



Green Blue Rhine Alliance

Hydrogeologisches Gutachten für die
Naturschutzgebiete Emmericher Ward,
Die Moiedtjes und Rindernsche Kolke

Endbericht
Machbarkeitsstudie
zur Stützung des Wasserhaushalts
in der Emmericher Ward

Essen, den 18.06.2020

Green Blue Rhine Alliance

Hydrogeologisches Gutachten für die Naturschutzgebiete Emmericher Ward, Die Moiedtjes und Rindernsche Kolke

Emmericher Ward: Machbarkeitsstudie

Auftraggeber: NABU Naturschutzstation Niederrhein e. V.
Keekener Str. 12
47533 Kleve

Abgabedatum: 18.06.2020

Projektnummer: 530336

Auftragnehmer: Lippe Wassertechnik GmbH
Brunnenstraße 37
45128 Essen
Tel.: 0201 – 3610-0
Fax: 0201 – 3610-100
E-Mail: info@ewlw.de

Bearbeiter: Dr. Sabine Cremer Dipl.-Geologin
Dr. Johannes Meßner Dipl.-Geologe

Inhalt

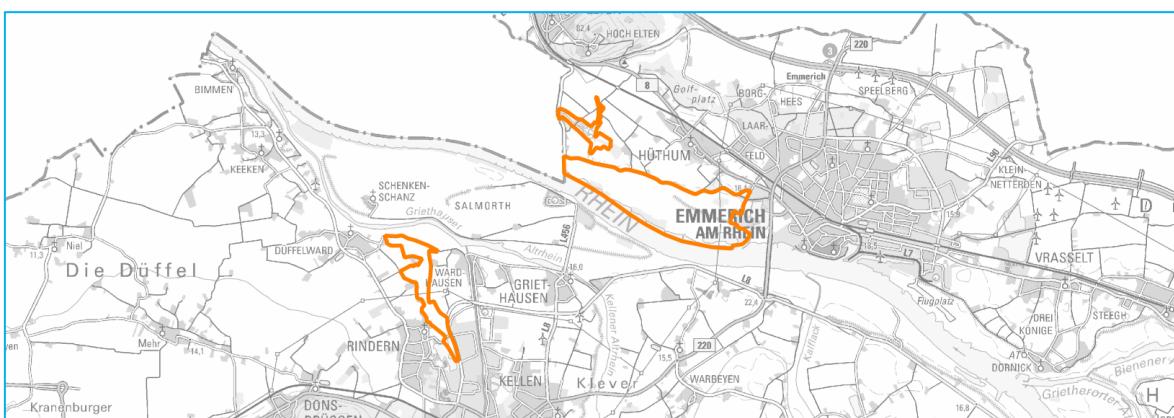
1 Veranlassung	1
2 Untersuchung der Machbarkeit von Maßnahmenvorschlägen	2
2.1 Grundlagen	4
2.1.1 Naturschutzrechtliche Lage	4
2.1.2 Hochwasserschutz.....	5
2.1.3 Statistische Verteilung der Rhein- und Grundwasserstände	7
2.1.4 Verteilung subartesischer bis artesischer Bereiche.....	11
2.2 Maßnahmen	12
2.2.1 Abflussverzögerung im Frühjahr	12
2.2.2 Wassereinleitung	13
2.2.2.1 Oberflächenwasser.....	13
2.2.2.2 Grundwasser	29
2.2.3 Wiederherstellung der ursprünglichen Sohltiefe von Rinnen	40
2.2.4 Wiederherstellung von Flutbereichen.....	41
2.2.4.1 Suchräume <i>Strang 1</i> und <i>Strang 2</i>	41
2.2.4.2 Umgestaltung eines Gerinneabschnitts des Zuggrabens im Suchraum <i>Schleuseweide</i>	46
2.2.4.3 Herstellung von Flutbereichen im Suchraum <i>Schaar (Durchstich)</i>	49
3 Zusammenfassung.....	56
4 Quellenverzeichnis (Stand 06/2020).....	60

1 Veranlassung

Die rheinnahen Naturschutzgebiete „Rindernsche Kolke“, „Die Moiedtjes“ und „Emmericher Ward“ (vgl. Abb. 1) werden als Folge des Klimawandels und anthropogener Eingriffe nicht mehr ausreichend mit Feuchtigkeit versorgt. Dadurch sind die auentypischen Feuchtlebensräume mit ihren Überflutungsbereichen und temporären Gewässerläufen gefährdet. Feuchtigkeitsliebende Pflanzen werden durch andere Pflanzengemeinschaften verdrängt und für zahlreiche Tierarten stehen nicht mehr die typischen Auenhabitatem von flussnahen Standorten zur Verfügung.

Abb. 1:

Lage der Naturschutzgebiete Rindernsche Kolke, Die Moiedtjes und Emmericher Ward (von Westen nach Osten)



Zum Erhalt der Lebensräume sollen jetzt Maßnahmen eingeleitet werden, die den Wasserhaushalt in den betroffenen Naturschutzgebieten stützen. Die Studie steht unter der Schirmherrschaft des Interreg-Projekts „Green Blue Rhine Alliance“. In einem ersten Schritt wurde geklärt, welche Maßnahmen geeignet sind, um den Wasserhaushalt der Auenbereiche wiederherzustellen und zu stabilisieren.

In dem hier vorgelegten Endbericht werden die Maßnahmenvorschläge für die Zielkulisse *Emmericher Ward* hinsichtlich technischer Machbarkeit, Genehmigungsfähigkeit und Beurteilung der Wirksamkeit bewertet und Kostenannahmen aufgestellt.

2 Untersuchung der Machbarkeit von Maßnahmenvorschlägen

Im zweiten Zwischenbericht des hydrogeologischen Gutachtens wurden Vorschläge erarbeitet, um den Wasserhaushalt der Emmericher Ward zu stützen. Ziel der Maßnahmen ist, den Wasserhaushalt und damit den Feuchtgebietscharakter des Gebietes zu stützen. Konkret sollen die hydrologische Verbindung zwischen Fluss und Aue verbessert, Oberflächenwasser zurückgehalten, offene Wasserflächen wiederhergestellt und im Frühjahr der Wasserhaushalt feuchter Böden in den Tieflagen des Gebietes gestützt werden. Insbesondere im Zeitraum **März bis Juni** muss Sorge getragen werden, dass die Brutgebiete der **Wiesenvögel** ausreichend Feuchtigkeit erhalten.

Die Maßnahmenvorschläge gliedern sich in die Teilbereiche

- Wasserrückhalt und Abflussverzögerung in Oberflächengewässern,
- Wassereinleitung aus Grund- und Oberflächenwasser,
- Herstellen der ursprünglichen Sohltiefe von Oberflächengewässern und
- Wiederherstellung von Flutbereichen.

Unter den Maßnahmenvorschlägen wurden diejenigen zurückgestellt, die bereits im Vorfeld erkennen lassen, dass ihre Wirksamkeit in einem schlechten Verhältnis zu den damit verbundenen ökologischen Eingriffen und wirtschaftlichen Aufwendungen steht. Dazu gehört beispielsweise die Einleitung von Niederschlagswasser, die im Zwischenbericht als mögliche Option behandelt wurde.

Daneben existieren Maßnahmenvorschläge, die bereits in einem parallel laufenden Projekt mit Fördermitteln aus dem LIFE-Programm der Europäischen Union entwickelt und umgesetzt werden. In dem hier vorgelegten Bericht werden diese Möglichkeiten nachrichtlich benannt, außerdem Varianten diskutiert, die nicht Gegenstand des LIFE-Vorhabens sind.

Inhalt der Machbarkeitsstudie ist die Untersuchung von Aspekten vorgeschlagener Maßnahmen, die die Umsetzung betreffen. Dazu gehören:

- Prüfung der Genehmigungsfähigkeit des Vorschlags,
- Einschätzung der technischen Machbarkeit,
- Bewertung der Wirksamkeit für die Realisierung der angestrebten Ziele und
- Aufstellung einer Kostenannahme.

Die behandelten Maßnahmenvorschläge sind umseitig aufgelistet (Tab. 1).

Tab. 1: Inhalte der Machbarkeitsstudie für Maßnahmenvorschläge für die Emmericher Ward

Abflussverzögerung im Frühjahr	
Art der Maßnahme	Aspekt/Örtlichkeit
(nur nachrichtlich; Maßnahmen werden bereits im LIFE-Projekt umgesetzt)	

Wassereinleitung	
Art der Maßnahme	Aspekt/Örtlichkeit
Oberflächenwasser	Freispiegelleitung vom Yachthafen /Abgrabungsgewässer C zum oberen Zuggraben/zum Suchraum Ravenpoll oder Druckleitung mit solargestützter Pumpe, Niveau -1 m bis -1,5 m
Grundwasser (solargestütztes Pumpen)	als ergänzende Option zu den Maßnahmen im LIFE-Projekt permanente Förderung zwischen März und Oktober, bedarfsgeregt
Grundwasser (artesisch)	Tiefgebiete, Gräben

Herstellen der ursprünglichen Sohltiefe	
Art der Maßnahme	Aspekt/Örtlichkeit
(nur nachrichtlich; Maßnahmen werden bereits im LIFE-Projekt umgesetzt)	

Wiederherstellung von Flutbereichen	
Art der Maßnahme	Aspekt/Örtlichkeit
Vergrößerung bestehender Gewässer, Anlage von Gewässern mit Grundwasserkontakt (Rückflussverhinderer)	Suchräume Strang 1/2
	Suchraum Schleuseweide
	Suchraum Schaar (Durchstich)

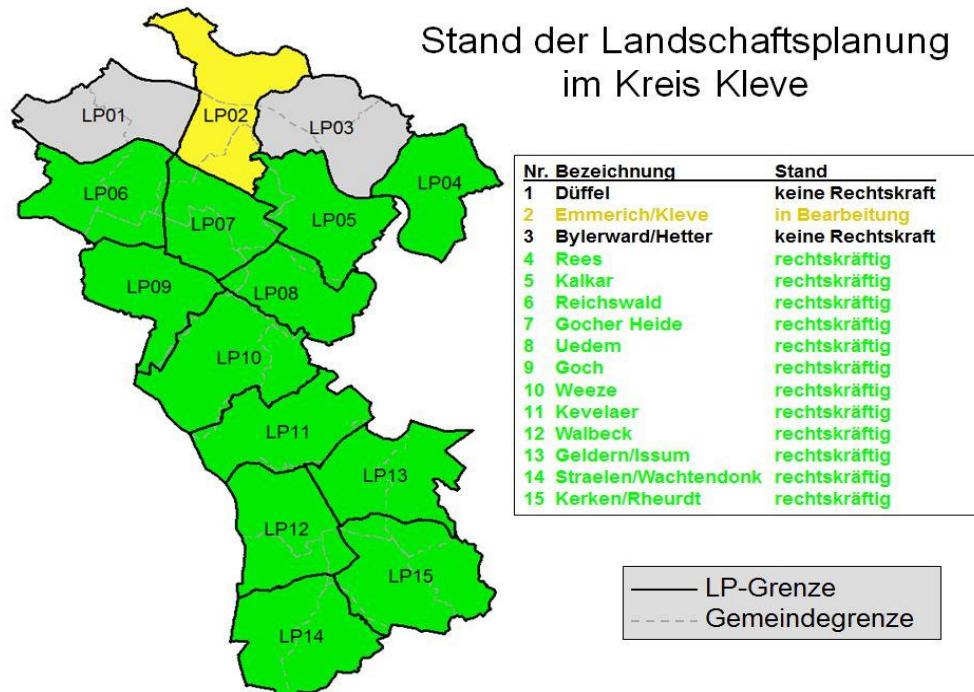
2.1 Grundlagen

2.1.1 Naturschutzrechtliche Lage

Gemäß § 7 des Landesnaturschutzgesetzes des Landes Nordrhein-Westfalen (LNatSchG) in Verbindung mit § 11 des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) stellen die Kreise und kreisfreien Städte Landschaftspläne auf, die die örtlichen Erfordernisse und Maßnahmen zur Verwirklichung der Ziele des Naturschutzes festsetzen.

Für den Bereich der Zielkulisse Emmericher Ward ist der Träger der Landschaftsplanung der Kreis Kleve. Der Kreistag hat zwölf rechtsgültige Landschaftspläne in Kraft gesetzt, ein Landschaftsplan ist derzeit in Bearbeitung (LP02 – Emmerich/Kleve), zwei weitere (LP01 – Düffel und LP03 – Bylerward/Hetter) sind zum Zeitpunkt der Berichtserstellung nicht rechtskräftig. Das Naturschutzgebiet Emmericher Ward gehört zum Landschaftsplanungsbereich LP02 – Emmerich/Kleve, dessen Landschaftsplan derzeit aufgestellt wird.

Abb. 2:
Landschaftsplanung des Kreises Kleve [1]



Die Emmericher Ward ist durch ordnungsbehördliche Verordnung vom 07.11.2005 [2] als Naturschutzgebiet gemäß Landschaftsgesetz (LG) in der Bekanntmachung vom 21.07.2000, zuletzt geändert durch das Gesetz vom 04.05.2004, ausgewiesen¹, außerdem Bestandteil von durch nationales Recht ausgewiesenen Schutzräumen gemäß europäischer Richtlinie 92/43/EWG (FFH-Richtlinie) sowie der EU-Vogelschutzrichtlinie 2009/147/EG. Für Eingriffe in das schützenswerte Inventar des Naturschutzgebiets muss eine Befreiung von den Verbotstatbeständen nach § 23 LNatSchG gemäß § 75 LNatSchG durch die untere Naturschutzbehörde ausgesprochen werden.

Benutzungen des Oberflächen- bzw. Grundwassers durch Entnahmen oder Einleitung erfordern außerdem eine wasserrechtliche Erlaubnis.

2.1.2 Hochwasserschutz

Die Emmericher Ward liegt im Hochwassereinflussbereich und wird von Bann- und Sommerdeichen als Hochwasserschutzanlagen begrenzt bzw. durchzogen. Zur Sicherung der Schutzfunktion von Deichen hat die Bezirksregierung Düsseldorf eine Deichschutzverordnung (DSchVO) erlassen. Die Verordnung bezieht sich auf Gewässer erster Ordnung, zu denen der Rhein gehört, und regelt die Festsetzung von Schutzzonen im Bereich von Hochwasserschutzanlagen.

Die Schutzzonen sind gemäß § 2 DSchVO in der Fassung vom 01.02.2018 wie folgt gegliedert:

- Schutzone I: Hochwasserschutzanlage (Deich) sowie je ein Streifen von 4 m Breite ab Deichfuß auf der Wasser- und Landseite.
- Schutzone II: je ein Streifen von 10 m Breite auf der Wasser- und Landseite, der an den Schutzstreifen der Zone I anschließt. Die Schutzone II entfällt bei Sommerdeichen, die unbewohnte Bereiche schützen.
- Schutzone III: ein Streifen von 100 m Breite ab Deichfuß (vgl. Abb. 3). Die Schutzone III entfällt bei Schlafdeichen, Leitdeichen und Sommerdeichen.

¹ Die Verordnung ersetzt die ordnungsbehördliche Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebiets „Emmericher Ward“, in der Stadt Emmerich, Kreis Kleve vom 01.08.1985 (Abl. Reg. Ddf. 1985, Seite 398).

Bereits in der Schutzzzone III sind wesentliche Eingriffe in die Deckschichten genehmigungspflichtig (§ 3 DSchVO). Dazu gehören:

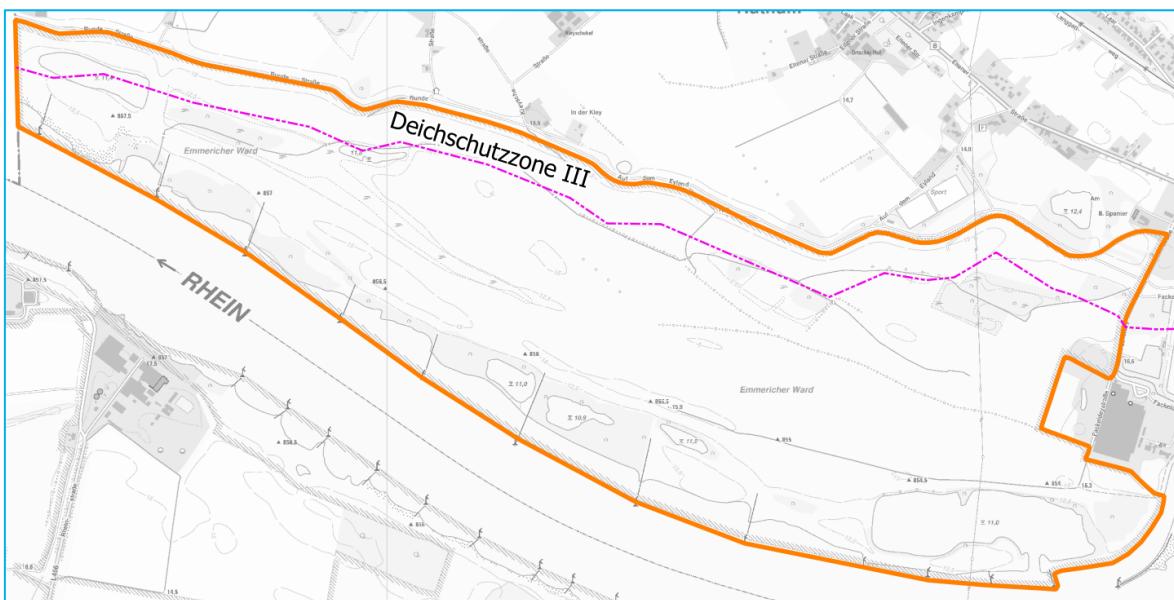
- die Errichtung, der Abriss oder die wesentliche Veränderung von baulichen Anlagen,
- die Errichtung oder Veränderung von Anlagen zur Sand-, Kies- oder Tongewinnung,
- Bohrungen, Vertiefungen der Erdoberfläche und die Entnahme von Erde oder sonstigem Material.

In der Schutzzzone II (§ 4 DSchVO) treten zu den genehmigungspflichtigen Tatbeständen weitere hinzu, außerdem gelten Verbotstatbestände für:

- die Errichtung von baulichen Anlagen, soweit es sich nicht um Anlagen handelt, die der Regelung des Wasserabflusses oder des Hochwasserschutzes dienen,
- die Errichtung von Anlagen zur Sand-, Kies- oder Tongewinnung,
- jedes Schädigen von deckenden Auenlehmschichten
- das Pflanzen von Bäumen.

Abb. 3:

Ungefährer Verlauf der wasserseitigen Deichschutzzone III entlang des Banndeichs der Emmericher Ward



Gemäß § 5 sind bei der Schutzzone I (Deich und ein 4 m breiter Streifen auf Land- und Wasserseite) darüber hinaus eine Vielzahl weiterer Eingriffe verboten.

Bei Eingriffen in die Schutzzonen müssen nach § 6 DSchVO Genehmigungen bzw. Befreiungen von geltenden Verbotstatbeständen der §§ 3 bis 5 durch die Bezirksregierung Düsseldorf unter Beteiligung des Hochwasserschutzpflichtigen (Deichverband Bislich-Landesgrenze) erwirkt werden.

2.1.3 Statistische Verteilung der Rhein- und Grundwasserstände

Die Wirksamkeit von Maßnahmen, die vom Rhein- oder Grundwasserstand abhängen, steht und fällt mit der Häufigkeit, mit der die für die Maßnahme notwendigen Wasserstände auftreten. Für die Analyse der Rheinwasserstände lagen Daten der Pegelstation Emmerich aus dem Zeitraum zwischen dem 01.11.1950 und dem 26.05.2020 als Tagesmittelwerte (TMW) vor, deren Häufigkeitsverteilung als Gesamtheit (vgl. Abb. 4) und separat für den Brutzeitraum der Wiesenvögel von März bis Juni (vgl. Abb. 5) untersucht wurden.

Aus der Verteilung der Daten lassen sich anhand der Quartile charakteristische Kennzahlen ableiten (vgl. Tab. 2). Gegenüber dem Durchschnittswert der Gesamtzeitspanne von 365 Tagen kann in 50 % bis 75 % der Zeitspanne von 122 Tagen während der Monate März bis Juni eine um rund 0,4 m höhere Wasserführung im Rhein erwartet werden. Das größte seit 1950 in den Monaten März bis Juni erreichte Hochwasserniveau liegt bei 17,11 m ü. NHN.

Mit 17,11 m ü. NHN als Höchstwert ist das Extremhochwasser von 17,80 m ü. NHN im Beobachtungszeitraum zwischen 1950 und 2020 fast erreicht (vgl. Tab. 2).

Tab. 2: Charakteristische Kennzahlen der Rheinwasserstände

Rhein, Pegel Emmerich				
[m ü. NHN]		1950 bis 2020		
		alle	März - Juni	
Datensätze		25.410	8.505	---
Maximum		17,80	17,11	-0,69
Quartile [%]	25	11,93	12,18	+ 0,25
	50	10,83	11,20	+ 0,37
	75	10,01	10,39	+ 0,38
Minimum		8,08	8,57	+ 0,49

Abb. 4:

Häufigkeitsverteilung der Rheinwasserstände (25.410 Datensätze [TMW] von 1950 bis 2020)

100 % entsprechen 365 Tagen

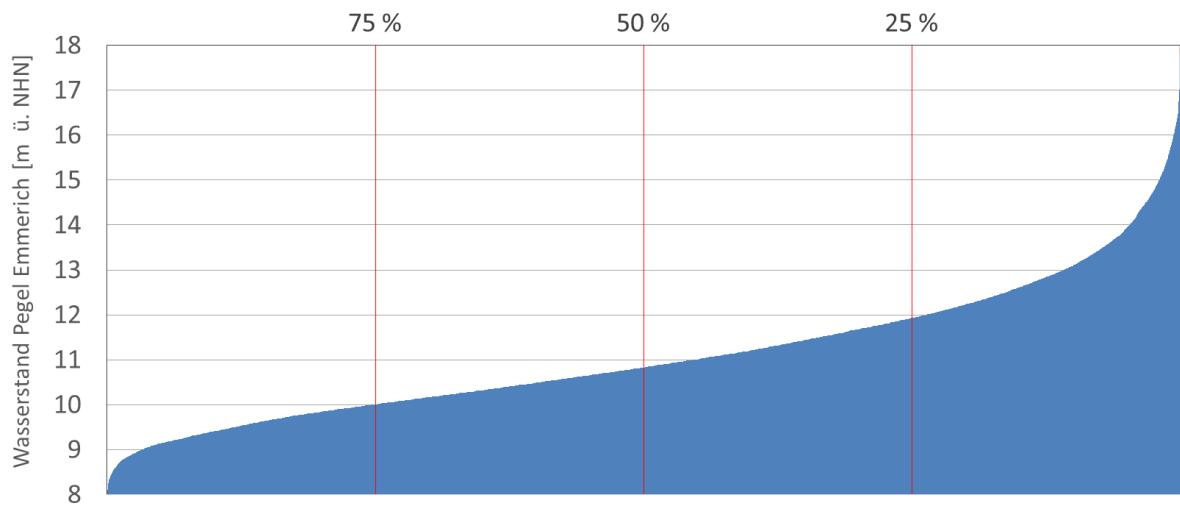
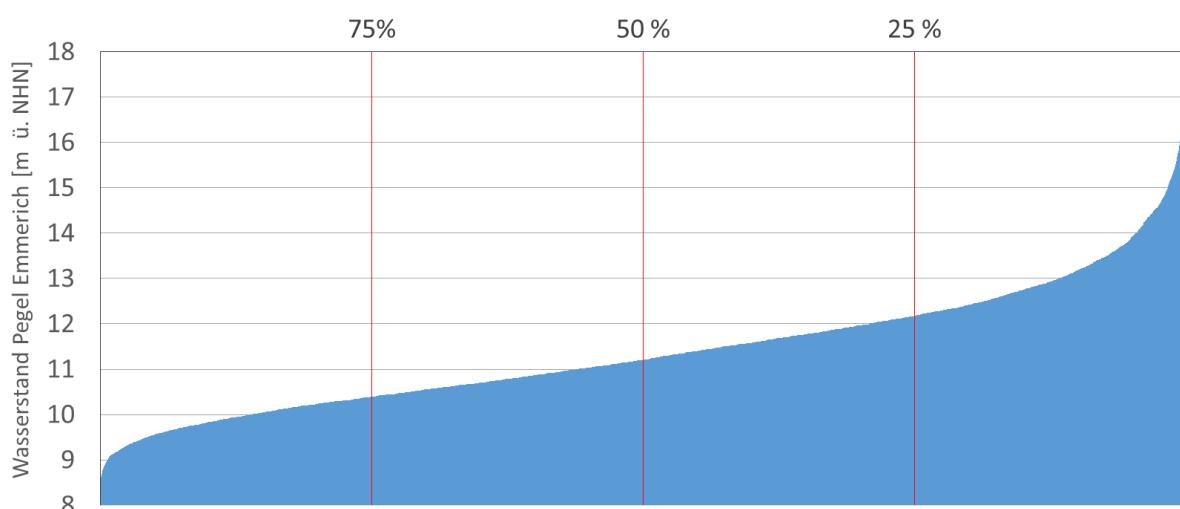


Abb. 5:

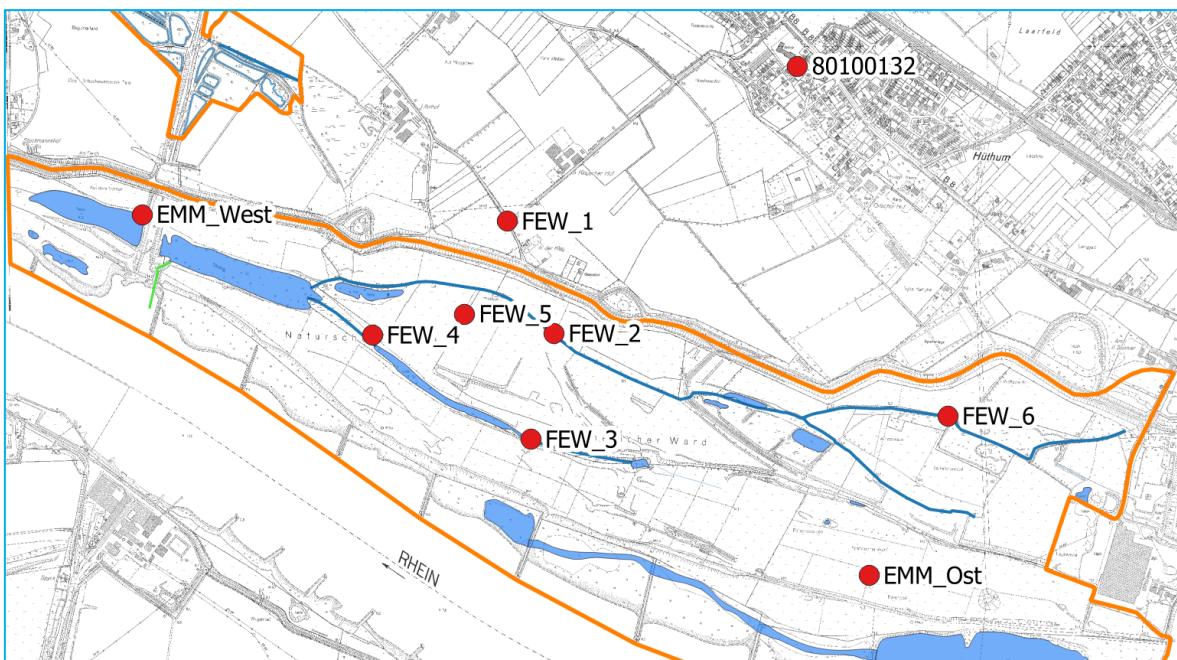
Häufigkeitsverteilung der Rheinwasserstände von März bis Juni (6.436 Datensätze [TMW] von 1950 bis 2020)

100 % entsprechen 122 Tagen



Für die Untersuchung der Grundwasserstände standen langfristige Zeitreihen der Grundwassermessstelle 080100132 (Hüthum Nr. 16, vgl. Abb. 6) des Landesgrundwasserdienstes (LGD) in Emmerich-Hüthum zur Verfügung, die seit dem Jahr 1954 aufgezeichnet werden. Im Unterschied zu den Messdaten des Rheinwasserstands werden die Grundwasserstände nicht täglich, sondern monatlich erfasst. Die Anzahl der verfügbaren Messwerte ist daher trotz der vergleichbar langen Zeitspanne um den Faktor 30 kleiner.

*Abb. 6:
Grundwassermessstelle 080100132 des Landesgrundwasserdienstes und in den aktuellen Vorhaben angelegte Messstellen*



Die LGD-Messstelle liegt 1.800 m vom Rhein entfernt (vgl. Abb. 6) und ist vorrangig mittelbar (durch die Verringerung des Gefälles) von Hochwassersituationen im Rhein betroffen. Daher bleibt hier die typische Versteilung auf der rechten Seite der Häufigkeitsverteilung aus, die bei Oberflächengewässern durch Hochwasserwellen erzeugt wird (vgl. Abb. 5 mit Abb. 7).

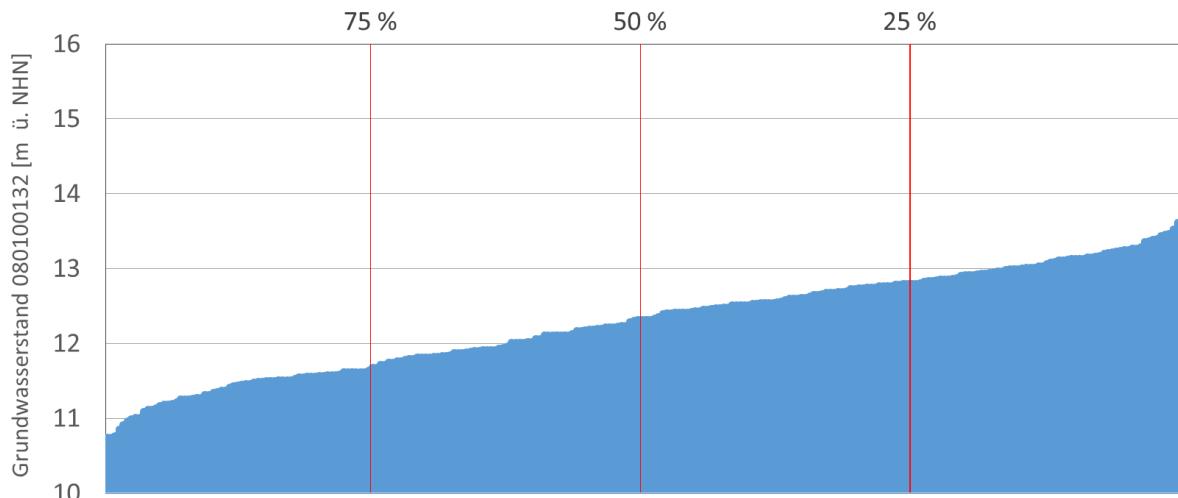
Im Vergleich zwischen den charakteristischen Kennzahlen des Rheins (Tab. 2) und denen der Grundwassermessstelle im Hinterland der Zielkulisse (Tab. 3) wird deutlich, dass sich

die Grundwasserstände in den Monaten März bis Juni stärker vom Jahresdurchschnitt abheben, als es beim Rhein der Fall ist.

In 50 % bis 75 % der Zeitspanne von 122 Tagen während der Monate März bis Juni liegen die Grundwasserstände um etwa 0,4 m bis etwa 0,6 m höher als im Jahresdurchschnitt. Dieses Verhalten ist dadurch erklärbar, dass der Grundwasserstand im Monat April seinen jährlichen Höchststand erreicht.

Abb. 7:

Häufigkeitsverteilung der Grundwasserstände an der Messstelle 080100132 von März bis Juni (1954 bis 2020)
100 % entsprechen 122 Tagen



Tab. 3: Charakteristische Kennzahlen der Grundwasserstände an der Messstelle 080100132

GWMS 080100132				
[m ü. NHN]		1954 bis 2020		
		alle	März - Juni	Differenz
Datensätze		790	263	--
Maximum		13,72	13,62	-0,10
Quartile [%]	25	12,44	12,80	+0,43
	50	11,86	12,32	+0,56
	75	11,38	11,64	+0,39
Minimum		10,52	10,75	+0,23

2.1.4 Verteilung subartesischer bis artesischer Bereiche

In der Zielkulisse Emmericher Ward existieren tief liegende Bereiche innerhalb von Rinnen, Kolken und Abgrabungen, in denen der Grundwasserstand im Frühjahr ohne nennenswerten Beitrag der Rheinwasserstände subartesisch bis artesisch ansteigen kann. Zur Beurteilung kann die Situation niedriger Grundwasserstände im Oktober 2019 herangezogen werden (geringer Einfluss des Rheins).

Die Bereiche, in denen Grundwasser artesisch austreten kann, beschränken sich auf den *Strang*, einen Abschnitt des unbenannten südlichen Gerinnes und die östliche Abgrabung, Suchraum *Spillekensward*, im Innenpolder (vgl. blau markierte Bereiche in Abb. 8). In den grün markierten Bereichen in Abb. 8 ist ohne Absenkung der Geländeoberfläche auch im Frühjahr bei Grundwasserhöchststand kein artesischer Austritt von Grundwasser herstellbar. Hier müssten Rinnen oder Senken um weitere 1,5 m bis 2 m vertieft werden, um durch Austritt über die Sohle oder eine zusätzliche Bohrung artesisch mit Grundwasser gefüllt werden zu können.

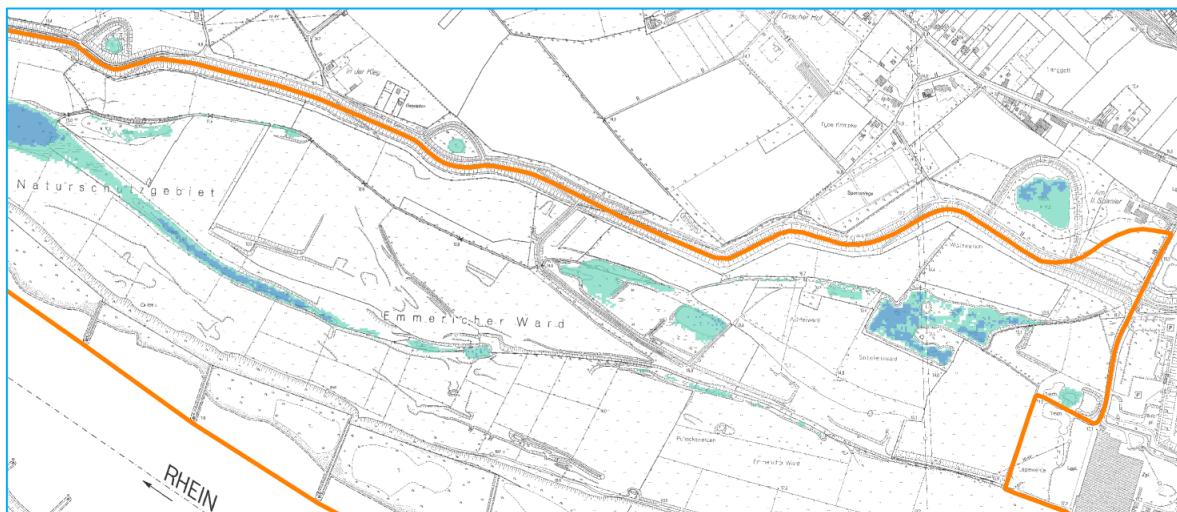
Diese Aussagen betreffen den rein durch die Grundwasserdynamik gesteuerten Aufstieg von Grundwasser. Durch Hochwassereinfluss kann es in allen tief liegenden Bereichen zum artesischen Austritt von Grundwasser kommen.

Abb. 8:

Bereiche mit subartesischem Grundwasserstand während des Grundwasserniedrigstands (Oktober 2019)

blau: Flurabstand zwischen 1 m und 1,5 m; Möglichkeit des artesischen Austritts im Frühjahr

grün: Flurabstand zwischen 1,5 m und 2 m; artesischer Austritt durch Geländeeintiefung möglich



2.2 Maßnahmen

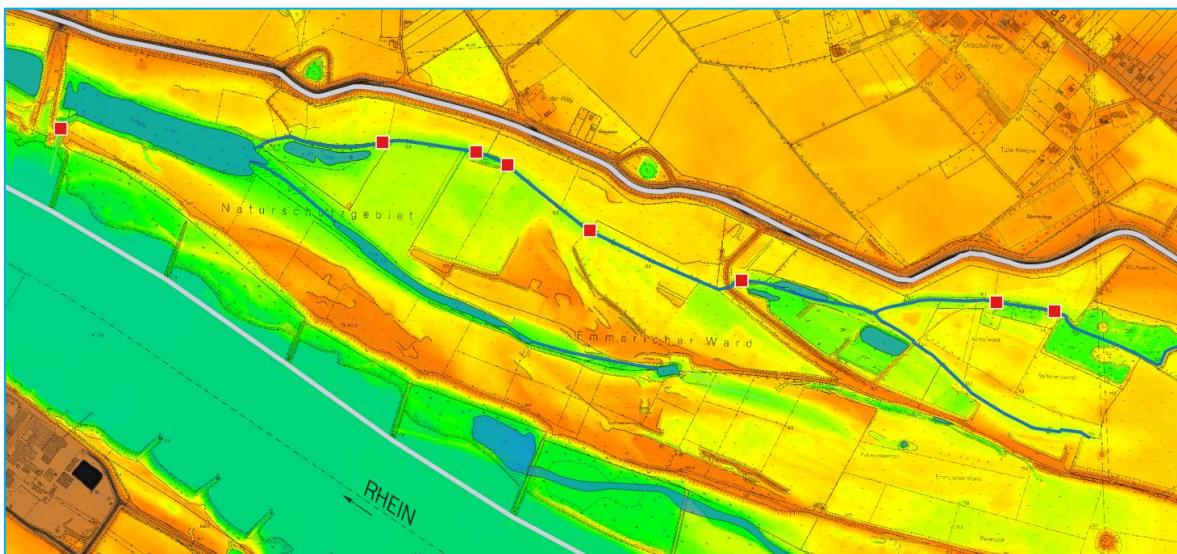
2.2.1 Abflussverzögerung im Frühjahr

Winter und Frühjahr sind die Zeiten, in denen bevorzugt Hochwassersituationen im Rhein auftreten. Soll der Abfluss eingeströmter Wassermassen über die Rinnen aus dem Polder verzögert werden, besteht die Möglichkeit, Querbauwerke am großen Sieltor und innerhalb des Zuggrabens einzurichten. Wenn diese Querbauwerke in der Höhe veränderlich ausgeführt werden, entweder als Balkenwehr oder als bewegliches Klappwehr, kann der Ein- und Ausstrom über die Rinnen an die Situation angepasst reguliert werden.

Im Rahmen des LIFE-Projekts ist geplant, an geeigneten Stellen verstellbare Querbauwerke (Klappwehre) zu errichten, insbesondere am großen Sieltor (vgl. Abb. 9). Daher wird diese mögliche Maßnahme abstimmungsgemäß im vorliegenden Bericht nicht weiter behandelt.

Abb. 9:

Geplante Anlage von veränderlichen Querbauwerken (rote Quadrate) am Sieltor und entlang des Zuggrabens



2.2.2 Wassereinleitung

2.2.2.1 Oberflächenwasser

Für die Einleitung von Oberflächenwasser aus dem Rhein sind zwei Szenarien denkbar:

- Einleitung von Wasser aus dem Yachthafen in den Zuggraben oder auf benachbarte Flächen,
- Einleitung von Wasser aus dem Abgrabungsgewässer C in eine Senke der Örtlichkeit *Ravenpoll*.

2.2.2.1.1 Einleitung von Rheinwasser in den Zuggraben oder auf benachbarte Flächen

Eine Leitung, die den Yachthafen mit dem Zuggraben verbindet, könnte als Freigefälleleitung im Durchmesser DN 500 ausgeführt werden, wahlweise auch als Druckrohrleitung im selben Durchmesser. Außerdem könnte die Druckrohrleitung mit einer Pumpe ausgestattet werden, um Wasser aus Tiefen unterhalb der Ausleitstelle zu fördern.

Die Freigefälleleitung (vgl. Abb. 10) wird etwa 230 m lang sein. Sie benötigt ein Mindestgefälle von 1 m auf 500 m Länge. Ausgehend von einem Auslassniveau von 12,3 m ü. NHN, muss sich der Einlass wenigstens in einer Höhe von **12,8 m ü. NHN** befinden (vgl. Abb. 10 und Abb. 11). Das bedeutet, dass die Leitung in der Böschung der westlichen Einfassung des Hafenbeckens oberhalb des Niedrig- und Mittelwasserniveaus des Rheins (MNW und MW) austritt.

Voraussetzung ist außerdem, dass die Leitung am Austrittspunkt am Zuggraben vollständig unter Bedeckung liegt, um Beschädigungen zu vermeiden. Das bedeutet, dass der Zuggraben an dieser Stelle um mehr als 0,5 m in die Geländeoberfläche eingeschnitten sein oder diese Sohlage durch Ertüchtigung des Grabens hergestellt werden muss. Bei einem Auslass auf einer benachbarten Fläche muss eine vergleichbare Situation hergestellt werden.

Die Rohrleitung muss eine Geländerippe durchqueren (vgl. Abb. 11). Es wird daher empfohlen, sie grabenlos in unterirdischem Vortrieb anzulegen.

Abb. 10:

Bau einer Freigefälleleitung von etwa 230 m Länge vom Yachthafen zur Versorgung des Zuggrabens

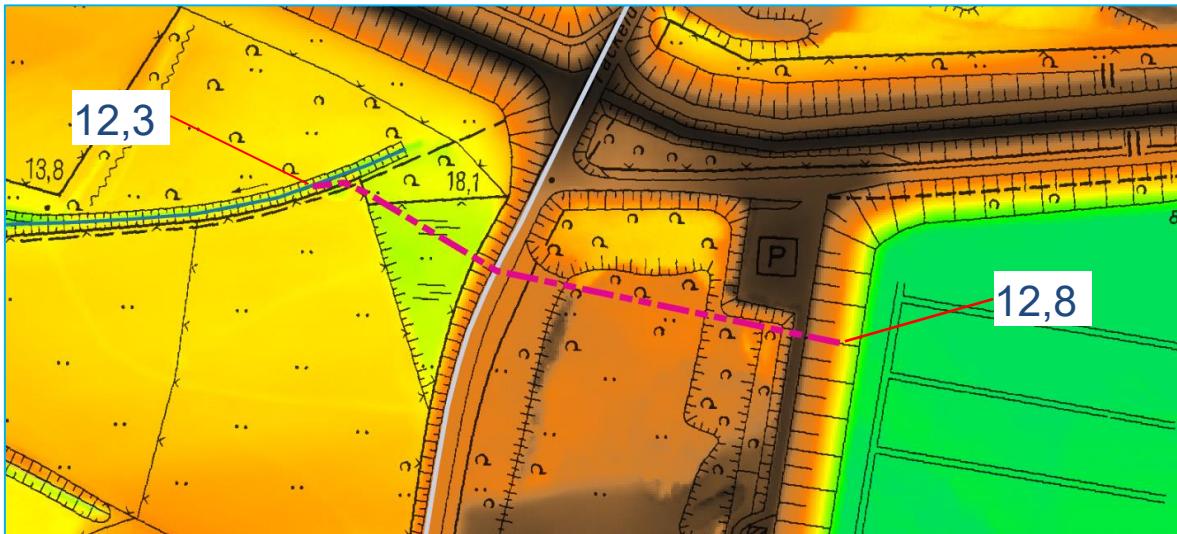
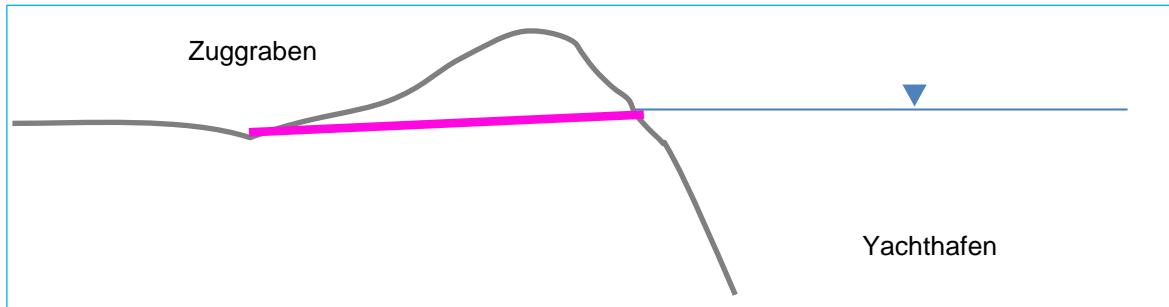


Abb. 11:

Schemaskizze einer Freigefälleleitung zur Einleitung von Rheinwasser aus dem Yachthafen Emmerich in den Oberlauf des Zuggrabens



Eine Variante der Einleitung ist der artesische Austritt aus einem Leitungsabschnitt, der senkrecht in die Sohle einbindet (vgl. Abb. 12). Diese Art der Leitungsführung ermöglicht eine größere Überdeckung.

Die Leitung wird in diesem Fall als Druckrohrleitung betrieben, die unter Vollfüllung nach Erreichen des Sohniveaus im Zuggraben überläuft (Prinzip kommunizierender Röhren). Mit einer Nennweite von DN 500 ist die Vollfüllung der Leitung ab **12,8 m ü. NHN** zu erwarten. Eine Verringerung des Querschnitts verringert entweder das während der zeitlich begrenz-

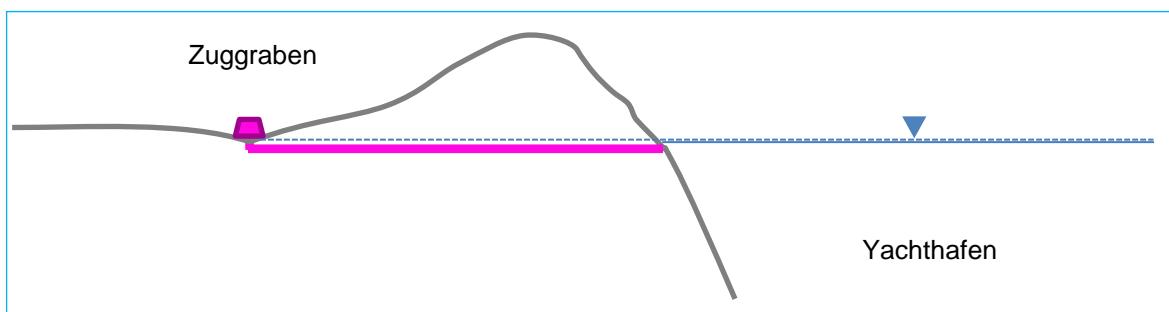
ten Hochwasserphase transportierbare Volumen oder erhöht die Durchtrittsgeschwindigkeit, was insbesondere am Auslass Probleme aufwerfen kann. Gegenüber der Freigefälleleitung mit Eintritt der Leitung über die Böschung ist kein Vorteil hinsichtlich nutzbarer Wasserstände im Yachthafen verbunden.

Zwischen dem Yachthafen und dem Pegel Emmerich besteht bei mittleren Hochwässern ein Wasserspiegelgefälle² von etwa 0,2 m. Bezogen auf den Pegel Emmerich ist daher für den Betrieb der Freigefälle- bzw. Druckrohrleitung ein Rheinwasserstand von 13 m ü. NHN am Pegel Emmerich nötig. Diese Wasserstände werden in der Ganzjahresbetrachtung an 40 Tagen von 365 (11 % der Zeit, vgl. Abb. 13) erreicht, in dem für die Wiesenvogelbrut bedeutsamen Zeitfenster zwischen März und Juni an 15 Tagen, entsprechend 12 % der betrachteten Gesamtzeitspanne von 122 Tagen (vgl. Abb. 14).

Die Zeitspanne im Frühjahr, die für die Brut der Wiesenvögel sehr wichtig ist, wird bevorzugt von erhöhten Wasserständen im Rhein begleitet. Nur rund ein Drittel der statistisch zu erwartenden Ereignisse tritt in den verbleibenden acht Monaten auf.

Abb. 12:

Bau einer Druckrohrleitung mit artesischem Auslauf zur Einleitung von Rheinwasser aus dem Yachthafen Emmerich in den Oberlauf des Zuggrabens



² Mittelhochwasser (MHW) der Zeitspanne 1911 bis 2020, linear interpoliert aus Daten der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSA Duisburg-Rhein): 0,23 m, abgerundet auf 0,2 m.

Abb. 13:

Häufigkeitsverteilung der Rheinwasserstände (25.410 Datensätze [TMW] von 1950 bis 2020)
 Überflutungshäufigkeit für eine Freigefälleleitung/Pumpstation vom Yachthafen zum Innenpolder
 gestrichelt: Höhenlage des Einlasses; durchgezogen: nötiger Wasserstand am Pegel Emmerich

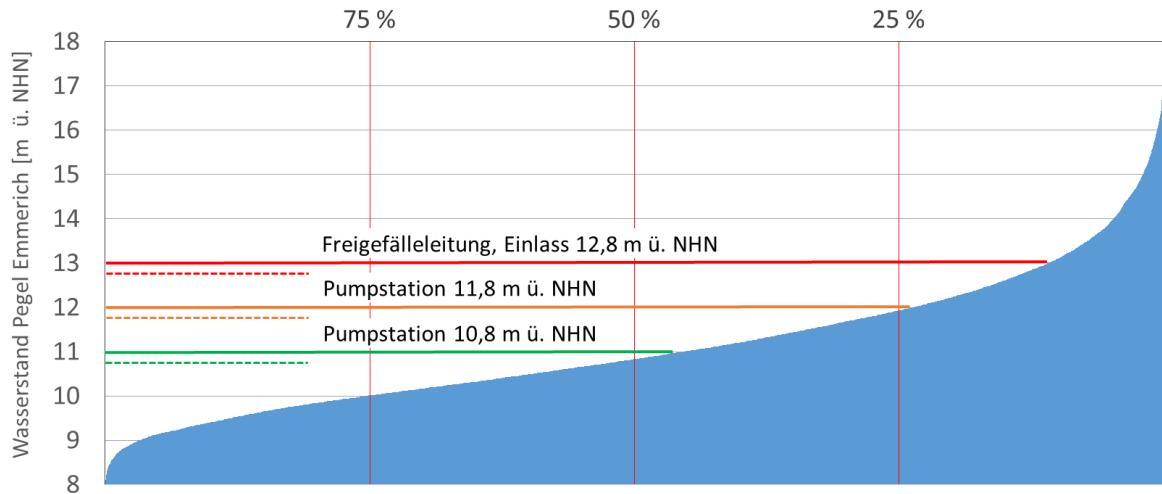
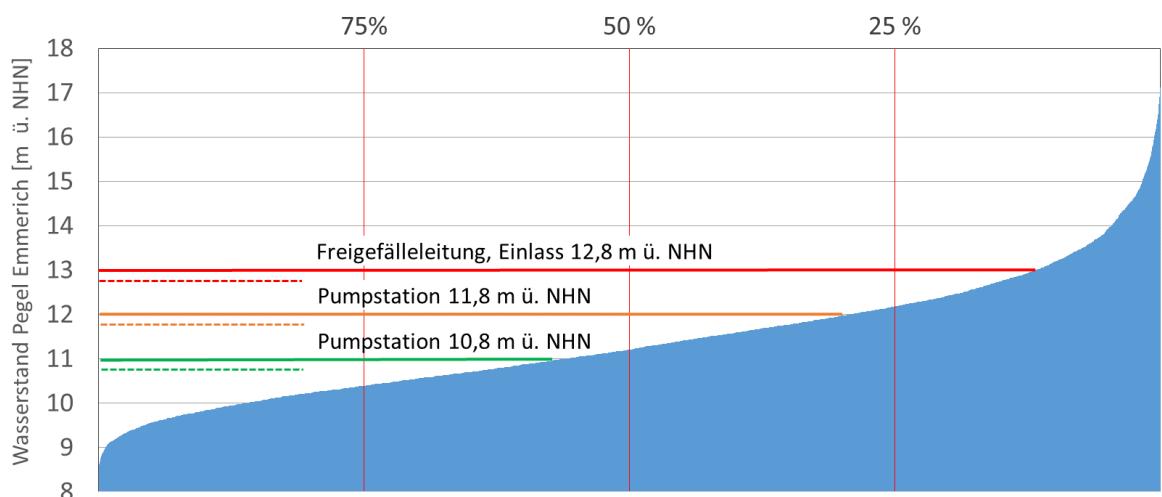


Abb. 14:

Häufigkeitsverteilung der Rheinwasserstände von März bis Juni (8.505 Datensätze [TMW] von 1950 bis 2020)
 Überflutungshäufigkeit für eine Freigefälleleitung/Pumpstation vom Yachthafen zum Innenpolder
 gestrichelt: Höhenlage des Einlasses; durchgezogen: nötiger Wasserstand am Pegel Emmerich

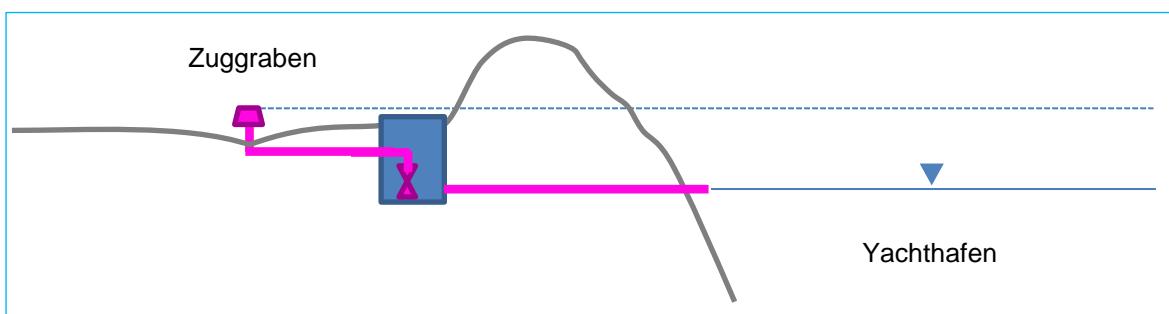


Um das Zeitfenster zu erweitern, in dem Wasser aus dem Rhein in tiefer liegende Bereiche der Emmericher Ward eingeleitet werden kann, müssten Pumpen eingesetzt werden, die den Höhenunterschied zwischen einem gewählten Auslasspunkt und dem Rheinwasserspiegel überwinden. Durch Einsatz von Pumpen wird es auch möglich, einen vertikalen Auslasspunkt variabel in der Höhe zu gestalten (vgl. Abb. 15).

Nicht möglich ist dagegen, den Auslass unterirdisch in einer Kiesbettung anzulegen. Durch die großen Mengenandrängenden Wassers würde es unweigerlich zu Ausspülungen im umgebenden Bodenkörper kommen. Setzungen und Auskolkungen wären die Folge.

Abb. 15:

Bau einer Druckrohrleitung mit artesischem Auslauf zur Förderung von Rheinwasser aus dem Yachthafen Emmerich in den Oberlauf des Zuggrabens bei tieferen Wasserständen



Wird der Einlass 1 m unterhalb des Niveaus der Freigefälle- bzw. Druckrohrleitung ohne Pumpenunterstützung angeordnet (11,8 m ü. NHN), erweitert sich das Zeitfenster, in dem die Maßnahme während der Brutzeit der Wiesenvögel wirksam ist, auf 30 % des Gesamtzeitraums von 122 Tagen, d. h. auf 37 Tage (vgl. Abb. 14). Besser wäre es, den Einlass 2 m tiefer zu legen (10,8 m ü. NHN). In diesem Fall ist die Maßnahme 57 % der Zeitspanne März bis Juni, also 70 Tage, nutzbar (vgl. Abb. 14). Während der Brutzeit der Wiesenvögel kann eine Leitung mit Unterstützung durch eine Pumpe über die Hälfte der Zeit aktiv genutzt werden.

In der Gesamtjahresbetrachtung liegt der nutzbare Zeitraum für eine Leitung mit Pumpenunterstützung bei 24 % (88 Tage von 365 für 1 m Hebeweg) bzw. 45 % (164 Tage von 365 für 2 m Hebeweg). Über das gesamte Jahr gesehen, ist eine Pumpstation mit einem Einlass auf dem Niveau von 10,8 m ü. NHN über fast die Hälfte der Gesamtzeit betreibbar.

Zur besseren Übersicht sind die Kenndaten der Maßnahmen noch einmal in der nachfolgenden Tabelle für die ganzjährige Betrachtung und den Brutzeitraum der Wiesenvögel zwischen März und Juni zusammengestellt:

Tab. 4: Leitung vom Yachthafen: nutzbarer Zeithorizont für die Maßnahme

Leitung vom Yachthafen bis zum Zuggraben						
	Freigefälleleitung (Einlass: 12,8 m ü. NHN)		Pumpstation (Einl.: 11,8 m ü. NHN)		Pumpstation (Einl.: 10,8 m ü. NHN)	
	365 Tage	März - Juni	365 T.	M. – J.	365 T.	M. – J.
Nutzbarer Zeitraum	40 Tage	15 Tage	88 Tage	37 Tage	164 Tage	70 Tage
Anteil am Gesamtzeitraum	11 %	12 %	24 %	30 %	45 %	57 %

Für den Betrieb von Pumpen muss eine Pumpstation, beispielsweise als Schachtbauwerk DN 3.000, geschaffen werden, die einen Einlass auf dem tiefsten gewünschten Niveau hat, das noch zur Förderung von Wasser aus dem Oberflächengewässer genutzt werden soll (vgl. Abb. 15). Der oberirdische Abschluss der Pumpstation sollte oberhalb des höchsten bekannten Hochwassers liegen, um einen unkontrollierten Wasseraustritt über die Schachtabdeckung zu vermeiden. Es ist vorstellbar, die Pumpstation westlich der Fackeldeystraße/des Sommerdeichs zu errichten³ und mit einer Leitung DN 500 im unterirdischen Vortrieb an den Yachthafen anzubinden und das geförderte Wasser weiter mit einer Leitung DN 300 bis zu der Auslassstelle im Zuggraben oder einer benachbarten Fläche zu führen. Das Wasser tritt in freiem Gefälle aus dem Yachthafen in die Pumpstation ein und wird von dort durch die Pumpstation auf das notwendige Niveau im Auslassbereich befördert (vgl. Abb. 15). Für die Wasserförderung sollten eine oder besser zwei⁴ nass aufgestellte Pumpen vorgesehen werden, die in die Druckrohrleitung fördern. Die Pumpen müssen mindestens die durch die gestrichelte Linie gekennzeichnete Förderhöhe erreichen, gerechnet von dem Sohlniveau der Pumpstation als Bezugsgröße.

³ Die planerische Bewertung, wo die Pumpstation unter Berücksichtigung aller baulichen Hindernisse positioniert werden sollte, ist Bestandteil der HOAI-Leistungsphase 2 (Entwurfsplanung).

⁴ Redundanz aus betrieblicher Sicht. Eine Forderung durch die Genehmigungsbehörde ist wahrscheinlich, wenn nicht nachgewiesen werden kann, dass bei Ausfall der Pumpstation die Gefährdung von Schutzgütern ausgeschlossen ist.

Wenn Pumpen zur Förderung von Wasser bei niedrigeren Rheinwasserständen gewählt werden, muss ein dauerhafter Bedarf an elektrischer Energie berücksichtigt werden. Diese Energie muss nicht zwingend aus dem Netz bezogen werden, sondern kann lokal durch Solaranlagen erzeugt werden.

Der Auslass der Pumpen arbeitet direkt auf eine Druckrohrleitung. Dadurch ist der gleichzeitige Betrieb der Leitung als Freigefälleleitung ohne Zwischenschaltung der Pumpen ohne Weiteres *nicht* möglich. Es ist aber denkbar, eine Bypassleitung von dem Schachtbauwerk der Pumpstation parallel zu der Druckrohrleitung bis zum Ort des Auslasses zu errichten. Diese Bypassleitung kann dann in einem dem Zweck als Freigefälleleitung angepassten Durchmesser (bspw. DN 500) hergestellt werden. Herstellung und Kosten sollten in der HOAI-Phase 2 (Entwurfsplanung) als Variante geprüft werden. Hier können auch andere Trassenlagen bewertet werden. Gegenstand der hier vorgelegten Machbarkeitsstudie ist vorrangig, die grundsätzliche Umsetzbarkeit einer Maßnahme zu untersuchen.

Flutungszeiträume und -dynamik

Zur Veranschaulichung der Möglichkeiten, die die Zuführung von Wasser in den Zuggraben bietet, sind im Folgenden Informationen zu einer schrittweisen Flutung von bestehenden Hohlformen in der Emmericher Ward zusammengestellt. Mit einer nass aufgestellten Pumpe lässt sich in Verbindung mit einer Druckrohrleitung DN 300 eine Förderleistung von rund 1.100 m³/h erreichen. Nimmt man einen k_f-Wert von $1 \cdot 10^{-6}$ m/s für weitgehend homogen ausgebildeten Auenlehm an, versickern **pro Stunde etwa 0,004 m³ pro m²** durch die Sohle des Zuggrabens oder der angeschlossenen Mulden⁵. Bei der angenommenen Förderleistung von 1.100 m³/h würde die gesamte geförderte Wassermenge ab einer benetzten Fläche von 275.000 m² vollständig versickern.

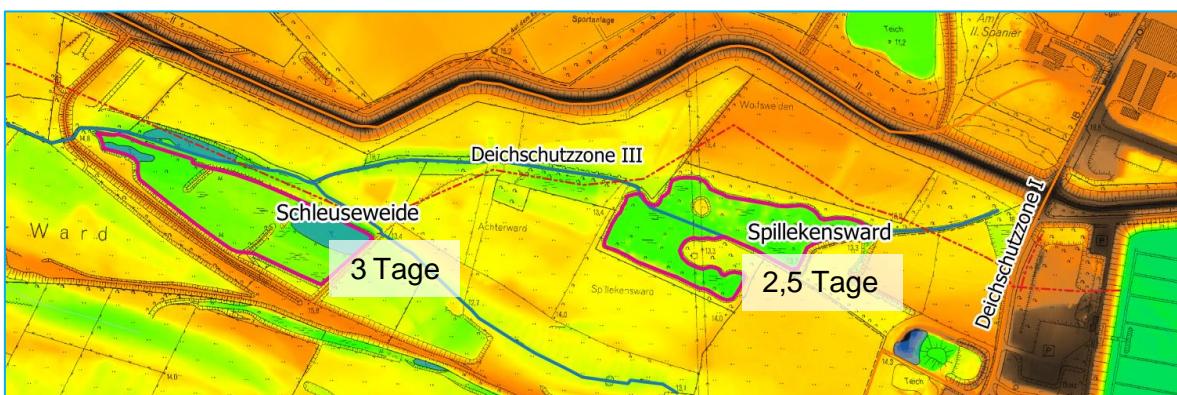
Aufgrund der Gefälleunstetigkeiten im Zuggraben innerhalb des Innenpolders würde sich das eingeleitete Wasser wahrscheinlich zunächst in diesem Bereich und damit in den vorhandenen Mulden ausbreiten. Die beiden durch Abgrabung entstandenen Hohlformen wurden im zweiten Zwischenbericht als Suchräume *Schleuseweide* und *Spillekensward* bezeichnet (vgl. Abb. 16). Mit einer Netto-Einleitmenge von mehr als 1.000 m³/h lässt sich die östliche Geländemulde (Suchraum *Spillekensward*) innerhalb von etwa 3 Tagen vollständig

⁵ $1 \cdot 10^{-6}$ m/s = 0,0036 m/h

fluten. Die Mulde umfasst eine Fläche von rund 33.000 m² und ist durchschnittlich 2 m tief. Die westliche Geländemulde (Suchraum *Schleuseweide*) belegt eine Fläche von rund 44.000 m² und hat eine durchschnittliche Tiefe von einem Meter, bezogen auf das umliegende Gelände. Die vollständige Flutung dieses Hohlraums würde rund 2,5 Tage in Anspruch nehmen. In Summe sind etwa 6 Tage nötig, um beide Mulden zu fluten.

Abb. 16:

Flutungsdauer für die vorhandenen Mulden im Innenpolder (Förderrate: 1.000 m³/h)



Die Füllung des Grabenvolumens bleibt dabei vernachlässigbar. Unter der Annahme, dass das Profil des Zuggrabens durchschnittlich 2 m breit und 1 m tief ist, wird für eine theoretische Vollfüllung des 500 m langen Abschnitts zwischen den Hohlformen *Schleuseweide* und *Spillekenswärde* nur eine Stunde benötigt. Entsprechend könnte der Abschnitt zwischen dem kleinen Sieltor und dem *Strang*, der etwa 1.300 m umfasst, in wenigen Stunden geflutet werden.

Hier ist natürlich das Gefälle wirksam, das das eingeleitete Wasser weiter in die Hohlform *Der Strang* leitet, wenn nicht geplante Querbauwerke das Gerinne (temporär) abschließen. Der eine Fläche von rund 43.000 m² umfassende *Strang* nimmt bei einem erreichbaren Füllstand von etwa 1 m rund 40.000 m³ auf, bis die Schwelle im Gerinne südlich des Sietors überwunden wird. Die Flutung des *Strangs* würde etwa 3 bis 4 Tage in Anspruch nehmen. Die Flutung wird dadurch verlangsamt, dass bereits erhebliche Flächenanteile benetzt sind, über die ein Teil des eingeleiteten Wassers versickert.

In Summe würde es geschätzt etwa 10 Tage dauern, bis die wesentlichen an den Zuggraben angeschlossenen Mulden mit Wasser aus dem Rhein gefüllt sein können. Danach kann die Förderrate gedrosselt werden, um die Versickerung in den Untergrund auszugleichen.

Unter Berücksichtigung der Böschungen beträgt die gesamte benetzte Fläche nach Vollfüllung der einzelnen Elemente etwa 160.000 m². Von der eingesetzten Wassermenge von 1.100 m³/h würden etwa 600 m³ zum Ausgleich der Versickerung benötigt, etwa 500 m³ stehen zur weiteren Auffüllung des Volumens zur Verfügung.

Da die für den Betrieb der Pumpstation notwendigen Wasserstände im Rhein ganzjährig in 45 % der Zeitspanne von 365 Tagen erreicht werden, besteht grundsätzlich die Möglichkeit, in einer länger anhaltenden Periode höherer Wasserführung die Flutung wie beschrieben durchzuführen. Bei Wasserständen im Rhein, die immer wieder unter das Niveau des Einlasses in die Pumpstation fallen, wird sich die Flutung eher stufenweise mit ständigen Rückschritten in der Wasserführung des Zuggrabens und der angeschlossenen Mulden abspielen. Auch Versickerungsverluste nach vollständiger Füllung werden nicht kontinuierlich ausgeglichen werden können. Denkbar wäre eine Unterstützung durch Grundwassereinleitung (vgl. nachfolgenden Abschnitt 2.2.2.2).

Diese Begleitumstände sind aber im Hinblick auf die Ziele des Naturschutzes nicht negativ zu werten. Eine gleichmäßige Wasserführung ist nicht erforderlich und wäre eher naturfern. Laufende Schwankungen in Abhängigkeit vom Rheinwasserstand sind typisch für tief angebundene Teile der Aue, die Wasserwechselbereiche hochwertig.

Machbarkeit: Stützung des Wasserhaushalts durch Bau einer Leitung vom Yachthafen in den Innenpolder und Einleitung von Rheinwasser

Teile der Leitung liegen innerhalb des Naturschutzgebiets *Emmericher Ward*. Für den Bau dieser Abschnitte und die Anlage des Schacht- und Auslaufbauwerks muss eine Befreiung von Verbotstatbeständen gemäß § 75 LNatSchG beantragt werden (vgl. auch Abschnitt 2.1). Der Eingriff besteht in der Einrichtung einer Bastraße und eines Lagerplatzes für Baugeräte und Rohre, Zielbaugruben für den Rohrvortrieb im Ein- und Auslaufbereich und einer Störung bestehender Verhältnisse durch den Bau einer Pumpstation und die Fassung des Auslaufbereichs mit Wasserbausteinen.

Außerhalb des Naturschutzgebiets ist ein Bauantrag bei der Stadt Emmerich für die Errichtung des Einlaufbauwerks und den entsprechenden Leitungsabschnitt nötig.

Die Leitung durchquert den östlichen Sommerdeich des Innenpolders und berührt damit dessen Deichschutzzone I. Der komplette Abschnitt der Maßnahme innerhalb des Innenpolders berührt die Deichschutzzone III des Banndeichs (vgl. Abb. 17). Mit der Einleitung von Wasser in den Zuggraben und angeschlossene Mulden breitet sich Wasser durch Versickerung auch seitlich im Untergrund aus. Dabei können Bereiche innerhalb der Deichschutzzone III des Banndeichs erreicht sein. Der Eingriff muss durch die Bezirksregierung Düsseldorf hinsichtlich der Wahrung des Hochwasserschutzes genehmigt werden (vgl. Abschnitt 2.1.2 oben).

Abb. 17:
Von der Maßnahme berührte Deichschutzzonen (magenta farben)
schwarz gestrichelt: geplante Leitung



Für die Entnahme und Benutzung von Wasser aus dem Oberflächengewässer Rhein muss eine wasserrechtliche Erlaubnis beantragt werden.

Mit der Stadt Emmerich und dem Betreiber des Yachthafens müssen auf privatrechtlicher Basis Durchleitungsvereinbarungen geschlossen werden, mit dem Eigentümer der Flächen im Auslassbereich ein Vertrag zur Durchleitung und Nutzung der Fläche für den angegebenen Zweck.

Das Vorhaben ist hinsichtlich öffentlichen Rechts genehmigungsfähig.

Die Herstellung einer Rohrleitung DN 300/DN 500 im unterirdischen Vortrieb/in offener Bauweise ist übliche Baupraxis. Das Schachtbauwerk kann nach den Regeln der Technik mit Fertigbetonteilen oder Ort beton gestaltet, der Auslaufbereich in Wasserbausteine gefasst werden.

Die technische Machbarkeit ist gegeben.

Empfohlen wird die Lösung mit Unterstützung durch eine Pumpstation. Die Freigefälleleitung und die Druckrohrleitung ohne Pumpunterstützung machen den Einsatz der Maßnahme von Hochwasserereignissen abhängig. Bleiben Ereignisse mit ausreichender Wasserführung im Rhein aus, ist die Maßnahme völlig unwirksam. Die Auswertung von Wasserstandsdaten des Rheins zeigt, dass eine derartige Leitung mit einem Einlassniveau von 12,8 m ü. NHN nur an 40 Tagen von 365 aktiv wäre (11 % der Zeit). Durch Verwendung von Pumpen ist die Maßnahme bei einem Einlassniveau von 10,8 m ü. NHN durchschnittlich an 164 Tagen des Jahres (45 % der Zeit) aktiv. Während der Brutzeit der Wiesenvögel steigt die Aktivität der pumpengestützten Maßnahme von 45 % des betrachteten Zeitraums auf 57 % an. In diesem Zeitfenster kann Wasser aus dem Yachthafen in den Zuggraben gepumpt werden, um den Wasserhaushalt des Innenpolders zu stützen oder Wasser in die westlich anschließenden Bereiche der Emmericher Ward zu leiten. Auch wenn wahrscheinlich kein stabiler Wasserstand in den Rinnen und Mulden erreichbar ist, wird doch die Durchfeuchtung des ufernahen Bodenkörpers über das Jahr deutlich verbessert.

Die angestrebten Ziele können mit Unterstützung durch Pumpen wirksam erreicht werden.

Die Erdbaumaßnahmen erfordern einen angenommenen Aufwand von rund 40.000 €, der Bau der Leitungen und des Auslasses erfordert einen angenommenen Kostenaufwand von etwa 275.000 €, die Pumpstation kann in einem Kostenrahmen von rund 260.000 € hergestellt werden. Sonstige Aufwendungen (Baustelleneinrichtung, Baufeldfreimachung etc.) betragen geschätzt 25.000 €.

Der angenommene gesamte Kostenaufwand für die Maßnahme beträgt in Summe etwa 600.000 € (netto).

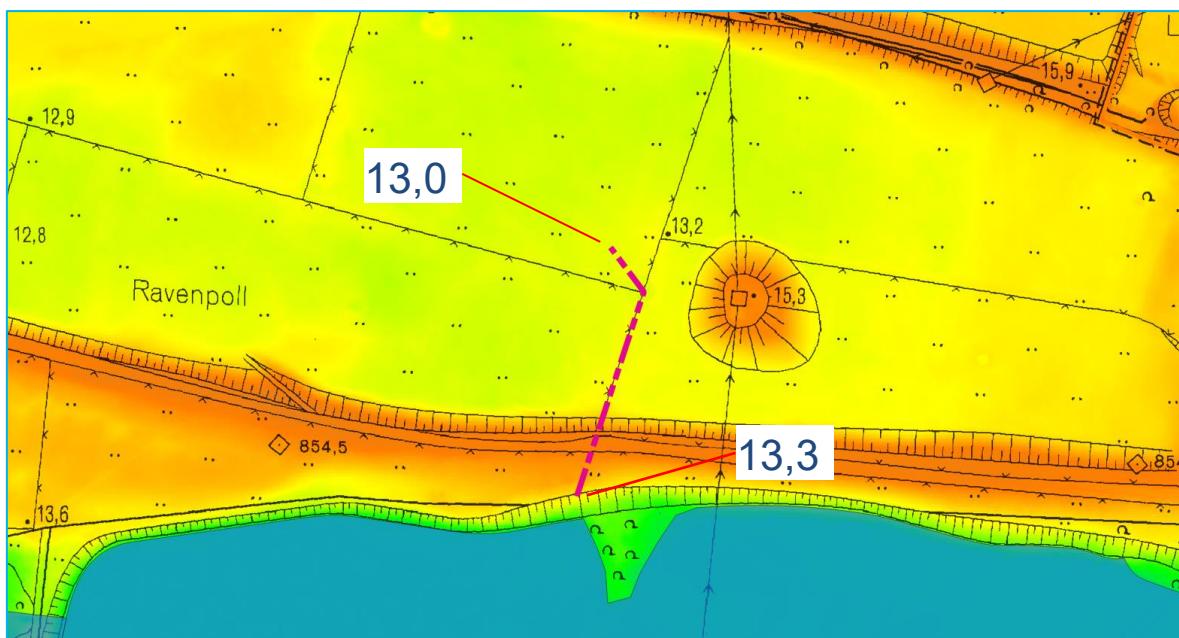
Fazit: Der Bau einer Leitung vom Yachthafen in den Innenpolder zur Unterstützung des Wasserhaushalts ist als Druckrohrleitung mit Unterstützung durch Pumpen **machbar**.

2.2.2.1.2 Einleitung von Rheinwasser aus dem Abgrabungsgewässer C in die benachbarte Fläche Ravenpoll

Durch den Bau einer etwa 140 m langen Leitung vom Abgrabungsgewässer C bis hin zu der Wiese in der Örtlichkeit *Ravenpoll* könnte bei entsprechenden Rheinwasserspiegellagen Wasser in den Bereich dieser Fläche transportiert und dort verteilt werden (vgl. Abb. 18).

Abb. 18:

Bau einer Freigefälleleitung von etwa 140 m Länge vom Abgrabungsgewässer C bis in die Fläche Ravenpoll



Für eine Freigefälleleitung des Durchmessers DN 500 muss ein Mindestgefälle von 1 m auf 500 m erreicht werden. Mit einer Höhenlage von etwa 13 m NHN am Auslass wird eine Einlasshöhe von 13,3 m ü. NHN notwendig. Die Leitung tritt am Einlasspunkt in der Böschung des Abgrabungsgewässers oberhalb von MNW und MW aus. Zwischen dem Abgrabungsgewässer und dem Pegel Emmerich besteht bei mittleren Hochwasserereignissen ein Wasserspiegelunterschied⁶ von etwa 0,25 m (vergleichbar dem Wasserspiegelunterschied von 0,23 m im Bereich der Anbindung des Yachthafens). Bezogen auf den Pegel

⁶ Mittelhochwasser (MHW) der Zeitspanne 1911 bis 2020, linear interpoliert aus Daten der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSA Duisburg-Rhein)

Emmerich ist ein Rheinwasserspiegel von 13,55 m ü. NHN nötig, um die Leitung anspringen zu lassen.

Das Zeitfenster, in der eine derartige Leitung zur Brutzeit der Wiesenvögel zwischen März und Juni nutzbar wäre, beträgt durchschnittlich nur 9 von 122 Tagen (vgl. Abb. 20). Im Gesamtjahreszeitraum erweitert sich das Zeitfenster auf 26 Tage. Gemessen an dem Aufwand, der für den Bau der Leitung entsteht, ist die Wirkung gering.

Auch an dieser Stelle müssten Pumpen eingesetzt werden, die den Höhenunterschied zwischen einem gewählten Auslasspunkt und dem Rheinwasserspiegel überwinden, um das Zeitfenster zu erweitern, in dem Wasser aus dem Rhein in tiefer liegende Bereiche der Emmericher Ward eingeleitet werden kann. Die Pumpstation würde analog zu der Vorgehensweise im vorangegangenen Abschnitt nördlich des Sommerdeichs hergestellt. Die Leitung (bspw. DN 250) kann dagegen unter temporärer Öffnung des Sommerdeichs vollständig in offener Bauweise hergestellt werden.

Würde der Einlass der Pumpe etwa 2,5 m tiefer angeordnet als der Einlass der Freigefälleleitung, könnte die Leitung während der Wiesenvogelbrutzeit in den Monaten März bis Juni zu etwa 57 % der Zeit, d. h. durchschnittlich 70 Tage genutzt werden (vgl. Abb. 20). Im Gesamtjahreszeitraum bleibt die Leitung in 45 % der Zeit nutzbar, entsprechend 164 Tagen. Mit diesem Zeitfenster lässt sich eine spürbare Verbesserung der Bodenfeuchte in der besetzten Grünlandfläche bzw. zeitweise eine offene Wasserfläche erreichen.

Zur besseren Übersicht sind die Kenndaten der Maßnahmen noch einmal in der nachfolgenden Tabelle für die ganzjährige Betrachtung und den Brutzeitraum der Wiesenvögel zwischen März und Juni zusammengestellt:

Tab. 5: Leitung vom Abgrabungsgewässer C: nutzbarer Zeithorizont für die Maßnahme

Leitung vom Abgrabungsgewässer C in die Fläche Ravenpoll				
	Freigefälleleitung (Einlass: 13,3 m ü. NHN)		Pumpstation (Einlass: 10,8 m ü. NHN)	
	365 Tage	März - Juni	365 Tage	März - Juni
Nutzbarer Zeitraum	26 Tage	9 Tage	164 Tage	70 Tage
Anteil am Gesamtzeitraum	7 %	7 %	45 %	57 %

Abb. 19:

Häufigkeitsverteilung der Rheinwasserstände (25.410 Datensätze [TMW] von 1950 bis 2020)

Überflutungshäufigkeit für eine Freigefälleleitung/Pumpstation vom Abgrabungsgewässer C zur Fläche Ravenpoll
gestrichelt: Höhenlage des Einlasses; durchgezogen: nötiger Wasserstand am Pegel Emmerich

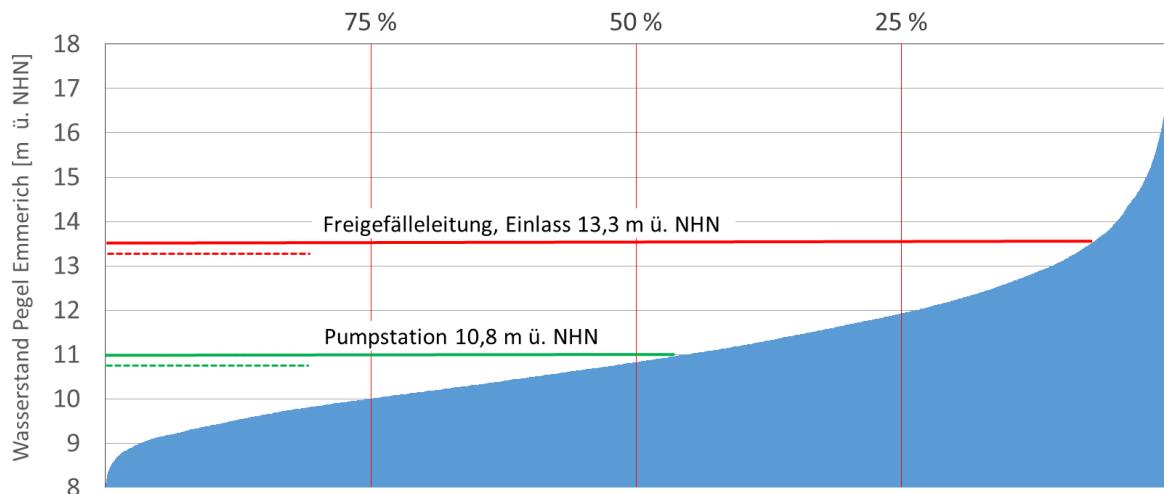
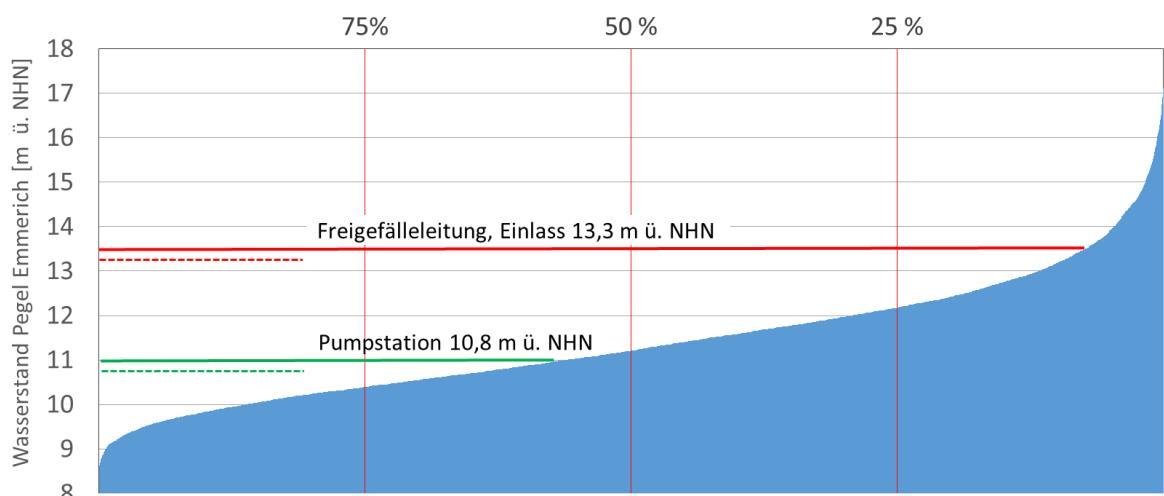


Abb. 20:

Häufigkeitsverteilung der Rheinwasserstände von März bis Juni (8.505 Datensätze [TMW] von 1950 bis 2020)

Überflutungshäufigkeit für eine Freigefälleleitung/Pumpstation vom Abgrabungsgewässer C zur Fläche Ravenpoll
gestrichelt: Höhenlage des Einlasses; durchgezogen: nötiger Wasserstand am Pegel Emmerich



Machbarkeit: Unterstützung des Wasserhaushalts durch Bau einer Leitung zur Einleitung von Rheinwasser vom Abgrabungsgewässer C in die Fläche *Ravenpoll*

Die Leitung liegt innerhalb des Naturschutzgebiets *Emmericher Ward*. Für den Bau der Leitung und die Anlage der Pumpstation und des Auslaufbauwerks muss eine Befreiung von Verbotstatbeständen gemäß § 75 LNatSchG beantragt werden (vgl. auch Abschnitt 2.1). Der Eingriff besteht in der Einrichtung einer Baustraße und eines Lagerplatzes für Baugeräte und Rohre, einer Baugrube für den Rohrvortrieb im Auslaufbereich, in Erschütterungen im Baugebiet während der Bauphase und einer Störung bestehender Verhältnisse durch den Bau einer Pumpstation und der Fassung des Auslaufbereichs mit Wasserbausteinen.

Schutzzonen von Hochwasserschutzanlagen sind nicht betroffen (zur Schutzzonendefinition vgl. Abschnitt 2.1.2).

Für die Entnahme und Benutzung von Wasser aus dem Oberflächengewässer Rhein muss eine wasserrechtliche Erlaubnis beantragt werden.

Mit dem Eigentümer der Flächen im Auslassbereich muss ein privatrechtlicher Vertrag zur Durchleitung und Nutzung der Fläche für den angegebenen Zweck geschlossen werden.

Das Vorhaben ist hinsichtlich öffentlichen Rechts genehmigungsfähig.

Die Herstellung einer Rohrleitung DN 250 in offener Bauweise ist übliche Baupraxis. Die Pumpstation kann nach den Regeln der Technik mit Fertigbetonteilen oder Ortbeton gestaltet, der Auslaufbereich in Wasserbausteine gefasst werden.

Die technische Machbarkeit ist gegeben.

Dringend empfohlen wird die Lösung mit Unterstützung durch Pumpen. Eine Freigefälleleitung oder eine Druckrohrleitung ohne Pumpunterstützung sind nicht ausreichend wirksam. Durch Verwendung von Pumpen ist die Maßnahme mit einem Einlassniveau von etwa 10,8 m ü. NHN in dem für die Wiesenvogelbrut relevanten Zeitraum von März bis Juni durchschnittlich an 70 Tagen aktiv. Im Gesamtjahr ist die Leitung durchschnittlich an 164 Tagen nutzbar. Mit diesen Zeitfenstern lässt sich eine deutliche Verbesserung der Durchfeuchtung des Oberbodens und zeitweise eine freie Wasseroberfläche in der Grünlandfläche herstellen.

Die angestrebten Ziele können mit Unterstützung durch Pumpen wirksam erreicht werden.

Die Erdbaumaßnahmen erfordern einen angenommenen Aufwand von rund 70.000 €, der Bau der Leitungen und des Auslasses erfordert einen angenommenen Kostenaufwand von etwa 10.000 € (offene Bauweise), die Pumpstation kann in einem Kostenrahmen von rund 210.000 € hergestellt werden. Sonstige Aufwendungen (Baustelleneinrichtung, Baufeldfreimachung etc.) betragen geschätzt 20.000 €.

*Der angenommene gesamte Kostenaufwand für die Maßnahme beträgt in Summe rund **310.000 €** (netto).*

Fazit: Der Bau einer Leitung vom Abgrabungsgewässer C in die Fläche *Ravenpoll* zur Unterstützung des Wasserhaushalts ist in der Variante als Druckrohrleitung mit Unterstützung durch Pumpen **machbar**.

2.2.2.2 Grundwasser

Grundwasser ist wie der Rhein als Oberflächengewässer eine Ressource mit sehr großer Kapazität. In dieser Machbarkeitsstudie werden zwei Szenarien betrachtet:

- die Förderung von Grundwasser durch solarenergiegestützte Brunnen und
- die Herstellung von artesischem Aufstieg in Geländesenken.

2.2.2.2.1 Förderung von Grundwasser durch solarenergiegestützte Brunnen

Im Rahmen des LIFE-Vorhabens ist geplant, Grundwasser mit energieautarken Fördereinrichtungen direkt vor Ort zu heben und zu verteilen. Für diese Förderbrunnen muss eine etwa 10 m tiefe Bohrung abgeteuft werden, in die eine regelbare Tauchpumpe eingehängt wird. Diese Pumpe erhält die elektrische Leistung für ihren Betrieb von einem Solarpaneel mit Umrichter, das mobil auf einem Anhänger untergebracht ist. Die Energieversorgung kann während des für die Brut der Wiesenvögel besonders relevanten Zeitraums im Frühjahr hochwasserfrei auf einer Geländeerhöhung aufgestellt und danach abgebaut werden.

Im Rahmen der hier vorgelegten Machbarkeitsstudie soll außerdem untersucht werden, ob es möglich ist, die Brunnen darüber hinaus **im Zeitraum zwischen März und Oktober** zu betreiben. Bei einer Grundwasserförderung über diesen Zeitraum stellt der Grundwassertiefstand im Oktober das Szenario dar, bei dem eine Grundwasserentnahme eine zusätzliche Belastung der ohnehin trockenen Situation in der Zielkulisse bedeutet.

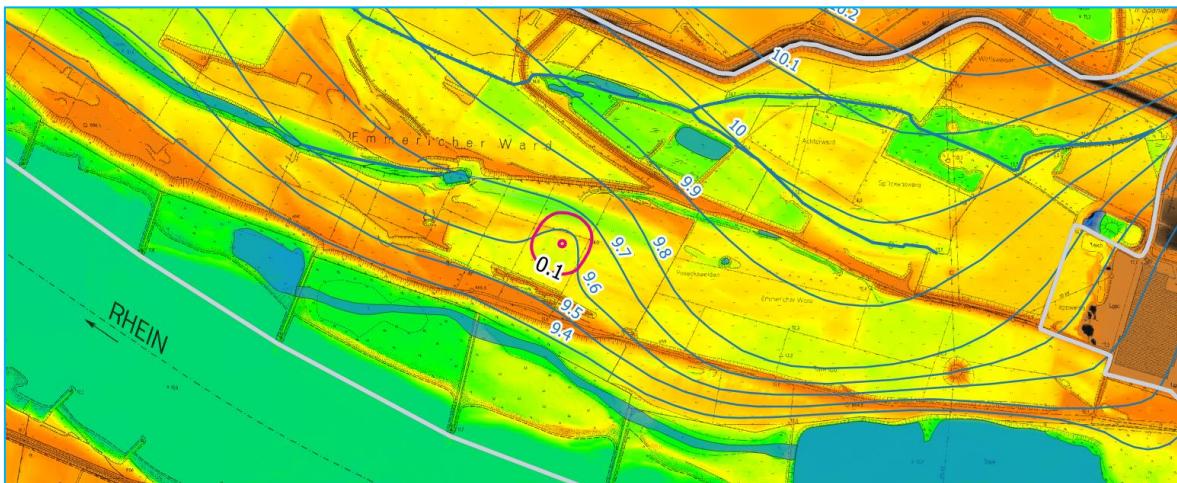
Zur Beurteilung der Auswirkung einer Grundwasserentnahme innerhalb der Zielkulisse wurde eine Prinzipmodellrechnung durchgeführt, für die bekannte Daten für die Mächtigkeit des quartären Grundwasserleiters und seine Durchlässigkeit aus dem Einzugsgebiet des Wasserwerks Kapellenberger Weg der Stadtwerke Emmerich herangezogen wurden. Für den Betrieb des Brunnens wurde eine Förderleistung von 5 l/s (18 m³/h) angenommen, was einer Jahresfördermenge von rund 160.000 m³/a entspricht. Als Randbedingungen wurden die gemessenen Potenziale der quasi-stationären Situation vom 29.10.2019 angesetzt.

Die Auswirkungen der Entnahme sind gering. Durch die Grundwasserentnahme wird die Grundwasseroberfläche im Umfeld des Brunnens maximal 0,2 m abgesenkt (vgl. Abb. 21). Die maximale Absenkung entsteht ausschließlich im unmittelbaren Nahbereich der Brunnenbohrung. Nach außen hin nimmt die Absenkung exponentiell ab, dargestellt ist die 0,1-m-Linie. Die Reichweite (Radius) der Absenkung von wenigstens 0,1 m beträgt etwa 60 m.

Abb. 21:

Auswirkung einer Grundwasserförderung von 5 l/s:

Im näheren Umfeld des Brunnens wird die Grundwasseroberfläche zwischen 0,1 m und 0,2 m abgesenkt



Bei einer Verdoppelung der Entnahmemenge des Brunnens weitet sich die Reichweite der Absenkung (0,1-m-Linie) auf einen Radius von etwa 150 m aus. Im Nahfeld der Brunnenbohrung wächst die Absenkung auf 0,5 m an.

Für den Betrieb solargestützter Brunnen im Zeitraum zwischen März und Oktober muss außerdem die Leistungsabgabe der Solaranlage über den Jahresverlauf betrachtet werden. Die Energieabgabe der Anlagen ist von der Strahlungsleistung abhängig, die die Flächen von der Sonne erreicht. Abnehmende Tageslängen im Winter und eine wesentlich niedrigere Erhebungshöhe der Sonne über dem Horizont führen dazu, dass die Energieabgabe einer Solaranlage im Winter drastisch sinkt (vgl. Abb. 22).

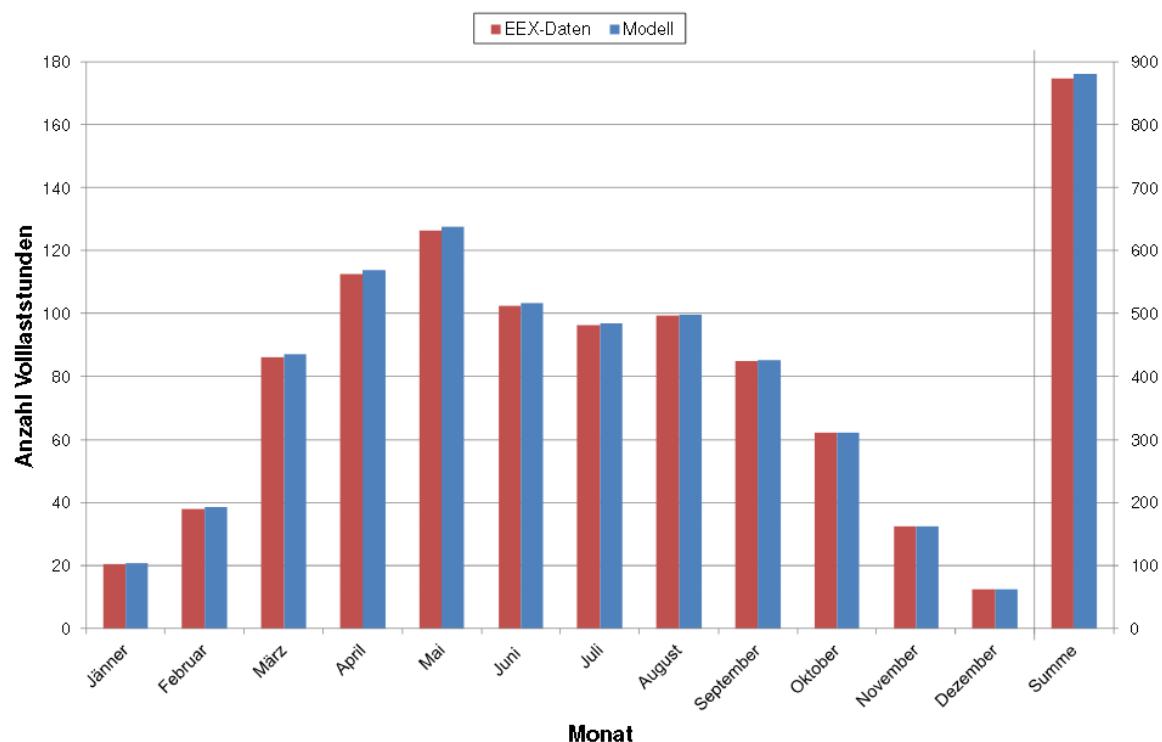
Die Monate März bis Juni umfassen nicht nur das Zeitfenster, in dem die Wasserversorgung der Zielkulisse während der Wiesenvogelbrut unbedingt sichergestellt werden muss, sondern sie sind gleichzeitig die Monate, in denen die Energieausbeute einer Solaranlage ihr Maximum erreicht (vgl. Abb. 22). Ist eine mobile Solaranlage mit nur wenig Reserven für die erzielbare Energieabgabe in Monaten März bis Juni ausgelegt, wird die Pumpenbetriebsdauer und damit das Volumen förderbaren Grundwassers in den übrigen Monaten zurückgehen. Bei der Planung muss Augenmerk auf die für die strahlungsarmen Monate ausreichende Auslegung der Solaranlage gelegt werden.

In den Monaten November bis Februar (außerhalb des betrachteten Zeitraums) muss grundsätzlich damit gerechnet werden, dass kein Wasser gehoben werden kann, weil die Energieausbeute der Solaranlage auf ein Minimum sinkt.

Abb. 22:

Energieabgabe einer Solaranlage im Jahresverlauf [3]

EEX-Daten = Umsatzzahlen an der Strombörsse European Energy Exchange



Machbarkeit: Betrieb einer solargestützten Grundwasserförderung zwischen März und Oktober

Die Maßnahme wird innerhalb des Naturschutzgebiets *Emmericher Ward* umgesetzt. Für den Bau der Anlage und ihre Verteilleitungen muss eine Befreiung von Verbotstatbeständen gemäß § 75 LNatSchG beantragt werden (vgl. auch Abschnitt 2.1). Der Eingriff besteht in einer kurzfristigen Störung bestehender Verhältnisse durch den Bau des Brunnens und die Einrichtung von (fliegenden) Leitungen. Im Auslaufbereich wird durch die Befestigung mit Wasserbausteinen dauerhaft in bestehende Verhältnisse eingegriffen.

Für die Entnahme und Benutzung von Grundwasser muss eine wasserrechtliche Erlaubnis beantragt werden.

Mit dem Eigentümer der Flächen am Ort der Entnahme bis zum Auslaubbereich muss ein privatrechtlicher Vertrag zur Nutzung der Flächen für den angegebenen Zweck geschlossen werden.

Das Vorhaben ist hinsichtlich öffentlichen Rechts genehmigungsfähig.

Die Herstellung eines Brunnens, der die obersten 10 bis 15 m des Grundwasserleiters erfasst, ist übliche Baupraxis. Der Auslaubbereich kann nach den Regeln der Technik in Wasserbausteine gefasst werden. Für die Versorgung der Förderpumpe mit Solarstrom gibt es bereits Anwendungsbeispiele, sodass die Machbarkeit hinreichend belegt ist. Der Betrieb der Solaranlage in den Monaten März bis Oktober ist bei ausreichender Auslegung für die einstrahlungsarmen Monate möglich.

Die technische Machbarkeit ist gegeben.

Die geplante Grundwasserförderung durch eine solarenergiegestützte Pumpe im geplanten Zeitraum zwischen März und Oktober ist möglich. Außerhalb des geplanten Zeitraums wird in den Monaten November bis Februar nicht genügend Strahlungsleistung von der Sonne zur Verfügung stehen, um die Grundwasserförderung aufrechtzuhalten.

Die angestrebten Ziele können erreicht werden.

Der Bau eines Brunnens mit Energieversorgung durch eine Solaranlage erfordert einen angenommenen Kostenaufwand von etwa 24.000 €. Für die (einmalige) Herstellung fliegender Leitungen und das Auslegen der Auslaubbereiche mit Wasserbausteinen wird ein Aufwand von 2.000 € angenommen.

*Der angenommene gesamte Kostenaufwand für die Maßnahme (Herstellung eines Brunnens mit solargestützter Energieversorgung) beträgt **26.000 € (netto)**.*

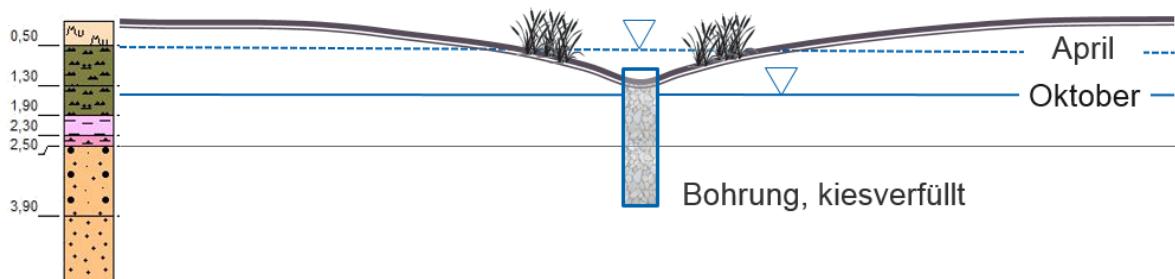
Fazit: Der Betrieb einer solargestützten Grundwasserförderung, beschränkt auf die Monate März bis Oktober, ist **machbar**.

2.2.2.2.2 Herstellung von artesischem Grundwasseraufstieg in Geländesenken

Zahlreiche Rinnen und Senken in der Emmericher Ward liegen in bestimmten Abschnitten des wasserwirtschaftlichen Zyklus' dicht oberhalb der Grundwasseroberfläche. Der Austritt von Grundwasser an der Geländeoberfläche wird außerdem durch eine Schicht bindiger Sedimente, dem so genannten Auenlehm, behindert. Will man den artesischen Austritt von Grundwasser herstellen, müssen die Rinnen zunächst bis auf ein Niveau eingetieft werden, das unterhalb der Grundwasseroberfläche liegt. Es ist von der lokalen Situation abhängig, ob man den hydraulischen Kontakt dann durch das Ausräumen des Auenlehms verbessert oder ob man eine verrohrte Bohrung herstellt, die den Übertritt von Grundwasser in die Rinne lokal verbessert (vgl. Abb. 23).

Abb. 23:

*Geländemulde, die mit steigendem Grundwasserstand nach Oktober wassererfüllt ist
(zusätzliche Stützung des Grundwasserkontakts durch eine Bohrung mit Rückflussverhinderer)*

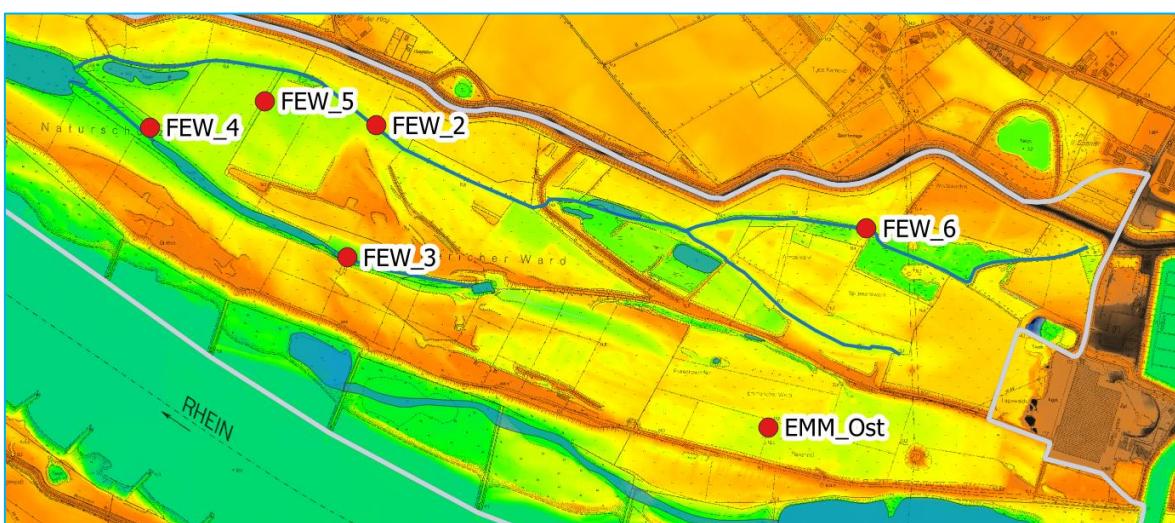


Für die einzelnen Teilräume der Emmericher Ward lässt sich anhand der Häufigkeitsverteilung von Grundwasserständen ableiten, über welchen Zeitraum ein artesischer Grundwasseraufstieg in Teilläufen wirksam sein würde. Zum Zeitpunkt der Berichtserstellung lagen für sechs neu errichtete Grundwassermessstellen (FEW_2 bis FEW_6), die im Bereich möglicher Suchräume der Zielkulisse liegen (vgl. Abb. 24), Daten ab dem 04.04.2019 zur Verfügung. Die Zeitreihen der Messstellen FEW_3 und FEW_4 enden am 22.01.2020, die Zeitreihen der Messstellen FEW_1, FEW_2, FEW_5 und FEW_6 reichen bis zum 20.02.2020. Besonders für die Beurteilung des Gesamtjahreszeitraums, aber auch für die

Betonung des Zeitraums zwischen März und Juni (Brutzeit der Wiesenvögel) ist die Datenlage lückenhaft. Für den Monat März lagen zum Zeitpunkt der Bewertung weder Daten von 2019 noch aus 2020 vor.

Die Häufigkeiten für das Auftreten von Grundwasserständen wurde auf dieselbe Art und Weise ermittelt, wie bereits in Abschnitt 2.1.3 oben dargestellt. Das zur Beurteilung der Situation betrachtete Jahr 2019 war das zweite Jahr in Folge, das sehr trocken ausfiel, sodass der Rheineinfluss in dem betrachteten Zeitabschnitt gering ausfällt. Die Ergebnisse sind daher trotz der geringen statistischen Sicherheit der Stichprobe belastbar, weil sie eine **konservative Situation mit sehr niedrigen Grundwasserständen ohne zusätzliche Stützung durch den Rhein (Worst Case)** abbilden.

Abb. 24:
2019 neu errichtete Grundwassermessstellen in der Emmericher Ward



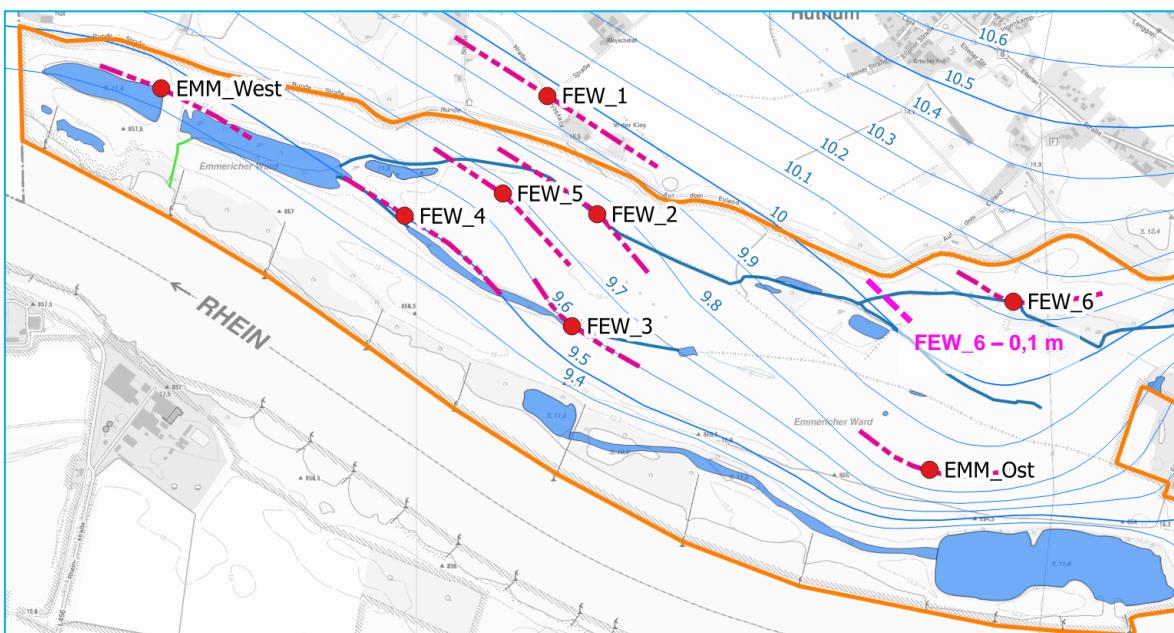
Die Senken der Zielkulisse reihen sich entlang der beiden Rinnensysteme *Zuggraben* und *Unbenannter südlicher Graben* aneinander. Der Bereich auf Höhe des Zuggrabens lässt sich mit den Zeitreihen der Messstellen FEW_5, FEW_2 und FEW_6 beschreiben, der Bereich der südlichen Rinne mit den Messstellen FEW_4 und FEW_3 (vgl. Abb. 24).

In Abb. 25 sind die räumlichen Reichweiten der an den Grundwassermessstellen ermittelten Häufigkeitsverteilungen grafisch dargestellt. Wenn eine Lokalität in räumlicher Distanz zu den betrachteten Messstellen untersucht werden soll, muss die Gefälledifferenz berücksichtigt werden. Im Vergleich zwischen Abb. 25 und Abb. 27 wird beispielsweise deutlich, dass die Grundwasserstände von FEW_6 um etwa -0,36 m korrigiert werden müssten, um

näherungsweise auf die Position von FEW_2 anwendbar zu sein. Im Bereich der Gabelung des Zuggrabens müssten die Potenziale in der Häufigkeitsverteilung von FEW_6 um -0,1 m verringert werden (vgl. Abb. 25).

Abb. 25:

Räumliche Reichweiten der Häufigkeitsverteilungen an den einzelnen Messstellen (magenta farben gestrichelt); im Nahfeld können Näherungen durch Korrektur des Grundwassergefälles berechnet werden



Für eine wirksame Unterstützung des Feuchtecharakters der Zielkulisse sollte eine **80- bis 90-prozentige Wahrscheinlichkeit** für einen artesischen Aufstieg von Grundwasser erreicht werden. Der artesische Aufstieg von Grundwasser muss mit der Ausnahme von wenigen Tiefstellen der Zielkulisse künstlich durch **Abtragung der Geländeoberfläche** hergestellt werden (vgl. dazu auch Abschnitt 2.1.4 oben). Es werden im Folgenden sowohl die Herstellung artesischen Aufstiegs über 80 % des gesamten Jahres wie auch im Zeitfenster von April bis Juni⁸ betrachtet.

Am Unterlauf des Zuggrabens im Bereich der Messstellen FEW_5 und FEW_2 müssten die Gewässersohlen unter 9,7 m ü. NHN (ganzjährige Betrachtung) bzw. unter 10,2 m ü. NHN (Zeitfenster von April bis Juni) eingesenkt werden, um über 80 % des Zeitraums artesisch durch Grundwasser versorgt zu werden (vgl. Abb. 26 und Abb. 27). Der Zuggraben liegt in diesem Bereich auf einem Niveau um 11,4 m ü. NHN. Er müsste um etwa 2 m (ganzjährige

Betrachtung) bzw. 1,5 m eingetieft werden, um im Dezimeterbereich grundwassergestützt Wasser zu führen.

Vergleichbar sind die Verhältnisse im Bereich des Innenpolders, vertreten durch die Messstelle FEW_6 (vgl. Abb. 27). Die Schwelle für eine 80-prozentige Wahrscheinlichkeit für den artesischen Austritt von Grundwasser zur Herstellung einer Wasserführung im Dezimeterbereich liegt hier bei 10,2 m ü. NHN (ganzjährige Betrachtung) bzw. 10,5 m ü. NHN (Zeitfenster von April bis Juni). Flächige Einsenkungen mit Geländehöhen um 11,5 m ü. NHN müssen etwa 1,5 m (ganzjährige Betrachtung) bzw. etwa 1,2 m (Zeitfenster von April bis Juni) vertieft werden, um dauerhaft Grundwasserkontakt zu erhalten. Der Zuggraben selbst bietet sich in diesem Bereich nicht unbedingt als Ziel für den artesischen Aufstieg von Grundwasser an, da seine Sohle durchschnittlich auf 12,4 m ü. NHN liegt. Die notwendige Sohlvertiefung würde bei 2,5 m bzw. 2,2 m liegen.

Die Daten sind zur besseren Übersicht in Tab. 6 zusammengefasst:

Tab. 6:

Herstellung des artesischen Grundwasseraustritts zur Erzielung einer Fließtiefe von wenigstens 0,3 m in mindestens 80 % des betrachteten Zeitraums

Notwendige Eintiefung der Gerinne/Mulden		
	Wirksam im Zeitraum	
	365 Tage	April - Juni
Unterlauf des Zuggrabens	2 m	1,5 m
Mulden im Innenpolder	1,5 m	1,2 m
Südliche unbenannte Rinne	2 m	1,7 m

Abb. 26:

Häufigkeitsverteilung der Grundwasserstände an den Messstellen FEW_5, FEW_2 und FEW_6⁷

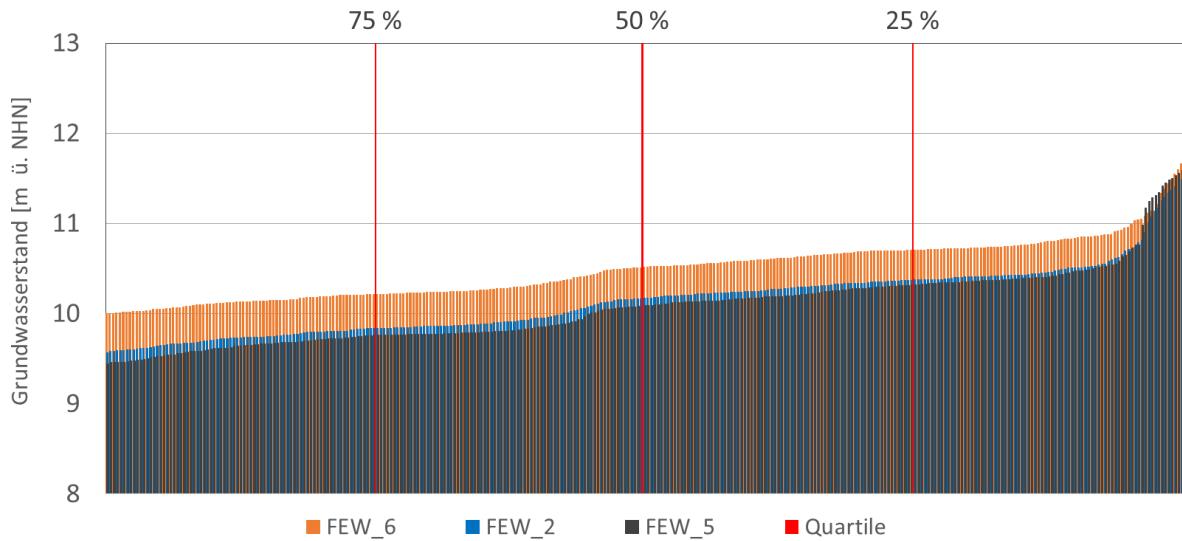
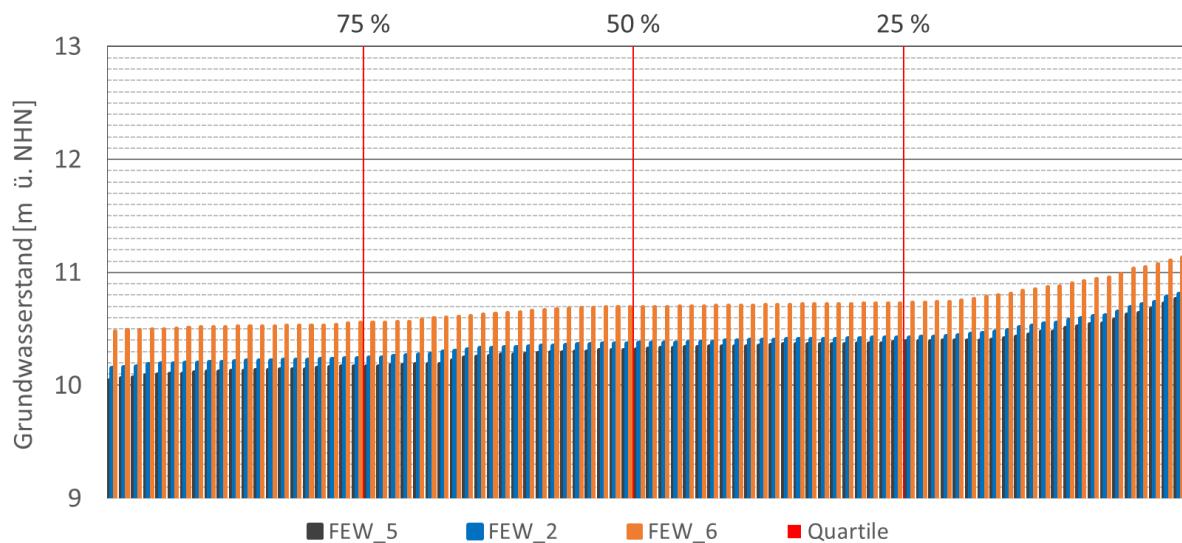


Abb. 27:

Häufigkeitsverteilung der Grundwasserstände an den Messstellen FEW_5, FEW_2 und FEW_6 von April bis Juni⁸



⁷ Verfügbare Daten von April 2019 bis Februar 2020

⁸ Daten von April bis Juni 2019 einer verfügbaren Zeitreihe von April 2019 bis Februar 2020

Abb. 28:
Häufigkeitsverteilung der Grundwasserstände an den Messstellen FEW_3 und FEW_4

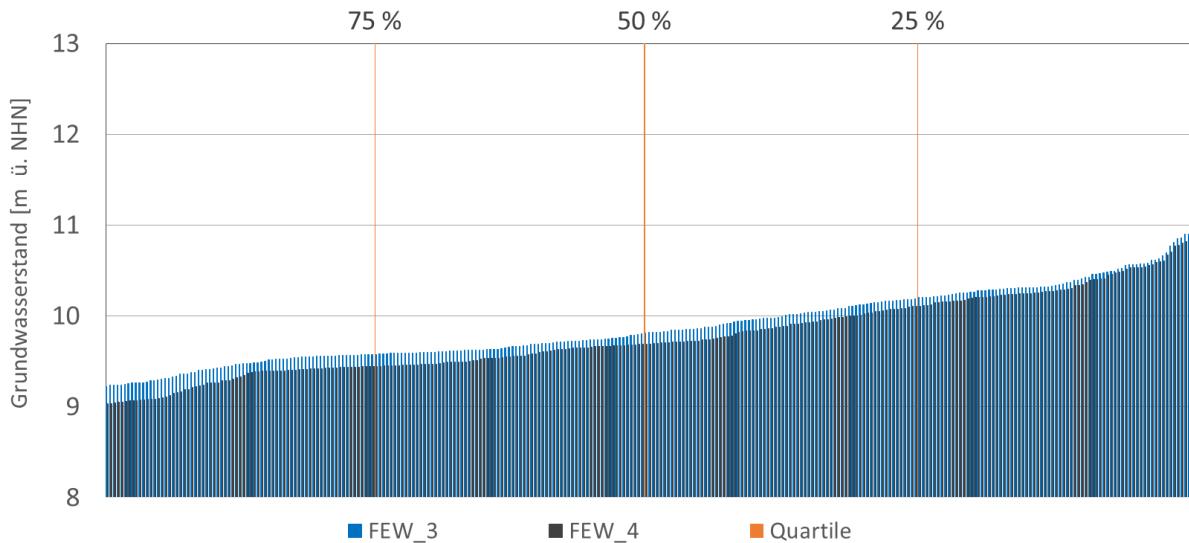
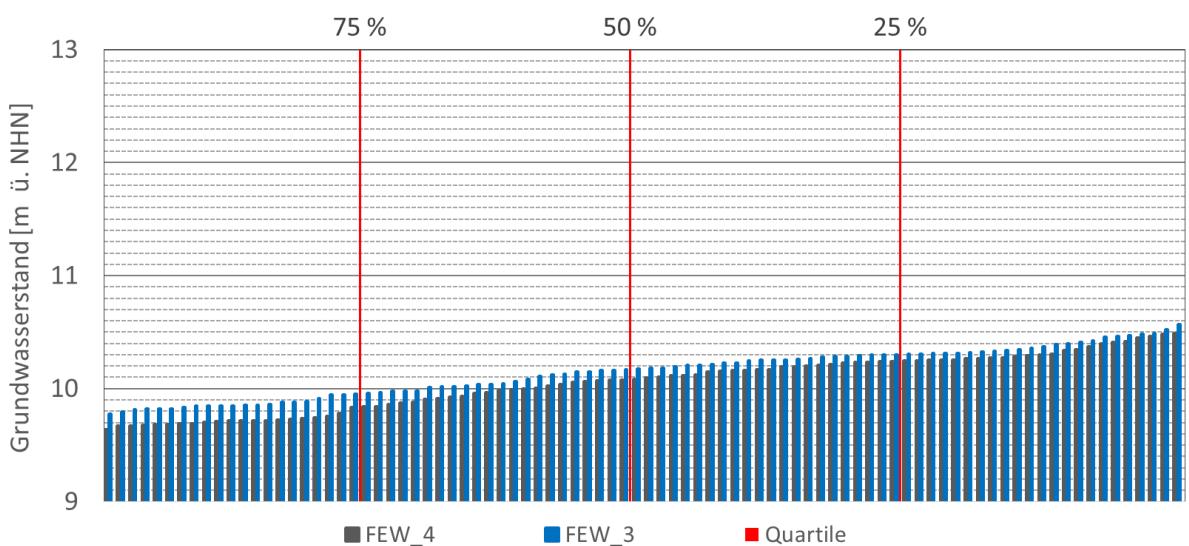


Abb. 29:
Häufigkeitsverteilung der Grundwasserstände an den Messstellen FEW_3 und FEW_4 von April bis Juni



Im Bereich der südlichen Rinne (Messstellen FEW_4 und FEW_3) liegen die notwendigen Grundwasserstände zur Erreichung einer wenigstens 80-prozentigen Wahrscheinlichkeit für den artesischen Aufstieg bei etwa 9,5 m ü. NHN (ganzjährige Betrachtung, vgl. Abb. 28) bzw. 9,8 m ü. NHN (Zeitfenster von April bis Juni, vgl. Abb. 29). Die vorhandenen Rinnen müssten zwischen 1,7 m und 2 m eingetieft werden, um in der Zeitspanne von April bis Juni oder ganzjährig dauerhaft Grundwasserkontakt zu erhalten (Fließtiefe von wenigstens 0,3 m).

Die Daten sind ebenfalls in Tab. 6 zusammengefasst.

Machbarkeit: Herstellung von artesischem Grundwasseraufstieg in Geländesenken

Die Maßnahme wird innerhalb des Naturschutzgebiets *Emmericher Ward* umgesetzt. Für die Herstellung von Rinnen und Mulden sowie die Einrichtung von Bohrungen muss eine Befreiung von Verbotstatbeständen gemäß § 75 LNatSchG beantragt werden (vgl. auch Abschnitt 2.1). Der Eingriff besteht in einer Störung bestehender Verhältnisse durch Einrichtung einer Baustraße, Beseitigung von Aufwuchs, den Abtrag von Boden und das Niederbringen und den Ausbau einer Bohrung in den Grundwasserleiter. Das Vorhandensein schutzwürdiger Böden muss geprüft werden.

Wenn sich die Maßnahme innerhalb einer Deichschutzzzone befindet, muss eine Genehmigung bzw. die Befreiung von Verbotstatbeständen der DSchVO beantragt werden.

Für das Offenlegen der Grundwasseroberfläche muss eine wasserrechtliche Erlaubnis beantragt werden.

Mit dem Eigentümer der Flächen muss ein privatrechtlicher Vertrag über die Nutzung der Flächen für den angegebenen Zweck geschlossen werden.

Das Vorhaben ist hinsichtlich öffentlichen Rechts genehmigungsfähig.

Der Abtrag von Boden und die Herstellung und Verrohrung einer Bohrung, die die oberste Schicht des Grundwasserleiters erschließt, ist übliche Baupraxis.

Die technische Machbarkeit ist gegeben.

Der geplante artesische Aufstieg lässt sich im Umfeld des Zuggrabens und hier insbesondere im Bereich tief liegender Senken durch den Abtrag von Boden und Einrichten einer Bohrung während 80 % der Zeit durch eine Eintiefung von maximal 2 m erreichen.

Die angestrebten Ziele können erreicht werden.

Für die Eintiefung von Senken werden Kosten für die Bewegung (Lösen und Laden) von Bodenmaterial von 15 € pro m³ angenommen. Für die Einrichtung einer verrohrten Bohrung mit einem Rückflussverhinderer als Aufsatz werden 6.000 € angenommen. Die Aushubmaßnahmen erfordern außerdem Aufwendungen für die Baustelleneinrichtung und die Baufeldfreimachung sowie weitere Nebenkosten.

Der angenommene gesamte Kostenaufwand für die Maßnahme beträgt 15 € pro m³ (netto) bewegten Bodens und 6.000 € (netto) pro Bohrung zzgl. Kosten für Baustelleneinrichtung und Baufeldfreimachung etc.

Fazit: Die Herstellung von artesischem Grundwasseraufstieg in Gerinnen und Geländesenken ist **machbar**.

2.2.3 Wiederherstellung der ursprünglichen Sohltiefe von Rinnen

Die Emmericher Ward ist durchzogen von in geologischer bzw. historischer Zeit vom Rhein angelegten Flutrinnen. Benannte Bereiche sind *Der Strang* und der *Zuggraben*, aber weitere Rinnen und heute abflusslose Bereiche sind Reste von alten Flussschlingen oder auch nur Abflussrinnen, die bei Hochwässern kurzzeitig Wege für ablaufende Wassermassen geboten haben und heute als Einschnitte in die Geländeoberfläche erhalten sind.

Durch Verschlammung und Verlandung liegen die Rinnensohlen heute nicht mehr auf dem ursprünglichen Niveau. Die Sohltiefe soll durch Unterhaltungsmaßnahmen wiederhergestellt werden.

Diese Maßnahmen sind Gegenstand des LIFE-Vorhabens. Daher wird diese mögliche Maßnahme abstimmungsgemäß im vorliegenden Bericht nicht weiter behandelt.

2.2.4 Wiederherstellung von Flutbereichen

Die vorhandenen Rinnen und Senken unterliegen neben der Verschlammung außerdem Einflüssen, die sich in größeren Zeiträumen abspielen. In historischer Zeit wurden die ursprünglich als Hochwasserrinnen und –kolke des Rheins angelegten Geländeformen durch den Menschen überprägt. Senken wurden aufgefüllt, Rinnen begradigt und verlegt. Mit der Wiederherstellung von Flutbereichen durch Erweiterung von Rinnenstrukturen und Ergänzung von Hohlformen werden Maßnahmen getroffen, die die negativen Auswirkungen der anthropogenen Umgestaltungen abmildern bzw. die Lebensraumqualität wieder verbessern.

2.2.4.1 Suchräume *Strang 1* und *Strang 2*

Der Suchraum ***Strang 1*** umfasst den Übergangsbereich zwischen der teilweise verlandeten Hohlform *Der Strang* und dem *Zuggraben* bzw. dem unbenannten südlichen Graben (vgl. Abb. 30). Es ist naheliegend, in diesem Bereich Material auszukoffern, um breitflächig wassererfüllte Rinnen zu erhalten, die den *Strang* bis hin zu den bestehenden Teichen erweitern.

Abb. 30:

Suchräume *Strang 1* und *Strang 2* für die Wiederherstellung von Flutbereichen

blau gestrichelt: Aushubbereich im Suchraum *Strang 2*

rot: geplante bewegliche Querbauwerke



Der Strang erreicht an seinem Ostende eine Tiefe von etwa 1 m unter Gelände. Denkbar wäre, den anschließenden Raum auf etwa die gleiche Tiefe abzusenken, um Speichervolumen für hereindrängende Hochwässer zu gewinnen. Der Suchraum **Strang 1** umfasst eine Gesamtfläche von rund 15.000 m². Bei einer gewünschten Tiefe von 1 m für den wiederhergestellten Flutbereich sind rund 15.000 m³ Boden auszuheben, für Geländemodellierung innerhalb der Zielkulisse zu verwenden, als Wirtschaftsgut zu veräußern oder bei Vorliegen von Belastungen zu entsorgen.

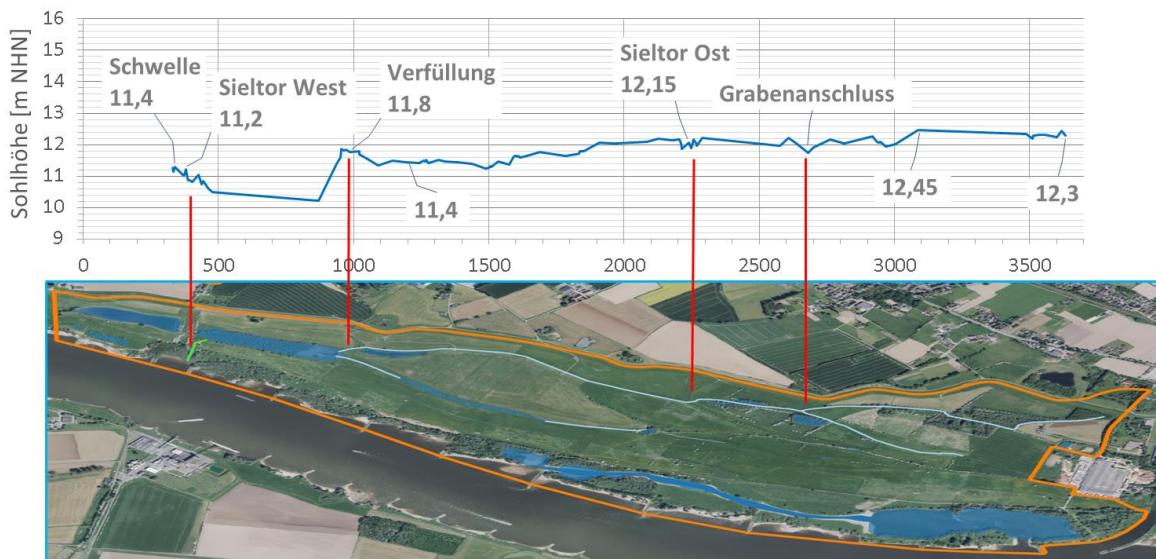
Im Suchraum **Strang 2** ist eine vergleichbare Maßnahme im direkten Anschluss an den Zuggraben im Bereich einer bestehenden vernässten Senke möglich. Hier sind bewegliche Querbauwerke geplant, die den Rückhalt innerhalb des neu geschaffenen Flutbereichs stützen würden (rote Markierungen in Abb. 30). Denkbar wäre die Anlage einer Geländemulde von 1,5 m Tiefe mit einer Fläche, die der des Suchraums *Strang 1* entspricht (blau gestrichelt umfasste Fläche in Abb. 30). Die Lage innerhalb des Suchraums ist weitgehend frei wählbar und beeinflusst die Kubatur auszuhebenden Bodens nur unwesentlich. Insgesamt wären bei diesem Vorschlag etwa 22.000 m³ Boden auszuheben und zu verlagern.

Bei einer durchschnittlichen Geländehöhe von 11,4 m ü. NHN im Suchraum **Strang 1** befindet sich die Sohle einer Hohlform von 1 m Tiefe in einer Höhenlage von etwa 10,4 m ü. NHN. Auf diesem Niveau liegt die Eintrittswahrscheinlichkeit für artesisches Grundwasser bei etwa 6 % (vgl. Abb. 28).

Die Geländeoberfläche im Suchraum **Strang 2** liegt mit durchschnittlich 12,7 m ü. NHN etwas höher. Bei einer Aushubtiefe von 1,5 m liegt die entstehende Oberfläche bei 11,2 m ü. NHN, etwa auf der Sohlhöhe des Zuggrabens. Mit artischem Grundwasser kann außerhalb von Hochwassereignissen nicht gerechnet werden (vgl. Abb. 27).

Zur Beurteilung der Überflutungshäufigkeit der Suchräume bei Hochwasser ist die Schwelle im Einlaufgraben am großen Sieltor maßgeblich, nicht die Sohlhöhe des Sietors. Die Schwelle liegt auf einer Höhe von 11,4 m ü. NHN (vgl. Abb. 31).

Abb. 31:
Höhenlagen im Bereich des Strangs und des Zuggrabens (Vermessungsergebnisse)



Für eine entsprechende Wasserspiegellage zur Überwindung der Schwelle muss aufgrund der Neigung der Wasseroberfläche im Rhein am Pegel Emmerich ein etwa 0,6 m höherer Wasserstand von 12 m ü. NHN erreicht werden (vgl. Abb. 32). Durchschnittlich werden der *Strang* und die daran anschließenden reaktivierten Fluträume im Jahresverlauf an 88 von 365 Tagen (entsprechend 24 %, vgl. Abb. 32), in den Monaten März bis Juni an 37 Tagen von 122 (entsprechend 30 % des Betrachtungszeitraums, vgl. Abb. 33) wenigstens in Teilen durch Hochwasser geflutet.

Retentionsmaßnahmen wie steuerbare Querbauwerke können durch den Rückhalt der eingeströmten Wässer die Aufenthaltszeiten des Wasserkörpers in den Hohlformen verlängern. Die Flutungshäufigkeiten sind daher nicht direkt mit den Eintrittswahrscheinlichkeiten für artesisches Grundwasser vergleichbar. Tatsächlich kann ein einzelnes Hochwasser ausreichend Wasser in die Rinnen bringen, um mithilfe von Rückhaltemaßnahmen über einen größeren Zeitraum für Feuchtigkeit in der Zielkulisse zu sorgen.

Bei allen Maßnahmen zur Flutung von durch Eintiefung entstandenen Mulden muss außerdem beachtet werden, dass der Abtrag eines Teils der Auenlehmschicht zu einer schnelleren Versickerung des durch Hochwasser eindringenden Oberflächenwassers führt. Bei fehlender Auflast durch Oberflächenwasser kann es außerdem zu hydraulischem Grundbruch durch aufdringendes Grundwasser kommen (Qualmwasseraustritte in der Mulde).

Abb. 32:

Häufigkeitsverteilung der Rheinwasserstände (25.410 Datensätze [TMW] von 1950 bis 2020)
 Überflutungshäufigkeit des Strangs und angeschlossener Rinnen (88 Tage von 365)

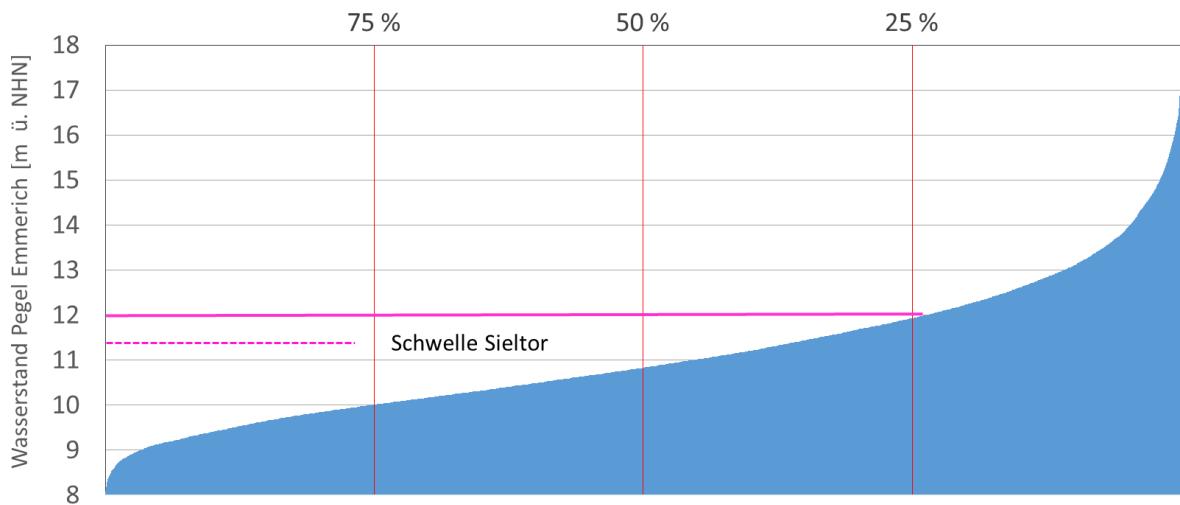
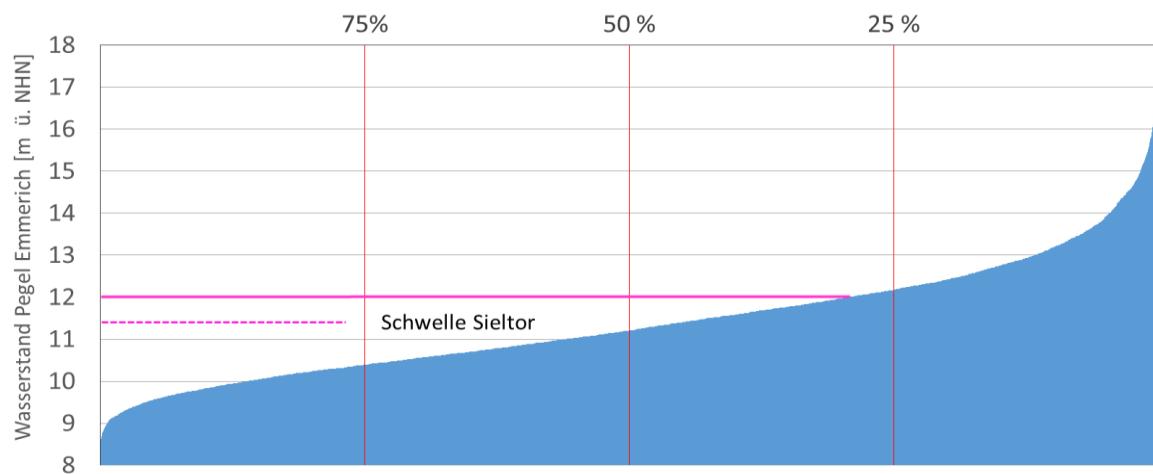


Abb. 33:

Häufigkeitsverteilung der Rheinwasserstände von März bis Juni (8.505 Datensätze [TMW] von 1950 bis 2020)
 Überflutungshäufigkeit des Strangs und angeschlossener Rinnen (37 Tage von 122)



Machbarkeit: Wiederherstellung von Flutbereichen in den Suchräumen **Strang 1** und **Strang 2**

Die Maßnahme wird innerhalb des Naturschutzgebiets *Emmericher Ward* umgesetzt. Für die Herstellung von Rinnen und Mulden muss eine Befreiung von Verbotstatbeständen gemäß § 75 LNatSchG beantragt werden (vgl. auch Abschnitt 2.1). Der Eingriff besteht in einer Störung bestehender Verhältnisse durch Einrichtung einer Baustraße, Entfernung von Aufwuchs und den Abtrag von Boden bis zu einer Tiefe von 1,5 m. Das Vorhandensein schutzwürdiger Böden muss geprüft werden.

Der Suchraum *Strang 2* berührt je nach Ausgestaltung im Norden randlich die Deichschutzzone III des Banndeichs. Hier muss ggfls. eine Genehmigung bzw. Befreiung von Verbotstatbeständen der DSchVO beantragt werden.

Mit dem Eigentümer der Flächen muss ein privatrechtlicher Vertrag über die Nutzung der Flächen für den angegebenen Zweck geschlossen werden.

Das Vorhaben ist hinsichtlich öffentlichen Rechts genehmigungsfähig.

Der Abtrag von Boden ist übliche Baupraxis.

Die technische Machbarkeit ist gegeben.

Mit der Wiederherstellung von Flutbereichen wird das Retentionsvermögen der Zielkulisse gesteigert und das Zeitfenster, in dem genügend Feuchtigkeit zur Verfügung steht, vergrößert. Bei Umsetzung der Maßnahmen muss aber beachtet werden, dass die Schwächung des Auenlehms nachteilig sein kann (Qualmwasseraustritte, Erhöhung der Versickerung).

Die angestrebten Ziele können erreicht werden.

Für die Eintiefung von Senken werden Kosten für die Bewegung (Lösen und Laden) von Bodenmaterial von 15 € pro m³ angenommen. Dazu kommen Nebenkosten für die Baustelleinrichtung und die Baufeldfreimachung etc.

Der angenommene gesamte Kostenaufwand für die Maßnahme beträgt 555.000 € (netto) für 37.000 m³ bewegten Bodens zzgl. Kosten für die Baustelleneinrichtung und Baufeldfreimachung etc.

Fazit: Die Wiederherstellung von Flutbereichen in den Suchräumen *Strang 1* und *Strang 2* ist **machbar**.

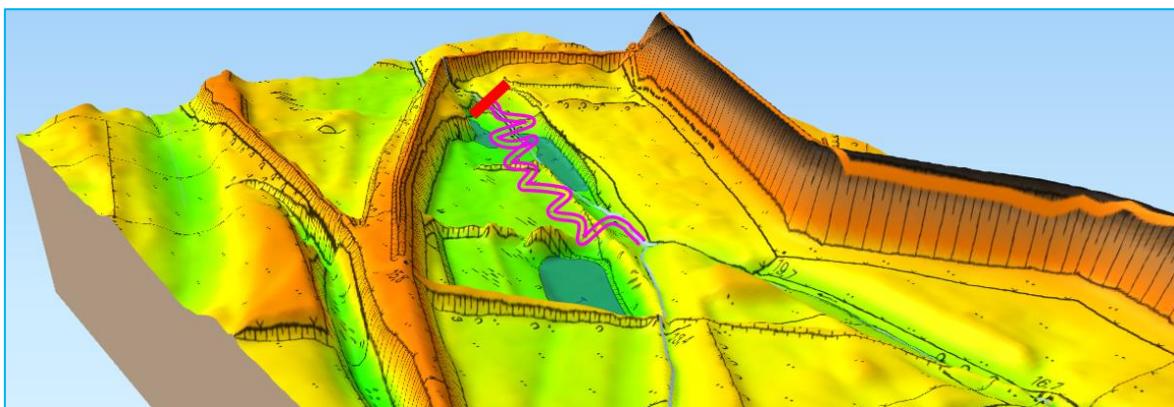
2.2.4.2 Umgestaltung eines Gerinneabschnitts des Zuggrabens im Suchraum Schleuseweide

Der Suchraum Schleuseweide befindet sich im Innenpolder und schließt unmittelbar an das östliche Sieltor an. Der Raum bietet mehrere Möglichkeiten, um Maßnahmen umzusetzen. Eine davon wurde bereits in Abschnitt 2.2.2.1.1 oben auf Machbarkeit untersucht: die Einleitung und Rückhaltung von Rheinwasser in den Innenpolder. Zur Verbesserung des Rückhalts ist hier deshalb auch die Errichtung eines beweglichen Querbauwerks geplant (vgl. Abb. 34).

Eine Möglichkeit, den Feuchtecharakter des tief liegenden Bereichs zusätzlich zu stützen, ist der Umbau des im Bestand geradlinig verlaufenden Zuggrabens in ein mäandrierendes Gerinne mit ausgedehnten Uferbereichen. Die vorhandene Geländesenke eröffnet außerdem die Möglichkeit, das Gerinne durch entsprechende Tiefenlage, eventuell unterstützt durch eine Bohrung, mit einem Grundwasseranschluss auszustatten, wie in Abschnitt 2.2.2.2 oben bereits grundsätzlich auf Machbarkeit untersucht.

Abb. 34:

*Suchraum Schleuseweide für die Wiederherstellung von Flutbereichen durch Umgestaltung des Gerinnes
rot: geplantes bewegliches Querbauwerk*



Die Geländeoberfläche liegt in diesem Bereich bei etwa 11,7 m ü. NHN. Tieft man das Gerinne um etwa 1,5 m unter Gelände ein, erhält man eine Sohlhöhe von 10,2 m ü. NHN. Unter Berücksichtigung des Potenzialgefälles von 0,1 m von der Grundwassermessstelle FEW_6 bis zum Suchraum Schleuseweide (vgl. Abb. 25 oben) lässt sich ableiten, dass die Gerinnesohle über das ganze Jahr betrachtet an 200 Tagen von 365 (55 % der Zeit) im Dezimeterbereich grundwasserbürtiges Wasser führt (vgl. Abb. 35).

Abb. 35:

Häufigkeitsverteilung der Grundwasserstände an der Messstelle FEW_6

magenta farben: notwendiges Grundwasserniveau zur Erreichung eines Wasserstands von 0,1 m im Gerinne,
zusätzlich um die Potenzialdifferenz zur Messstelle FEW_6 (-0,1 m) korrigiert

magenta farben gestrichelt: Sohlhöhe von 10,2 m ü. NHN für eine Gerinneumgestaltung im Zuggraben

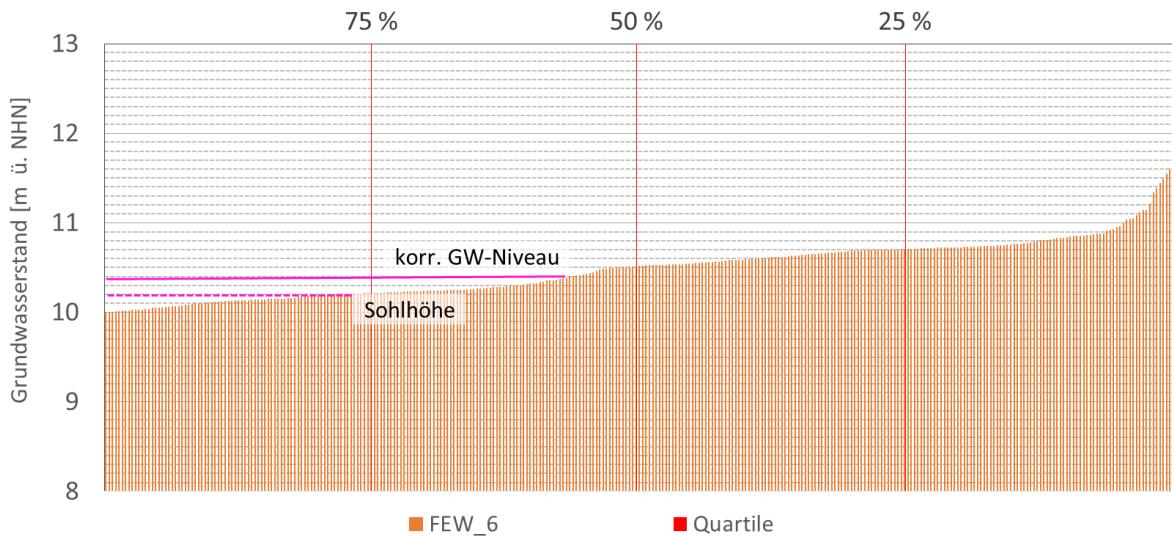
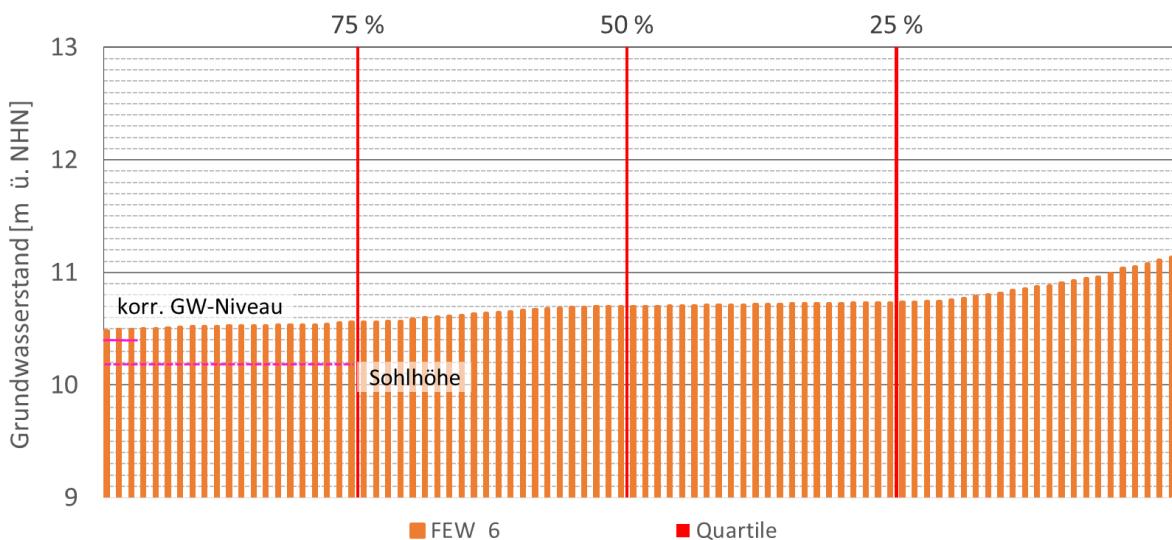


Abb. 36:

Häufigkeitsverteilung der Grundwasserstände an der Messstelle FEW_6 im Zeitraum April bis Juni

magenta farben: notwendiges Grundwasserniveau zur Erreichung eines Wasserstands von 0,1 m im Gerinne,
zusätzlich um die Potenzialdifferenz zur Messstelle FEW_6 (-0,1 m) korrigiert

magenta farben gestrichelt: Sohlhöhe von 10,2 m ü. NHN für eine Gerinneumgestaltung im Zuggraben



Im Zeitraum zwischen April und Juni hat das Gerinne über den gesamten Betrachtungszeitraum Grundwasserkontakt mit wenigstens 0,2 m Fließtiefe, fällt also nie trocken (vgl. Abb. 36).

Das umgestaltete Gerinne sorgt in Kombination mit einer Einleitung von Rheinwasser entsprechend Abschnitt 2.2.2.1.1 oben durch die „Fältelung“ für eine schnellere und bessere Durchfeuchtung der im Uferbereich angeschlossenen Böden. Das größere Volumen des Gerinnes verbessert zusammen mit dem beweglichen Querbauwerk (Klappwehr) außerdem den Rückhalt von Hochwässern, welche die Schwelle des östlichen Sieltors überwinden können.

Machbarkeit: Wiederherstellung von Flutbereichen durch Umgestaltung eines Gerinneabschnitts des Zuggrabens im Suchraum Schleuseweide

Die Maßnahme wird innerhalb des Naturschutzgebiets *Emmericher Ward* umgesetzt. Für die Herstellung von Rinnen und Mulden muss eine Befreiung von Verbotstatbeständen gemäß § 75 LNatSchG beantragt werden (vgl. auch Abschnitt 2.1). Der Eingriff besteht in einer Störung bestehender Verhältnisse durch Einrichtung einer Baustraße, Entfernung von Aufwuchs und den Abtrag von Boden bis zu einer Tiefe von ca. 1,5 m.

Die Maßnahme liegt außerhalb von Schutzzonen gemäß DSchVO.

Mit dem Eigentümer der Flächen muss ein privatrechtlicher Vertrag über die Nutzung der Flächen für den angegebenen Zweck geschlossen werden.

Das Vorhaben ist hinsichtlich öffentlichen Rechts genehmigungsfähig.

Der Abtrag von Boden ist übliche Baupraxis.

Die technische Machbarkeit ist gegeben.

Mit der Umgestaltung des Gerinnes in Verbindung mit einem beweglichen Querbauwerk wird der Zutritt von Grundwasser ermöglicht, das Retentionsvermögen der Zielkulisse im Innenpolder gesteigert und das Zeitfenster, in dem genügend Feuchtigkeit zur Verfügung steht, vergrößert. In Verbindung mit der Einleitung von Rheinwasser in den Zuggraben wird eine schnellere und bessere Durchfeuchtung des Oberbodens in der Senke hergestellt. Der Anteil wertvoller Uferrandbereiche wird gesteigert.

Die angestrebten Ziele können erreicht werden.

Für die Umgestaltung des Gerinnes werden Kosten für die Bewegung (Lösen und Laden) von Bodenmaterial von 15 € pro m³ angenommen, für die Herstellung des Klappwehrs 9.000 €.

Der angenommene gesamte Kostenaufwand für die Maßnahme beträgt 15 € pro m³ bewegten Bodens zzgl. 9.000 € für ein Klappwehr.

Fazit: Die Wiederherstellung von Flutbereichen durch Umgestaltung eines Gerinneabschnitts des Zuggrabens im Suchraum *Schleuseweide* ist **machbar**.

2.2.4.3 Herstellung von Flutbereichen im Suchraum Schaar (*Durchstich*)

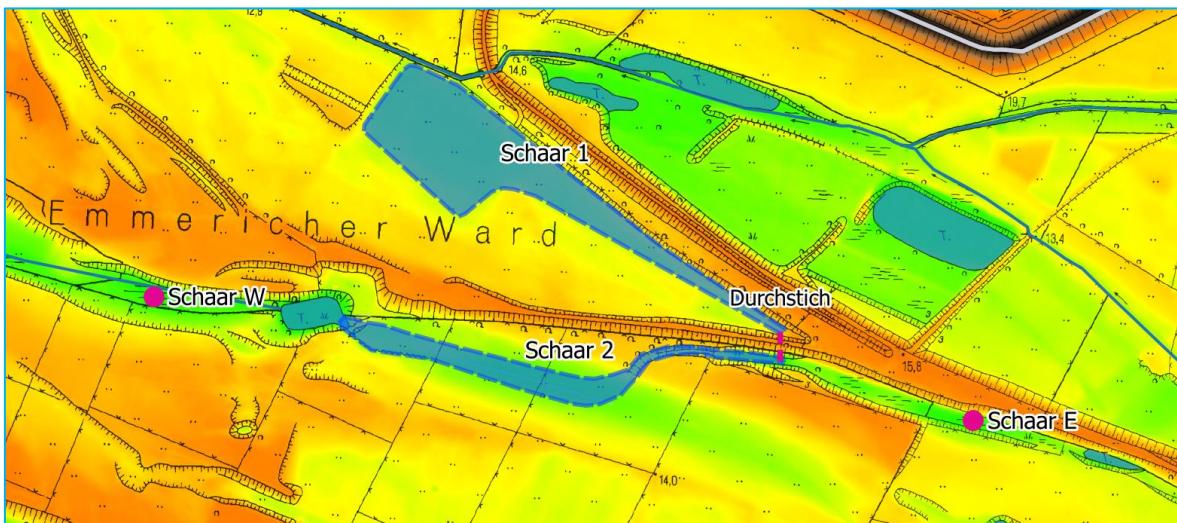
In den tiefer liegenden Bereichen des Suchraums Schaar sinkt die Geländehöhe auf einen Wert von etwa 12,4 m ü. NHN. Es bietet sich an, eine etwa 16.000 m² große Fläche mit Anschluss an den Zuggraben etwa 1 m tief bis auf ein Niveau von 11,4 m ü. NHN auszukoffern, um einen erweiterten Flutbereich zu schaffen (Schaar 1, blau gestrichelt in Abb. 37). Die neu gewonnene Hohlform Schaar 1 liegt tiefer als der Zuggraben (Gerinnesohle bei ca. 12,1 m ü. NHN) und hat Anschluss an eine deichähnliche Verwallung im Süden. Hier kann in Durchquerung der Verwallung mit einer Rohrleitung von 30 m Länge eine Verbindung zu einer südlich vorgelagerten Rinne geschaffen werden, die sich nach Osten fortsetzt. Für den neu angelegten Flutbereich müssen etwa 16.000 m³ Boden ausgekoffert, umgelagert oder entsorgt werden.

Die südlich vorgelagerte Rinne liegt auf durchschnittlich 11,4 m ü. NHN und kann niveaugleich an die neu geschaffene Mulde angeschlossen werden. Bei Hochwassereignissen, die am großen Sieltor Wasserstände von mehr als 12,1 m ü. NHN (12,7 m ü. NHN am Pegel Emmerich) erzeugen, kann Wasser aus dem Zuggraben in die Mulde im Suchraum Schaar und die vorgelagerte Rinne überreten.

In diesem Zusammenhang macht es allerdings mehr Sinn, stattdessen über den Durchstich einen Anschluss an das unbenannten südlichen Gerinne herzustellen, indem durch Bodenaushub eine Rinne nach Westen vertieft wird (Schaar 2, blau gestrichelt in Abb. 37).

Abb. 37:

Suchraum Schaar (Durchstich) für die Wiederherstellung und Verbindung von Flutbereichen
 Schaar 1 und Schaar 2: mögliche Aushubbereiche bis zum Durchstich in der Verwallung
 magentafarben gestrichelt: Durchstich durch die Verwallung
 Schaar W und Schaar E: Bohrungen zur Herstellung des Grundwasseranschlusses bei Hochwasser



Auf diese Art und Weise kann bei Hochwässern **ab einer Höhe von 11,4 m ü. NHN am Sieltor** (Schwellenhöhe, entsprechend 12 m ü. NHN am Pegel Emmerich) Wasser über den unbenannten südlichen Gräben bis zu den neu geschaffenen Flutbereichen Schaar 1 und Schaar 2 im Suchraum Schaar gelangen. Der Flutbereich Schaar 2 könnte auf einer Fläche von ca. 6.500 m² angelegt werden. Es wären etwa 6.500 m³ Boden auszukoffern. Der unbenannte südliche Graben sollte durch Räumung ertüchtigt werden.

Die in diesen zusätzlichen Raum eingedrungenen Hochwasservolumina stehen in Korrespondenz mit dem Strang, werden also durch das auf der Binnenseite des großen Sieltors geplante Querbauwerk daran gehindert zurückzuströmen.

Zur weiteren Stützung des Rückhalts der eingeströmten Hochwässer können innerhalb des unbenannten südlichen Gerinnes analog zum Zuggraben ein oder mehrere weitere **Klapptore** eingerichtet werden, mit dem der Rückstrom der eingedrungenen Wassermassen aus den Fluträumen Schaar 1 und Schaar 2 in den Rhein lokal unterbunden werden kann. Alternativ ist es auch möglich, den Übergang zwischen den Fluträumen Schaar 1 und Schaar 2 sowie zwischen Schaar 2 und dem unbenannten südlichen Gerinne mit je einer

Schwelle zu gestalten. Dabei muss allerdings beachtet werden, dass Schwellen beidseitig wirken und auch den Zustrom behindern.

Abb. 38:

Häufigkeitsverteilung der Rheinwasserstände im (25.410 Datensätze [TMW] von 1950 bis 2020)

Überflutungshäufigkeit des südlichen unbenannten Grabens und angeschlossener Rinnen (88 Tage von 365)

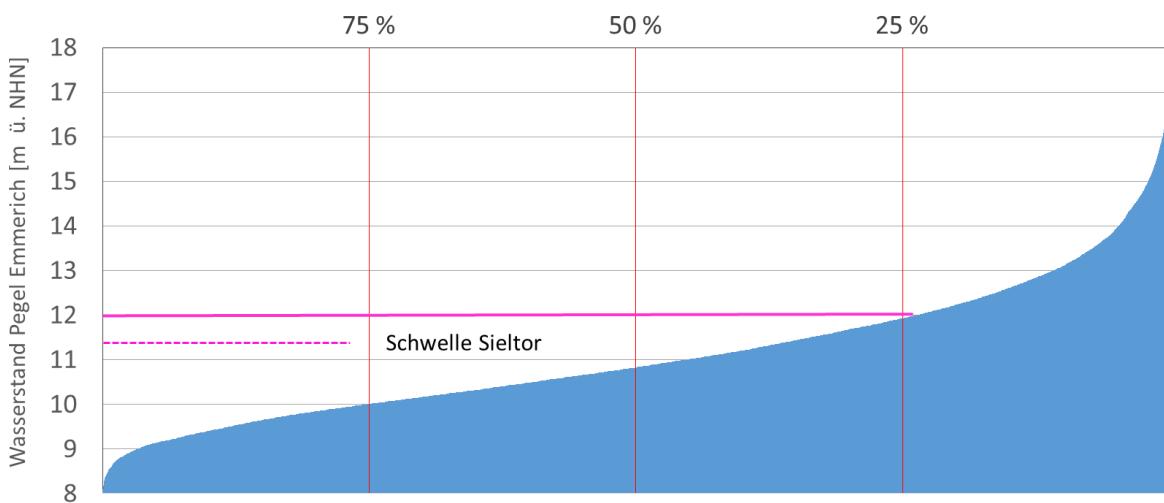
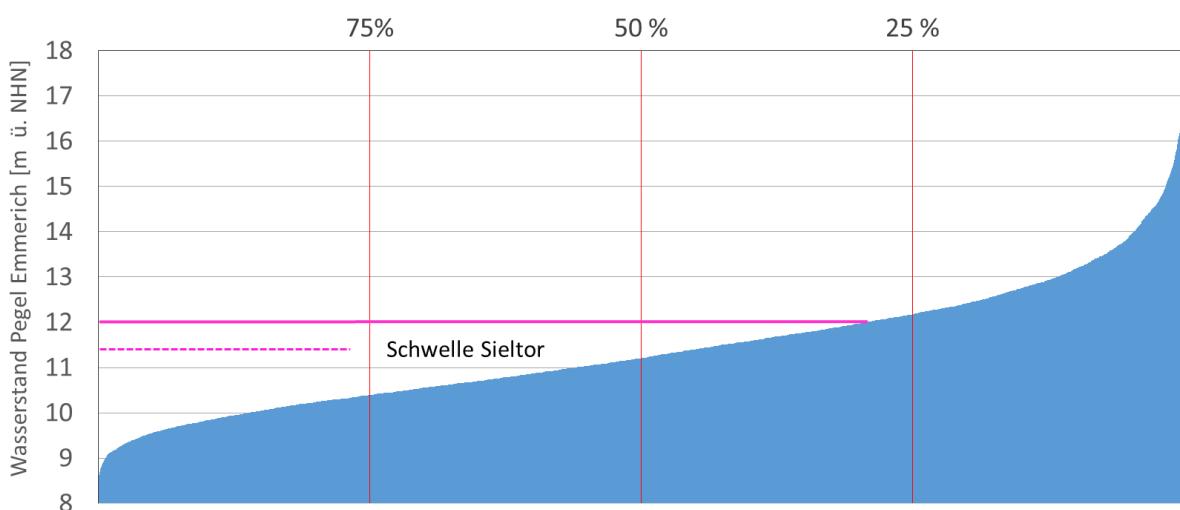


Abb. 39:

Häufigkeitsverteilung der Rheinwasserstände von März bis Juni (8.505 Datensätze [TMW] von 1950 bis 2020)

Überflutungshäufigkeit des südlichen unbenannten Grabens und angeschlossener Rinnen (37 Tage von 122)



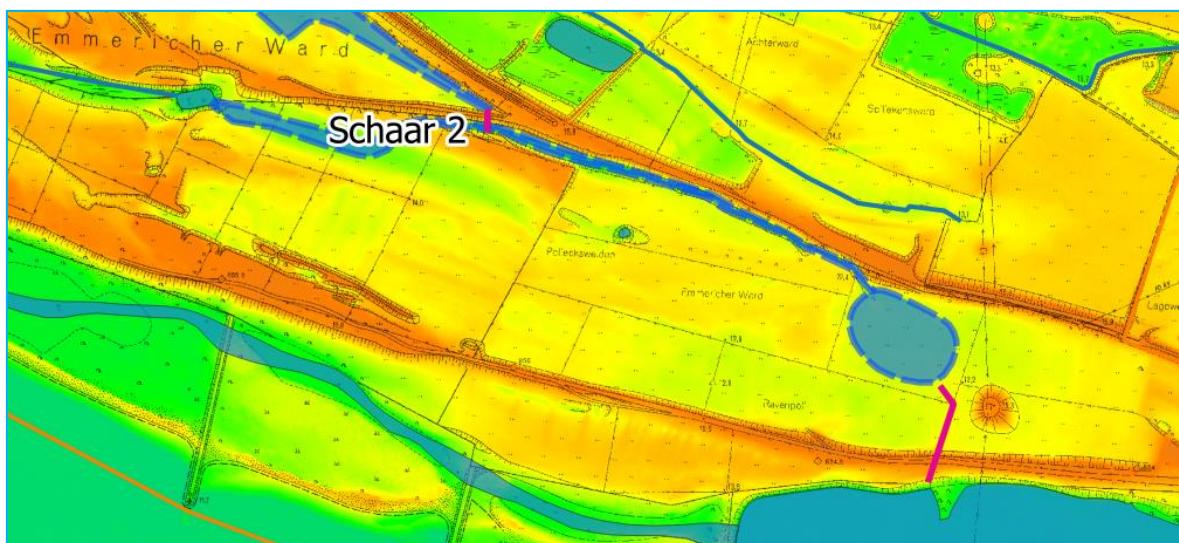
Das Niveau liegt 0,7 m tiefer als bei Versorgung über den Zuggraben und ist bei einer ganzjährigen Betrachtung mit einer Überflutungshäufigkeit von etwa 88 Tagen von 365 (rund 24 %, vgl. Abb. 38) verbunden. Bei der Betrachtung des Zeitraums, der für die Brut der Wiesenvögel wesentlich ist (März bis Juni), beträgt die Überflutungshäufigkeit 37 Tage von 122 (ca. 45 % des Betrachtungszeitraums, vgl. Abb. 39).

Bei einer Versorgung über den höher liegenden Zuggraben würde sich die Anzahl der Tage, in denen Wasser die Flutmulden *Schaar 1* und *Schaar 2* erreichen kann, halbieren.

Alternativ ist denkbar, die Rinnenstruktur *Schaar 2* über den Durchstich hinaus weiter nach Osten zu führen, bis sie die Fläche *Ravenpoll* erreicht (vgl. Abb. 40). Für die Fläche wurde die Einleitung von Rheinwasser aus dem Abgrabungsgewässer C mithilfe einer Pumpstation vorgeschlagen. In diesem Bereich liegt die Geländehöhe bei minimal 12,9 m ü. NHN, sodass zunächst durch Aushub von Boden in einer Mächtigkeit von wenigstens 1,5 m eine Mulde geschaffen werden muss, um einen Anschluss an die Rinne (11,4 m ü. NHN oder weniger) zu ermöglichen.

Eine Variante kann sein, das Überlaufen aus der Rinne in die Fläche erst bei Wasserständen von mehr als 12,9 m ü. NHN zuzulassen. Damit sinkt die Wahrscheinlichkeit für eine Überflutung der Fläche *Ravenpoll* aber stark ab.

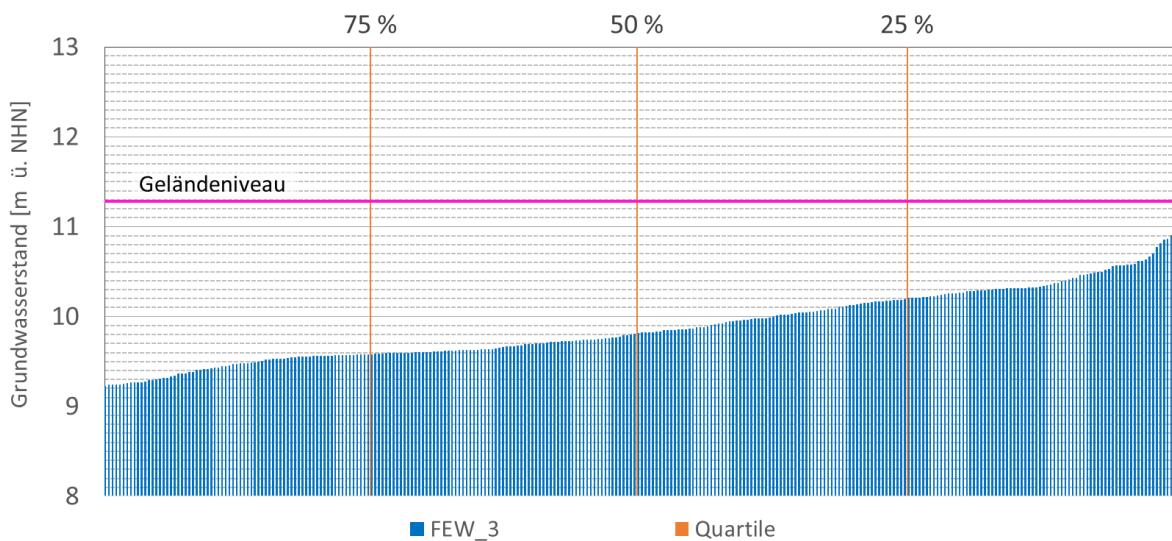
Abb. 40:
Erweiterung der Rinne *Schaar 2* über den Durchstich hinaus nach Osten bis zur Fläche *Ravenpoll*



In den tief liegenden Rinnenabschnitten südlich des Suchraums Schaar (Geländehöhe etwa 11,4 m ü. NHN) könnten Bohrungen zur Verbesserung des Grundwasseranschlusses angelegt werden (Schaar W und Schaar E, vgl. Abb. 37). Diese Bohrungen können bei Hochwasser möglicherweise eine schnellere Flutung dieser Bereiche fördern, sind allerdings ohne Hochwassereinfluss nicht wirksam, weil sie außerhalb ausgeprägter Hochwasserereignisse oberhalb der erreichbaren Grundwasserstände liegen (vgl. Abb. 41, außerdem Abschnitt 2.1.4 oben). Artesischer Austritt von Grundwasser beginnt ab einem Grundwasserstand von 11,4 m ü. NHN.

Auch wenn man die notwendigen Anpassungen durch die Lage der Punkte Schaar W und Schaar E im Potenzialfeld relativ zu der verwendeten Messstelle FEW_3 berücksichtigt, lässt sich keine Wirksamkeit der Bohrungen außerhalb von Hochwasserereignissen nachweisen. Die Maßnahme wäre über 90 % des Jahres unwirksam.

Abb. 41:
*Häufigkeitsverteilung der Grundwasserstände an der Messstelle FEW_3
 magentafarbene: Geländeniveau an den Punkten Schaar E und Schaar W
 (für Schaar W ist eine Anhebung des Grundwasserstands um 0,3 m zu berücksichtigen)*



Machbarkeit: Herstellung von Flutbereichen im Suchraum Schaar

Die Maßnahme wird innerhalb des Naturschutzgebiets *Emmericher Ward* umgesetzt. Für die Herstellung von Rinnen und Mulden muss eine Befreiung von Verbotstatbeständen gemäß § 75 LNatSchG beantragt werden (vgl. auch Abschnitt 2.1). Der Eingriff besteht in einer Störung bestehender Verhältnisse durch Einrichtung einer Baustraße, Entfernung von Aufwuchs und den Abtrag von Boden bis zu einer Tiefe von ca. 1 m. Das Vorhandensein schutzwürdiger Böden muss geprüft werden. Durch die Herstellung der Bohrungen entstehen weitere Umweltbelastungen durch Erschütterungen und Lärm.

Für die Herstellung einer Leitung DN 500 als Durchstich durch die Verwallung muss die Verwallung im Bereich der Querung temporär abgetragen werden. Wenn sichergestellt werden kann, dass es sich bei der Verwallung nicht um funktionale Elemente eines Deichs handelt, muss für den Eingriff keine Genehmigung nach DSchVO beantragt werden.

Mit dem Eigentümer der Flächen muss ein privatrechtlicher Vertrag über die Nutzung der Flächen für den angegebenen Zweck geschlossen werden.

Das Vorhaben ist hinsichtlich öffentlichen Rechts genehmigungsfähig.

Der Abtrag von Boden, die Herstellung einer Leitung in offener Bauweise und die Herstellung von Bohrungen sind übliche Baupraxis.

Die technische Machbarkeit ist gegeben.

Mit der Herstellung der Flutbereiche *Schaar 1* und *Schaar 2* wird das Retentionsvermögen der Zielkulisse deutlich gesteigert und das Zeitfenster, in dem genügend Feuchtigkeit zur Verfügung steht, vergrößert. In Verbindung mit Bohrungen, die Grundhochwasser in die Senken eintreten lassen, ist eine schnellere Flutung der Rinnen möglich, allerdings ist diese Maßnahme nur sehr selten wirksam. Der Anteil wertvoller Uferrandbereiche wird gesteigert.

Es ist außerdem denkbar, die Maßnahme nach Osten zu erweitern.

Die angestrebten Ziele können erreicht werden.

Für die Herstellung der Mulden *Schaar 1* und *Schaar 2* (ohne östliche Erweiterung) und den temporären Abtrag des Durchstichs in der Verwallung werden Kosten für die Bewegung (Lösen und Laden) von 23.000 m³ Bodenmaterial von 345.000 € angenommen. Für die

Herstellung einer Leitung DN 500 zum Durchstich der Verwallung incl. Ein- und Auslassbauwerk werden Aufwendungen von 10.000 € angenommen, für die Baustelleneinrichtung, Baufeldfreimachung und Verbauherstellung rund 60.000 €. Für Bohrungen zur Herstellung des Grundwasserkontakts unter Rückflussverhinderung durch ein Kugelventil kommen € 6.000 pro Bohrung hinzu.

Der **angenommene gesamte Kostenaufwand** für die Maßnahme (ohne Osterweiterung) beträgt in Summe **427.000 € (netto)**.

Fazit: Die Wiederherstellung von Flutbereichen im Suchraum Schaar durch Anlage von zwei Flutbereichen, einem Durchstich und zwei unterstützende Bohrungen ist **machbar**.

3 Zusammenfassung

Für die Zielkulisse wurden Maßnahmen aus den Varianten

- Wassereinleitung und
- Wiederherstellung von Flutbereichen

an konkreten Beispielen auf Machbarkeit geprüft. Die Ergebnisse werden im Folgenden tabellarisch aufgelistet und einzeln bewertet.

Tab. 7: Machbarkeit von Maßnahmen zur Einleitung von Oberflächen- und Grundwasser

Wassereinleitung					
Art der Maßnahme	Genehmigungs-fähigkeit	Techn. Machbarkeit	Zielerreichung	Kostenaufwand gesamt (netto)	Machbarkeit
Einleitung von Rheinwasser aus dem Yachthafen in den Zuggraben oder benachbarte Flächen	ja	ja	ja	600.000 €	ja (Pumpe)
Einleitung von Rheinwasser aus dem Abgrabungsgewässer C in die Fläche <i>Ravenpoll</i>	ja	ja	ja	310.000 €	ja (Pumpe)
Betrieb einer solargestützten Grundwasserförderung in den Monaten März bis Oktober	ja	ja	ja	26.000 €	ja
Herstellung von artesischem Grundwasseraufstieg in Geländesenken	ja	ja	ja	15 € pro m³ Boden, 6.000 € pro Bohrung	ja

Die **Einleitung von Rheinwasser** in die Emmericher Ward bietet sich überall dort an, wo Ausläufer des Rheins oder ufernahe Gewässer weit ins Hinterland greifen. Das ist zum einen der Yachthafen Emmerich, zum anderen das Abgrabungsgewässer C als Bestandteil der künstlichen Nebenrinne. Hier kann aus dem Yachthafen heraus Wasser in den angrenzenden Innenpolder bzw. aus dem Abgrabungsgewässer in die Grünlandfläche *Ravenpoll* geleitet werden.

Um über einen größeren Zeitraum Wasser in die beiden Bereiche liefern zu können, ist es unumgänglich, eine Pumpstation zu installieren, um das Rheinwasser von einem niedrigeren Niveau fördern zu können. Für beide Bereiche wurde ein vergleichbares Einlassniveau für die Pumpstation als Beispiel gewählt. Die nutzbaren Zeiträume sind daher gleich.

Mit dieser Maßnahme wird es möglich, **an 164 Tagen im Jahr** (45 % der Zeit) Wasser aus dem **Yachthafen** bzw. dem **Abgrabungsgewässer C** in den Polder Emmericher Ward zu pumpen und die Durchfeuchtung des Oberbodens im Umfeld der Einleitstelle zu verbessern. Während der Brutzeit der Wiesenvögel im Zeitfenster zwischen März und Juni kann in über der Hälfte des Zeitraums (70 Tage von 122) Wasser gefördert werden. Rein rechnerisch wäre es möglich, die wesentlichen an den Zuggraben angeschlossenen Mulden in etwa 10 Tagen mit Wasser aus dem Rhein zu fluten.

Die **Einrichtung von Pumpstationen** zur Versorgung des Innenpolders/des Zuggrabens oder der Fläche *Ravenpoll* mit Rheinwasser ist eine **empfehlenswerte Maßnahme**.

Es ist weiterhin wünschenswert, eine bereits für das Frühjahr angedachte solargestützte Grundwasserförderung länger nutzen zu können, um den Wasserhaushalt des Oberbodens über einen längeren Zeitraum durch Grundwasser zu stützen. Die Reichweite der Grundwasserabsenkung bei einer Förderung von bis zu etwa 300.000 m³/a bleibt aufgrund des mächtigen Grundwasserleiters selbst bei Grundwassertiefständen gering. Limitierend für das Vorhaben ist eher die Energieausbeute der Solaranlage bei niedrigen Sonnenständen. Nach den vorliegenden Informationen ist es aber möglich, die **solargestützte Grundwasserförderung** über den **Zeitraum von März bis Oktober** aufrecht zu erhalten. Die Anlage muss in einer hochwasserfreien Position aufgebaut werden. Aufgrund des geringen finanziellen Aufwands für den Bau und der kostenneutralen Energieversorgung ist der Betrieb solargestützter Brunnen über einen langen Zeitraum **eine bevorzugt empfehlenswerte Maßnahme**.

Bestehende Rinnen und Mulden innerhalb des Polders Emmericher Ward können durch Vertiefung Anschluss an artesisch aufsteigendes Grundwasser erhalten. Um in wenigstens 80 % des gesamten Jahres eine **Wasserführung von wenigstens 0,3 m** innerhalb der Gerinne zu erreichen, ist eine **Sohlvertiefung zwischen 1,5 m und 2 m** notwendig.

Tab. 8: Machbarkeit von Maßnahmen zur Wiederherstellung von Flutbereichen

Wiederherstellung von Flutbereichen					
Art der Maßnahme	Genehmigungs-fähigkeit	Techn. Machbarkeit	Zielerreichung	Kostenaufwand gesamt (netto)	Machbarkeit
Wiederherstellung von Flutbereichen in den Suchräumen <i>Strang 1</i> und <i>Strang 2</i>	ja	ja	ja	555.000 €	ja
Umgestaltung eines Abschnitts des Zuggrabens im Suchraum <i>Schleuseweide</i>	ja	ja	ja	15 € pro m ³ Boden, 9.000 € für ein Klappwehr	ja
Herstellung von zwei Flutbereichen im Suchraum <i>Schaar</i>	ja	ja	ja	427.000 €	ja

Der Polder Emmericher Ward hat in historischer Zeit durch Auffüllung von Senken viel Potenzial verloren einströmende Hochwässer aufzunehmen. Mit dem Abtrag von Oberboden können Teile der ehemals bestehenden Flutbereiche wiederhergestellt werden. Im Einzelnen wurden Maßnahmen zur Eintiefung von Mulden nahe des *Strangs* (Suchräume *Strang 1* und *Strang 2*) sowie im Suchraum *Schaar* untersucht, außerdem eine Maßnahme zur Umgestaltung des Zuggrabens im Suchraum *Schleuseweide* im Innenpolder.

Mit der Wiederherstellung der beiden **Fluträume im Bereich des Strangs** ist im Jahresverlauf **an durchschnittlich 88 Tagen** damit zu rechnen, dass die Mulden von Hochwässern des Rheins erreicht werden. Sehr großes Potenzial hat auch die Wiederherstellung von **Fluträumen im Bereich des Suchraums Schaar**. Hier bestehen **mehrere Möglichkeiten**, durch Erweiterung des unbenannten südlichen Gerinnes nach Osten Hochwässer in unterschiedliche Bereiche des Polders zu führen. Beispielhaft wurde der Anschluss eines einzutiefenden Bereichs im Suchraum *Schaar 1* diskutiert, der über einen Durchstich durch einen Verwallungsbereich an die erweiterte unbenannte südliche Rinne angeschlossen werden könnte. Auch in diesem Bereich ist kann von einer **Überflutungshäufigkeit von durchschnittlich 88 Tagen im Jahr** ausgegangen werden.

Durch die **Umgestaltung des Zuggrabens im Suchraum Schleuseweide** in Form einer Eintiefung um 1,5 m und Fältelung des Gerinnes ist erreichbar, dass der Zuggraben in diesem Bereich **an 200 Tagen des Jahres** im Dezimeterbereich **grundwasserbürtiges Wasser** führt. Die Maßnahme kann durch Einrichtung der Pumpstation am Yachthafen ergänzt werden, die die Füllung des Gerinnes durch Oberflächenwasser unterstützt.

Die **Wiederherstellung von Flutbereichen** ist eine **empfehlenswerte Maßnahme**. Insbesondere die **Maßnahme Schaar** ist aufgrund der zahlreichen denkbaren Varianten und die große Strahlbreite **bevorzugt zu empfehlen**.

Die sieben untersuchten Maßnahmen konnten alle als machbar eingestuft werden.

Ergänzend wird darauf hingewiesen, dass die zur Erarbeitung der Machbarkeitsstudie angenommenen Trassenführungen, Bemaßungen von Bauwerken und Hinweise zur notwendigen Maschinentechnik aus abgeschlossenen Baumaßnahmen abgeleitet wurden und exemplarisch zu verstehen sind. Angaben sind richtungsweisend, aber nicht verbindlich. Insbesondere die Lage der Trassen kann und muss bei Aufnahme der Ingenieursplanung den Notwendigkeiten angepasst werden können.

Verbindliche Annahmen zur Lage von Trassen, Bauwerksabmessungen und Auslegung von Maschinentechnik werden **in der HOAI-Leistungsphase 2** (Vorplanung) getroffen. Dann ist auch eine Kostenschätzung nach HOAI möglich.

Essen, den 18.06.2020

Lippe Wassertechnik GmbH

ppa. 

Dipl.-Geol. Dr. Johannes Meßner

i. V. 

Dipl.-Geol. Dr. Sabine Cremer

4 Quellenverzeichnis (Stand 06/2020)

- [1] Landschaftsplanung des Kreises Kleve; Stand: Mai 2020
<https://www.kreis-kleve.de/de/fachbereich6/landschaftsplanung/>
- [2] Ordnungsbehördliche Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Emmericher Ward“ in der Stadt Emmerich, Kreis Kleve; Bezirksregierung Düsseldorf, Az.: 51.2.01.02.21. - Düsseldorf, den 7. März 2005
- [3] Florian Patti: Modellierung der Stromerzeugung aus Photovoltaik in Deutschland. – Diplomarbeit an der Technischen Universität Graz; 2012
<https://diglib.tugraz.at/download.php?id=576a7f30bfa0d&location=browse>