante entspricht dies einer Zunahme des Jahresabflusses um ca. 1,6 % innerhalb des Bilanzbereichs. Die berechnete Zunahme des Basisabflusses im Bilanzbereich entspricht ca. 97 % des versickerten Klarwassers.

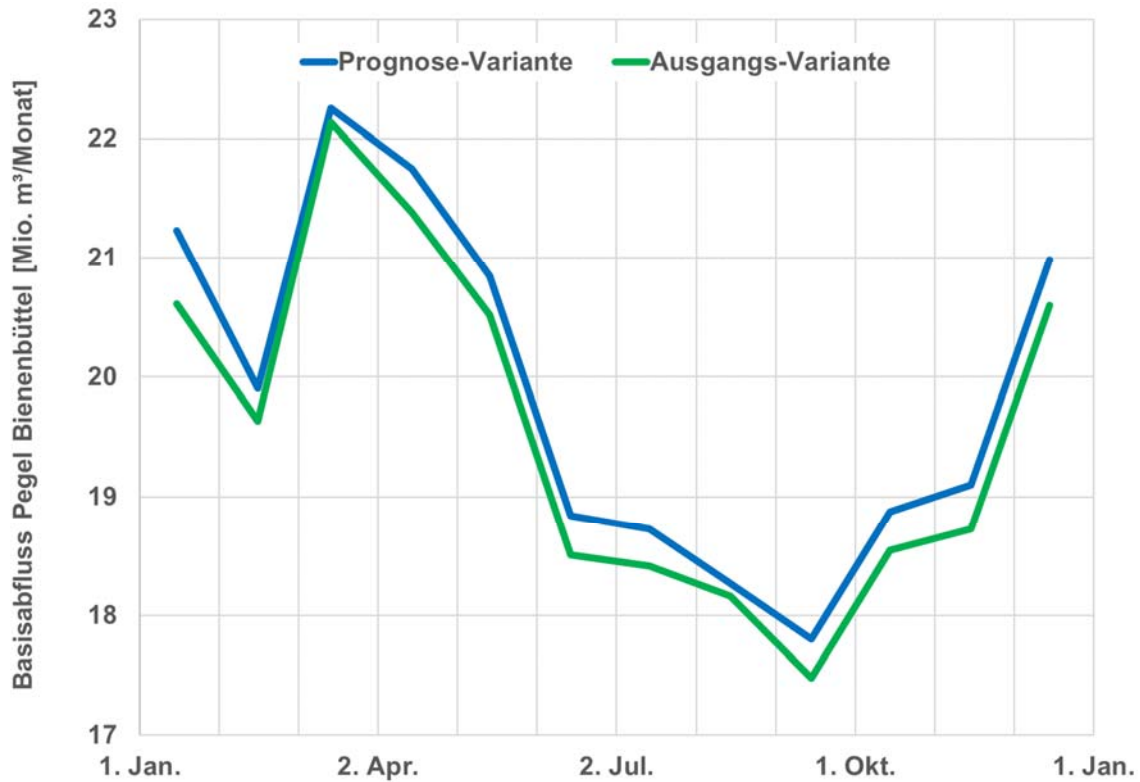


Abbildung 173: Ganglinien der Monatsmittelwerte der modellberechneten Basisabflüsse am Pegel Bienenbüttel für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Standort 5 KA Suderburg (LK Uelzen)

Die Kläranlage Suderburg befindet sich am Rande der Ortslage von Suderburg an der Hardau, kurz vor der Einmündung des Schweinebachs.

Für die Grundwasseranreicherung wurden zwei Versickerungsflächen festgelegt. Diese befinden sich in ca. 1,9 km Entfernung südöstlich der Kläranlage. Für die Modelluntersuchung wurden die Versickerungsflächen mit einer Größe von ca. 6,2 ha bzw. 7,7 ha angenommen (**Anlage 9.3.2.7**). Bei beiden Flächen handelt es sich um Standorte in Waldgebieten.

Differenzen der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen

Die Ergebnisse der Prognose-Variante zeigten vorab, dass eine Versickerung der nach



Tabelle 46 aufgeführten Mengen am gewählten Standort zulässig ist. Es treten keine flächenhaften Vernässungen an der Geländeoberfläche auf.

Bedingt durch die Versickerung von ca. 0,3 Mio. m³/a zeigen die modellberechneten Differenzen der Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 eine deutliche Aufhöhung. Erwartungsgemäß ist diese Aufhöhung im Nahbereich der Versickerungsfläche am größten. Der Wert beträgt hier ca. 2,1 m. Deutlich erkennbar ist eine Wirkung über den Bereich der Versickerungsfläche hinaus. Die Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen größer 0,25 m umfasst eine Fläche von ca. 765 ha (**Anlage 9.3.2.7**).

Nachfolgend wird der zeitliche Verlauf der Standrohrspiegelhöhen als Ganglinien über ein Jahr dargestellt (grüne Linie = Ausgangs-Variante, blaue Linie = Prognose-Variante (Versickerung)). Aus der Differenz zwischen diesen Ganglinien ergeben sich die maßnahmebedingten Veränderungen. Aufgrund der gleichmäßigen Versickerung ergeben sich im Jahresverlauf keine nennenswerten Veränderungen der Differenzen. Die Ganglinien werden für zwei definierte Beobachtungspunkte im oberflächennahen Grundwasserleiter dargestellt (Abbildung 174 und Abbildung 175).

Der **erste Beobachtungspunkt** befindet sich im Zentrum der nördlichen Versickerungsfläche (**Anlage 9.3.2.7**). Der Vergleich der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen zeigt eine gleichbleibende Differenz von ca. 2,0 m (Abbildung 174). Aus der Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen ergibt sich eine entsprechende Verringerung des Grundwasserflurabstands. Am Beobachtungspunkt sind keine Vernässungen an der Geländeoberfläche zu erwarten.

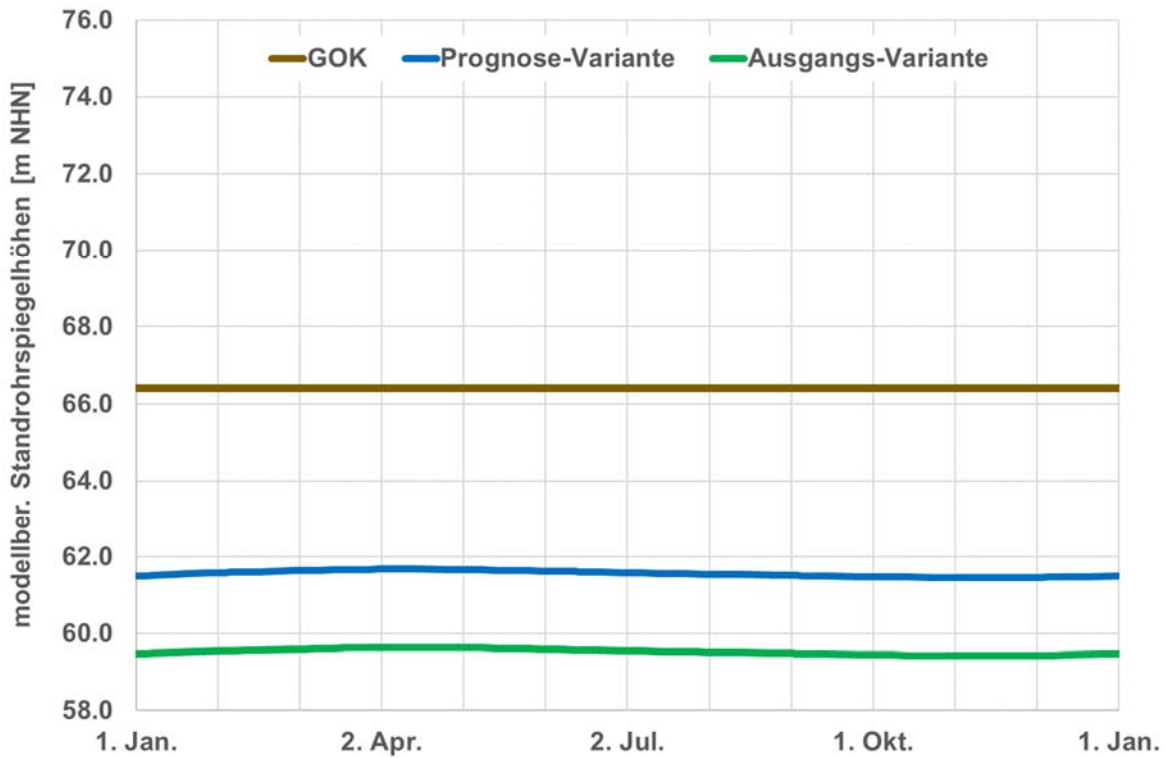


Abbildung 174: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 1 an der nördlichen Versickerungsfläche für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Der **zweite Beobachtungspunkt** befindet sich im Zentrum der südlichen Versickerungsfläche (**Anlage 9.3.2.7**). Analog zum ersten Beobachtungspunkt zeigt der Vergleich der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am zweiten Beobachtungspunkt, dass die Differenzen im Verlauf eines Jahres gleichbleibend sind. Zwischen den beiden Modellvarianten ergibt sich eine Differenz von ca. 2,1 m (Abbildung 175). Die Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen führt zu einer entsprechenden Verringerung des Grundwasserflurabstands. Am Beobachtungspunkt sind keine Vernässungen an der Geländeoberfläche zu erwarten.

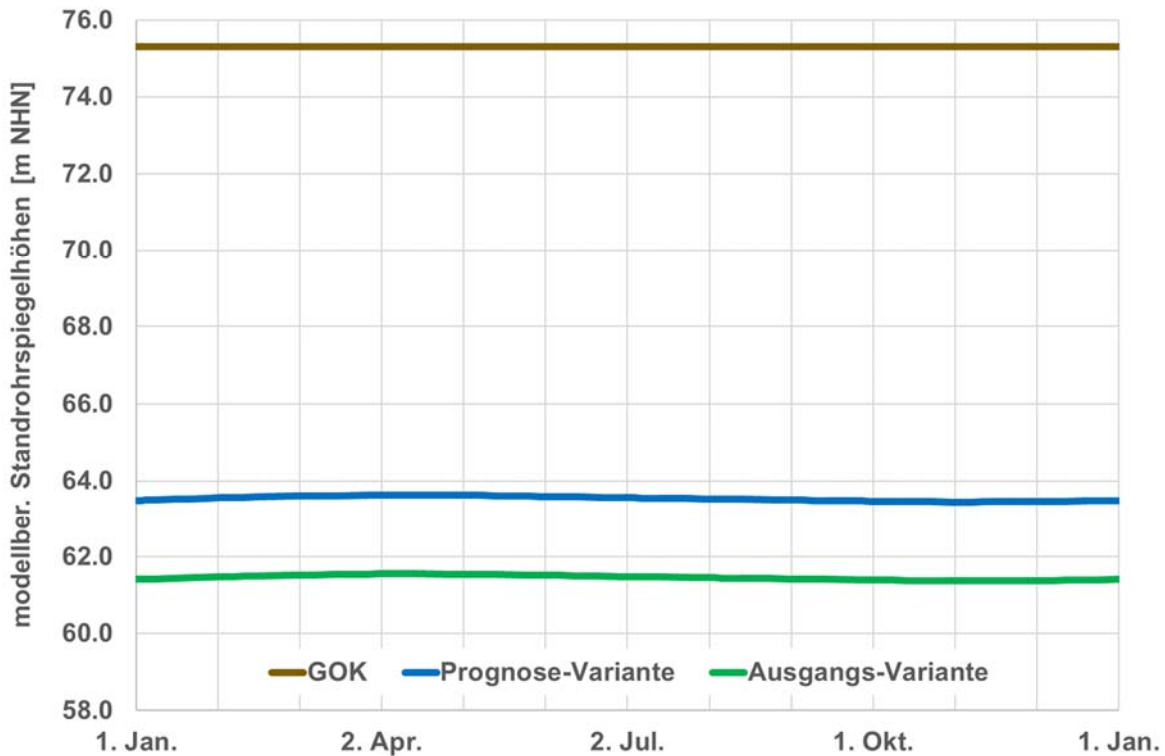


Abbildung 175: Ganglinien der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen am Beobachtungspunkt 2 an der südlichen für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Im **tiefen Grundwasserleiter AQ6** (Tabelle 19) ergibt sich zum Ende der Berechnungsperiode im August durch die Versickerung des Klarwassers ebenfalls eine flächenhafte Aufhöhung der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen. Gegenüber dem oberflächennahen Grundwasserleiter sind die flächenhaften Verbreitungen allerdings deutlich geringer. Gleichzeitig nimmt die maximale Aufhöhung der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen ab. Dies ergibt sich aus dem hydrogeologischen Schichtaufbau, welcher dazu führt, dass die Wirkung der oberflächennahen Versickerung mit zunehmender Tiefe vermindert wird.

Im Grundwasserleiter AQ6 ergibt sich eine maximale Aufhöhung von ca. 0,3 m, die Fläche mit einer Aufhöhung größer 0,25 m beträgt ca. 103 ha und beschränkt sich auf den Nahbereich der beiden Versickerungsflächen. Aufgrund der Kleinräumigkeit wird auf eine zusätzliche Darstellung der Ergebnisse verzichtet.

Differenzen der modellberechneten Basisabflüsse

Bedingt durch eine Anhebung der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter AQ2 ergibt sich ein Anstieg der modellberechneten Basisabflüsse. Die nachfolgen-

den Abbildungen stellen die Monatsmittelwerte des modellberechneten Basisabflusses dar. Der verwendete Bilanzbereich umfasst die Hardau samt aller Zuflüsse bis zum Pegel Suderburg des NLWKN (Abbildung 176).

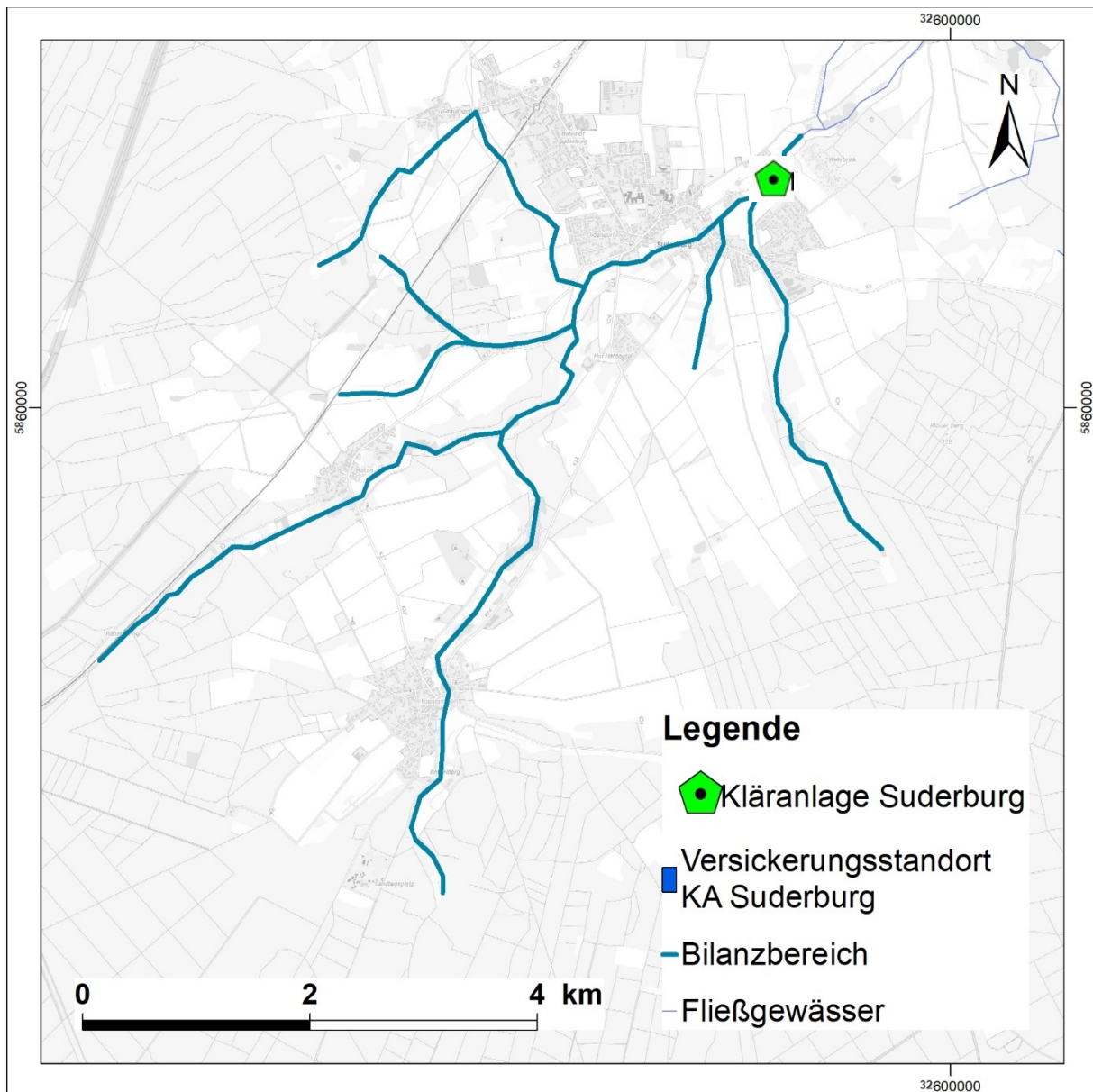


Abbildung 176: Darstellung des Bilanzbereichs des Basisabflusses für die Versickerung am Standort 5

Die Ganglinien der beiden Modellvarianten bzw. deren Differenzen zeigen am Pegel Suderburg des NLWKN eine Zunahme der Monatsmittelwerte des Basisabflusses bedingt durch die oberflächennahe Versickerung (Abbildung 177). Die Werte der Differenzen schwanken zwischen ca. 4.000 m³/Monat und ca. 17.000 m³/Monat. Der Mittelwert liegt bei ca. 9.000 m³/Monat, woraus sich eine Jahressumme von ca. 113.000 m³/a errechnet. Gegenüber der Ausgangs-Variante entspricht dies einer Zunahme des



Jahresabflusses um ca. 0,7 % innerhalb des Bilanzbereichs. Die berechnete Zunahme des Basisabflusses entspricht ca. 38 % des versickerten Klarwassers.

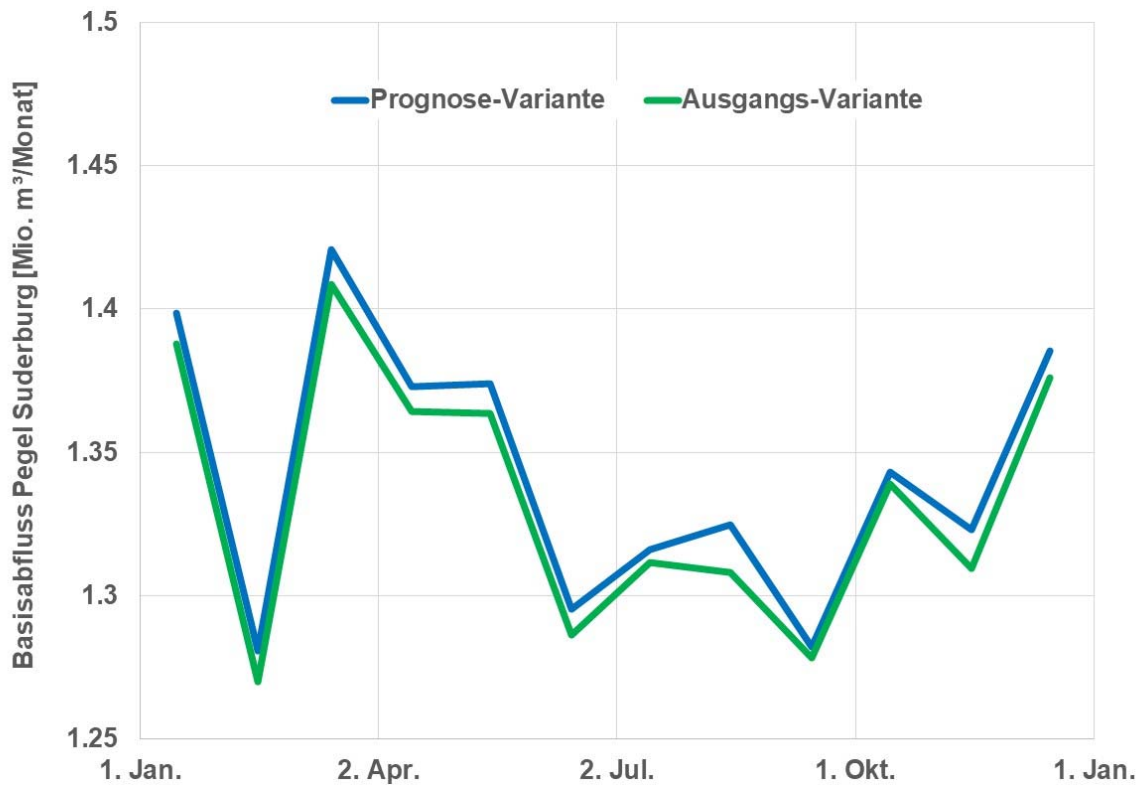


Abbildung 177: Ganglinien der Monatsmittelwerte der modellberechneten Basisabflüsse am Pegel Suderburg für die Prognose-Variante (blau) und die Ausgangs-Variante (grün)

Zusammenfassung und Fazit

Aus insgesamt 17 Standorten von Kläranlagen im Untersuchungsgebiet wurden fünf Standorte ausgewählt. Für diese fünf Standorte wurden mit Hilfe des numerischen Grundwassermodells Untersuchungen zur Möglichkeit der oberflächennahen Versickerung von geklärtem Abwasser untersucht. Dabei wurden rein quantitative Aspekte betrachtet. Es wird vorausgesetzt, dass das Klarwasser (ggf. nach entsprechendem Klärwerksausbau) den qualitativen und hygienischen Anforderungen für eine Versickerung entspricht.

Die Ergebnisse der Prognose-Varianten zeigen, dass an nahezu allen Standorten die im Jahr 2022 angefallenen Mengen an geklärtem Abwasser vollständig versickert werden konnten. Eine Ausnahme bildet hier die KA Lüneburg. Über die gewählte Versickerungsfläche konnten aus Gründen des geologischen Untergrundaufbaus nur 10 % des geklärten Abwassers infiltriert werden, ohne dass es zu nennenswerten flächenhaften Vernässungen an der Geländeoberfläche kommt. Für den Bereich der KA Lüneburg wären ggf. weitere und weiter entfernte Standorte für Versickerungsanlagen zu suchen.



In Summe lassen sich somit über alle Standorte ca. 6 Mio. m³/a versickern. Aufgrund der unterschiedlichen Versickerungsmengen und der individuellen Standorteigenschaften zeigt der Vergleich mit der Ausgangs-Variante eine lokal differenzierte Zunahme der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen im oberflächennahen Grundwasserleiter zwischen wenigen Dezimetern bis hin zu Werten über 20 m. Die Maxima der Differenzen liegen im Bereich der Versickerungsflächen und nehmen mit zunehmender Entfernung ab. An allen Standorten ergeben sich Wirkungen der Maßnahmen über die Maßnahmengebiete hinaus. Die Differenzen sind an einigen Standorten ebenfalls bis in die tieferen Grundwasserleiter erkennbar. Die maximalen Differenzen sowie die flächenhafte Verbreitung der Differenzen sind dabei vom hydrogeologischen Schichtaufbau sowie der hydraulischen Pufferwirkung der Fließgewässer und Entwässerungsgräben abhängig.

Mit dem Anstieg der Standrohrspiegelhöhen ergibt sich zwangsläufig eine Zunahme der Basisabflüsse an den Fließgewässern. Diese Zunahme des Basisabflusses summiert sich in den Gewässern mit räumlicher Nähe zu den Maßnahmen auf ca. 4,8 Mio. m³/a. Wird der Basisabfluss aller Gewässer, einschließlich der Elbe, im Untersuchungsgebiet bilanziert, so zeigt sich, dass die gesamten 6 Mio. m³/a infiltrierten Wassers letztendlich wieder über die Gewässer abfließen. Somit stellt sich ein neues Gleichgewicht im Grundwassersystem ein, in dem aber jetzt 6 Mio. m³/a mehr Wasser enthalten sind, als ohne die Versickerung. Das bedeutet, dass sich das Grundwasserdargebot (Summe aller positiven Bilanzglieder) insgesamt um 6 Mio. m³/a erhöht hat.

Für eine allgemeine Stützung der Basisabflüsse, insbesondere in Trockenzeiten, sind diese Maßnahmen in jedem Fall zielführend. Liegen hierfür spezielle Gewässerabschnitte im Fokus, ist die Wirkung noch detaillierter zu untersuchen.

Im Umkehrschluss können, bei gleichbleibenden Basisabflüssen, bei entsprechend optimierter räumlicher Verteilung der Entnahme des angereicherten Grundwassers theoretisch 6 Mio. m³/a zusätzlich aus dem Grundwassersystem gewonnen werden, ohne dass sich der Wasserhaushalt und die Basisabflüsse aller Gewässer in der Summe gegenüber dem Ausgangszustand verändern. Um zu diesen Punkten genauere Aussagen treffen zu können, sind weiterer Untersuchungen zu den konkreten Standorten und Wassermengen erforderlich.

Zur Umsetzung der Maßnahmen bedarf es der Errichtung der notwendigen Infrastruktur. Hierbei handelt es sich um die Errichtung von Transportleitungen von den Kläranlagen zu den Standorten der Versickerungen. Zusätzlich ergibt sich ein Flächenbedarf für die Versickerungsflächen.

Ein weiterer Aspekt bei der Nutzung des Klarwassers ist die Kontrolle der Qualität des zu versickernden Wassers. Hierbei wird durch die Implementierung einer vierten Reinigungsstufe eine Verbesserung der

Reinigung von Spurenstoffen erzielt. Aktuell ist die vierte Reinigungsstufe gesetzlich nicht vorgeschrieben. Sobald ein rechtlicher Rahmen vorliegt, auf Basis dessen die vierte Reinigungsstufe umzusetzen ist, bedarf es der Festlegung eines Verteilungsschlüssels zur Verteilung der Bau- und Betriebskosten.

Aufgrund der großen Wirkreichweiten und -höhen sind auch fernab des eigentlichen Maßnahmensgebietes lokale Vernässungen an der Geländeoberfläche nicht gänzlich auszuschließen.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden an insgesamt fünf Standorten durchgeführt. Die Prüfung weiterer Standorte auf mögliche Versickerung von Klarwasser ist denkbar.

9.4 Schwammstadt, (Stadt)-Entwicklungsziele und Innovationserfordernisse

(Martens, KV)

Die Schwammstadt ist ein Stadtentwicklungsansatz, um bestehende und zukünftige Stadträume zu einer Stadt mit hoher bzw. gesteigerter Lebensqualität zu transformieren.

Die kommunale Klimaanpassung ist noch vielfach von dem Ziel getrieben, eine verbesserte städtische Überflutungsvorsorge zu ermöglichen. Eine Schwammstadt kann aber deutlich mehr, wenn man ihre Potentiale ausschöpft und sie konsequent technisch ausdefiniert. Die „Nationale Wasserstrategie“ des BMU fordert, das Leitbild der „wassersensiblen Stadt“ (Schwammstadt) weiterzuentwickeln und umzusetzen (Köster & Beier, 2023).



Abbildung 178: Stadtwasserbedarf und -nutzung (Prof. Köster, ISAH)

Klimawandelbedingt ist für die Zukunft ein steigender städtischer Wasserbedarf zu erwarten. Gleichzeitig ist mit häufigeren und erhöhten Starkregenereignissen, besonders in den Wintermonaten, und längeren Trocken- und Hitzeperioden im Sommer zu rechnen.

Grade die Starkregenereignisse überfordern die in den Kernstädten vorhandene Mischkanalisation und führen zu einem Überlaufen der Systeme. Hier kann die Herausnahme des Niederschlagswassers aus der Abwasserkanalisation und deren Einspeisung in ein Stadtwasserkonzept eine Lösung sein.

Voraussetzung ist die Aufstellung quartiersspezifischer Wasserbilanzen, die es ermöglichen den Bedarfen ein zeitlich, räumlich und qualitativ differenziertes Stadtwasserangebot gegenüber zu stellen.

Neben der direkten Versickerung von Niederschlagswasser, zum Beispiel in einem Mulden-Rigolen-System, ist der Ausbau eines Stadtwasserkanalsystems, in dem unverschmutztes und gering belastetes Regenwasser gesammelt wird, eine Möglichkeit. Hierbei ist jedoch kein durchgehendes, flächendeckendes Kanalsystem erforderlich, sondern nur von zu definierenden Transport- und Speicherstrecken bis zu ausgewiesenen End- und Abgabepunkten. Nach ggf. erforderlicher Behandlung des Stadtwassers durch z.B. Feststoff-Abscheidung oder Filtration kann das Wasser in Wasserspeicher, genannt „City Water Hub“, geleitet und von dort für die Bewässerung des Stadtgrüns oder von Grünfassaden genutzt werden, wobei es noch viele weitere Nutzungsmöglichkeiten gibt (Abbildung 179).



Abbildung 179: Entwässerungsinfrastruktur einer Schwammstadt, Vorschlag (Köster & Beier, 2023)

Die Umsetzung entsprechender Maßnahmen liegt allein in der Hand der Kommunen bzw. den Institutionen und Unternehmen, die die Infrastruktur herstellen, unterhalten und betreiben. Eine weitere Betrachtung erfolgt an dieser Stelle nicht.



9.5 Überregionale Transportleitungen

(Martens, KV)

Überregionale Wassermengen stehen besonders aus der Elbe, oberhalb des Elbe-Stauwehres bei Geesthacht zur Verfügung. Der Rückstau des Elbwehres reicht, auch bei Niedrigwasserführung der Elbe, über den Ausstieg des Elbe-Seitenkanals bei Artlenburg hinaus. Die niedrigsten Abflüsse der Elbe liegen nach einsehbaren Unterlagen bei $NNQ = 160 \text{ m}^3/\text{s}$ (D. Schwandt, aktuell). Ein Teil dieses Wasser kann über entsprechende Pumpwerke an den Schleusen/Schiffshebewerken des Elbe-Seitenkanales gefördert und verteilt werden. Damit ist eine überregionale Transportleitung nicht erforderlich.

Das Wasser der Elbe ist für Bewässerungszwecke nutzbar. Unterhalb des Elbewehres Geesthacht beginnt die Tideelbe und ab diesem Punkt handelt es sich um brackisches Wasser, das für die Feldberegnung nicht mehr nutzbar ist. Bei Nutzung von lediglich 10 % des Niedrigwasserabflusses der Elbe mit $16 \text{ m}^3/\text{s}$ könnte nur in den Vegetationsmonaten von April bis September eine Menge von rund 250 Mio. m^3 gewonnen und in das Wassersystem der Region eingebracht werden, wenn eine kontinuierliche Förderung möglich wäre.

Da der Hauptabnehmer des Wassers, die Feldberegnung, jedoch diskontinuierlich Wasser benötigt und von den $16 \text{ m}^3/\text{s}$ bereits $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$ für den Bereich Bardowick/Brietlingen und bereits weitere $5 \text{ m}^3/\text{s}$ (Abs. 7.3.3, 9.2.1) für den Bereich der mittleren und oberen Haltung verplant sind, fällt der tatsächliche Effekt geringer aus.

Brietlingen und Bardowick benötigen für eine Fläche von 3.878 ha derzeit rund 2,75 Mio. m^3/a . Diese Menge steigt bis 2050 auf 3,81 Mio. m^3 an. Dies entspricht einer Fördermenge von ca. $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

In der mittleren und oberen Haltung ergeben sich für eine zusätzliche Fläche im Projektgebiet von rund 10.300 ha ein zusätzlicher Wasserbedarf von rund 10,3 Mio. m^3/a . Weitere 4,04 Mio. m^3/a werden in Raum Gifhorn veranschlagt. Das bedeutet, dass rund 18.223 ha (14.345 ha + 3.878 ha) die Bereitstellung von im Mittel zusätzlich jährlich 18,15 Mio. m^3 erforderlich machen.

Damit würde ein Ausbau auf $11,6 \text{ m}^3/\text{s}$ ($5 \text{ m}^3/\text{s}$ (derzeit) + $5 \text{ m}^3/\text{s}$ (neu) + $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$ (neu)) eine jährliche Bereitstellung von ca. 32,5 Mio. m^3 ergeben.

Dies setzt einen Ausbau der Förderkapazitäten an den Schleusen / Schiffshebewerken des ESK voraus.



9.6 Maßnahmen der Landwirtschaft

(Gödecke, LWK)

9.6.1 Einleitung

Die Folgen des Klimawandels verstärken das gesellschaftliche Bewusstsein mit der Ressource Wasser möglichst nachhaltig und effizient umzugehen. Steigende Durchschnittstemperaturen, geringere Niederschlagsmengen im Sommer und eine erhöhte Anzahl an heißen Sommertagen sind nur einige Effekte des Klimawandels, die einen erheblichen Einfluss auf die Nahrungsmittelproduktion haben. Gerade in der Landwirtschaft besteht daher ein gesteigertes Interesse an dem nachhaltigen Umgang mit der Ressource Wasser und an den Möglichkeiten die Betriebe an den Klimawandel anzupassen.

Besonders in der berechnungsintensiven Region Nord-Ost Niedersachsens spielt das Thema Wasser in der Landwirtschaft eine große Rolle. Die sandigen Böden können nur vergleichsweise wenig Wasser speichern und für die Produktion von Kartoffeln, Braugerste und anderen Ackerkulturen ist der Einsatz der Beregnung essentiell. Aufgrund von begrenzten Wasserkontingenten ist eine ausreichende Wasserversorgung der Pflanzen jedoch zunehmend erschwert, sodass die landwirtschaftlichen Betriebe vor der Herausforderung stehen, geeignete Maßnahmen zu finden und umzusetzen, um das zur Verfügung stehende Zusatzwasser möglichst sparsam und effizient einzusetzen.

9.6.2 Begriffsdefinition

Jeder Pflanzenbestand benötigt Wasser zum Wachstum. Steht Wasser nicht in ausreichender Menge zur Verfügung, ist das Wachstum und somit auch der Ertrag begrenzt. Generell ist zu unterscheiden zwischen der Wasserproduktivität, also der von der Pflanze pro Einheit Wasser gebildeten Pflanzenmasse bzw. Ertrag und der Trockenresistenz, also der Fähigkeit der Pflanze, Trockenperioden zu überstehen (Morison, Mullineaux, & Davies, 2008). Letztere kann durchaus bei geringer Massebildung gegeben sein. In vielen Fällen ist Trockenresistenz auf Trockenheitsvermeidung zurückzuführen. Dies bedeutet eine Verlagerung der Wachstumsphasen in Zeiten ohne Trockenheit. Generell ist ohne Wasser keine Biomassebildung möglich. Zwischen Ertrag und Transpiration besteht eine lineare Beziehung (Ben-Gal, Karlberg, Jansson, & Shani, 2003). Hohe Erträge erfordern demnach immer auch eine möglichst hohe Wasseraufnahme durch die Kulturpflanze. Bei limitiertem Wasserangebot ist es daher entscheidend, einen möglichst hohen Anteil des verfügbaren Wassers für die Transpiration des Pflanzenbestandes zu nutzen und Verluste möglichst gering zu halten (Turner, 2004).

Für ein besseres Verständnis der Wasserbilanzgrößen in der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion sorgt Abbildung 180. Gerade bei wasserlimitierten Wachstumsbedingungen spielt die Verminderung von Wasserverlusten eine große Rolle. Zudem sollte eine möglichst gute Wassernutzung angestrebt



werden. Dies bedeutet, dass der Pflanzenbestand in der Lage sein muss, einen vergleichsweise großen Anteil des vorhandenen Wassers aufzunehmen und in Trockenmasse umzusetzen.

Wasserverlustgrößen sind die Versickerung, der Abfluss, die Evaporation, die Interzeptionsverluste sowie die Transpiration von Nicht-Kulturpflanzen. Maßnahmen, die die Wassernutzung der Nutzpflanzen verbessern und die Wasserverluste vermindern, steigern die Wassereffizienz.

Versickerung:

Unter Versickerung versteht man das aus dem Wurzelraum versickernde Wasser. Dieses steht den Pflanzen in aller Regel nicht mehr zur Verfügung, ist allerdings für die Grundwasserneubildung wichtig.

Abfluss:

Oberflächlicher Abfluss von Wasser tritt dann auf, wenn die Niederschläge nicht in den Boden eindringen können. Als Gegenmaßnahme ist vorrangig die Infiltration zu verbessern.

Evaporation:

Wasserverluste (Verdunstung) durch Evaporation treten insbesondere auf freien, nicht bedeckten Bodenoberflächen auf. Eine möglichst andauernde und ausreichende Bedeckung des Bodens sollte somit zu deren Verminderung beitragen. Bodenbedeckung wird insbesondere auch durch den Pflanzenbestand geschaffen, im Ackerbau im speziellen durch die angebauten Kulturpflanzen.

Interzeptionsverluste:

Das auf der Oberfläche des Pflanzenbestandes gesammelte Wasser aus Niederschlag oder Beregnung und das im Anschluss verdunstet.

Transpiration von Nicht-Kulturpflanzen:

Neben dem erwünschten Wasserverbrauch durch die Transpiration des Kulturpflanzenbestandes benötigen auch die Nicht-Kulturpflanzen Wasser. Die Ausnutzung des verfügbaren Wassers durch den Kulturpflanzenbestand nimmt demnach zu, wenn die darum konkurrierenden Unkräuter beseitigt werden (Grocholl, Effiziente Wassernutzung im Ackerbau Nord-Ost-Niedersachsens: Möglichkeiten zur Anpassung an den prognostizierten Klimawandel, 2011). Alle Maßnahmen zur Verminderung des Unkrautbesatzes bewirken somit eine Verbesserung der Effizienz der Wassernutzung.

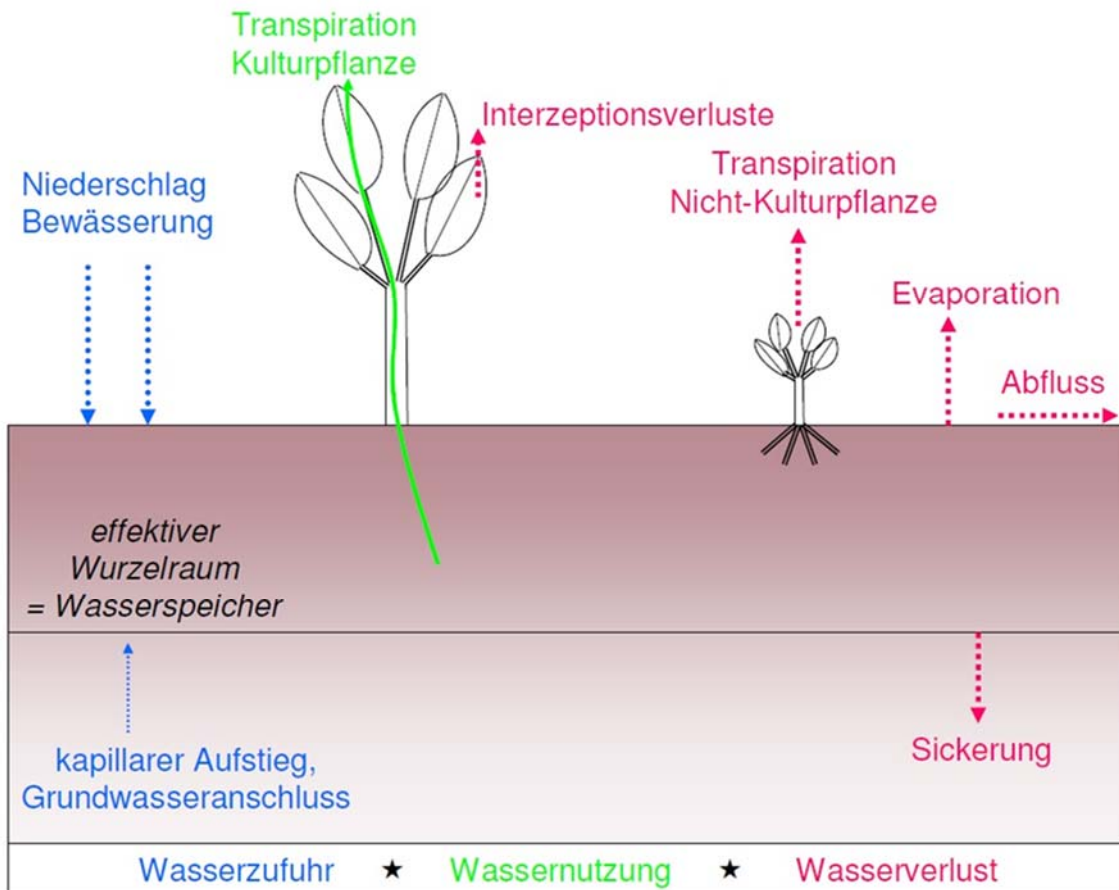


Abbildung 180: Wasserbilanzgrößen in der landwirtschaftlichen Nutzpflanzenproduktion (Grocholl 2011)

9.6.3 Weiche Maßnahmen

Der folgende Abschnitt beschäftigt sich mit den sogenannten „weichen“ Maßnahmen, die Einsparmöglichkeiten von Wasser im Pflanzenbau aufzeigen sollen. Es werden praktische Maßnahmen genannt und bewertet, die der Landwirt in seinem Betrieb umsetzen kann, um die Wassernutzung und Wasserverluste in der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion zu beeinflussen.

Betrachtete weiche Maßnahmen:

- Bodenbearbeitung
- Fruchtfolge und Kulturart
- Züchtung und Sortenwahl
- Humus und Bodenfruchtbarkeit
- Hecken und Agroforst
- Beregnungstechnik



Ansätze zum sparsamen Umgang mit Wasser in der Landwirtschaft sind beispielsweise das Erhöhen der Wasserspeicherfähigkeit des Bodens z.B. über die Erhöhung des Humusgehaltes. Weitere Möglichkeiten bestehen in der Reduzierung von Wasserverlusten. Die Extensivierung der Bodenbearbeitung kann dabei eine Maßnahme zur Verhinderung von unproduktiven Wasserverlusten sein. Ein weiterer Aspekt beim Thema wassersparender Landwirtschaft ist auch die Fruchtfolge. Welchen Effekt die Auswahl der angebauten Kultur hat und welchen Stellenwert die Sortenwahl haben kann, wird hierzu ebenfalls im Folgenden untersucht.

Es findet eine Darstellung und Bewertung möglicher Maßnahmen statt, die die Wassereffizienz im landwirtschaftlichen Betrieb erhöhen können. Außerdem wird der Wissenstransfer aus der Beratung in die Fläche thematisiert.

Bodenbearbeitung

Mit der mechanischen Bodenbearbeitung werden unterschiedlichste Ziele verfolgt. Sie hat auch einen Einfluss auf den Wasserhaushalt des Bodens. Es werden Verdichtungen gelöst und eine günstige Bodenstruktur geschaffen, die die Wasserspeicherung verbessern. Ein Ziel ist die Einarbeitung von Ernterückständen und Dünger zur Verbesserung der Rotte und der Verteilung im Boden. Zudem können durch Bodenbearbeitungsmaßnahmen nach der Ernte oder vor der Aussaat Ausfallkulturen und Beikräuter beseitigt werden. Das dient unter anderem der Verbesserung der Feldhygiene, da durch Ausfallkulturen oder Beikräuter „grüne Brücken“ geschaffen werden, die zur Infektion der Folgekultur mit Krankheiten beitragen können. Zudem reguliert eine intensive Bodenbearbeitung den tierischen Schädlingsdruck. Ein weiteres Ziel der Bodenbearbeitung ist die Bodenlockerung. Sie schafft eine günstige Bodenstruktur für die Aussaat sowie das Pflanzenwachstum und beseitigt Schadverdichtungen im Boden. Gerade auf sandigen Böden, die zu Dichtlagerung neigen, kann eine tief lockernde Bodenbearbeitung notwendig sein (BLE, Gute fachliche Praxis - Bodenbewirtschaftung und Bodenschutz, 2022).

Wichtige Ziele der Bodenbearbeitung:

- Einarbeitung von Ernterückständen und Dünger
- Bodenlockerung und Beseitigung von Verdichtungen
- Schaffung einer günstigen Bodenstruktur
- Beseitigung von Ausfallkulturen und Beikräutern
- Verbesserung der Feldhygiene und Vermeidung „grüner Brücken“
- Regulation des tierischen Schädlingsdrucks

Die Bodenbearbeitungsintensitäten lassen sich in konventionelle und konservierende (nicht-wendende) Bodenbearbeitung unterteilen. Bei der konventionellen Bodenbearbeitung wird bei Bedarf der Pflug eingesetzt. Bei der Mulchsaat (Abbildung 181) wird auf den Pflug verzichtet und es findet nur eine nicht-wendende Bodenbearbeitung statt. Bei der Direktsaat wird gänzlich auf eine Bodenbearbeitung verzichtet und die Aussaat erfolgt in den unbearbeiteten Boden.



Abbildung 181: Mulchsaat (Foto LWK)

Eine Mischform stellt die Streifenbearbeitung dar. Dieses Verfahren, welches auch strip till oder Schlitzsaat genannt wird, besteht aus einem Bereich, der bearbeitet wird und einem Bereich (häufig der Bereich zwischen den Saatreihen) der unbearbeitet bleibt. Hierdurch sollen die positiven Effekte der Bodenbearbeitung und der Direktsaat kombiniert werden.

Findet nur eine reduzierte Bodenbearbeitung statt, verbleiben die Ernterückstände oberflächennah auf der Ackerfläche und die Mulchdecke führt dazu, dass eine verbesserte Infiltration von Niederschlagswasser erfolgt. Auch „verbraucht“ eine intensive Bodenbearbeitung Wasser, sodass nach intensiver Bodenbearbeitung die Wassergehalte im Boden in der Regel geringer sind als nach unterlassener Bodenbearbeitung.

Aktuell nimmt die Bedeutung der ultraflachen Bodenbearbeitung zu. Hierbei wird der Boden nur in einer geringen Tiefe bearbeitet, um den Bewuchs der Fläche abzuschneiden. Durch die Mulchauflage kommen die positiven Effekte der Mulchsaat zum Tragen und der geringe Eingriff in den Boden verhindert unnötige Bodenwasserverluste.



Versuchsergebnisse Infiltration / Wasser- und Winderosion

Tabelle 48 zeigt die Auswirkungen unterschiedlicher Intensitäten der Bodenbearbeitung auf verschiedene Bodenparameter auf einem schweren Lößboden (Schmidt, Brandhuber, & Bug, 2022). Die höchste Wasserinfiltration findet sich auf Direktsaatflächen mit dichter Mulchbedeckung und vielen stabilen Bodenkrümeln. Außerdem ist hier der Bodenabtrag durch Wasser- und Winderosion mit Abstand am geringsten.

Eine dauerhaft flache Bearbeitung z. B. mit dem Grubber (Arbeitstiefe < 10 cm) kann bei bestimmten Böden auch negative Konsequenzen für die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens haben und zur Aus-

Tabelle 48: Vergleich unterschiedlicher Bodenbearbeitungsvarianten (Schmidt, Brandhuber & Bug, 2022)

		Pflug	Konservierend	Direktsaat
Infiltrationsrate ¹⁾	[%]	40	70	86
Rel. Bodenabtrag ²⁾	[%]	100	20	2
Mulchbedeckung	[%]	1	13	77
Humus ³⁾	[%]	2,0	2,2	2,5
Mikrobielle Biomasse	[µg C _{mic} /g TS Boden] ³⁾	415	626	575
Aggregatstabilität	[%]	20	22	25
Regenwürmer	Anzahl pro m ²	125	312	358
davon Tiefgräber	L. terrestris	4	37	29
Makroporen ⁴⁾	Zahl pro m ²	264	493	775

Tab. 1: Auswirkung der Bodenbearbeitung auf Bodenparameter (Bodenbearbeitungsversuch der Südzucker AG in Lüttewitz, Sächsisches Lößhügelland (Bodenart Ut3/Ut4), Beregnungssimulation 2000 (8. Versuchsjahr); Fruchtfolge Zuckerrüben-Winterweizen-Winterweizen, keine Strohabfuhr) (nach NITZSCHE et al. 2002)

Arbeitstiefen [cm]: Pflug: 30; Konservierend: 20 (mit Grubber); Direktsaat: 0

¹⁾ Beregnungsversuch: 38 mm Niederschlag in 20 Min = 100 %

²⁾ Bodenabtrag Pflug: 536,3 g/m² = 100 %

³⁾ Bodenschicht 0 – 5 cm

⁴⁾ Porendurchmesser > 1 mm

bildung infiltrationshemmender und daraus resultierenden erosionsverstärkenden Verdichtungsschichten unterhalb des Bearbeitungshorizontes führen. In diesen Fällen ist zu prüfen, ob eine einmalige, etwas tiefer gehende Lockerung Abhilfe schaffen kann. Eine zu intensive Bearbeitung (z. B. in Form mehrerer Grubberarbeitsgänge) kann dagegen das Erosionsrisiko infolge steigender Verschlammungsanfälligkeit und geringerer Mulchbedeckung merklich erhöhen. Der Erhalt der Bodengare und der Mulchbedeckung der Vorfrüchte erfordert dann situationsbedingt eine Begrenzung der Anzahl der Arbeitsgänge und der Bearbeitungsintensität sowie –tiefe.



Versuchsergebnisse Wasserverbrauch Bodenbearbeitung

Langjährige Versuchsergebnisse zum Einfluss der Bodenbearbeitung auf den Wasserhaushalt hat die Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau (LLG) Sachsen-Anhalt seit 1998 (Bischoff, 2016). Der Versuchsstandort befindet sich in Bernburg auf einem Kalk-Tschernosem mit einer durchwurzelbarer Bodentiefe von 100cm. In einer viergliedrigen Fruchtfolge mit Zuckerrüben, Sommergerste, Winterweizen und Wintergerste wurde der Effekt der Bodenbearbeitung auf den Ertrag und den Wassergehalt des Bodens untersucht. Es zeigt sich, dass sich eine extensivere Bodenbearbeitung positiv auf die Bodenfeuchte auswirken kann. So konnte zum Reihenschluss der Zuckerrüben in der Direktsaatvariante deutlich mehr Bodenwasser im Vergleich zur intensiven Bodenbearbeitung mit Pflug gemessen werden.

Ertraglich schnitt die Direktsaatvariante (-39% im Vergleich zu Strip-Tillage) jedoch am schlechtesten ab. Außerdem war ein hoher Anteil von 47% der Zuckerrüben beinig, was durch das Auslassen der Bodenbearbeitung und dadurch mangelnde Bodenlockerung verursacht sein könnte, da beinige Zuckerrüben ein Zeichen von ungenügender Durchwurzelbarkeit des Bodens sein können. Der wassersparende Effekt der unterlassenen Bodenbearbeitung konnte also vermutlich durch die ungenügende Bodenstruktur nicht von den Pflanzen genutzt werden. Die Bodenbearbeitungsvariante Strip-Tillage, bei der der Boden nur streifenweise in der Saatreihe gelockert wird, schnitt trotz 28% beiniger Rüben ertraglich am besten ab.

Im Getreide zeichnet sich ein weniger eindeutiges Bild ab. Beim Wintergetreide ist die Direktsaatvariante ebenfalls die ertraglich schwächste. Bei der Sommergerste wurden in der Pflugvariante die geringsten Erträge gemessen und die klassische Mulchsaat schnitt am besten ab. Zu beachten ist, dass in den Zuckerrübenvarianten, in denen nur eine streifenweise Bodenbearbeitung erfolgte oder eine Direktsaat stattfand ein höherer Herbizideinsatz im Vergleich zur flächig stattfindenden Bodenbearbeitung nötig waren. Auch im Getreide war durch das Auslassen der Bodenbearbeitung ein höherer Pflanzenschutzmitteleinsatz notwendig. Bei den Versuchsergebnissen ist jedoch der lehmige Boden in Bernburg zu berücksichtigen, sodass eine direkte Vergleichbarkeit mit den sandigen Böden in Nord-Ost Niedersachsen nur bedingt möglich ist.

Integriertes Wasserversorgungs- und Wassermengen - Managementkonzept

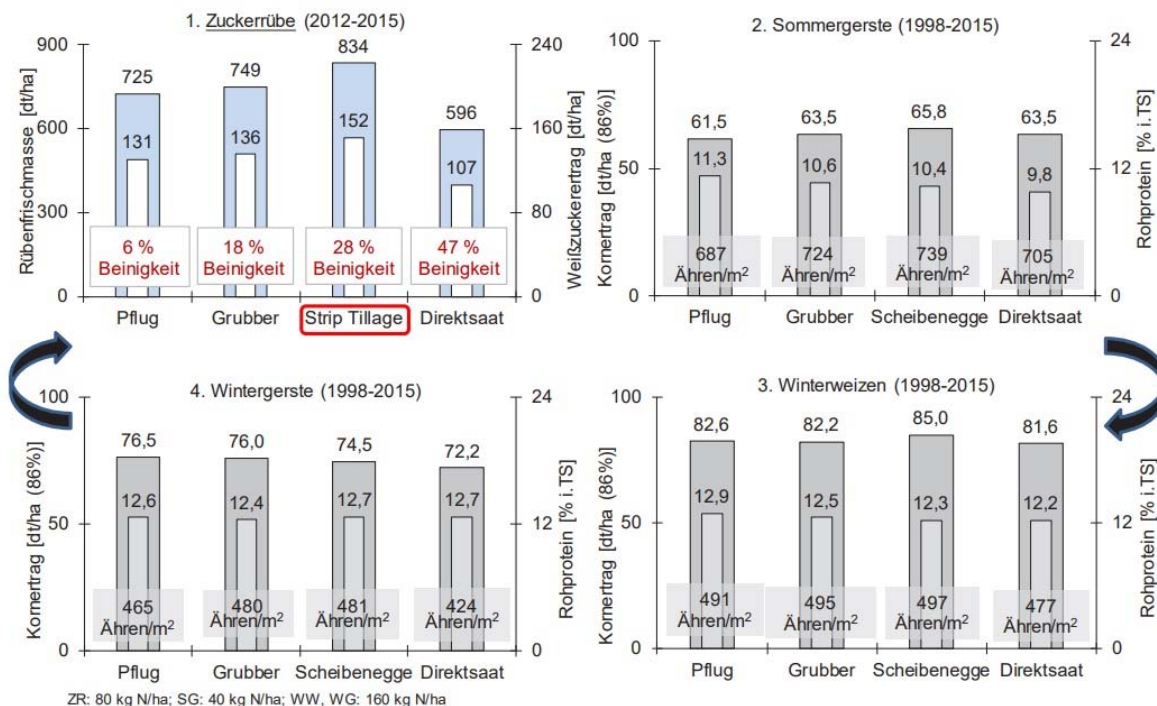


Abbildung 182: Erträge unterschiedlicher Ackerkulturen in Abhängigkeit der Bodenbearbeitung (Bischoff, 2016).

Weitere Versuchsergebnisse zum Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Ertragsbildung bei unterschiedlicher Wasserversorgung von Zuckerrüben fanden im Rahmen von Beregnungsversuchen der LWK Niedersachsen von 2009-2014 statt. Untersucht wurden die Kulturen Winterweizen, Kartoffeln und Zuckerrüben am Standort Hamerstorf, der repräsentativ für die beregneten Ackerbaustandorte Nord-Ost-Niedersachsens mit überwiegend sandigen Böden steht. Verglichen wurde hierbei die konventionelle Bodenbearbeitung mit der Mulchsaat. In den Zuckerrüben wurde die Mulchsaat mit der Schlitzsaat (Strip-Till) verglichen (Abbildung 183). In der Mehrzahl der Versuchsjahre konnte eine Verbesserung der Qualitäten beim Schlitzsaatverfahren festgestellt werden (Zuckergehalt, Amino-N-Gehalt, Beinigkeitsanteil). Bei den Zuckererträgen konnte die Schlitzsaat jedoch nur in einem der sechs Versuchsjahre höhere Erträge und damit eine höhere Wassereffizienz erreichen. Der Mehrertrag wird vor allem durch die verbesserten Wachstumsbedingungen der Zuckerrüben mit einer tieferen Durchwurzelung des Bodens, die zu einer verbesserten Wassernutzung führen, sowie den geringeren Wasserverlusten im Frühjahr durch eine Mulchschicht in den unbearbeiteten Streifen erklärt.

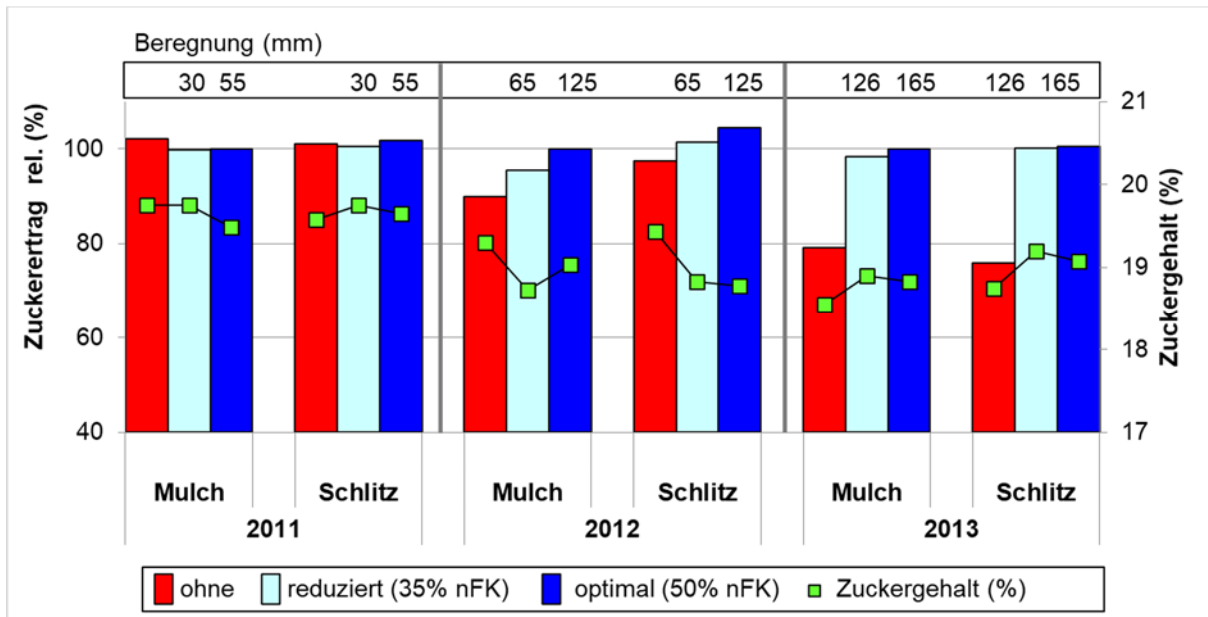


Abbildung 183: Zuckerertrag und –gehalt von Zuckerrüben in Abhängigkeit der Beregnungsintensität und der Bodenbearbeitung am Versuchstandort Hamerstorf 2011-2023

Beim Winterweizen zeigte sich keine Wechselwirkung zwischen den Variablen Bodenbearbeitung und Wasserversorgung. Bei den Kartoffeln hatte die Pflugvariante hinsichtlich des Ertrages und der Qualitätsparametern leichte Vorteile, sodass der Pflugverzicht bei der Produktion von Qualitätsspeisekartoffeln kritisch zu sehen ist (Grocholl, et al., 2014).



Bewertung Bodenbearbeitung

Eine Extensivierung der Bodenbearbeitung kann sich positiv auf den Wasserhaushalt des Bodens auswirken. Die Mulchaufgabe verbessert die Infiltration von (Stark-) Niederschlägen und verringert Erosionserscheinungen. Im Zielkonflikt steht die Extensivierung der Bodenbearbeitung jedoch mit der „Farm-to-Fork“ Strategie der EU als Teil des Green Deals. Hierbei soll eine Reduzierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes bis 2030 erreicht werden. Auf Niedersächsischer Ebene soll eine Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes über die niedersächsische Pflanzenschutzmittel-Reduktionsstrategie erfolgen. Ziel ist es den Einsatz und das Risiko von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln bis zum Jahr 2030 um 25 % zu reduzieren (Niedersächsisches Ministerium für Landwirtschaft, 2023). Eine deutlich reduzierte Bodenbearbeitung kann jedoch zu einer Verschlechterung der Feldhygiene führen, die eine Erhöhung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes bedingen kann. Versuchsergebnisse von LLG und LWK Niedersachsen lassen keine allgemeine Aussage zur optimalen Bodenbearbeitungsintensität zu. Die Wahl der Bodenbearbeitungsverfahren ist standort-, situations-, und kulturartspezifisch zu wählen. Der wassersparende Effekt einer extensivierten Bodenbearbeitung auf Erträge und Qualitäten wird nicht selten durch andere pflanzenbauliche Parameter überlagert. Die Wahl der Bodenbearbeitung muss daher immer eine betriebsindividuelle Entscheidung des Landwirts sein, die durch eine unabhängige Officialberatung unterstützt werden sollte.

Fruchtfolge und Kulturart

Wie sparsam Nutzpflanzen mit Wasser umgehen, hängt davon ab, wie gut ihre allgemeinen Wachstumsbedingungen sind. In Zeiten des Klimawandels mit höheren Durchschnittstemperaturen und einer veränderten Niederschlagsverteilung taucht immer wieder die Frage nach einer angepassten Kulturartenauswahl in der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion auf. Veränderte politische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen haben außerdem einen Einfluss auf die Fruchtfolge in der Landwirtschaft. Auch die begrenzte Verfügbarkeit von Beregnungswasser führt dazu, dass landwirtschaftliche Betriebe ihre Fruchtfolgen an die örtlichen Gegebenheiten anpassen.

Die Landwirtschaftskammer Niedersachsen betreibt seit vielen Jahren Beregnungsversuche am Standort Hamerstorf im Landkreis Uelzen, um den Effekt der Beregnung zu prüfen.

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass sich die unterschiedlichen Ackerkulturen in ihrem Beregnungsbedarf unterscheiden. Gerade die wertschöpfungsstarken Kulturen wie Kartoffeln benötigen vergleichsweise hohe Zusatzwassermengen. In den Versuchen war beispielsweise im Mittel der Jahre bei den Speisekartoffeln eine Beregnungsmenge von 133 mm notwendig, um die geforderten Vermarktungsqualitäten zu erreichen. Winterroggen, der seit 2019 auf dem Versuchsfeld steht, brauchte hingegen mit 98 mm bzw. 45 mm in der reduzierten Beregnungsvariante deutlich weniger Zusatzwasser. In der



Beregnungslandwirtschaft ist es schon jetzt notwendig, die Wassermengen intelligent zu managen, damit z.B. für die Kartoffel ausreichend Beregnungswasser zur Verfügung steht. Steht einem Landwirt im mehrjährigen Durchschnitt beispielsweise 80 mm Zusatzwasser zur Verfügung, so sind schon heute wassersparende Kulturen notwendig, um in den wertschöpfungsstarken Kulturen ausreichend Beregnungswasser zur Verfügung zu haben. Dies führt im Mittel der Jahre allerdings auch dazu, dass die wassersparenden Kulturen unberechnet bleiben oder nur reduziert beregnet werden können. Geringe Deckungsbeiträge der wassersparenden Kulturen müssen dann von wertschöpfungsstarken Kulturen aufgefangen werden, um eine nachhaltige Landwirtschaft zu ermöglichen.

Die Kulturen zeigten im Versuch unterschiedlich starke Ertragsreaktionen beim Einsatz der Beregnung. Die höchsten Mehrerträge zeigte der Weizen, gefolgt von Speisekartoffeln und Wintergerste, die geringsten der Mais. Noch geringer waren im Versuch die Mehrerträge von Raps. Die positiven monetären Auswirkungen der Beregnung (Mehrerlöse mit Beregnung abzüglich der Beregnungskosten) sind bei der Speisekartoffel am höchsten (Tabelle 49: Beregnungsmengen von Ackerkulturen). Es ist daher sinnvoll, diese Kultur in der Fruchtfolge zu haben, wenn die Möglichkeit zur Beregnung besteht. Andere Früchte, die nicht im Versuch standen, wie Feldgemüse reagieren ebenfalls sehr positiv auf Beregnung bzw. sind im Anbau ohne die Bereitstellung von Zusatzwasser gar nicht wirtschaftlich. Bei knappen Ressourcen sollte die Beregnung dort bevorzugt eingesetzt werden, wo der größte ökonomische Vorteil erwartet werden kann.

Bei vorhandener Möglichkeit zur Beregnung ist die Auswahl an Kulturen für Trockenstandorte zudem höher. Ohne dieses Produktionsmittel sind besonders beregnungsbedürftige Kulturen nicht anbauwürdig, weil das Risiko von Ertragsausfällen oder schwer zu vermarktenden Qualitäten zu hoch ist.

Tabelle 49: Beregnungsmengen von Ackerkulturen

Beregnungsmenge in mm	Winter- weizen	Winter- gerste	Winter- roggen	Brau- gerste	Kartoffeln	Mais	Zuckerrübe
reduzierte Beregnung	75	49	45	63	79	44	83
optimale Beregnung	125	93	98	104	133	84	132

Datengrundlage: Beregnungsversuche LWK Niedersachsen Versuchsstandort Hamerstorf (LK Uelzen) kulturartspezifisch unterschiedliche Untersuchungszeiträume 2006 bis 2022



In einer durch zeitweiligen Wassermangel geprägten Region wie Uelzen-Lüneburg ist es für einen Landwirt entscheidend, dass er für seine Fruchtfolge nur solche Arten auswählt, die unter diesen Bedingungen möglichst sichere Erträge hervorbringen. Gleichzeitig müssen die erzeugten Produkte auch vermarktbar sein, das heißt von den Marktteilnehmern zu angemessenen Preisen nachgefragt werden. Ohne die Möglichkeit zur Bewässerung können nur Kulturen mit niedrigen Erlösen pro Flächeneinheit wie Getreide und Raps, die für ein ausreichendes Betriebseinkommen viel Fläche, dabei aber wenig Arbeitskräfte benötigen, angebaut werden. Ohne die Möglichkeit der Feldberegnung würde die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe und die Wertschöpfung im ländlichen Raum deutlich abnehmen. Battermann et al. gehen davon aus, dass die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe um 800 zurückgehen würde, sofern keine Möglichkeit der Feldberegnung in Nord-Ost-Niedersachsen bestehen würde. Die Zahl der in der Landwirtschaft beschäftigten Menschen würde um ca. 30 % zurückgehen. Zudem würde der vor- und nachgelagerte Bereich der Landwirtschaft mit ca. 12.900 Arbeitsplätzen und 1,1 Mrd. € Bruttoproduktionswert erheblich leiden (Battermann & Theuvsen, Feldberegnung in Nordost-Niedersachsen: Regionale Bedeutung und Auswirkungen differenzierter Wasserentnahmeerlaubnisse, 2009).

Züchtung und Sortenwahl

Die Züchtung im Nutzpflanzenanbau leistet einen wichtigen Beitrag zur Sicherung der Grundversorgung mit Lebensmitteln weltweit. Dazu gehört es auch, durch die Pflanzenzüchtung robuste und an den fortschreitenden Klimawandel angepasste Sorten zu züchten. Pflanzen, die trotz Trockenheit und Hitzeperioden stabile Ernteerträge bringen, werden in Zukunft eine immer größere Rolle spielen. Das ist aber nicht einfach zu erreichen. Trockentoleranz beispielsweise wird nicht durch einzelne Gene bestimmt, sondern durch ein komplexes Zusammenspiel zahlreicher genetischer Faktoren. Viele Hochschulen und Forschungseinrichtungen arbeiten beispielsweise seit Jahren an der Züchtung trockenheitsresistenter Getreidesorten (Thiele, 2022).

Die in der Praxis angebaute Sorten werden unter anderem nach den Sorteneigenschaften hinsichtlich der Standortbedingungen und der nachgefragten Qualitäten ausgewählt. Dies erfolgt häufig nach den Ergebnissen und Empfehlungen der Landessortenversuche der Landwirtschaftskammer Niedersachsen. In diesen Versuchen wird zwar kein spezielles Merkmal für Trockentoleranz geprüft, jedoch werden die Versuchsflächen in unterschiedlichen Boden-Klimaräumen angelegt und die Ergebnisse getrennt nach diesen Anbauregionen veröffentlicht. Daher kann jeder Landwirt die Sorten, die unter den Bedingungen, die seinem eigenen Standort ähneln, am besten abgeschnitten haben, auswählen. Hierbei sind neben bestimmten agronomischen und qualitativen Eigenschaften auch stabile Erträge wichtige Entscheidungskriterien, um nachhaltig Landwirtschaft betreiben zu können.



Versuchsergebnisse Sorten

Die Eigenschaft "Trockenheitstoleranz" setzt sich aus sehr unterschiedlichen Merkmalen zusammen. Hierzu gehört z.B.:

- hohe Ausschöpfung des Bodenwassers durch intensive und tiefreichende Durchwurzelung
- geringerer Wasserbedarf durch eine niedrigere Verdunstung
- hohe Kompensationsfähigkeit zwischen den ertragsbildenden Faktoren
- wichtige und sensible Entwicklungsphasen außerhalb häufiger Trockenperioden

Unter intensiven Anbaubedingungen ist ein Auswahlkriterium für die Anbauwürdigkeit einer Sorte zusätzlich immer ihr hohes Ertragspotential.

Die LWK Niedersachsen hat die Wassereffizienz verschiedener Sorten in langjährigen Versuchsreihen bei verschiedenen Kulturen untersucht. Zu den untersuchten Kulturen zählten Wintergerste, Winterweizen, Winterraps, Mais und Kartoffeln. Die Versuche fanden auf dem Beregnungsversuchsfeld der Landwirtschaftskammer Niedersachsen in Hamerstorf (LK Uelzen) statt. Die Sortenversuche mit Beregnung wurden als 2-faktorielle Spaltanlage in 4-facher Wiederholung angelegt. Die Beregnungsvarianten waren für alle Kulturen und Sorten gleich. Die drei Varianten waren unberegnert, reduziert und optimal beregnert. Der Beregnungseinsatz wurde nach der Bodenfeuchtigkeit im durchwurzelten Raum gesteuert. Bei reduzierter Beregnung trocknete der Boden bis auf 30-35 % der nutzbaren Feldkapazität (nFK) aus und bei optimaler Beregnung trocknete der Boden nur auf 50 % nFK ab, bevor jeweils der Beregnungseinsatz erfolgte.

Die geprüften Arten und Sorten unterschieden sich hinsichtlich ihrer Reaktionen auf Trockenstress und auf Beregnung. Bei entsprechend trockener Witterung kam es jedoch ohne Beregnung immer zu Minderträgen gegenüber den beregneten Varianten. Es konnte jedoch bei keiner Kultur eine besonders trockenheitstolerante Sorte gefunden werden, die ohne Beregnung bei länger andauernder Trockenheit nur einen geringen Minderertrag bei gleichzeitig höherem Ertragsniveau als die Vergleichssorten aufwies. In Abbildung 184 sind exemplarisch die Versuchsergebnisse für Wintergerste aus der Versuchsreihe dargestellt. Es zeigt sich, dass die Sorte, welche unter optimaler Wasserversorgung den höchsten Ertrag erzielt hat, auch unberegnert das höchste Ertragsniveau aufwies. Ohne den Einsatz der Feldberegnung konnte jedoch keine Sorte auskömmliche Erträge erzielen.

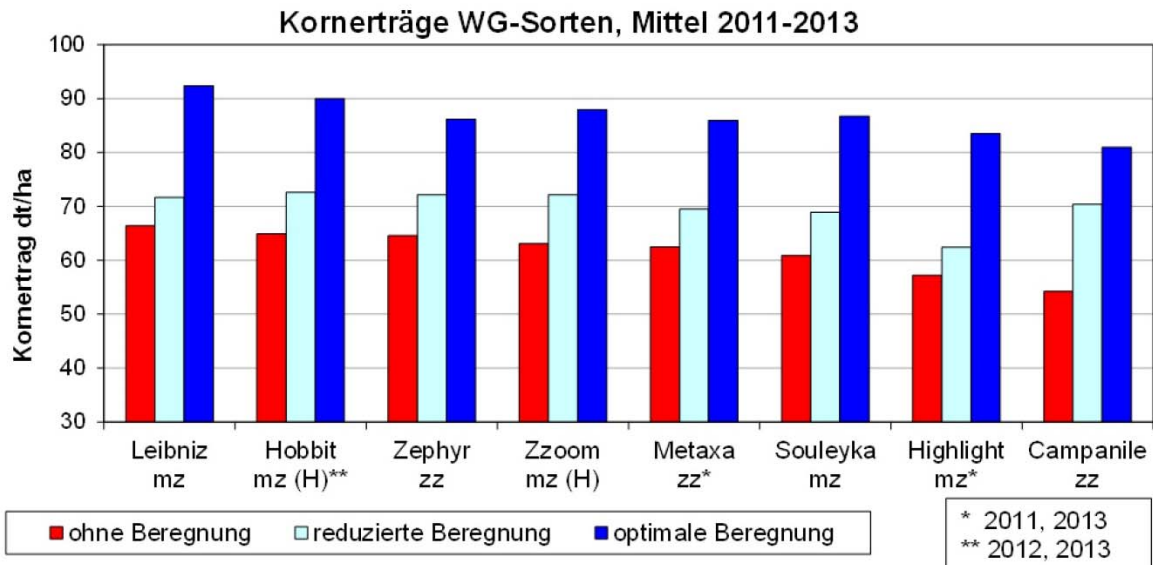


Abbildung 184: Kornerträge unterschiedlicher Wintergerstensorten in Abhängigkeit der Beregnungsintensität, Hamerstorf 2011-2013

Für einige Kulturen wie z.B. Winterweizen konnten dennoch Sortentypen (Sorten mit hoher Kompensationsfähigkeit) identifiziert werden, die unter trockenen Standortbedingungen bessere Leistungen zeigten als andere. Um diese Ergebnisse abzusichern und auch für andere Kulturen solche Merkmale zu finden, müssten noch weitaus mehr Sorten auf ihre Trockenheitstoleranz in Versuchen geprüft werden.

Die Auswahl der Sorten in einem landwirtschaftlichen Betrieb sollte nach ihren nachhaltigen, also über mehrere Jahre konstant erreichbaren guten Erträgen an dem betreffenden Standort sowie den erforderlichen Qualitätseigenschaften erfolgen. Sorten, die ihr hohes Ertragspotential nur bei gutem Wasserangebot ausnutzen können, kommen für Standorte mit Trockenheitsrisiko aber ohne Beregnungsmöglichkeit nicht in Frage. Zur Verringerung des Risikos von Ertragseinbrüchen in Trockenjahren kann es sinnvoll sein, mehrere Sorten mit unterschiedlichen Eigenschaften, z.B. verschiedenen zeitlichen Ansprüchen an die Wasserversorgung (früh- und spätreife Sorten), anzubauen.

Bei vorhandener Beregnungsmöglichkeit sind häufig ebenfalls die als trocken tolerant identifizierten Sorten die besten. Allerdings können dann auch etwas sensiblere Sorten zum Einsatz kommen, sofern sie mit der guten Wasserversorgung durch Beregnung besonders hohe Erträge oder Qualitäten erzielen und somit eine hohe Effizienz bei der Verwertung des Zusatzwassers aufweisen. Eine Reduzierung der Beregnung ist prinzipiell mit allen Sorten möglich. Jedoch müssen dann Abschläge im Ertrag hingenommen werden, deren Höhe auch von der Kulturart abhängig ist. Die Mindererträge können teilweise verringert werden, wenn die Steuerung der Beregnung auf die spezifischen Ansprüche der Sorte an



den Wasserbedarf im jeweiligen Entwicklungsstadium abgestimmt wird. Es ist zudem sinnvoll die Bestandesdichte an die Standortbedingungen anzupassen, um unproduktive Biomasseproduktion zu vermeiden. Im Rahmen des Klimzug-Projektes (Klimzug-Nord: Teil 4) zeigte sich jedoch auch die begrenzte Einflussmöglichkeit des Landwirts hinsichtlich der Bestandesdichte bei bestockenden Kulturen (z.B. Weizen).

Bewertung

Bei der Wahl der passenden Fruchtfolge und angebauten Sorten sind eine Vielzahl von Faktoren zu berücksichtigen. Gerade auf den Standorten in Nord-Ost-Niedersachsen mit geringer Wasserspeicherkapazität der Böden ist die Verfügbarkeit von Zusatzwasser ein wesentlicher Faktor bei der Wahl der angebauten Kulturen. Häufig sorgen wertschöpfungsstarke Kulturen, wie z.B. Kartoffeln überproportional stark für das Betriebseinkommen, benötigen jedoch überdurchschnittlich viel Zusatzwasser. Wertschöpfungsschwache Kulturen wie Winterroggen benötigen weniger Beregnungswasser, tragen aber auch nur in geringerem Umfang zum Betriebseinkommen bei.

Bei der Wahl einer geeigneten Fruchtfolge eines Beregnungsbetriebes ist daher die Kombination aus beregnungsintensiven und beregnungsextensiven Kulturen notwendig, um mit begrenzten Zusatzwassermengen einen wirtschaftlichen Pflanzenbau betreiben zu können.

Grundsätzlich bleibt festzuhalten, dass vielfältige Fruchtfolgen mit möglichst unterschiedlichen Kulturen in der Regel resilienter sind und pflanzenbaulich viele Vorteile bieten. So sind Fruchtfolgekrankheiten und Ertragsschwankungen in sehr engen Fruchtfolgen häufiger anzutreffen, als in weiten Fruchtfolgen mit langen Anbaupausen. Zu berücksichtigen ist aber die teils stark unterschiedliche und schwankende Wertschöpfung der Kulturen. Eine nachhaltige Betriebsexistenz und -entwicklung ist nur bei wirtschaftlicher Konkurrenzfähigkeit möglich. Die Wahl der angebauten Kulturen erfolgt in der Landwirtschaft daher immer sowohl nach ökologischen als auch nach ökonomischen Gesichtspunkten.

Um die Betriebe bei der Entscheidung der angebauten Kulturen und Sorten bestmöglich zu unterstützen, ist eine unabhängige Officialberatung notwendig. Die Beregnungsversuche der Landwirtschaftskammer Niedersachsen bieten eine wichtige Beratungsgrundlage zu dem Beregnungsbedarf und der effizienten Anwendung der Beregnung für die wichtigsten Ackerkulturen. Es werden zudem sowohl Alternativen zu den herkömmlichen Kulturen untersucht (z.B. Sorghum-Hirse als Alternative zu Mais) als auch unterschiedliche Sorten, um mögliche Trockentoleranzen zu identifizieren, bewertet.

Häufig genannte alternative Kulturarten (z.B. Hirse) haben in den bisher durchgeführten Beregnungsversuchen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen keinen Einspareffekt zu etablierten Kulturen



hinsichtlich ihres Beregnungsbedarfs. Auch hat die Hirse im Hinblick auf ihre Produktqualität und die Wirtschaftlichkeit eine geringere Vorzüglichkeit als ein vergleichbarer Mais.

9.6.4 Humus und Bodenfruchtbarkeit

Eine verbesserte Konservierung von Wasser erfordert auf den in Nord-Ost-Niedersachsen hauptsächlich vorherrschenden Sandböden eine Erhöhung des Wasserhaltevermögens des Bodens. Dieses wird jedoch zum größten Teil von der Bodenart bestimmt, die kaum zu beeinflussen ist. Einen - wenn auch geringeren - Einfluss hat auch der Humusgehalt, wobei mit steigendem Humusgehalt das Wasserhaltevermögen zunimmt (BLE, Gute fachliche Praxis - Bodenbewirtschaftung und Bodenschutz, 2022). Durch Zufuhr an organischer Substanz kann dieser in gewissem Maße erhöht werden. Dabei ist die Humuswirkung verschiedener Stoffe sehr unterschiedlich zu bewerten. In Frage kommen insbesondere schwer umsetzbare Stoffe, wie z.B. Stroh, Mist oder Biokompost. Andere organische Stoffe wie z.B. Gülle, Klärschlamm oder auch Zwischenfrüchte sind in ihrer Wirksamkeit häufig geringer. Ausführliche Untersuchungen liegen beispielsweise über die Wirkung von Biokomposten vor. Versuche auf Sandböden mit langjähriger, regelmäßiger (hoher) Kompostdüngung in der Region Uelzen und der Wildeshauser Geest zeigten eine Erhöhung der nutzbaren Feldkapazität von ca. 2 – 6 Vol.% (Battermann, et al., 2008).

Auch durch die Bodenbearbeitung wird der Humusgehalt beeinflusst. Nach Umstellung auf pfluglose Bodenbearbeitung steigen die Gehalte oft leicht an, insbesondere in der obersten Bodenschicht. Beispielsweise ermittelte Grocholl (1991) auf einem Lößboden nach 7 bis 9-jähriger pflugloser Bearbeitung eine Zunahme der Gehalte an organischem Kohlenstoff in der Ackerkrume von 1,43% (Pflug) auf bis zu 1,48% (Schwergrubber), auf einem schluffigen Sand von 0,62% (Pflug) auf bis zu 0,66% (Direktsaat). Dabei nahmen die Gehalte in den oberen 10 cm der Krume deutlich zu, in der unteren Krumenschicht dagegen geringfügig ab.

Weitere Untersuchungen zur Erhöhung des Humusgehaltes fanden im Klimzug-Nord Projekt statt. Hierbei wurde der bodenverbessernde Effekt verschiedener Pflanzenkohlen von 2011-2013 untersucht. Es handelte sich um eine 2-faktorielle Spaltanlage in 4-facher Wiederholung. Die angebauten Kulturen auf dem Versuchsfeld in Hamerstorf waren Sommerbraugerste und Wintertriticale. Der zweite Versuchsfaktor war die Beregnungsintensität. Es wurde zwischen den Varianten unberegnet, reduziert beregnet und optimal beregnet unterschieden.



In den Versuchen konnte eine Ertragssteigerung in den mit Pflanzenkohle gedüngten Varianten sowie eine leichte Steigerung des Humusgehaltes festgestellt werden. Diese Erkenntnis deckt sich mit anderen Versuchsergebnissen, die eine positive Wirkung organischer Dünger auf Bodenfruchtbarkeit und Humusgehalt aufweisen.

Ob die Ertragssteigerung der Humuswirkung von der Pflanzenkohle zuzuschreiben ist, bleibt jedoch fraglich. Mit der Ausbringung der Pflanzenkohle wurden auch erhebliche Mengen an Pflanzennährstoffen ausgebracht, die höchstwahrscheinlich den größten Einfluss auf die Ertragssteigerung hatten. Eine Veränderung der Wasserspeicherfähigkeit durch die Düngung mit Pflanzenkohle konnte in dem Versuch nicht nachgewiesen werden.

Bewertung

In den beschriebenen Versuchsergebnissen konnte nur ein geringer bodenverbessernder Effekt festgestellt werden. Der Humusgehalt ist größtenteils vom Standort abhängig. Bodenverbessernde Maßnahmen, die die Aufgabe haben den Humusgehalt zu erhöhen, sind sehr langfristig zu betrachten. Die Anhebung des Humusgehaltes über eine organische Düngung, die Anpassung der Bodenbearbeitung oder der verstärkte Anbau von Zwischenfrüchten kann dennoch dazu beitragen, die Bodenfruchtbarkeit zu verbessern und eine (leichte) Anhebung der Wasserspeicherfähigkeit der Böden zu erzielen. Zu beachten ist auch die Reversibilität der bodenverbessernden Maßnahmen. Wird beispielsweise der Humusgehalt über Zwischenfruchtanbau und organische Düngung gesteigert, kommt es bei der Einstellung der bodenverbessernden Maßnahmen häufig zu einem raschen Absinken des Humusgehaltes auf das ursprüngliche Ausgangsniveau.

9.6.5 Agroforst und Hecken

Saumbiotope sind linienförmige Kleinstrukturen in der Kulturlandschaft wie zum Beispiel Hecken, Feld- und Wegraine, Straßenränder, Alleen und Baumreihen, Uferränder, Gräben, Waldränder und Acker-schonstreifen. Sie sind Lebensraum für eine Vielzahl an Pflanzen und Tieren. Neben den natürlicher-weise vorkommenden Saumbiotopen gibt es noch die Sonderform der Agroforstsysteme. Hierbei fin-det eine kombinierte Produktion von Agrarholz und landwirtschaftlicher Produktion auf einer Fläche statt (Abbildung 185). Die Holzproduktion findet in der Regel streifenförmig in der Hauptwindrichtung mit schnellwachsenden Baumarten statt. Zwischen den Agroforststreifen findet die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion in gewohnter Weise statt (BLE, Hecken und Raine in der Agrarlandschaft, 2018).



Abbildung 185: Getreideernte zwischen Gehölzstreifen (Foto Christian Dupraz, INRA)

Gerade durch Hecken oder Agroforststreifen kann das Kleinklima auf der angrenzenden Ackerfläche beeinflusst werden. Es stellt sich die Frage, ob die Beeinflussung des Kleinklimas nennenswerte Vor-teile für den Wasserhaushalt und die Pflanzenproduktion haben. Beeinflusst werden durch Hecken beispielsweise die Windgeschwindigkeit, Taumenge, Verdunstung, Bodenfeuchtigkeit sowie die Luft- und Bodentemperatur.



Verdunstung und Bodenfeuchtigkeit

Durch den Windschutz von Hecken oder Agroforststreifen kann die Verdunstung der Ackerkulturen geringer ausfallen als im voll bewindeten Bereich. In der Literatur finden sich Aussagen, dass durch den Windschutzeffekt die Bodenfeuchte erhöht ist. Im unmittelbaren Bereich der Hecke ist durch die Konkurrenzwirkung der Hecke um Wasser und den Regenschatten die Bodenfeuchte jedoch verringert.

Windgeschwindigkeit

Vor allem durch die Reduzierung der Windgeschwindigkeit soll die Evapotranspiration der Nutzpflanzen verringert werden. In der Literatur finden sich Angaben, dass der Windschutz einer Hecke bis in eine Entfernung vom 25-fachen der Heckenhöhe reichen kann. Der Windschutz wird maßgeblich von Art und Dichte der Hecke sowie von Windstärke und Windrichtung beeinflusst. Auch kann durch den Windschutz vor allem bei leichten Böden die Gefahr der Winderosion verringert werden.

Zudem kann der Schutz der Hecke zu einer Schneeakkumulation im Winter führen und die Eindringtiefe des Bodenfrostes in unmittelbarer Nähe der Hecke verringern. Die Gefahr von Pilzkrankheiten kann durch Hecken steigen. Taumengen und Dauer der Betauung sind im Windschutz größer als in ungeschützten Bereichen. Durch die verzögerte Abtrocknung im Windschutz verlangsamt sich jedoch die Bodenerwärmung (BLE, Hecken und Raine in der Agrarlandschaft, 2018).

Bewertung

Hecken und auch Agroforstsysteme haben einen Einfluss auf die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion in den Zwischenstreifen. Der größte Effekt wird dabei durch den Windschutz erzielt. Es finden sich bezüglich der ökonomischen Bewertung dieser Wirtschaftsweisen unterschiedliche Angaben. Einige Studien sprechen von Ertragssteigerungen durch die Etablierung von Agroforstsystemen (Eigner, 1975), während andere keine signifikanten Effekte feststellen konnten (Schmidt C. , 2011).

Gerade bei den Agroforstsystemen stellt sich die Frage, ob betriebswirtschaftliche Vorteile gegenüber der herkömmlichen Wirtschaftsweise bestehen. In der Theorie ist der Pflanzenertrag in unmittelbarer Nähe zur Hecke oder dem Agroforststreifen geringer, da die Konkurrenzwirkung und der Regenschatten zu ungünstigeren Wachstumsbedingungen führen. Im mittleren Bereich zwischen den Agroforststreifen sollen dann die positiven Effekte der Bäume (Windschutz) für ein überdurchschnittlich gutes Pflanzenwachstum sorgen, welches die Ertragsverluste sowie den Flächenverlust durch die Forststreifen überkompensieren soll. In der Dissertation von SCHMIDT (2011) wurden Agroforstsysteme hierzu umfangreich untersucht und ökonomisch bewertet.



Es konnte durch die Etablierung des Agroforstsystems kein signifikanter Mehrertrag der Ackerkulturen generiert werden. Der geringere Deckungsbeitrag durch den Flächenverlust der Agroforststreifen musste daher durch die Holzproduktion erwirtschaftet werden, welches in dem untersuchten Zeitraum ebenfalls nicht gelang. Zu berücksichtigen ist auch, dass nach Nutzung der Agroforststreifen die positiven Effekte der Bäume auf die Ackerkulturen im Zwischenbereich erst wiedereinsetzen, wenn ein ausreichender Bewuchs der Gehölzstreifen nachgewachsen ist.

9.6.6 Berechnungstechnik

Vor dem Hintergrund einer steigenden Bedeutung der Bewässerung aufgrund klimatischer Veränderungen kommt dem effizienten Einsatz des Betriebsmittels Wasser zukünftig eine wachsende Bedeutung zu. Hinzu kommt, dass die genehmigten Wassermengen dem landwirtschaftlichen Betrieb Grenzen beim Wassereinsatz setzen und daher jeder Kubikmeter Wasser möglichst effizient eingesetzt werden sollte.

Es lohnt sich daher einerseits ein Blick auf die vorhandenen Bewässerungstechniken, um mögliche Effizienzsteigerungspotentiale aufzudecken, andererseits sollte auch die Bewässerungssteuerung durch den Landwirt unter die Lupe genommen und auf Optimierungspotentiale hin untersucht werden. (Fricke, 2017)

Welche Bewässerungstechnik in den landwirtschaftlichen Betrieben zum Einsatz kommt, ist von vielen Faktoren abhängig. Einen Einfluss auf die Wahl der Berechnungstechnik haben unter anderem die Schlaggrößen und -formen, die Topografie, die angebauten Kulturen und die arbeitswirtschaftliche Situation. Zu den flächenmäßig bedeutsamsten Bewässerungstechniken in Niedersachsen zählen die mobile Beregnungsmaschine mit Starkregner oder Düsenwagen sowie die Kreisberegnung und Tropfbewässerung.

Mobile Beregnungsmaschine mit Starkregner (Kanone)

Auf einem Großteil der berechneten Fläche Niedersachsens findet die Beregnung über die mobile Beregnungsmaschine mit Starkregner statt (Abbildung 186).



Abbildung 186: Mobile Beregnungsmaschinen mit Starkregner (Foto LWK)

Dieses Verfahren bietet größtmögliche Einsatzflexibilität und ermöglicht eine individuelle Anpassung an die Schlagform oder Kulturart. Es sind jedoch auch Nachteile mit dieser Technik verbunden. Ein wesentlicher Kritikpunkt ist der hohe Energiebedarf, der zur Erzeugung des benötigten Wasserdrucks am Eingang in die Maschine nötig ist sowie die höhere Windanfälligkeit bei der Wasserverteilung.

Mobile Beregnungsmaschine mit Düsenwagen

Anstelle des Starkregners kann auch der Einsatz des Düsenwagens erfolgen (Abbildung 187). Hierbei ist ein geringerer Wasserdruck als beim Starkregner nötig. Die Wasserverteilung ist weniger windan-



Abbildung 187: Mobile Beregnungsmaschinen mit Düsenwagen (Foto LWK)

fällig als beim Starkregner. Nachteilig bei dieser Beregnungstechnik ist die hohe Niederschlagsdichte im Vergleich zum Starkregner, sodass das Wasser bei gleicher Gabenhöhe schneller versickern muss. Auch ist mit dem Düsenwagen ein höherer Arbeitszeitaufwand sowie ein zusätzlicher Kapitalbedarf verbunden. Einige Düsenwagen weisen zudem Transportbreiten von über 3m auf und sind dadurch für den Einsatz im Straßenverkehr nur bedingt geeignet.

Kreisberegnung

Die Kreisberegnung ist eine Beregnungstechnik, die in der Regel an eine Fläche gebunden ist. Dieses automatische Beregnungsverfahren mit einem Drehpunkt in der Mitte verteilt das Wasser, ähnlich wie beim Düsenwagen, über zahlreiche Einzeldüsen am Gestänge (Abbildung 188). Die einzelnen Fahr-türme werden dabei elektrisch angetrieben und bewegen sich kreisförmig um den Zentralturm. Diese



Abbildung 188: Kreisberegnung (Foto LWK)

Beregnungstechnik benötigt im Vergleich zum Starkregner weniger Energie, da ein geringerer Wasserdruck für den Betrieb der Beregnung ausreichend ist.

Auch ist die Wasserverteilung ähnlich wie beim Düsenwagen weniger windanfällig als beim Starkregner. Der bekannte Nachteil einer Kreisberegnungsmaschine ist die schlechte Flächenabdeckung. Von einem quadratischen Schlag kann nur ein Anteil von ca. 80% beregnet werden. Technische Lösungen zum Eckenausgleich können den Anteil allerdings erhöhen. Um eine Kreisberegnung wirtschaftlich betreiben zu können, sind zudem große Schläge (ab ca. 20ha) notwendig.

Tropfbewässerung

Eine weitere Bewässerungsform stellt die Tropfbewässerung dar. Bei uns in Deutschland wird diese Technik vor allem in Gemüsekulturen oder im Strauchobstanbau eingesetzt (Abbildung 189). Tropfbewässerungsanlagen bestehen aus einer Kopfeinheit, der Zuleitung und den Tropfschläuchen. Das Wasser gelangt dabei verdunstungsarm und gleichmäßig verteilt an die Pflanzen. Vorteil dieses Verfahrens



Abbildung 189: Tropfbewässerung (Foto LWK)

sind der geringe Energiebedarf und die gleichmäßige Verteilung des Wassers. Es gibt jedoch auch Nachteile. So ist beispielsweise nicht jedes Wasser für die Tropfbewässerung geeignet. Eisenhaltiges Wasser – hier reichen schon wenige Milligramm/Liter - wird schnell zum Problem. Kommt es zu Verockerungen, verstopfen die Tropfer und eine gleichmäßige Bewässerung der Fläche ist nicht mehr möglich. Auch besteht ein erheblicher Arbeitsaufwand beim Verlegen und Entfernen der Tropfschläuche vom Feld. Beim Betrieb der Schläuche ist ein regelmäßiges Kontrollieren der Anlage sowie das Beseitigen von Leckagen notwendig. Im klassischen Ackerbau konnte sich die Technik aufgrund des hohen Material- und Arbeitseinsatzes und der dadurch bedingten hohen Verfahrenskosten bislang nicht durchsetzen.

Bewässerungssteuerung

Um den bedarfsgerechten Einsatz von Bewässerungsmaßnahmen zu gewährleisten und die begrenzt zur Verfügung stehenden erlaubten Wassermengen einzuhalten, ist es notwendig, die Bewässerung



möglichst genau zu steuern, d. h. den optimalen Zeitpunkt für den Beregnungseinsatz zu bestimmen und die richtige Gabenhöhe zu verabreichen.

Verschiedene Steuerungsmethoden, angefangen von der einfachen Spatendiagnose des Bodens bis hin zur Berechnung der Bodenfeuchte mittels komplexer Modelle, sind verfügbar.

Zum gezielten Einsatz der Beregnung müssen Kenntnisse über den jeweiligen Standort vorliegen. Dies sind insbesondere die pflanzenverfügbare Wasserspeicherfähigkeit des Bodens, die Durchwurzelungstiefe der jeweiligen Kultur auf dem Standort, die aktuelle Bodenfeuchte und die aktuelle Verdunstung. Wichtig ist auch ein verlässlicher Wetterbericht für die kommenden Tage.

Es ist zudem entscheidend die Empfehlungen aus der Beratung zu nutzen, um die Beregnung möglichst effizient einzusetzen. Hierbei bieten sich die Hinweise für den Einsatz der Feldberegnung vom Fachverband Feldberegnung als praktische Hilfestellung an. Die Ergebnisse der Beregnungsversuche von der Landwirtschaftskammer Niedersachsen liefern zudem wichtige Beratungsgrundlagen, um den Einsatz der Beregnung weiter zu optimieren.

Bewertung

Die Wahl der Beregnungstechnik ist von verschiedenen betriebsindividuellen Faktoren abhängig. Grundsätzlich sollte eine möglichst effiziente Beregnungstechnik eingesetzt werden, um sparsam mit dem Beregnungswasser umzugehen. Ist nur die Beregnung mit dem Starkregner möglich, sollte auf günstige Beregnungsbedingungen (kein starker Wind) geachtet werden. Die Beregnungssteuerung kann über verschiedene Hilfsmittel optimiert werden. Hier sind die Möglichkeiten aus Beratung und technischem Fortschritt zu nutzen.

9.6.7 Zusammenfassung

Der Klimawandel und seine Folgen haben einen erheblichen Einfluss auf Umwelt und Landwirtschaft. Steigende Temperaturen und Verdunstungsraten erhöhen den Wasserbedarf der Kulturen, der immer häufiger nicht mehr aus dem gespeicherten Bodenwasservorrat gedeckt werden kann. Die Möglichkeit zu beregnen ist an trockenen Standorten die effizienteste Maßnahme im Pflanzenbau, um sich an den Klimawandel anzupassen.

Die zunehmend begrenzte Wasserverfügbarkeit macht einen intelligenten Umgang mit der Ressource Wasser notwendig.



Eine wichtige Maßnahme, um möglichst effizient mit dem gespeicherten Bodenwasser umzugehen, ist die Vermeidung von unproduktiven Wasserverlusten. Die Reduzierung der Bodenbearbeitungsintensität ist eine Möglichkeit, um unproduktive Wasserverluste zu verringern. Bei der Auswertung unterschiedlicher Versuchsergebnisse wurde deutlich, dass der wassersparende Effekt situationsbedingt stark schwanken kann und sehr schwer quantifizierbar ist. Zudem ist die Wahl der Bodenbearbeitung immer mit Zielkonflikten verbunden. Eine Reduzierung der Bodenbearbeitungsintensität lässt sich daher nicht pauschal empfehlen, sondern ist aufgrund standortbedingter Faktoren gegebenenfalls sogar kontraproduktiv.

Die Wahl der passenden Fruchtfolge und angebauten Sorten kann ebenfalls dabei helfen, Beregnungswasser zu sparen. Eine Kombination aus beregnungsintensiven, aber wertschöpfungsstarken Kulturen und beregnungsextensiven, häufig wertschöpfungsschwachen Kulturen kann bei stark begrenzten Wasserkontingenten notwendig werden. Eine ausschließliche Fokussierung auf wertschöpfungsschwache, beregnungsextensive Kulturen hätte dabei massive Auswirkungen auf den Wirtschaftsfaktor Landwirtschaft in der Region Nord-Ost-Niedersachsen. Die Kulturauswahl ist dabei sehr betriebsindividuell und lässt sich in einer verallgemeinernden exemplarischen Fruchtfolge nur ungenügend darstellen. Versuchsergebnisse der Landwirtschaftskammer Niedersachsen liefern jedoch wichtige Hinweise auf die Beregnungsbedürftigkeit der einzelnen Ackerfrüchte. Die Wahl der Kultur ist dabei häufig eine größere Stellschraube als die Wahl der Sorte.

Bodenverbessernde Maßnahmen, wie das Steigern des Humusgehaltes und damit eine Erhöhung der Wasserspeicherfähigkeit des Bodens, können kleine Stellschrauben sein, um die Wasserversorgung der Pflanzen zu verbessern. Es wurde deutlich, dass der Humusgehalt vor allem durch die Bodenart vorbestimmt ist und sich nur sehr langsam verändern lässt. Auch ist eine Änderung des Humusgehaltes reversibel sobald bodenverbessernde Maßnahmen nicht weitergeführt werden.

Hecken oder Agroforststreifen werden häufig im Zusammenhang mit wassersparender Landwirtschaft genannt. Durch Baumreihen oder Hecken ändert sich das Kleinklima für die danebenstehenden Ackerkulturen. Der wesentliche Effekt wird dabei durch den Windschatten erzielt, der sich reduzierend auf die Evapotranspiration auswirken soll. In unmittelbarer Nähe zum Gehölzstreifen sind die Erträge der Ackerkulturen häufig geringer, während die Erträge in etwas weiterer Entfernung zum Gehölz steigen sollen. In den vorliegenden Untersuchungen konnte ein ökonomischer Mehrwert durch das Agroforstsystem jedoch nicht signifikant festgestellt werden. Durch den Flächenverlust über die Agroforststreifen und den überdurchschnittlich hohen Bewirtschaftungskosten war das System im Vergleich zur herkömmlichen Bewirtschaftung daher unwirtschaftlicher.

Einen ganz entscheidenden Anteil für die wassersparende Landwirtschaft der Zukunft hat die unabhängige und flächendeckende Officialberatung. Bereits jetzt untersucht die Landwirtschaftskammer



Niedersachsen seit vielen Jahren, wie wassersparende Beregnungslandwirtschaft aussehen kann. Langjährige Versuchsergebnisse zu unterschiedlichen Fragestellungen sowie eine praxisnahe Beregnungsberatung helfen der Landwirtschaft die Beregnung effizient einzusetzen und die für sie passende Fruchtfolge zu finden. Es wurde jedoch auch die Komplexität von wassersparender Landwirtschaft deutlich. Viele Effekte wassersparender Maßnahmen sind schwer zu bewerten und kommen nur langsam zum Tragen. Es ist daher wichtig, auch in Zukunft über entsprechende Versuche Wissen zu generieren und über die Beratung in die Fläche zu bekommen.

Die bisherigen Versuchsergebnisse und Erfahrungen zeigen, dass sich durch die weichen Maßnahmen zwar Wasser sparen oder effizienter nutzen lässt, der Effekt allerdings nicht ausreichend ist, um auf Beregnung verzichten zu können. Durch die Maßnahmen kann der Beregnungseinsatz jedoch hinausgezögert werden.

Zu einem wassersparenden Ackerbau gehört neben den weichen Maßnahmen auch der wassereffiziente Einsatz der Beregnungstechnik. Hier gibt es noch erhebliche Wissensdefizite, so dass neben dem Einfluss der Sortenwahl auf den Wasserbedarf, insbesondere zur Effizienz der Wasserausbringung erheblichen Forschungsbedarf besteht. Diese Themen müssen vor dem Hintergrund steigender Wasserbedarfe zeitnah bearbeitet werden.

9.7 Administrative Maßnahmen und Umsetzbarkeit

(Bohny / Röttcher, INBW; Martens, KV)

9.7.1 Effiziente Wassernutzung und Einsparpotentiale

In diesem Kapitel werden die Potenziale zur Effizienzsteigerung der Wassernutzung im Projektgebiet betrachtet. Die Wassernutzung ist dabei in die Kategorien Landwirtschaft, öffentliche Trinkwasserversorgung sowie Industrie/Sonstige untergliedert. Die Analyse, dargestellt in dem vorangegangenen Abschnitt (Kap. 0), zeigt, dass die landwirtschaftliche Feldberegnung den höchsten Wasserverbrauch aufweist, gefolgt von der öffentlichen Trinkwasserversorgung. Der Sektor Industrie/Sonstige ist mengenmäßig kaum relevant. Das größte Potenzial zur Wassereinsparung bzw. zur Effizienzsteigerung liegt somit in der Landwirtschaft. In Anbetracht dessen bildet die Landwirtschaft den Schwerpunkt für Maßnahmen zur Effizienzsteigerung. Eine detaillierte Analyse der vorhandenen Möglichkeiten und ihre Bewertung sind im Kapitel 0 dargelegt.

Die zukünftige Entwicklung des Bedarfs für die "öffentliche Trinkwasserversorgung" zeigt nur geringe Veränderungen. Es wird empfohlen, auch in diesem Bereich Wasser zu sparen, um die Wasserressourcen nachhaltig zu schützen. Die Umsetzung gestaltet sich jedoch für Privatpersonen als herausfordernd. Die Einführung von effizienten Praktiken wie der Mehrfachnutzung von Wasser, beispielsweise



die Nutzung von Grauwasser für die Toilettenspülung oder Regenwasser für die Gartenbewässerung, ist aufgrund der benötigten zusätzlichen Infrastruktur mit zusätzlichen Investitionen verbunden. Bei Neubauten können solche Maßnahmen mit geringerem Aufwand integriert werden, hier handelt es sich jedoch nur um einen sehr geringen Teil des Gebäudebestandes. Es ist wichtig, Verbraucher dazu zu ermutigen, Wasser einzusparen, auch wenn die Umsetzung dieser Maßnahmen vielschichtig und individuell ist. Anreize können dabei politisch durch Förderprogramme oder Informationskampagnen geschaffen werden. Es ist zu beachten, dass die Umsetzung solcher Maßnahmen Zeit benötigt und dass ihre Wirkung erst langfristig spürbar ist. Der wichtigste Effekt im privaten Bereich ist der bewusstere Umgang mit der Ressource Wasser und weniger die tatsächlich eingesparten Mengen. Aufgrund der Komplexität und Vielschichtigkeit dieses Themas kann eine Umsetzung nur mit einer Detailplanung für den jeweils betrachteten Bereich erfolgen, solche Planungen waren im Projekt IWaMaKo nicht zu leisten. Allgemeine Broschüren und Sammlungen von möglichen Maßnahmen stehen bereits umfangreich zur Verfügung, sie müssen nur konsequent von den Kommunen im Rahmen ihrer Planungen umgesetzt werden. Für die Bürger sollten entsprechende Informations- und Beratungsangebote geschaffen werden, soweit diese noch nicht vorhanden sind. Auch Schulen und freie Bildungsträger sollten in diese Arbeit zur Sensibilisierung der Bevölkerung einbezogen werden. Im Landkreis Lüneburg gibt es bereits ein solches Projekt, das mit dem Schul- und Umweltbildungszentrum Lüneburg (SCHUBZ) umgesetzt wird.

Die zukünftige Entwicklung des Bedarfs im Bereich "Industrie/Sonstige" deutet auf geringfügige Veränderungen hin. Vor allem die Entnahme von Kühlwasser stellt die vorherrschende Entnahmemenge in der Industrie dar, obwohl der Gesamtverbrauch im Allgemeinen erheblich gesunken ist (UBA, 2019). Trotz dieser Verringerung des Gesamtverbrauchs ist es empfehlenswert, auch in diesem Sektor die weiteren Möglichkeiten der Einsparung von Wasser zu prüfen. Es ist zu beachten, dass die Einsparmöglichkeiten in der Industrie stark von den individuellen Gegebenheiten jedes Betriebs abhängen und somit eine Beurteilung im Einzelfall erfordern. Im Rahmen des aktuellen Projekts war es nicht möglich, eine detaillierte Analyse durchzuführen, wie stark die einzelnen Industriebereiche im Projektgebiet vertreten sind. Ein positives Beispiel für die Weiterverwendung von alternativen Wasserressourcen ist die Verwendung der Prozesswässer in der Zuckerrübenfabrik in Uelzen. Dies verdeutlicht, dass durch gezielte Maßnahmen eine nachhaltige Nutzung von Wasser in industriellen Prozessen erreicht werden kann. Dies ist hinsichtlich der Qualität des Wassers und den jeweiligen Verwendungsmöglichkeiten für jeden Einzelfall zu prüfen.

Die Aus- und Fortbildung ist von grundlegender Bedeutung für die erfolgreiche Umsetzung nachhaltiger Wassernutzung. Sie ermöglicht nicht nur die effiziente Nutzung von Wasser, sondern trägt auch



dazu bei, ein umfassendes Verständnis für die Bedeutung der Wasserressourcen in verschiedenen Sektoren zu fördern. Durch kontinuierliche Schulungen können Fachleute und Verbraucher ihr Verständnis verbessern und so aktiv zu einer nachhaltigeren Nutzung der vorhandenen Wasserressourcen beitragen. Dieses Wissen kann auch proaktiv weitervermittelt werden, sodass die so geschulten Personen zu Multiplikatoren werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass das größte Potenzial zur Wassereinsparung durch Effizienzsteigerungen und Nutzung von alternativen Wasserressourcen im Bereich der landwirtschaftlichen Feldberegnung liegt, bedingt durch die beträchtlichen Wassermengen, die hier verwendet werden. Grundsätzlich sollte jedoch in allen Sektoren eine Förderung der effizienteren Wassernutzung vorangetrieben werden, um die Wasserressourcen nachhaltig zu schonen. In den Tabelle 50 bis Tabelle 52 sind Möglichkeiten zur effizienten Wassernutzung und zu Einsparpotentialen aufgeführt.

Tabelle 50: Möglichkeiten zur effizienten Wassernutzung und Einsparpotentialen, um alternative Wasserressourcen zu erschließen

Alternative Wasserressourcen		
Landwirtschaft	Trinkwasserversorgung	Industrie
<p>Wasseraufbereitung: Nutzung von aufbereitetem oder recyceltem Wasser für Bewässerungszwecke, um Frischwasserressourcen zu schonen.</p> <p>Rückhaltebecken für die Bewässerung: Einrichtung von Rückhaltebecken, um Wasser aus Hochwasserwellen zu speichern und es dann für die landwirtschaftliche Bewässerung zu nutzen.</p> <p>Bewässerung mit Wasser aus Entwässerungssystemen: Nutzung von Wasser aus Entwässerungssystemen und Schöpfwerken zur Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen. Evtl. mit Rückhalte- und Versickerungsmaßnahmen kombinieren um auch Wasser das außerhalb der Beregnungsperiode anfällt zu nutzen</p> <p>Bewässerung entlang Schiff-fahrtskanäle: Nutzung von Wasser aus dem Elbeseitenkanal zur Bewässerung von landwirtschaftlichen Flächen entlang des Kanals in einem 5-10 km breiten Streifen</p>	<p>Wiederverwendung von Grauwasser: Nutzung von aufbereitetem Grauwasser aus Haushalten für nicht-trinkbare Zwecke wie Toilettenspülung oder Gartenbewässerung.</p> <p>Regenwassernutzung: Förderung der Sammlung und Nutzung von Regenwasser für nicht-trinkbare Zwecke wie Gartenbewässerung oder Reinigung.</p>	<p>Kreislaufsysteme: Einführung bzw. Stärkung geschlossener Kreisläufe, um Wasser in industriellen Prozessen kontinuierlich zu recyceln. Integration von Rückgewinnungssystemen, um Abwasser/Wasser für weitere Prozesse wiederzuverwenden.</p> <p>Regenwassernutzung: Sammlung und Nutzung von Regenwasser für nicht-prozessbezogene Zwecke wie Kühlung oder Reinigung.</p>



Tabelle 51: Möglichkeiten zur effizienten Wassernutzung und Einsparpotentiale für eine effiziente Wassernutzung und die Minimierung von Verlusten

Effiziente Wassernutzung und Minimierung von Verlusten		
Landwirtschaft	Trinkwasserversorgung	Industrie
<p>Effizientere Bewässerungstechnik: Gezielt und effizient Wasser an die Pflanzen liefern und Verluste minimieren.</p> <p>Wassersparende Pflanzensorten: Auswahl von Pflanzensorten, die weniger Wasser benötigen, um optimale Erträge zu erzielen.</p> <p>Wetterdaten nutzen: Stärkere Integration von Wetterdaten und moderner Technologie, um Bewässerungszeitpunkte an die aktuellen Bedingungen anzupassen und Fehlbewässerung zu vermeiden.</p> <p>Wassermanagementplan: Entwicklung und Umsetzung eines ganzheitlichen Wassermanagementplans, der die Bedürfnisse der Pflanzen, den Boden und das Klima berücksichtigt.</p>	<p>Wassereffiziente Technologien: Förderung und Verwendung von wassersparenden Geräten in Haushalten und Industrie.</p> <p>Anreizsysteme für Wassereinsparungen: Einführung von Anreizsystemen, wie etwa finanzielle Belohnungen oder Steuervergünstigungen, um Wassereinsparungen zu fördern.</p> <p>Gesetzliche Regelungen und Normen: Erlass von strengen Vorschriften und Normen für die effiziente Nutzung von Wasser in verschiedenen Sektoren, um die Einhaltung zu fördern.</p> <p>Wasserpreisgestaltung: Eine differenzierte Wasserpreisgestaltung, die Anreize für sparsamen Wasserverbrauch setzt und höhere Tarife für übermäßigen Verbrauch vorsieht.</p>	<p>Wassereffiziente Technologien: Investition in wassereffiziente Maschinen und Ausrüstungen.</p> <p>Optimierung von Prozessen: Anpassung von Produktionsprozessen, um den Wasserbedarf zu minimieren.</p> <p>Anreizsysteme für Wassereinsparungen: Einführung von Anreizsystemen, wie etwa finanzielle Belohnungen oder Steuervergünstigungen, um Wassereinsparungen zu fördern.</p> <p>Gesetzliche Regelungen und Normen: Erlass von strengen Vorschriften und Normen für die effiziente Nutzung von Wasser in verschiedenen Sektoren.</p>



Tabelle 52: Möglichkeiten zur effizienten Wassernutzung und Einsparpotentiale, um Niederschläge länger in der Landschaft halten

Niederschläge/Wasser länger in der Landschaft halten		
Landwirtschaft	Kommunen	Industrie
<p>Regenwassersammlung: Einrichtung von Regenwassersammelsystemen, um natürliche Niederschläge effektiv zu nutzen. Zwischenspeicherung oder Versickerung von Wasser aus Gräben und Drainagen.</p> <p>Bodenverbesserung: Anwendung von Methoden zur Bodenverbesserung, um die Wasserhaltekapazität zu erhöhen und die Wassernutzungseffizienz zu steigern.</p> <p>Mulchsaatverfahren verwenden: Einsatz von Mulchsaatverfahren, um die Bodenfeuchtigkeit zu erhalten, Verdunstung zu reduzieren und Unkrautwachstum zu hemmen.</p> <p>Terrassierung: Terrassen oder Konturen in Hanglagen, um den Wasserabfluss zu verlangsamen, Erosion zu minimieren und so die Infiltration erhöhen.</p> <p>Gesteuerte Drainagen: Entwässerung der Flächen gezielt steuern.</p>	<p>Regenwasserversickerung: Das Wasser direkt in den Boden ableiten und die Grundwasserspiegel erhöhen. Wo möglich Versickerungsmulden und Mulden-Rigolensysteme anlegen.</p> <p>Gründächer: Regenwasser auf den Dächern zurückhalten um zur Verdunstung beizutragen (Kühlung).</p> <p>Permeable Beläge: Permeable Pflastersteine oder Gehwege, die Regenwasser durchlassen und so die Versickerung fördern.</p>	<p>Regenwasserversickerung: Das Wasser über Versickerungsmulden oder Mulden-Rigolensysteme in den Boden ableiten und die Grundwasserspiegel erhöhen.</p> <p>Gründächer: Regenwasser auf den Dächern zurückhalten um zur Verdunstung beizutragen (Kühlung).</p> <p>Permeable Beläge: Permeable Pflastersteine oder Gehwege, die Regenwasser durchlassen und so die Versickerung fördern.</p>

9.7.2 Priorisierung für die Umsetzung der Maßnahmen

(Martens, KV)

Die effektivsten Maßnahmen zur Entlastung der Grundwasserkörper im Projektgebiet sind in Abbildung 193 dargestellt. Dabei haben die untersuchten Maßnahmen (Kap.9.2.3, 9.2.4, 9.2.6, 9.3.2) bei der Umsetzung den größten Effekt auf das Grundwasserdargebot und sollten damit prioritär umgesetzt werden. Ebenfalls vordringlich umgesetzt werden sollte die digitale Erfassung der Entnahmen, die Auswertung der erfassten Daten sowie deren Auswertung zur Entscheidung über Maßnahmen und zur Beurteilung der möglichen Effekte auf den Wasserhaushalt / die Wasserverwendung.

Da die Effekte von Maßnahmen in der Landbewirtschaftung auf den Bewässerungsbedarf derzeit nicht abschließend beurteilt werden können, müssen die in diesem Bereich laufenden Forschungsvorhaben und Untersuchungen weiter fortgeführt werden.

Die Steuerung von Dränagen sollte ebenfalls umgesetzt werden. Sie hat signifikante Effekte auf das Grundwasserdargebot bzw. die Grundwasserneubildung.



Anhebungen von Gewässersohlen und die Einrichtung von Retentionsräumen haben nur geringe Effekte auf das Grundwasserdargebot. Daher sind diese Maßnahmen aus Sicht der Wasserversorgung und der Mengenbewirtschaftung der Grundwasserleiter von geringer Bedeutung. Da sie aber hohe ökologische Synergien haben und im Falle von Retentionsflächen das Hochwasserrisiko mindern, sollten auch hierzu Maßnahmen umgesetzt werden.

9.7.3 Digitalisierung

(Martens, KV)

Zentraler Punkt für ein Entscheidungsunterstützungssystem (DSS – Decision Support System) ist das im Auftrag der Dachverbände Feldberechnung Lüneburg und Uelzen in den vergangenen Jahren erstellte Grundwasserströmungsmodell.

Voraussetzung hierfür ist ein Monitoringsystem (TopSoil - Entwicklung/Erprobung eines Monitoring-system sowie einer Bewirtschaftungssteuerung großräumiger Grundwasserkörper für die Region Uelzen / Lüneburg, Januar 2022), das auch für große Bewirtschaftungsgebiete mit handhabbarem Messaufwand die erforderlichen Informationen rechtzeitig liefert, um eine ökologisch vertretbare, ressourcenschonende und bedarfsgerechte Steuerung der Grundwasserentnahmen zu gewährleisten. Das sich derzeit in den Landkreisen Lüneburg und Uelzen für vier Pilotgebiete in der Realerprobung befindliche System erreicht dies mit einer geringen und praxistauglichen Anzahl an Grundwasser- und Abflussmessstellen sowie durch Fokussierung auf wenige grundwassernahe, naturschutzfachlich relevante Schutzgüter. Die erhobenen Messwerte sowie sämtliche Daten der Grundwasserentnahmen fließen neben weiteren Daten in das instationäre numerische Grundwasserströmungsmodell als Planungs- und Entscheidungsinstrument ein. Dies ermöglicht eine Bewertung des aktuellen mengenmäßigen Zustands betroffener Grundwasserkörper und Oberflächengewässer, auf deren Grundlage mithilfe von Szenario-Berechnungen Handlungsempfehlungen zur Mengenbewirtschaftung der folgenden Berechnungssaison abgeleitet werden können.

Zukünftig wird es auch zum Klimafolgenmanagement erforderlich werden, die Entnahmen laufend und damit digital in der Vegetationsperiode zu überwachen, um ggf. steuernd eingreifen zu können. Angesichts der enormen Zahl der Brunnen, ihrer räumlichen Streuung – teils in abgelegenen Gebieten –

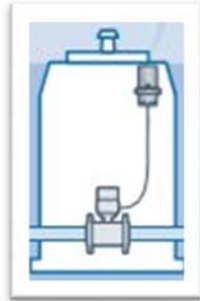


Abbildung 190: Schacht mit Magnetisch-Induktiven oder Ultraschall-Durchflussmesser, Datenlogger und Datenübertragungseinheit

und der sehr erratischen Entnahmen für Feldberegnung war bisher eine digitale Erfassung, Übertragung, Bündelung und Auswertung der Wasserentnahmen schlicht nicht möglich.

Auch werden die Zahlen auf den verschiedenen Ebenen (Wasserwirtschaftsverwaltung, Nutzer, Fachbehörden) unterschiedlich verarbeitet und bewertet. Die zeitnahe Erfassung und die systematische Interpretation der Entnahmen sollten mit dem Projekt „GW-digital“ (**Digitale** Entnahmemengenerfassung und -übertragung sowie Auswertung von **GrundWasser**-Beregnungsanlagen) ermöglicht und ver-

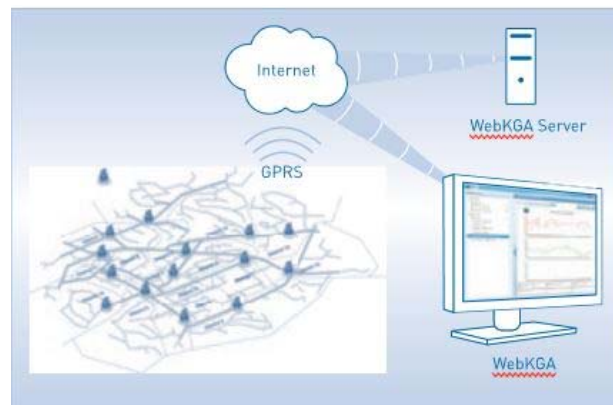


Abbildung 191: Datenübertragung, - Sammlung und Auswertung

einheitlich werden. So sollten sowohl der lokal agierende Landwirt (Erlaubnisinhaber), die Untere Wasserbehörde sowie auch der Gewässerkundliche Landesdienst des Landes Niedersachsen mit einheitlichen Daten arbeiten und auf gemeinsame Auswertungen zurückgreifen können.

Leider wurde das Projekt seinerzeit nicht in eine Förderung durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft übernommen.

Ein ähnlicher Ansatz wird auch im Projekt „Dirrigent“ (INBW, Institut für nachhaltige Bewässerung und Wasserwirtschaft im ländlichen Raum, 2022 bis 2027) verfolgt.



Voraussetzung für alle Lösungsansätze ist immer die digitale Erfassung und Übermittlung der Wasserentnahmen, damit diese zeitnah verarbeitet und bewertet werden können. Das derzeitige System der Übermittlung analog erfasster Wassermengen an die Unteren Wasserbehörden hat eine große zeitliche Verzögerung für die Sammlung, Plausibilisierung und Bewertung der Daten zur Folge.

Die Kostenschätzung für eine Umsetzung des Projektes „GW-digital“ hatte 2021 bei 1.800 umzurüstenden Brunnen rund 4,02 Mio. € ergeben. Aufgrund der Preissteigerungen dürften sich die Kosten zwischenzeitlich auf weit über 5,0 Mio. € belaufen.

Auch die Entnahmehauwerke am Elbe-Seitenkanal müssen weiter digitalisiert und die erfassten Daten zentral ausgewertet werden. Hierzu sind auch bereits erste Gespräche mit der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung erfolgt.

9.7.4 Bewertung der untersuchten Maßnahmen und Kostenermittlung

Jede der untersuchten Maßnahmen führt zu einer Zunahme des Grundwasserdargebots (Abbildung 192). Die größte Zunahme erfolgt durch die Erweiterung der ESK-Wasserversorgung auf bisher Grundwasser-versorgten Flächen und der Versickerung von Wasser aus Kläranlagen sowie der Substitution von Grundwasserentnahmen durch Überschusswasser aus dem ESK oder anderen Quellen. Die kleinste Zunahme des Grundwasserdargebots ergibt sich aus der Anhebung der Gewässersohle bzw. den Retentionsflächen. Letzteres wurde daher nicht weiter bewertet.

Da alle untersuchten Maßnahmen nicht ausreichend konkretisiert werden konnten, wurde eine Nutzen-Kosten-Bewertung der wichtigsten Maßnahmen erstellt (Abbildung 193). Dies entspricht allerdings keiner Kostenermittlung auf Vorplanungsniveau.

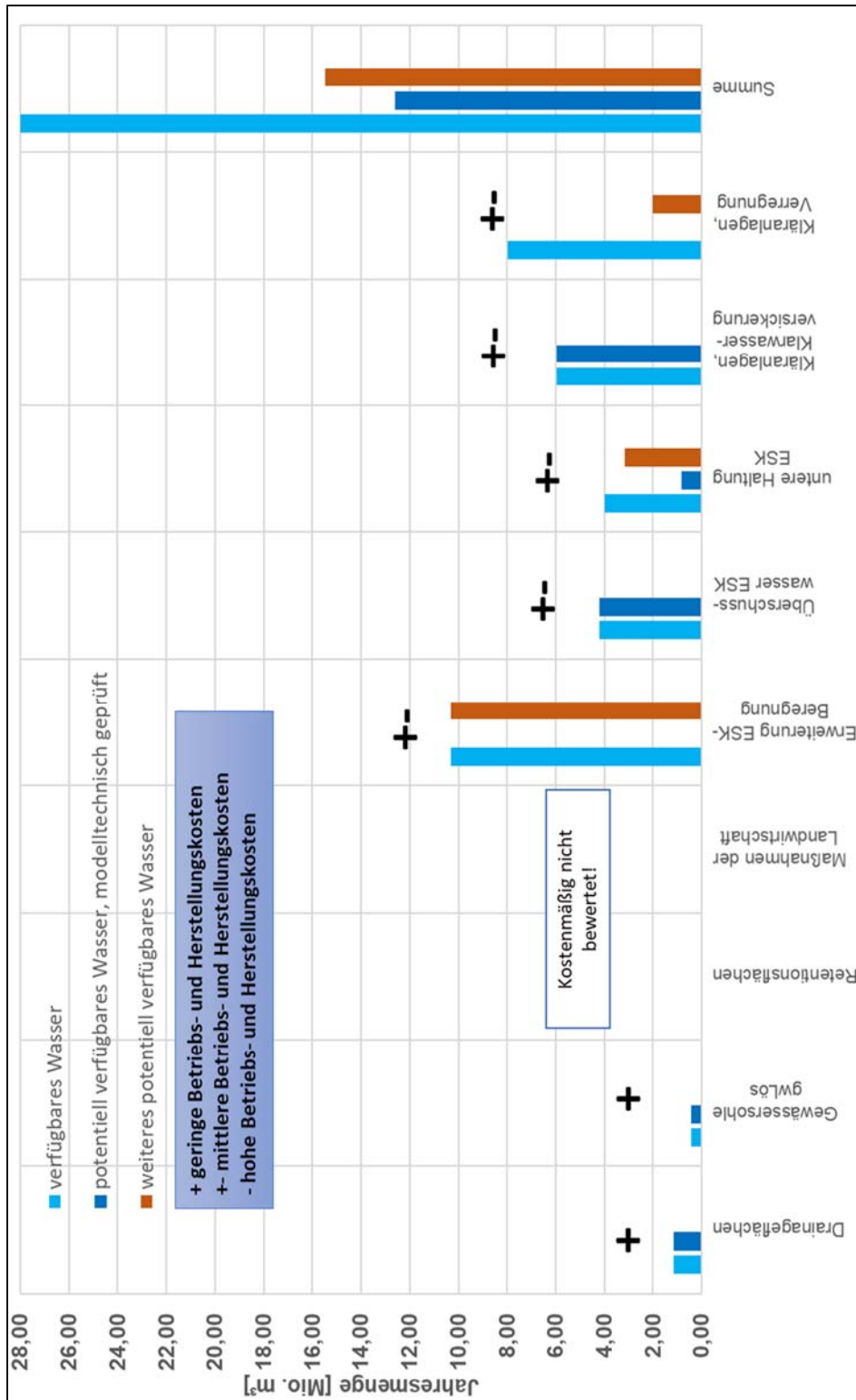


Abbildung 192: Im Projekt betrachtete gewinnbare Wassermengen und Nutzen-Kosten-Bewertung

In Summe ergibt sich aus der Umsetzung der Maßnahmen eine potenzielle Zunahme des Grundwasserangebots von bis zu 12,6 Mio. m³/a (mit dem Grundwassermodell geprüfte Maßnahmen) und weiteren 13,5 Mio. m³/a (aus der direkten Substitution von GW-Entnahmen durch ESK-Zusatzwasser).



Kapitel	Maßnahme	Vorteile	Herausforderungen	Effekt für Grundwasserdargebot	Gesamtbewertung
9.1.5	Steuerung von Drainagen	Landwirt kann selbst steuern	ggf. Verringerung landwirtschaftlich nutzbarer Fläche, Umsetzung nur bei Drittmittelfinanzierung und Detailplanung mit betroffenen Landwirten	signifikant	Sollte umgesetzt werden!
9.1.4	Anhebung der Gewässersohle für gwLÖs	Hohe ökologische Synergien	Ggf. Querbauwerk, rechtl. Rahmen, Baukosten, Ausgleichsmaßnahmen, Hochwasserrisiko, Wirkung kaum quantifizierbar	vorhanden, gering	Aus ökologischen Gründen umsetzen und finanzieren
9.1.3	Einrichtung von Retentionsflächen	Landwirt kann Maßnahmen flexibel wählen und umsetzen	Weiterer Beratungs- und Forschungsbedarf hinsichtlich wassersparender Maßnahmen	kaum vorhanden	
9.6	Maßnahmen in der Landwirtschaft	Bisher schon erprobtes Verfahren. Durch Wehr in Geesthacht unabhängige Wasserquelle. Kein Speicher erforderlich.	Pumpwerk an der Schleuse Lüneburg muss ausgebaut werden, zusätzliche Entnahmebauwerke, Infrastruktur, Kosten	vorhanden, gering	Bewässerung bleibt das effektivste Mittel zur Klimaangepassung im Nutzpflanzenbau
9.2.3	Erweiterung der ESK-Beregnung	Bisher schon erprobtes Verfahren.	Kosten technische Infrastruktur (Wasserspeicher, Versickerungsanlagen)	sehr hoch	sehr geeignet
9.2.6	Substitution Entlastungswasser ...ESK	Durch Wehr in Geesthacht unabhängige Wasserquelle. Kein Speicher erforderlich	Kosten technische Infrastruktur (Entnahmebauwerke, Zuleitungen, Druckerhöhungen, Verteilungsnetze)	hoch	sehr geeignet
9.3.2	Versickerung aus Kläranlagen	Große verfügbare Wasserressource	Qualität des Wassers (4. Reinigungsst. erforderlich) Flächenbedarf, Kosten Infrastruktur	sehr hoch	sehr geeignet
9.3.2	Verrregnung aus Kläranlagen, nach Speicherung	Große verfügbare Wasserressource	Qualität des Wassers (4. Reinigungsst. erforderlich), Kosten Infrastruktur, phytosanitäre Risiken	sehr hoch	sehr geeignet
	sehr hoch	hoch	signifikant	vorhanden, gering	kaum vorhanden

Abbildung 193: Gesamtbewertung der Planer zur durchgeführten Potentialanalyse



Das Wassermengenmanagementkonzept zeigt grundsätzlich und für Teilgebiete exemplarisch, wie im Projektgebiet Maßnahmen durchgeführt werden können, die dazu beitragen, den Umfang der Grundwassernutzungen in den Grundwasserleitern zu verringern, zu substituieren oder die lokale Grundwasserneubildung zu erhöhen.

Nicht jede ausgearbeitete Lösung kann über die gesamte Fläche angewendet werden.

Das Konzept enthält die Grundlagen für die Planung und Durchführung vergleichbarer Projekte.

Folgende Punkte sind dabei von besonderer Bedeutung:

- Die Untersuchungen bestätigen den steigenden Wasserbedarf, insbesondere für die landwirtschaftliche Beregnung, der nicht aus dem noch verfügbaren nutzbaren Grundwasserdargebot gedeckt werden kann.
- Die Nutzung der vorhandenen Ressourcen im Rahmen des nutzbaren Grundwasserdargebotes ermöglicht theoretisch eine Deckung des Gesamtbedarfs (inkl. landwirtschaftliche Feldberegnung) bis in die 2030er Jahre hinein.
- Nutzungsbeschränkungen und Auswirkungen der bereits vorhandenen Entnahmen können absehbar dazu führen, dass zeitnah mit ersten Maßnahmen begonnen werden muss.
- Nicht alle identifizierten Quellen werden ohne Einschränkungen zur Verfügung stehen, deshalb muss im Einzelfall eine genauere Differenzierung der Bedarfe und zusätzlichen Wasserressourcen, insgesamt und in Teilräumen des Gebietes, erfolgen.
- Für die Übertragung der Einzelmaßnahmen auf weitere Gebiete bedarf es der vorherigen Untersuchung der jeweiligen Standorte und deren fachlicher Beurteilung.

Sinnvoll ist eine Kombination der verschiedenen Maßnahmen:

- Wasserspeicherung und Grundwasseranreicherung,
- Nutzung von verfügbaren Grundwassersubstituten und bisher ungenutzten Wasserressourcen,
- Wassereinsparung und Ausbau der ESK-Beregnung mit höheren Entnahmen aus der Elbe,
- Nutzung des Klarwassers aus Kläranlagen (4. Reinigungsstufe erforderlich), direkt oder über eine Grundwasseranreicherung.

Damit auch in Zukunft genügend Wasser zur Verfügung steht, gibt es verschiedene Rahmenbedingungen, die erfüllt werden müssen:

- Die für viele Einzelmaßnahmen erforderlichen Rechtsverfahren sind transparent durchzuführen, Vor- und Nachteile sind darzustellen,



- Hinsichtlich der erzielten Projektergebnisse und der erforderlichen Maßnahmen muss ein politischer und gesellschaftlicher Konsens erreicht werden, um deren Umsetzung zu ermöglichen,
- Insbesondere die Wassernutzer sind gefordert zur Stabilisierung des Wasserhaushalts beizutragen,
- Alle Akteure (Wassernutzer, Wasserbehörden usw.) und indirekt Beteiligten (Naturschutzverbände, Träger öffentlicher Belange usw.) sind aktiv in die erforderlichen Prozesse einzubinden.

9.7.5 Finanzierung

(Martens, KV)

Derzeit gibt es keine Fördermittel, die für die Umsetzung von einzelnen Maßnahmen des Projektes IWAMA-KO nutzbar sind. Projekte für die Schaffung von Hochwasserretentionsräumen wären aus der GAK-Förderung (Gemeinschaftsaufgabe Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes) förderfähig gewesen. Aktuell wurden die Fördermittel um rund 300 Mio. € auf Bundesebene gekürzt, sodass die Mittel, die in Niedersachsen traditionell für den Küsten- und Hochwasserschutz verbraucht werden, bereits hierfür nicht mehr ausreichen.

Aus dem AFP (Agrarinvestitionsförderung) wurden in der Vergangenheit und sollen gemäß dem letzten bekannten Förderrichtlinienentwurf vom 19.07.2023 auch zukünftig Beregnungsanlagen gefördert werden, wenn sie zu einer Wassereinsparung von mindestens 15% führen. Gefördert werden auch Wasserspeicher. Leider ist dieses Förderprogramm nicht für Verbände oder sonstige öffentlich-rechtliche Institutionen und Körperschaften zugänglich, sondern nur als einzelbetriebliche Förderung gedacht. Gefördert werden Projekte ab 20.000 € bis maximal 1,5 Mio. €.

Auf Landesebene müsste für die Umsetzung von Maßnahmen in der Feldbewässerung also eine passende Förderrichtlinie geschaffen werden, wie zum Beispiel aus dem Europäischen Landwirtschaftsfonds (ELER) über die LEADER-Förderrichtlinie der EU. Ähnlich wurde bereits bei der Finanzierung des Baus des Wasserspeichers Borg im Bewässerungsverband Uelzen vorgegangen. Die Leader-Förderrichtlinie ist aber nur in anerkannten Regionen nutzbar.

Ohne eine entsprechende Förderung sind Maßnahmen im Bereich Feldbewässerung kaum umsetzbar, weil die Betriebe aufgrund der Finanzierungsbelastungen nicht mehr marktfähig und konkurrenzfähig produzieren könnten.

Maßnahmen an und in Gewässern, die letztendlich auch der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRRL) dienen, werden über die Gebietskooperationen und das Land Niedersachsen gefördert.



Hierzu können die Sohlanhebungen in Fließgewässern und die Schaffung von Retentionsflächen gehören.

Für die größeren Projekte, wie dem Ausbau der Kanalberegnung aus dem ESK, bleibt nur die einzelmaßnahmenbezogene Finanzierung, die jeweils gemeinsam mit dem Land Niedersachsen erarbeitet und umgesetzt werden muss.

Projekte, wie der Ausbau der Pumpwerksinfrastruktur an den Schleusen und Schiffshebewerken, sollten besonders für die geplante Schleuse Lüneburg durch den Bund im Rahmen der Gesamtfinanzierung umgesetzt werden.

9.7.6 Rechtliche Aspekte

(Martens, KV)

Eine Darstellung und Bewertung der rechtlichen Aspekte der entwickelten Maßnahmen (Rechtsverfahren, Voraussetzungen und Dauer der Rechtsverfahren, Auswahl von Maßnahmenträgern) ist nur eingeschränkt möglich und muss individuell für jedes Projekt geprüft werden.

Steuerung von Drainagen

Für Maßnahmen zur Steuerung von Dränagen sind ausschließlich Abstimmungen mit den lokalen Akteuren (Landwirten) erforderlich. Diese müssen auch die Steuerung individuell für ihre Flächen übernehmen. Damit wird Problemen mit der Flächenbefahrbarkeit vorgebeugt. Da keine großen Investitionssummen erforderlich sind, kann eine Finanzierung durch die betroffenen Landwirte erfolgen. Hierfür ist aber ein entsprechender Ausgleich für die jeweiligen landwirtschaftlichen Betriebe zu schaffen. Denkbar wären z.B. Erhöhungen der jeweiligen erlaubten Entnahmen oder die Einbeziehung der Maßnahmen in großräumige Konzepte von Beregnungs- oder Beregnungsdachverbänden.

Anhebung der Gewässersohle für grundwasserabhängige Landökosysteme (gwLös)

Die Anhebung einer Gewässersohle durch den Einbau von zusätzlichem Sohlsubstrat kann in der Regel über eine Anlagen-/Plangenehmigung durch die Untere Wasserbehörde erfolgen. Maßnahmenträger und mit der Umsetzung Beauftragter sollte immer der Unterhaltungspflichtige für das jeweilige Gewässer (z.B. Gewässer- und Landschaftspflegeverband Mittlere und Obere Ilmenau, Wasserverband der Ilmenau-Niederung) sein.

Eine Finanzierung ist über Kleinmaßnahmen aus der Gewässerentwicklung im Rahmen der erforderlichen Arbeiten zur WRRL, über die Gebietskooperationen, denkbar.



Einrichtung von Retentionsflächen

Die Einrichtung von Retentionsflächen erfordert hingegen ein umfangreiches Genehmigungsverfahren. Da die meisten Gewässer im Projektgebiet FFH-Gebiet sind und in einem Landschafts- oder Naturschutzgebiet liegen ist ein umfangreicher Genehmigungsprozess zu durchlaufen. Zunächst muss eine FFH-Verträglichkeitsprüfung erfolgen. Es schließen sich Prüfungen zum Verschlechterungsverbot und zum Verbesserungsgebot nach EU WRRL an. Daran schließt sich eine allgemeine Vorprüfung des Einzelfalls nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) an. In der Regel werden diese verschiedenen Verfahren durch die Durchführung eines Planfeststellungsverfahrens nach § 70 Abs. 1 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) gebündelt. Auch hierbei sollte die Trägerschaft beim jeweils Unterhaltungspflichtigen liegen.

Maßnahmen in der Landwirtschaft

Maßnahmen in der Landwirtschaft bedürfen lediglich des Einsatzes des jeweiligen Landwirts auf seinem Betrieb.

Erweiterung der ESK-Berechnung

Die dazu erforderliche Erweiterung bzw. der Neubau eines Pumpwerkes an der neuen Schleuse Lüneburg bei Scharnebeck sollte im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens für die neue Schleuse erfolgen. Falls eine Aufnahme in die Planfeststellung zum Bau der Schleuse nicht mehr möglich ist, sollte ein Planänderungs- oder -ergänzungsverfahren durchgeführt werden. Träger hierbei wäre sicherlich die für die Planung zuständige Stelle bzw. das Amt bei der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung.

Zusätzliche Entnahmepumpwerke am Elbe-Seitenkanal sind über eine Plangenehmigung der unteren Wasserbehörde bzw. eine Anlagengenehmigung durch die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung zu genehmigen. Des Weiteren ist eine Strom- und Schifffahrtspolizeiliche Genehmigung erforderlich. Träger und Antragsteller sind hierbei die für den späteren Betrieb zuständigen Berechnungsverbände. Für Zuleitungen zwischen dem ESK-Entnahmepumpwerk und dem Verbandsgebiet sind ebenfalls mindestens Anlagengenehmigungen erforderlich. Innerhalb der Verbandsflächen erfolgen Leitungsverlegungen zur Erfüllung der Verbandsaufgabe und sind dabei genehmigungsfrei.

Substitution von Grundwasser durch Überschusswasser aus dem Elbe-Seitenkanal im Winter/Frühjahr

Hierbei sind sowohl die Zuleitungen als auch erforderliche Speicherbecken plangenehmigungspflichtig. Für die Versickerungsanlagen reichen jedoch in der Regel Anlagengenehmigungen aus. Träger und Antragsteller ist hierbei auch der zuständige spätere Anlagennutzer/Berechnungsverband.



Wasserentnahmen aus der Unteren Haltung des Elbe-Seitenkanals

Das Genehmigungsverfahren ist ähnlich wie bei der Erweiterung der ESK-Beregnung beschrieben.

Speicherung und Versickerung von Klarwasser aus Kläranlagen nach erweiterter Reinigung (4. Reinigungsstufe)

Hierzu ist ein Antrag auf Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis nach § 8 ff. WHG erforderlich. Des Weiteren sollte eine Vereinbarung zwischen dem Abwasserbeseitigungspflichtigen und dem Aufnehmenden (Verband) geschlossen werden, wenn nicht Abwasserbeseitigungspflichtiger und Aufnehmer identisch sind. Die Versickerung bedarf eines umfangreichen Monitorings. Für den Bau von Speicherbecken ist ein Planfeststellungsverfahren erforderlich.



10 Offene Fragestellungen, weiterer Untersuchungsbedarf, nächste Schritte

(Röttcher, INBW; Martens, KV)

Im Projekt wurde ein guter Überblick über die vorhandenen Wasserressourcen und den zukünftigen Wasserbedarf im Einzugsgebiet der Ilmenau erarbeitet und darauf aufbauend Lösungen aufgezeigt, wie der zukünftige Bedarf nachhaltig gedeckt werden kann. Bedingt durch die kurze Laufzeit und die begrenzten finanziellen Mittel konnten dennoch nicht alle Fragen in der gewünschten zeitlichen und räumlichen Auflösung beantwortet werden. Daraus ergeben sich einige offene Fragestellungen, ein weiterer Untersuchungsbedarf und Vorschläge für die nächsten Schritte.

Die Informationen zu den vorliegenden Einleitungserlaubnissen incl. der Angaben zu den Gesamtmengen und Spitzenwerten lagen nur unvollständig vor. Darüber hinaus geben die Einleiterlaubnisse keinen Hinweis darauf, wie weit die Erlaubnisse ausgenutzt werden und welche Qualität das eingeleitete Wasser hat. Hier wird empfohlen, die Daten vollständig zusammenzutragen und dann bei den Nutzern mit größeren Erlaubnissen weitere Daten abzufragen, ggf. auch entsprechende kontinuierliche Abflussmessungen zu veranlassen, um diese Wasserressourcen zu erfassen und einer Wiedernutzung zu führen zu können.

Die Wasserentnahmen aus dem Elbeseitenkanal werden bisher nur etwa zu einem Drittel digital erfasst. Hier ist eine vollständige digitale Erfassung der Entnahmen anzustreben, da sich mit dem Informationsgewinn vorhandene Wasserressourcen besser ausnutzen lassen. Einige weitere Schritte lassen sich aber auch mit der bereits vorhandenen Messausstattung vornehmen.

Informationen zu Drainagen liegen nur punktuell vor und beinhalten keine Aussagen zur Funktionstüchtigkeit. Dort wo die Nutzung von Drainagewasser sinnvoll und gewünscht ist, sollten die Daten entsprechend erhoben werden bzw. die Grundeigentümer bei der Erhebung entsprechend unterstützt werden. Zu prüfen ist, ob bei bestimmten Witterungslagen, z.B. einige Tage nach ergiebigen Niederschlägen, Drainagen durch Methoden der Fernerkundung identifiziert werden können. Dies kann jedoch den betroffenen Landwirten überlassen werden, da Maßnahmen zur Sammlung des Drainagewassers nur dort sinnvoll sind, wo die Grundeigentümer dies aus eigener Motivation umsetzen.

Das im Projekt TopSoil/AquaModul konzipierte Messsystem sollte flächendeckend im Projektgebiet ausgebaut werden und die dort ermittelten Werte in die Grundwasserströmungsmodellierung unmittelbar einfließen. Das „innovative Monitoringsystem zur Steuerung von Grundwasserentnahmen zur Feldberegnung in Nordost-Niedersachsen“ ist zwischenzeitlich Stand der Technik, muss aber noch in eine Form zur allgemeinen Anwendung/als allgemein anerkannte Regel der Technik überführt werden.



Die Informationen zu temporär trockenfallenden Gewässern sind bisher nur zum Teil vorhanden. Diese Informationen sollten vervollständigt werden. Die temporär trockenfallenden Gewässer sind besonders zum Wasserrückhalt in der Landschaft geeignet, sofern administrative Hindernisse überwunden werden können (weiteres dazu ist bei den nächsten Schritten erläutert).

Generell gibt es für den Bereich des Amtes Neuhaus noch einen Nachholbedarf, da die Situation hier nicht mit der gleichen Tiefe wie im Einzugsgebiet der Ilmenau untersucht werden konnte, da hier kein hydrogeologisches / numerisches Modell vorliegt.

Bevor weitere Schritte im Bereich zur Weiterentwicklung des Wassermengenmanagements angegangen werden, wird ein breiter gesellschaftlicher und politischer Konsens zur Wassermengenmanagementstrategie benötigt, da die Maßnahmen nur langfristig umgesetzt werden können und Teil eines integrierten Konzeptes sein müssen. Diese Umsetzungsstrategie muss eine gewisse Flexibilität haben, um beispielsweise an bisher nicht berücksichtigte / bekannte Situationen angepasst werden zu können. Andererseits darf das Konzept nicht nach politischen Mehrheitsverhältnissen und wechselnder Haushaltslage immer wieder kurzfristig verändert werden. Alle Beteiligten müssen den abgestimmten Schritten und Maßnahmen vertrauen können, da verschiedene langfristige wirtschaftliche und investive Entscheidungen von der kontinuierlichen Verfolgung des Konzeptes abhängen. Ohne Vertrauen in die abgestimmte Vorgehensweise werden die Beteiligten nur zögerlich eigene Maßnahmen realisieren.

Für die weiteren Schritte ist zu empfehlen zunächst die administrativen Maßnahmen zur Unterstützung des Wasserrückhalts und des Wassermengenmanagements zu prüfen und entsprechende Entscheidungen zu treffen. Diese Maßnahmen verursachen selbst geringe Kosten und können einen unmittelbaren Beitrag zur Verbesserung der Wasserverfügbarkeit leisten bzw. die Randbedingungen deutlich verbessern, damit Grundeigentümer selbsttätig Maßnahmen umsetzen.

Die Steuerung der Wasserentnahmen aus dem Elbeseitenkanal sollte statt einer schwer einzuhaltenen Regelung auf m^3/s auf einen Wert von vielleicht m^3/Stunde umgestellt werden. Auch ein Mittelwert in 12-24 Stunden könnte sinnvoll sein. Durch die Steuerung auf m^3/s wird ein größerer Steuerungsaufwand nötig, um die Mengen exakt ausnutzen zu können, gleichzeitig sind im System durch die Steuerung selbst sowie durch den Wasserfluss im Kanal, Verzögerungen und Reserven enthalten, die Schwankungen in der Entnahme ausgleichen.

Vereinfachte Erlaubnis- / Genehmigungsverfahren begünstigen, um temporär trockenfallende Gewässer einzustauen bzw. Wasser in diesen zurückzuhalten. Die ökologische Durchgängigkeit ist in diesen Gewässern nicht gegeben und durch den Wassereinstau wird die ökologische Situation im Gewässer



und in den Randbereichen nachhaltig verbessert. Dort wo eine Bereitschaft vorliegt Maßnahmen umzusetzen sollte diese unterstützt werden durch vereinfachte Verfahren zur Umsetzung bei Vorliegen definierter Randbedingungen.

Grundeigentümer, die bereit sind auf ihren Flächen Maßnahmen zur Grundwasseranreicherung umzusetzen, die über gesetzlichen Anforderungen hinausgehen, sollten einen entsprechenden Anteil des zusätzlich versickerten Wassers auch zusätzlich aus dem Grundwasser entnehmen dürfen. Maßnahmen zum Wasserrückhalt in der Fläche sollten nicht zur Reduzierung von Entnahmeerlaubnissen führen.

Die Bemessung von Entnahmeerlaubnissen aus dem Grundwasser sollte anhand objektiver Kriterien und auf Basis der Grundwasserneubildung sowie des verfügbaren Grundwasserdargebotes erfolgen. Zudem sollten Entnahmeerlaubnisse nicht während einer laufenden Vegetationsperiode reduziert werden. Die Wassernutzer, insbesondere die Landwirte, benötigen rechtzeitig (etwa im Oktober vor der nächsten Vegetationsperiode) verlässliche Randbedingungen und Vorgaben für die jeweilige Bewirtschaftung ihrer Flächen.

Mit dem hydrogeologischen Modell steht ein Instrument zur Verfügung, mit dem eine Prognose des Grundwasserdargebots in den entsprechenden Entnahmehorizonten unter Berücksichtigung von realistischen Annahmen klimatischer und wasserwirtschaftlicher Rand- und Rahmenbedingungen für die nahe Zukunft möglich ist. Dies sollte genutzt werden, um einerseits dem Vorsorgegedanken Rechnung zu tragen und bei mehreren aufeinander folgenden, trockenen Jahren die Entnahmemengen zu reduzieren. Dabei muss andererseits für alle Wassernutzer Planungssicherheit gegeben sein. Für die Landwirte bedeutet dies, dass Sie Ende Oktober / Anfang November verlässliche Aussagen für das Folgejahr benötigen, bevor Saatgut und Dünger bestellt werden. Solche Prognosen können unter Anwendung des Grundwassermodells in Kombination mit künstlicher Intelligenz (KI) vereinfacht werden, sodass dieses Instrument in direkter Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden eingesetzt werden kann. Hier besteht allerdings noch weiterer Forschungs- und Erprobungsbedarf, bevor solche KI-gestützten Prognosen in der Wasserbewirtschaftung integriert werden können.

Die vorliegende Untersuchung hat gezeigt, dass durch den Elbeseitenkanal und die Abflüsse aus Kläranlagen erhebliche Wassermengen zur Verfügung stehen, die allerdings überwiegend außerhalb der Vegetationsperiode anfallen. Diese variablen Wassermengen werden sich noch vergrößern, wenn die Informationen zu den Einleiterlaubnissen und den entsprechenden Qualitäten vorliegen. Um diese Wassermengen in der Vegetationsperiode nutzen zu können werden Wasserspeicher erforderlich. Daher sollte gezielt nach geeigneten Standorten gesucht werden und hier die rechtlichen Voraussetzungen zum Bau von Speichern geschaffen werden.



Im Weiteren sollte untersucht werden, inwieweit die erforderlichen Speicher verkleinert werden können bzw. wie die zurückgehaltene / gespeicherte Wassermenge vergrößert werden kann, wenn die Speicher mit einer Grundwasseranreicherung kombiniert werden. Hier hat die vorliegende Untersuchung einige gute Potenziale für solche Kombinationen aufgezeigt, die weiter ausgearbeitet und geprüft werden sollten. Im Zusammenhang mit der Bemessung und der Bewirtschaftung von Speichern gibt es noch einige offene Fragen, die durch weitere Forschung untersucht werden sollten, etwa wie weit sich diese Speicher auch für schwimmende PV-Anlagen eignen um eine Mehrfachnutzung der Fläche zu ermöglichen.

Die vorliegende Untersuchung hat gezeigt, dass insbesondere bei den zukünftig deutlich steigenden Wasserbedarfen für die Feldberegnung ein großes Potential für den Einsatz geeigneter alternativer Wasserressourcen besteht. Damit besteht die Möglichkeit, Grundwasserentnahmen für die Feldberegnung zu ersetzen. Die auf diese Weise weniger genutzten Wassermengen aus sicheren und qualitativ guten Grundwasservorkommen können dann ggf. für Nutzungen der menschlichen Daseinsvorsorge, insbesondere für die Trinkwasserversorgung zur Verfügung stehen.



11 Quellen

11.1 Quellenverzeichnis

- Belz, J.-U., Becker, A., Bergfeld-Wiedemann, T., Fischer, H., Flues, S., Frielingsdorf, Fleischer, C., Hatz, M., Helmke, P., Helms, M., Horchler, P., Hübner, G., Klein, B., Kleinteich, J., Koop, J., Krahe, P., Kunkel, A., Meißner, D., Larina-Pooth, M., Nilson, E., Schwandt, D., Sundermeier, A., Supper-Nilges, D., Viergutz, C. & Wiechmann, W. (2021) *Die Niedrigwassersequenz der Jahre 2015 bis 2018 in Deutschland – Analyse, Einordnung und Auswirkungen*.
- Berliner Wasserbetriebe (2008) *Wasserversorgungskonzept für Berlin und für das von den BWB versorgte Umland (Entwicklung bis 2040)* [Online], Berlin, Berliner Wasserbetriebe. Verfügbar unter https://www.berlin.de/sen/uvk/_assets/umwelt/wasser-und-geologie/publikationen-und-merkblaetter/wvk2040.pdf?ts=1686908377.
- BfG (2016a) *Bericht Untersuchungen zu den Auswirkungen zusätzlicher Wasserentnahmen für die Feldberegnung aus dem Elbe-Seitenkanal und der Scheitelhaltung des Mittellandkanals: BfG 1898 Vollständige Fassung*.
- BfG (2016b) *Untersuchungen zu den Auswirkungen zusätzlicher Wasserentnahmen für die Feldberegnung aus dem Elbe-Seitenkanal und der Scheitelhaltung des Mittellandkanals: BfG-1898 Gekürzte Fassung*.
- BfG (2022a) *BfG-2113 Kurzfassung Untersuchungen zur Wasserbewirtschaftung des Mittellandkanals und Elbe-Seitenkanals unter gegenwärtigen und zukünftigen Randbedingungen BfG-2113*.
- BfG (2022b) *BfG-2113 Untersuchungen zur Wasserbewirtschaftung des Mittellandkanals und Elbe-Seitenkanals unter gegenwärtigen und zukünftigen Randbedingungen: Vollständige Fassung BfG 2113*.
- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) *Bodenkarte von Niedersachsen 1 : 50 000 - Potenzielle Drängebiete in Niedersachsen (WMS Dienst)* [Online]. Verfügbar unter <https://numis.niedersachsen.de/trefferanzeige?docuuid=81681764-2c53-4e25-967f-e7b8937d6d2a>.
- Borsche, M., Friedrich, A., Friedrich, K., Fröhlich, K., Früh, B., Kreienkamp, F., Krugmann, G., Pietzsch, S., Rauthe, M., Riecke, W., Tinz, B., Walter, A., Wehring, S. & Weigl, E. (2018) *Klimareport Niedersachsen: Fakten bis zur Gegenwart - Erwartungen für die Zukunft*, Offenbach, Deutscher Wetterdienst.
- Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser (2019) *LAWA-Arbeitsprogramm Flussgebietsbewirtschaftung 2019 – Aktualisierung und Anpassung der LAWA-Arbeitshilfe zur Umsetzung der EG-Wasser-rahmenrichtlinie, Teil 3, Kapitel II.1.2 –Grundwasser-*.
- Bundesamt für Naturschutz *Landschaftssteckbriefe Untere Mittellelbe-Niederung* [Online]. Verfügbar unter <https://www.bfn.de/landschaftssteckbriefe/untere-mittellelbe-niederung>.



- CONSULAQUA Hildesheim (2022) *Dachverband Feldberegnung Lüneburg (DFL)/ Dachverband Feldberegnung Uelzen (DFU): Hydrogeologisches Gutachten und Wasserrechtsanträge für die Dachverbände Feldberegnung Lüneburg und Uelzen - Modelldokumentation* -.
- CONSULAQUA Hildesheim & Geo-Infometric (2012) *AQUARIUS - Dem Wasser kluge Wege ebnen. Teilprojekt „Hydrogeologische Untersuchungen für die Grundwasserkörper Ilmenau Lockergestein rechts und Jeetzel Lockergestein links“*. Abschlussbericht.
- D. Schwandt, B. (aktuell) *BMU-Projekt "Verbesserung der Datengrundlage zur Bewertung hydrologischer Extreme"*, BfG [Online]. Verfügbar unter https://undine.bafg.de/vorschau/elbe/extremereignisse/elbe_nw2018.html.
- Degenhart, H., Schomerus, T. & Schulz, D. (2015) *Pumpspeicher an Bundeswasserstraßen*, Wiesbaden, Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Deutscher Wetterdienst (DWD) *Dokumentation AMBAV 2.0* [Online]. Verfügbar unter https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/landwirtschaft/dokumentationen/allgemein/ambav-20_doku.html.
- Deutscher Wetterdienst (DWD) *Messdaten über den FTP-Server des DWD Tageswerte Niederschlag Stationen 3091, 3515, 4625, 542, 5833 und 591 sowie Tageswerte nach HAUDE Stationen 4625 und 591; Download vom 10.03.2023* [Online]. Verfügbar unter https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/derived_germany/soil/daily/ und https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/daily/more_precip/historical/.
- DHI-Wasy GmbH *Feflow: Finite Element Subsurface Flow & Transport Simulation System (7.5)* [Computerprogramm].
- LGLN, Landesvermessung und Geobasisinformationen Niedersachsen (2022) *Digitales Geländemodell (DGM): DGM5*, Hannover [Online]. Verfügbar unter www.lgln.de (Abgerufen am 2022).
- DIN e.V. (1994) *DIN 4049-3 - 1994-10, Hydrologie - Teil 3: Begriffe zur quantitativen Hydrologie*.
- DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (2016): *Technische Regel - Arbeitsblatt DVGW W 107 (A)*.
- DWA (2023) *Merkblatt DWA-M 1200 „Anwendung der Wasserwiederverwendung für landwirtschaftliche und urbane Zwecke“ - Vorhabenbeschreibung und Aufruf zur Mitarbeit* [Online]. Verfügbar unter <https://de.dwa.de/de/regelwerk-news-volltext/merkblatt-dwa-m-1200-anwendung-der-wasserwiederverwendung-fuer-landwirtschaftliche-und-urbane-zwecke.html> (Abgerufen am 13 April 2023).
- Elbracht, J., Meyer, R. & Reutter, E. (2016) *Hydrogeologische Räume und Teilräume in Niedersachsen*, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie.
- Ertl, G., Bug, J., Elbracht, J., Engel, N. & Herrmann, F. (2019) *Grundwasserneubildung von Niedersachsen und Bremen: Berechnungen mit dem Wasserhaushaltsmodell mGROWA18* [Online]. Verfügbar unter https://doi.org/10.48476/GEOBER_36_2019 (Abgerufen am 2019).



- GeoBasis-DE / BKG (2018) *CORINE Land Cover 5 ha, Stand 2018 (CLC5-2018)* [Online]. Verfügbar unter <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/corine-land-cover-5-ha-stand-2018-clc5-2018.html>.
- (2023) *Geologische und hydrostratigraphische Profilschnitte. -; ElbeEl-be_Amt_Neuhaus_PS02*.
- Grimm-Strele, J. (2003) *LAWA workshop 2003: Vortrag Dr. Jost Grimm-Strele, Landesamt für Umweltschutz Baden-Württemberg* [Online], Bonn.
- Henning, H. & Hilgert, T. (2007) "Drainabflüsse - der Schlüssel zur Wasserbilanzierung im norddeutschen Tiefland", *Hydrologie und Wasserbewirtschaftung* Jg. 51, H. 6, S. 248–257.
- HMUKLV (2019) *IWRM Rhein-Main: Leitbild für ein Integriertes Wasserressourcen-Management Rhein-Main* [Online]. Verfügbar unter https://umwelt.hessen.de/sites/umwelt.hessen.de/files/2022-02/leitbild_irwm.pdf (Abgerufen am 12 September 2023).
- HMUKLV (2022) *Zukunftsplan Wasser - Wasserwirtschaftlicher Fachplan Hessen* [Online], Wiesbaden. Verfügbar unter https://umwelt.hessen.de/sites/umwelt.hessen.de/files/2023-02/zukunftsplan_wasser.pdf (Abgerufen am 12 September 2023).
- HWW (2014) *Wasserbedarfsprognose 2045 für das Versorgungsgebiet von HAMBURG WASSER: Endbericht* [Online], Frankfurt am Main / München. Verfügbar unter https://www.landkreis-hamburg.de/ftp/wasser_fuer_hamburg/HWW/00_Wasserrechtsantrag_2015/02_Anhang%20A_Wasserbedarfsprognose%202045/Wasserbedarfsprognose%202045.pdf (Abgerufen am 12 September 2023).
- INBW, Institut für nachhaltige Bewässerung und Wasserwirtschaft im ländlichen Raum (2022 bis 2027) *Dirrigent Bewässerung intelligent dirigieren: Wassermengen digital erfassen, verarbeiten und managen* [Online], Suderburg. Verfügbar unter <https://wasser-suderburg.de/dirrigent/>.
- Klimzug-Nord: Teil 4.*
- Köster, S. & Beier, M. (2023) "Weiterentwicklung der Schwammstadt zu einer komplementären Wasserversorgungsinfrastruktur: Die Schwammstadt als Innovationstreiber für die Siedlungswasserwirtschaft", *Wasser und Abfall*, Vol. 25, No. 11, S. 14–19.
- Land Niedersachsen *Gesetz über das Biosphärenreservat "Niedersächsische Elbtalaue" (NElbtBRG) vom 14. November 2002 (Nds. GVBl. S. 426 - VORIS 28100 -), zuletzt geändert am 27.03.2014* [Online].
- Land Niedersachsen (Regierungsbezirk Lüneburg) und Bundesrepublik Deutschland (1967/ 68 sowie 1982, 1970 und 1972) *Planfeststellungsbeschluss in 11 Abschnitten sowie Nachträge zu Hafenausbauten in Wittingen, Uelzen und Lüneburg*.
- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2023) *Daten zur Grundwasserneubildung gemäß Wasserhaushaltsmodell mGROWA22 (Beobachtungswerte 1981 – 2010, 1991 – 2020 und Projektionen 2021 – 2050 und 2071 – 2100. Datenlieferung* [Online].



Landesamt für innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern, Amt für Geoinformation, Vermessungs- und Katasterwesen (2023) *Feldblock-Finder M-V GIS-InVeKoS.- download shape-Datei „gdimvMärz 2023* [Online].

Landesamt für Statistik Niedersachsen (LSN) *Bevölkerungsstand: Einwohnerzahl Niedersachsens - Tabellen* [Online]. Verfügbar unter https://www.statistik.niedersachsen.de/startseite/themen/bevoelkerung/bevolkerungsstand_einwohnerzahl_niedersachsens/bevolkerungsstand-einwohnerzahl-niedersachsens-tabellen-201964.html (Abgerufen am 10 August 2023).

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (2014) *Grundwasserressourcen Mecklenburg-Vorpommern – Erläuterung zur Karte.*

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (2023) *Geodaten der Abteilung Geologie, Wasser und BodenGrundwasserneubildung Mecklenburg-Vorpommern.- https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/files/gwn.zip; download shape-Datei 17.03.2023.*

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern *Kartenportal Umwelt Mecklenburg-Vorpommern - WMS Service MV Geologie Uebersichten.- URL : https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv_a7_uek_wms.php?* [Online].

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern *Kartenportal Umwelt Mecklenburg-Vorpommern - WMS Service MV Hydrogeologie, layer name t4URL: https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv_a7_hydrogeologie_wms.php?language=ger&* [Online].

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern *Kartenportal Umwelt Mecklenburg-Vorpommern: https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/atlas/script/index.php* [Online].

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie, MV (2012) *Grundwasserressourcen in Mecklenburg-Vorpommern – Karte und Erläuterungen zur Karte.- Erarbeitet von Hennig, H (UmweltPlan GmbH), Hilgert, T. (FUGRO Consult GmbH), Schwerdtfeger, B. (LUNG), Handke, H. (LUNG), Lemke, G (LUNG).*

Landkreis Diepholz (2020) *Entwurf Wasserversorgungskonzept Landkreis Diepholz: Grundlagen und Bausteine* [Online]. Verfügbar unter https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiD45m_nKWBAxXQc_EDH-ZoAAosQFnoECBAQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.diepholz.de%2Fdownloads%2Fdatei%2F3Zyf2yhvH0ocO9kywVAoFFBNRFhPWnFZdzBkMHR2RGx4UEQ0eXBJbVzVwMJE-dXdnl0IDL3JFMWtyRDY1Q2FGdzQ2RTAvS1V3ZGVYMUUNnZ-kxERFcyN2VjbTN5ZEt6b09vUW9vazlKeUNod3ZsUzBEZHhjaG9xdVFYTIpKaE90cU5LYUErM1cwNH-ZUcHZYMHRQUIGS0ZEb1E0K1ZBemFUL2swellWZz09&usg=AOvVaw2oioHzDb638ioTxk_1oQTt&opi=89978449 (Abgerufen am 12 September 2023).



- Landkreis Nienburg/Weser (2022) *Integrales Managementkonzept zur Bewirtschaftung von Wassermengen im Landkreis Nienburg/Weser* [Online]. Verfügbar unter <https://www.lk-nienburg.de/downloads/datei/uQakjXyhKHUCxoX0U3vm02J3cVZpQ3B0M0ViWjBxeVpZbk1FYmR3dk5BWUE2ZFhZMkM4c1VFeTVwOURGZTF6bE9hUTVhNW8wWEY0Q3JWYWFRVmRNc0FzcDRtODdIWis3WmJHYmt6MkJnZ-FJtcDVldU5oOVdleFF3aUc5ZkJTQ2hZTjdTYXFKYzZtM1RYL3dVdkJQSDQrV2g2SG9QS1ITY0ViZ1VhUT09> (Abgerufen am 12 September 2023).
- Landkreis Osnabrück (2021) *Zukunftskonzepts Wasserversorgung im Landkreis Osnabrück: ABSCHLUSSBERICHT* [Online]. Verfügbar unter <https://www.landkreis-osnabrueck.de/sites/default/files/2021-12/abschlussbericht-wasserversorgungskonzept.pdf> (Abgerufen am 12 September 2023).
- LANUV (2023) *Wasserversorgungskonzept* [Online]. Verfügbar unter <https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/wasser/wasserversorgungstrinkwasser/wasserversorgungskonzept> (Abgerufen am 12 September 2023).
- LAWA-Ad hoc AG/KG Water Reuse (2023) *Endbericht der LAWA-Ad hoc AG/KG Water Reuse an die 163. LAWA-Vollversammlung* [Online], LAWA. Verfügbar unter https://www.lawa.de/documents/endbericht-lawa-ag-water-reuse-an-die-163-lawa-vollversammlung_1655190856.pdf (Abgerufen am 14 April 2023).
- LfU (2022) *Wasserversorgungsplanung Brandenburg: Sachlicher Teilabschnitt mengenmäßige Grundwasserbewirtschaftung* [Online]. Verfügbar unter https://lfu.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Wasserversorgungsplan_barrierefrei.pdf.
- Martens Jörg Dipl.-Ing. (2007) *Machbarkeitsstudie zur Grundwassersubstitution für die landwirtschaftliche Feldberegnung durch Oberflächenwasser im Bereich der östlichen Lüneburger Heide: NO REGRET.*
- Martens Jörg Dipl.-Ing. (2011) *Machbarkeitsstudie AQuaRo: Alternative Quellen anzapfen für den Raum Rosche*, Kreisverband der Wasser- und Bodenverbände Uelzen.
- MKLLU MV (2019) *Trinkwasserversorgungskonzeption des Landes Mecklenburg-Vorpommern Teil 1: Statusbericht: – Stand der Trinkwasserversorgung und Darstellung des Schutzes und der Sicherung der Trinkwasserressourcen in Mecklenburg-Vorpommern –* [Online]. Verfügbar unter <https://www.regierung-mv.de/serviceassistent/download?id=1610887> (Abgerufen am 12 September 2023).
- MKUEM (2022) *Wasserversorgungsplan RHEINLAND-PFALZ 2022: Teil 1 Bestandsaufnahme* [Online]. Verfügbar unter https://wasser.rlp-umwelt.de/servlet/is/1214/Wasserversorgungsplan_RP_2022.pdf?command=downloadContent&filename=Wasserversorgungsplan_RP_2022.pdf (Abgerufen am 12 September 2023).



- ML/SLA Niedersachsen (2022) *de/by2-0* (www.govdata.de/dl-de/by-2-0), [sla.niedersachsen.de/landentwicklung/LEA.-download-shape-Datei „Feldblöcke“ im März 2023](http://sla.niedersachsen.de/landentwicklung/LEA.-download-shape-Datei-„Feldblöcke“-im-März-2023) [Online].
- MUKE-BW (2023) *Wasserversorgung Baden-Württemberg* [Online]. Verfügbar unter <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/umwelt-natur/wasser/wasserversorgung> (Abgerufen am 12 September 2023).
- Nds. MU *Umweltkarten Niedersachsen, WMS Service Hochwasserschutz*. - URL: <https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/arcgis/services/HWSchutzMapServer/WMSServer?> [Online]. Verfügbar unter <https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/arcgis/services/HWSchutzMapServer/WMSServer?>.
- Nds. MU *Umweltkarten Niedersachsen, WMS Service Naturschutz*. - URL: <https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/arcgis/services/NaturMapServer/WMSServer?> [Online].
- Nds. MU (2019) *Klimawirkstudie Niedersachsen*.
- Nds. MU (2021) *Niedersächsischer Beitrag zu den Bewirtschaftungsplänen 2021 bis 2027 der Flussgebiete Elbe, Weser, Ems und Rhein nach § 118 des Niedersächsischen Wassergesetzes bzw. nach Art. 13 der EG-Wasserrahmenrichtlinie*.
- Nds. MU (2022a) *Wasserversorgungskonzept Niedersachsen* [Online]. Verfügbar unter https://www.umwelt.niedersachsen.de/download/183413/Wasserversorgungskonzept_Niedersachsen.pdf (Abgerufen am 23 März 2023).
- Nds. MU (2022b) *Wasserversorgungskonzept Niedersachsen*.
- Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz *Datenlieferung Grundwassermessstellen Amt Neuhaus per email vom 19.01.2023* [Online].
- Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2022) *Landesweite Datenbank für wasserwirtschaftliche Daten (online Portal), Wasserrechtsangaben heruntergeladen im Februar 2023* [Online].
- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (2015) *Mengenmäßige Bewirtschaftung des Grundwassers RdErl. d. MU v. 29. 5. 2015 – 23-62011/010 – VORIS 28200 – geändert durch RdErl. d. MU vom 13.11.2018, Nds. MBl. S. 1502*.
- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (2022) *Wasserversorgungskonzept Niedersachsen (WVK Nds.)*.
- Nienstedt M. Sc. Geoökol., D., König M. Sc. Umwelting., M. & Bruns Dipl.-Geol., M. (2022) *TopSoil-Entwicklung und Erprobung eines Monitoringsystems sowie von Vorschlägen für die Bewirtschaftungssteuerung großräumiger Grundwasserkörper am Beispiel der Region Uelzen / Lüneburg: Pilotgebiet GE 4: AquaModul- Erweiterungsbericht - CONSULAQUA Hildesheim* [Online]. Verfügbar unter https://wasser-uelzen.de/wp-content/uploads/2022/01/Bericht_TopSoil_Verlaengerung_2021_final.pdf (Abgerufen am 25 April 2023).



- NLWKN (2013) *Leitfaden für die Bewertung des mengenmäßigen Zustands der Grundwasserkörper in Niedersachsen und Bremen nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)*, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa Bremen Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie.
- NLWKN (2020) *Grundwasserbericht Niedersachsen: Kurzbericht 2020, Grundwasserstand sowie Güteparameter Nitrat und Pflanzenschutzmittel, Datenbestand 2019*.
- NLWKN (2021) *Grundwasserbericht Niedersachsen: Sonderausgabe zur Grundwasserstandsentwicklung im Jahr 2020*.
- NLWKN (2022) *Grundwasserbericht Niedersachsen: Sonderausgabe zur Grundwasserstandsentwicklung im Jahr 2021*.
- NLWKN (2023) *NLWKN Landesdatenbank* [Online]. Verfügbar unter <http://www.wasserdaten.niedersachsen.de/cadanza/p/v1> (Abgerufen am 25 Mai 2023).
- Reutter, E. (2011) *Hydrostratigrafische Gliederung Niedersachsens*, Landesamt für Bergbau, Energie und Umwelt (LBEG).
- Römer, K., Ostermann, U., Hohenrainer, J., Anna-Dorothea, E. v. E. & Richter, K. (2016) *Untersuchungen zu den Auswirkungen zusätzlicher Wasserentnahmen für die Feldberegnung aus dem Elbe-Seitenkanal und der Scheitelhaltung des Mittellandkanals: Vortragsveranstaltung 30.09.2016*.
- Schönheim, A., Schönheim, S., Blüml, V., Meding, F. & van de Flierdt, M. (2012) "Landschaftsrahmenplan - Endfassung der Fortschreibung - Textbund", *BMS-Umweltplanung, im Auftrag des Landkreises Uelzen*.
- SenUMVK (2022) *Masterplan Wasser Berlin: 1. Bericht* [Online], Berlin. Verfügbar unter https://www.berlin.de/sen/uvk/_assets/umwelt/wasser-und-geologie/masterplan-wasser/masterplan-wasser-berlin.pdf?ts=1687249105 (Abgerufen am 12 September 2023).
- SMAKMAV (2023) *Aktuelle Meldungen - Zukunftssichere Wasserversorgung* [Online]. Verfügbar unter https://www.saarland.de/mukmav/DE/portale/wasser/aktuelles/aktuelle-meldungen/2023/q2/pm_2023-07-24_Wasserversorgung.html (Abgerufen am 12 September 2023).
- SMEKUL (2022) *Grundsatzkonzeption Wasserversorgung 2030 für den Freistaat Sachsen* [Online]. Verfügbar unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/38631/documents/62400> (Abgerufen am 12 September 2023).
- Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Westmecklenburg (2023) *Abstichsdaten ausgewählter Messstellen im csv-format per email 22.03.2023* [Online].
- StMUV (2023) *Wasserzukunft Bayern 2050* [Online]. Verfügbar unter https://www.stmuv.bayern.de/themen/wasserwirtschaft/wasserzukunft_bayern_2050/index.htm (Abgerufen am 12 September 2023).



- SUKW (2021) *Zukunftssichere Wasserversorgung für das Land Bremen - Aufstellung eines Trinkwasserversorgungskonzeptes für den Zeitraum bis 2050* [Online], Bremen. Verfügbar unter https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEWjR8LPU6aSBAXXSFEDHbVDBelQFnoECBIQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.rathaus.bremen.de%2Fsixcms%2Fmedia.php%2F13%2Ftop%252B2_20210413_Zukunftssichere_Wasserversorgung.pdf&usg=AOvVaw0uRmHiCaE80OntBRxFYjZ2&opi=89978449.
- SZ (2023) "Schleswig-Holstein erarbeitet Strategie für Wassermanagement", *Süddeutsche Zeitung*, 3. Juni [Online]. Verfügbar unter <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/agrar-kiel-schleswig-holstein-erarbeitet-strategie-fuer-wassermanagement-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-230603-99-925200> (Abgerufen am 12 September 2023).
- TMUEN (2019) *Förderrichtlinie Sonderprogramm Trinkwasserinfrastruktur ländlicher Raum, TIS-RL* [Online]. Verfügbar unter https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEWjBsKmCkqWBAXzVfEDHQygDvcQFnoECBkQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.aufbaubank.de%2F417%2C13397%2FDownload%2F2020-12-10-TIS-RL-Endfassung.pdf&usg=AOvVaw3fIVw97U_Ro_1AcuFIEI91&opi=89978449 (Abgerufen am 12 September 2023).
- TMUEN (2022) *Thüringer Niedrigwasserstrategie: Ergänzung zum Landesprogramm Gewässerschutz* [Online]. Verfügbar unter https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEWjIn8Opj6WBAXX9cvEDHectDocQFnoECBUQAQ&url=https%3A%2F%2Fumwelt.thueringen.de%2Ffileadmin%2F001_TMUEN%2FAktuelles%2FTopthemen%2FTrockenheit_und_Niedrigwasser%2FThueringer_Niedrigwasserstrategie.pdf&usg=AOvVaw1Mi30PYZS4e87c_Prk82b3&opi=89978449 (Abgerufen am 12 September 2023).
- UBA (2019) "IG-R-1: Wasserintensität des Verarbeitenden Gewerbes" [Online]. Verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/ig-r-1-das-indikator#ig-r-1-wasserintensitat-des-verarbeiten-den-gewerbes> (Abgerufen am 28 November 2023).
- Wasserbeschaffungsverband Elbmarsch *Datenlieferungen zu Grundwassermessstellen und Fördermengen, per email vom 17.02.2023 und 10.03.2023* [Online].
- Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Mittellandkanal / Elbe-Seitenkanal (2023) *WSA Mittellandkanal-ESK - Düker und Durchlässe* [Online]. Verfügbar unter https://www.wsa-mittellandkanal-elbe-seitenkanal.wsv.de/Webs/WSA/Mittellandkanal-ESK/DE/Wasserstrassen/BauwerkeAnlagen/DuekerDurchlaesse/DuekerDurchlaesse_node.html#doc2520886bodyText7 (Abgerufen am 17 Mai 2023).
- Wasserwirtschaftsamt Lüneburg (1988) *Ermittlung der Grundwasserzuflüsse in den Elbe-Seitenkanal*.
- Wiegand, C. (2019) "Kulturlandschaftsräume und historische Kulturlandschaften landesweiter Bedeutung in Niedersachsen: Landesweite Erfassung, Darstellung und Bewertung", *Niedersächsischer*



Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) – Fachbehörde für Naturschutz – (Hrsgb.): Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen, Vol. 49.

WMS Service Bodenkarten – Dienst LBEG.- URL: <http://nibis.lbeg.de/net3/public/ogc.ashx?PkgId=24&Version=1.1.1&Service=WMS&Request=GetCapabilities&>.

WMS Service Geologische Karten.- URL: <http://nibis.lbeg.de/net3/public/ogc.ashx?PkgId=22&Version=1.1.1&Service=WMS&Request=GetCapabilities&>.

WMS Service Hydrogeologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1 : 200 000 - Versalzung des Grundwassers.- URL: <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/public/ogc.ashx?NodeId=61&Service=WMS&Request=GetCapabilities&>.

WMS Service Hydrogeologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1 : 500 000 - Entnahmebedingungen in grundwasserführenden Gesteinen.- URL: <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/public/ogc.ashx?NodeId=54&Service=WMS&Request=GetCapabilities&>.