

Konzept zur naturnahen Umgestaltung der Werre einschließlich Sielwehr (Flusskilometer 4,1 bis 9,0)



Auftraggeber



Stadt Bad Oeynhausen

Schwarzer Weg 6

32549 Bad Oeynhausen

Bearbeiter



Ingenieurbüro Wolfgang Klein

Dorfstr. 10

59555 Warstein-Allagen

Warstein-Allagen, im März 2020



Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung / Bearbeitungsumfang / Planungshistorie	1
2	Das Untersuchungsgebiet	4
3	Beschreibung des Ist-Zustandes	5
3.1	Allgemeines.....	5
3.2	Historie des Standortes	5
3.3	Das Sielwehr heute	6
3.4	Naturräumliche Begebenheiten	8
3.5	Die Werre in Bad Oeynhausen.....	9
3.6	Die Werre in Löhne	11
3.7	Der Kokturkanal	14
3.8	Die Aue und die Landschaftsnutzung	17
4	Gewässertyp und Leitbild	21
5	Beschreibung der geplanten Maßnahmen.....	26
5.1	Gewässerbauliche Maßnahmen an der Werre	26
5.1.1	Gewässerabschnitt A1 Kaarbach bis Sielwehr bzw. Sohlgleite (Stat. 4+046 - 4+466) 27	
5.1.2	Gewässerabschnitt A 2 Sohlgleite (Stat. 4+466 – 4+756).....	28
5.1.2.1	Umgestaltung Sielwehr Variante ohne Hochwasserentlastungsgraben	28
5.1.2.2	Umgestaltung Sielwehr Variante mit Hochwasserentlastungsgraben	33
5.1.2.3	Variantenfindung	35
5.1.3	Gewässerabschnitt A 3 Sielwehr bis Löhne (4+756 – 8+566).....	37
5.2	Bauliche Umsetzung	40
5.2.1	Umsetzungsschritt 1 Abschnitt von Fluss-km 4,1 (Karbachmündung) bis 5,7 (Werreknie)	41
5.2.2	Umsetzungsschritt 2 Abschnitt von Fluss-km 4,1 (Werreknie) bis 9,0.....	41
5.3	Folgemaßnahmen	42
5.3.1	Wasserversorgung des Kokturkanals und Anbindung Mittelbach	42
5.3.1.1	Bestandssituation Kokturkanal und Mittelbach	42
5.3.1.2	Maßnahmenbedingte Veränderungen an Mittelbach und Kokturkanal.....	45
5.3.2	Wasserversorgung und Gestaltung der Teichanlagen im Sielpark.....	47
5.3.3	Anbindung des Voßsieksbaches und der nördliche und südlich einmündenden Regenwasserkanäle.....	52



5.4	Hochwasserschutzkonzept.....	57
5.4.1	Aktueller Hochwasserschutz, Bestandssituation.....	57
5.4.2	Geplante Maßnahmen, Auswirkungen auf den Hochwasserschutz	58
5.4.3	Ergänzende Maßnahmen zum Hochwasserschutz.....	59
5.4.3.1	Maßnahmen im Zusammenhang mit der Umgestaltung des Sielwehres ..	60
5.4.3.1.1	Verbreiterung des Fließquerschnittes am Beginn der Sohlgleite	62
5.4.3.1.2	Entlastung der Werre durch Flutung des Sielparks, Teilabtrag der Deiche 63	
5.4.3.1.3	Bypass Durchlass Straße „Am Kockturkanal“	64
5.4.3.1.4	Flutrinnen.....	65
5.4.3.2	Anwendung der Mündungsformel.....	67
5.4.3.3	Verringerung der Basisabgabe am HRB Löhne.....	67
5.4.3.4	Örtlich begrenzte Schutzmaßnahmen	68
5.4.4	Retentionsraumbilanz.....	74
5.5	Wegeführung.....	74
6	Auswirkung der geplanten Maßnahmen auf Wasser- und Grundwasserstände	79
6.1	Vergleich der Wasserspiegellagen Werre Bestand – Planung	79
6.1.1	Vergleich der Wasserspiegellagen Bestand-Planung für das HQ20	80
6.1.2	Vergleich der Wasserspiegellagen Bestand-Planung für das HQ100	81
6.2	Auswirkungen der geplanten Maßnahmen auf die Grundwasserstände	82
6.2.1	Auswirkungen auf die Grundwasserstände nach Umsetzungsschritt 1	84
6.2.2	Auswirkung auf die Grundwasserstände nach Umsetzungsschritt 2 (Endzustand).....	85
7	Ermittlung des Kostenrahmens der einzelnen wasser-wirtschaftlichen Teilmaßnahmen	86
	Literaturverzeichnis	88



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersichtskarte, Untersuchungsgebiet gekennzeichnet (Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW, 2012)	4
Abbildung 2: Übersichtslageplan	4
Abbildung 3: Sielwehr in Bad Oeynhausen, Blick gegen Fließrichtung	7
Abbildung 4: Sielwehr mit Fischpass (Luftbild Sept. 2019)	8
Abbildung 5: Stauhaltung am Sielwehr, Blick gegen Fließrichtung	10
Abbildung 6: Stauabsenkung 2006, Blick in Fließrichtung	10
Abbildung 7: Tief eingeschnittene Werre unterhalb des Sielwehrs, Blick gegen FR von der Brücke am Reitplatz aus gesehen	11
Abbildung 8: Querprofil der Werre	11
Abbildung 9: Bearbeitungsabschnitt der Werre von Löhne bis Bad Oeynhausen, Luftbild (Ingenieurbüro Queisser + Gschwandtl 2019)	12
Abbildung 10: Werre oberhalb der L 860 (Brückenstraße) in Löhne (Foto: September 2011)	12
Abbildung 11: Luftbild mit Blick in östliche Richtung auf die Werre und BAB 30	13
Abbildung 12: Luftbild mit Blick in westliche Richtung auf die Werre	13
Abbildung 13: Werre oberhalb der neuen A 30; Blick in Fließrichtung	14
Abbildung 14: Werre oberhalb der Lübbecke Straße; Blick in Fließrichtung	14
Abbildung 15: Kokturkanal und Mittelbach; Lageplan Bestand	15
Abbildung 16: Kokturkanal, Anbindung an die Werre; Blick gegen die Fließrichtung	15
Abbildung 17: Brückenbauwerk an der Straße „Am Kokturkanal“, Blick vom nördlichen Ufer gegen die Fließrichtung	16
Abbildung 18: Profil des Kokturkanals oberhalb des Einlaufs in das Turbinenhaus	16
Abbildung 19: Gegenüberstellung der Darstellungen aus der Preußischen Uraufnahme (oben), der Preußischen Neuaufnahme (Mitte) und der DTK10 (unten). © Geobasis NRW 2013	18
Abbildung 20: Lageplan mit Darstellung der einmündenden Gewässer	20
Abbildung 21: Habitate und ausgewählte charakteristische Arten des Kiesgeprägten Flusses des Deckgebirges. Schematische und überhöhte Darstellung. (MUNLV, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW, 2003)	21
Abbildung 22: Typendiagramm des Kiesgeprägten Flusses des Deckgebirges (MUNLV, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW, 2003)	22
Abbildung 23: Mäandrierender, kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges (MUNLV, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW, 2003)	25
Abbildung 24: Übersicht der Gewässer- und Bauabschnitte	27
Abbildung 25: Aufweitung der Werre im Bereich der Kaarbachmündung (Quelle: UIH 2013)	27
Abbildung 26: Gewässerquerschnitt an der Gleitenkrone	30
Abbildung 27: Lageplan Konzeptplanung Abschnitt A2, Bereich Sohlgleite	31
Abbildung 28: Chronologische Bildstrecke eines Raugerinnes mit Beckenstruktur am Beispiel der Wäster in Warstein, Kreis Soest	32
Abbildung 29: 3D Visualisierung der geplanten Sohlgleite (KuBuS Freiraumplanung GmbH & Co. KG)	33
Abbildung 30: Querschnitt am Beginn der Sohlgleite mit Hochwasserentlastungsgraben	34



Abbildung 31: Lageplan Sohlgleite mit Hochwasserentlastungsgraben	34
Abbildung 32: Überhöhter Längsschnitt im Bereich des Sielwehres (IWUD 2019).....	36
Abbildung 33: Schematische Darstellung des aktuellen Längsverlaufs der Werre von Bad Oeynhausen bis Löhne.....	37
Abbildung 34: Schematische Darstellung des geplanten Längsverlaufs der Werre von Bad Oeynhausen bis Löhne.....	38
Abbildung 35: Schematische Darstellung des vorhandenen und geplanten Werreprofils	38
Abbildung 36: Vergleich der Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten beim vorhandenen und geplanten Werreprofil	39
Abbildung 37: Schematische Darstellung des 1. BA im Längsprofil	41
Abbildung 38: Schematische Darstellung des 2. BA im Längsprofil	42
Abbildung 39: Höhen, Lauflängen, markante topografische Punkte zur Orientierung und das Talbodengefälle des Mittelbachs (UIH Planungsbüro, 2002)	43
Abbildung 40: Unterlauf des Mittelbachs, Blick von der Fußgängerbrücke gegen die Fließrichtung	44
Abbildung 41: Das Sielwehr, Sielwehrbrücke sowie die Anbindungsbereiche von Kokturkanal und Mittelbach.....	44
Abbildung 42: Lageplan Konzept – Umgestaltung der Anbindungsbereiche von Mittelbach und Kokturkanal	45
Abbildung 43: Lageplan Bestand - Teichanlagen 1 + 2, mit zu und Ablaufsystemen	47
Abbildung 44: Längsschnitt Ententeich.....	48
Abbildung 45: Teich 1, bei Vermessungsarbeiten am 31.08.2017; Blick vom Westen über die Gewässerachse.....	48
Abbildung 46: Teich 1 am 18.04.2018 / Entnahmebauwerk (Mönch) im östlichen Rand des Gewässers, Aufenthaltseinrichtung am südliche Gewässerrand.....	49
Abbildung 47: Teich 2 am 13.04.2018 / Blick vom Osten die Gewässerachse bzw. Blick auf eine verlandete Uferbucht	49
Abbildung 48: Teich 1 mit neu konzipiertem Zulaufsystem	50
Abbildung 49: Frei fließendes und reich strukturiertes Zulauf - Gewässersystem	51
Abbildung 50: Konzept Teich 1 bei abgesenkter Wasserspiegellage (ca. 46,50 m ü. NN)	51
Abbildung 51: Lageplan Bestand, Einleitung Voßsieksbach	52
Abbildung 52: Voßsieksbach; Blick in Fließ-richtung in Höhe des Kanutenwegs	53
Abbildung 53: Einleitung des Voßsieksbaches im Bereich der nördlichen Werreböschung	53
Abbildung 54: Einleitung Regenwasserkanal DN 1200	53
Abbildung 55: Einleitung Regenwasserkanal DN 800	53
Abbildung 56: Einleitung RW-Kanal DN 1400, Blick in nördliche Richtung.....	54
Abbildung 57: Einleitung RW-Kanal DN 1400, Blick in südliche Richtung	54
Abbildung 58: Konzept A Voßsieksbach.....	55
Abbildung 59: Konzept B Voßsieksbach.....	55
Abbildung 60: Konzeptdarstellung geplante Einleitungsstellen der Regenwasserkanäle	56
Abbildung 61: Darstellung der Überschwemmungsbereiche beim HQ ₁₀₀ (Ist-Zustand) von Löhne bis Bad Oeynhausen	57
Abbildung 62: Darstellung der Überschwemmungsbereiche beim HQ ₁₀₀ (Ist-Zustand) von Löhne bis Bad Oeynhausen	58
Abbildung 63: Darstellung der Überschwemmungsbereiche beim HQ ₁₀₀ (Planungs-Zustand) von Löhne bis Bad Oeynhausen.....	60



Abbildung 64: Luftbild mit Darstellung des Geländemodells	62
Abbildung 65: Dammbatrag an der Werre und dem Kokturkanal	64
Abbildung 66: Luftbild mit Darstellung des geplanten Bypasses in der Straße „Am Kokturkanal“	65
Abbildung 67: Luftbild mit Darstellung des geplanten Bypasses in der Straße „Am Kokturkanal“	66
Abbildung 68: Überflutungsflächen im Ist- und Planungszustand beim HQ ₁₀₀ im Bereich des Werrekniees	70
Abbildung 69: Sanierungsvariante 1	71
Abbildung 70: Sanierungsvariante 2	72
Abbildung 71: Lageplan Bestand mit Rad-/Fußwegeverlauf in Gelb, unterer Bereich	75
Abbildung 72: Lageplan Bestand mit Rad-/Fußwegeverlauf in Gelb, oberer Bereich	75
Abbildung 73: Luftbild mit Blick in Fließrichtung auf die Werre unterhalb der K 8.....	76
Abbildung 74: Lageplan Planung mit Rad-/Fußwegeverlauf in rot, unterer Bereich	77
Abbildung 75: Lageplan Planung mit Rad-/Fußwegeverlauf in rot und hellgrün, oberer Bereich	77
Abbildung 76: Tabelle 4-2 Ranking der Auswirkungserheblichkeitsbewertung der einzelnen Varianten (Schmidt und Partner, 2017)	83
Abbildung 77: Tabelle 2-3 Im Jahr 2017 untersuchte und bewerte Varianten (/5-8/) (Schmidt und Partner, 2017)	83
Abbildung 78: Auswirkung der Variante 7GK, Lageplandarstellung (Schmidt und Partner, 2017).....	84
Abbildung 79: Räumliche Ausdehnung der Variante 4NK, Lageplandarstellung (Schmidt und Partner, 2017)	85



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Hauptabflusswerte der Werre im Bereich Sielwehr [Gewässerkundliches Jahrbuch 2010*].....	9
Tabelle 2: Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges – morphologische Charakterisierung (MUNLV, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW, 2003)	23
Tabelle 3: Bemessungshochwasserabflüsse des Mittelbachs unterhalb der Einmündung Osterbach.....	43
Tabelle 4: Vergleich der Wasserspiegellagen Bestand – Planung HQ20 (1. und 2. Bauabschnitt)	80
Tabelle 5: Vergleich der Wasserspiegellagen Bestand – Planung HQ100 (1. und 2. Bauabschnitt)	81
Tabelle 6: Kostenrahmen der einzelnen wasserwirtschaftlichen Teilmaßnahmen.....	86

Anlagen

- Anlage 1.1 Lageplan Einzelmaßnahmen
- Anlage 1.2 Tabelle Einzelmaßnahmen
- Anlage 2 Abflusstabelle Bez.-Reg Detmold
- Anlage 3 Lageplan Schnittlagen für Tabelle Vergleich der Wsp.-Lagen

Anlage 4 Kostenrahmen

- Anlage 4.1 Anbindung / Gestaltung des im Bereich der Stadtgrenze südlich in die Werre mündenden Altgewässers
- Anlage 4.2 Anbindung Mittelbach/ Kokturkanal
- Anlage 4.3 Anbindung des Voßsiekbaches und Verfüllung / Verdämmung des alten Verlaufs einschl. Verrohrung (150 m DN 800)
- Anlage 4.4 Kanalbau (Verlängerung Kanal Richtung Löhne (Südseite) und Verlängerung RW - Kanäle auf der Nordseite
- Anlage 4.5 Wegeplanung Gesamt
- Anlage 4.6 Örtlich begrenzte Schutzmaßnahmen
- Anlage 4.7 Gewässerbaumaßnahmen oberhalb des Werrekies (Stat. 5+666 bis 9+100)
- Anlage 4.8 Profilaufweitung unterhalb des Sielwehres (Entwurf UIH)
- Anlage 4.9 Gewässerbaumaßnahmen oberhalb Sielwehres bis zum Werreknie (Stat. 4+750 bis 5+666)
- Anlage 4.10 Umgestaltung Sielwehr (Stat. 4+416 bis 4+760)
- Anlage 4.11 Ergänzende Maßnahmen
- Anlage 4.12 Neubau Brücke am Sielwehr



Zeichnerische Darstellung

	Blatt	Maßstab
Übersichtslageplan Bestand	1	1 : 5.000
Lageplan Bestand, Bauabschnitt 1	2	1 : 2.000
Lageplan Bestand, Bauabschnitt 2	3a	1 : 2.000
Lageplan Bestand, Bauabschnitt 2	3b	1 : 2.000
Lageplan Planung, Bauabschnitt 1	4	1 : 2.000
Lageplan Planung, Bauabschnitt 2	5a	1 : 2.000
Lageplan Planung, Bauabschnitt 2	5b	1 : 2.000
Längsschnitt Bestand	6	1 : 5.000/250
Längsschnitt Planung, Bauabschnitt 1	7	1 : 5.000/250
Längsschnitt Planung, Bauabschnitt 2	8	1 : 5.000/250
Profile Bestand und Planung, Bauabschnitt 1	9	1 : 500
Profile Bestand und Planung, Bauabschnitt 2	10	1 : 500



1 Aufgabenstellung / Bearbeitungsumfang / Planungshistorie

Für die Städte **Bad Oeynhausen** und **Löhne** als Anrainer der Werre, sollen Lösungsmöglichkeiten zur Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit sowie zur allgemeinen Verbesserung der ökologischen Verhältnisse der Werre sowie zum Hochwasserschutz erarbeitet werden.

Für den gesamten Projektraum von Fluss-km **4,1 bis 9,0** sind neben den Maßnahmen zur Herstellung der **Durchgängigkeit** und zur **Verbesserung der Strukturvielfalt der Werre** die Aspekte der Hochwassersicherheit und des **Hochwasserschutzes** sowie der **Wegeführung** zu betrachten und zu bewerten. Dabei sind die vorliegenden Ergebnisse der **Grundwassermodellierung**, der **zweidimensionalen Strömungsberechnungen** und umweltfachliche Bewertungen bzgl. Natur- und Landschaftsschutz zu berücksichtigen. Aus den projektierten Maßnahmen resultieren Folgemaßnahmen, die ebenso zu erfassen und zu beschreiben sind.

Für alle Teilmaßnahmen ist jeweils ein Kostenrahmen abzuschätzen.

Die in den folgenden Kapiteln dargestellten und erläuterten Detailaspekte gliedern sich auf Grundlage des folgenden Bearbeitungsschemas:

- Sichtung und Aufbereitung vorhandener Berichte und Gutachten
- Abstimmung der Zielvorstellungen mit zuständigen Fachbehörden, Verwaltung und Politik
- Entwicklung eines Konzepts zur naturnahen Umgestaltung der Unteren Werre einschl. Sielwehr
- Entwicklung eines Hochwasserschutzkonzeptes
- Wegeführungen (hier: insbesondere Rad-/Fußwege)
- Folgemaßnahmen (hier: u.a. Nebengewässer, Kanalsysteme, Brücken und Durchlassbauwerke, etc.)
- Ermittlung eines Kostenrahmens der einzelnen Teilmaßnahmen

Es ist an dieser Stelle zu erwähnen, dass sich die im Kapitel 3 aufgeführten Erläuterungen (Ist-Zustand und Historie) im Wesentlichen an die Darstellungen aus der Mehrvariantenanalyse zur Umgestaltung des Sielwehres und Werre in Bad Oeynhausen und Löhne anlehnen (Ingenieurbüro Klein, 2014).

Planungshistorie

Im Jahr 2004 wurde das „Gesamtkonzept zur Optimierung wasserwirtschaftlicher Zielsetzungen im Gewässer- und Auenbereich der Werre zwischen Bad Oeynhausen und Löhne“ im Auftrag des Werre-Wasserverbandes (NZO, 2004) vorgelegt. Es empfiehlt eine Vollabsenkung der Werre durch Beseitigung der beweglichen Teile des Sielwehres mit am Leitbild orientierter Laufverlängerung sowie der Neuanlage von Deichen. Zur Bewertung der Auswirkungen der Grundwasserabsenkung im Oberstrom des Wehres wird gleichzeitig die Durchführung eines Grundwasser-Monitorings angeregt.



Dieses Monitoring erfolgte im Sommer 2006 (Schmidt und Partner, 2006) im Zuge der Erstellung des Gutachtens „Werre-Aue, Sielwehr bis BAB 30“ (Sönnichsen und Partner, 2006). Als Ergebnis werden umfangreiche Deichneubaumaßnahmen im Hinterland sowie eine Teilabsenkung der Sielwehres (um 1,35 m) bei gleichzeitiger naturnaher Gestaltung der Werre mit am Leitbild orientierter Laufverlängerung (Naturwerre) empfohlen. Die Verfügbarkeit der für den Deichneubau / die Naturwerre benötigten Flächen wird jedoch kritisch betrachtet. Daher wird mit Teilabsenkung des Wehres für eine Übergangszeit die Errichtung einer Sohlschwelle im Bereich der BAB 30 vorgeschlagen. Damit soll die Bebauung im Löhner Stadtteil Obernbeck vor schädlichen Einflüssen durch die Grundwasserabsenkung geschützt werden.

Aufgrund der negativen Berichterstattung der lokalen Medien, den Widerständen aus der örtlichen Bevölkerung sowie der resultierenden Ablehnung der Lokalpolitik wurden die Planungen zur Teilabsenkung des Sielwehres in den folgenden Jahren nicht weiterverfolgt. Dies änderte sich vor dem Hintergrund der gezielten Förderung regenerativer Energien durch die Landesregierung NRW. Vorgeschlagen wurde der Einbau einer Wasserkraftanlage bei gleichzeitiger Absenkung des Sielwehres (um mindestens 0,8 m).

In diesem Zusammenhang wurden im Jahr 2014 in einer Mehrvariantenanalyse Lösungsvorschläge erarbeitet, wie die Nutzung der Wasserkraft mit den Belangen des Naturschutzes und dem Schutz der Gewässer gem. den Zielen der EG-WRRL zu vereinbaren sind (Ingenieurbüro Klein, 2014).

Aus dieser Variantenprüfung resultierte eine Vorzugsvariante, die die Installation einer neuartigen Wasserkrafttechnologie am Sielwehrstandort und die Absenkung des derzeitigen Stauwasserstandes um 0,8 m vorsieht.

Neben der Möglichkeit Strom aus Wasserkraft zu produzieren und damit einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, können auch gewässerökologische Verbesserungen wie z. B. die Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit und die naturnahe Umgestaltung der Werre optimal umgesetzt werden.

Die Variante mit Wasserkraftnutzung musste aber im Jahr 2016 aufgrund geänderter zuwendungsrechtlicher Vorgaben verworfen werden.

Im Zuge der Erarbeitung des Berichts zur Bewertung der Auswirkungsintensitäten der Grundwasserabsenkungen (Schmidt und Partner, 2017) wurde festgestellt, dass die vom Büro Sönnichsen und Partner für eine Übergangszeit vorgeschlagene Errichtung einer Sohlschwelle im Bereich der BAB 30 (Sönnichsen und Partner, 2006) nicht ausgeführt werden sollte, da erhebliche Wohnungsbaubereiche und alle grundwasserrelevanten Schutzgüter durch eine Überschreitung der Erheblichkeitsschwellen betroffen wäre.

Als Ergebnis einer umfassenden Variantenanalyse (Schmidt und Partner, 2017) wurde die Variante 7GK für den Übergangszeitraum vorgeschlagen. Diese Variante beinhaltet die Teilabsenkung am Sielwehr um 0,8 m auf 46,86 und die Herstellung einer temporären Grundschwelle nahe dem Sielwehr. Die Gewässersohle der Werre zwischen dem Sielwehr und der Grundschwelle wird auf diesem Abschnitt angehoben (s. auch Kapitel 6.2.1).

Die damaligen Planungen mit Wasserkraftanlage belegten, dass der dort vorgesehene Obergraben maßgeblich am Abflussgeschehen teilnahm und sich dadurch die



Abflussbedingungen aus Sicht des Hochwasserschutzes im Oberwasser des Sielwehres verbesserten.

Nachdem die Wasserkraftnutzung planerisch nicht mehr weiter verfolgt werden sollte, wurden verschiedene Varianten untersucht, die zum Ziel hatten, die Hochwasserneutralität zu gewährleisten. Die damalige Erkenntnis, dass der Obergraben maßgeblich zu einer hydraulischen Entlastung beitrug, wurde zum Anlass genommen den Obergraben als Hochwasserentlastungsbauwerk als eine Planungsvariante beizubehalten.

Das Ingenieurbüro Queisser + Gschwandtl hat in einem Bericht die untersuchten Varianten zur Umgestaltung des Sielwehres zusammengefasst und bewertet (Queisser+Gschwandtl, 2019a).

In der Bewertungsmatrix sind drei Varianten verglichen worden. Dabei handelt es sich um zwei Varianten mit und einer Variante ohne Hochwasserentlastungsbauwerk. Danach stellt die Variante eines Raugerinnes in Verbindung mit einem Hochwasserentlastungskanal mit einer Gesamtbreite von 90 m die beste Variante dar. Die Wasserspiegellagen beim HQ_{100} können gegenüber dem Ist-Zustand sogar noch geringfügig abgesenkt werden, wenn unterhalb des Sielwehres der rechtsseitige Deich zum Sielpark partiell abgesenkt wird. Die Variante mit einem 125 m breiten Raugerinne ohne Hochwasserentlastungsbauwerk fällt im Variantenvergleich deutlich ab und stellte nach damaliger Sicht keine geeignete Alternative dar.

Von Seiten der Bezirksregierung Detmold bestanden auch nach dieser Analyse noch Bedenken bei der ermittelten Variante. Diese begründeten sich hauptsächlich durch die zu erwartenden Herstellungs- und Unterhaltungskosten (s. auch Kap. 5.1.2.3).

Daraufhin wurden ergänzende Maßnahmen zum Hochwasserschutz entwickelt, die von den ursprünglichen Planungsvorgaben abwichen. Ziel war es, die Abflussbedingungen in Höhe des Engpasses nahe des Sielwehres auch ohne die Anlage des Hochwasserentlastungsgrabens hochwasserneutral zu gestalten. Dabei wurden auch neue Bereiche abseits der Werre in die Planungen mit einbezogen.

Die ergänzenden Maßnahmen sind im Kapitel 5.4.3 beschrieben. In Summe bewirken sie im kritischen Bereich in Höhe des Sielwehres sogar eine geringfügige Absenkung der Wasserspiegellagen beim HQ_{100} . (s. Kap.6.1.2). Die so entwickelte Variante 13 wurde im August 2019 den Behördenvertretern vorgestellt (Queisser + Gschwandtl, 2019b). Sie fand einhellige Zustimmung und soll in weiteren Planungsschritten genehmigungsreif ausgearbeitet werden. In diesem Zuge sollen die ergänzenden Maßnahmen einzeln auf ihre Effektivität hin zu überprüft werden (Kosten-Nutzen).



2 Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt im Nordosten Nordrhein-Westfalens im Stadtgebiet der Städte Bad Oeynhausen (Kreis Minden-Lübbecke) und Löhne (Kreis Herford). Beide Städte bzw. Kreise liegen im Regierungsbezirk Detmold. In der Abbildung 1, Übersichtskarte, ist die Lage des gesamten Untersuchungsgebietes durch ein grünes Rechteck markiert.



Abbildung 1: Übersichtskarte, Untersuchungsgebiet gekennzeichnet (Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW, 2012)

Einen detaillierten Überblick über die räumlichen Gegebenheiten bietet die Abbildung 2, Übersichtslageplan. Die Gewässerstationierung der Werre im Betrachtungsgebiet reicht von km 3+360 bis 9+639 (siehe Blatt 1, „Übersichtslageplan Bestand“). Der betrachtete Gewässerabschnitt weist insgesamt eine Länge von rund 5 km auf. Die Werre fließt im Betrachtungsraum von Westen nach Osten. Das dunkelgrüne Rechteck in Abbildung 2 markiert den Untersuchungsabschnitt auf den Stadtgebieten von Bad Oeynhausen und Löhne.

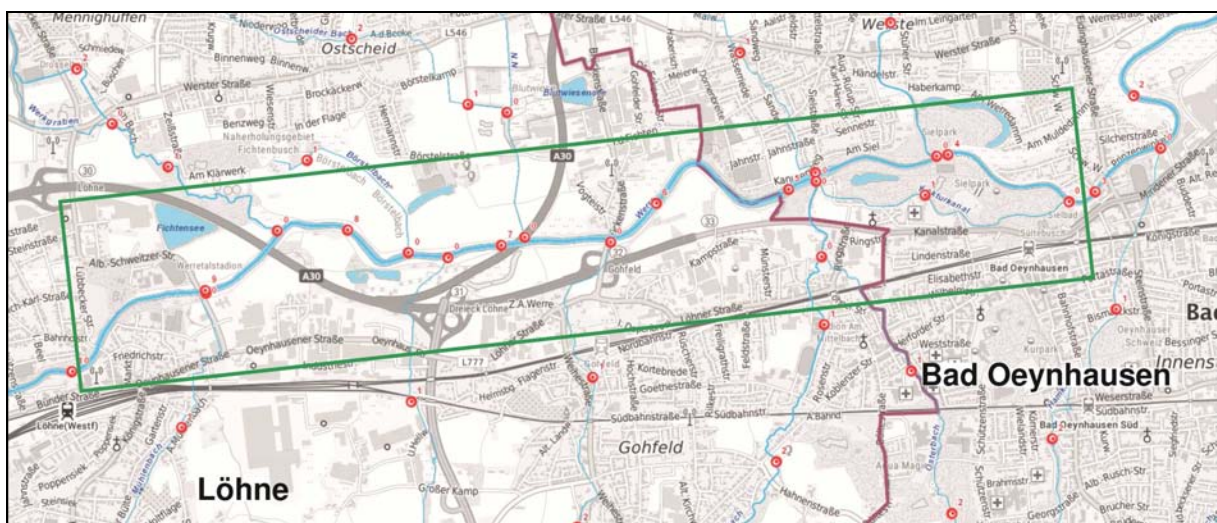


Abbildung 2: Übersichtslageplan



3 Beschreibung des Ist-Zustandes

3.1 Allgemeines

In diesem Kapitel wird neben einer allgemeinen Beschreibung des Sielwehres sowie der Werre und ihrem Umfeld auch eine kurze Übersicht über die historische Entwicklung des Betrachtungsraumes gegeben. Anschließend werden die einzelnen Komponenten detaillierter beschrieben.

Als erweiterte Grundlage wurden – ergänzend zu den bereits vorhandenen Daten – im Bereich des Sielwehres vermessungstechnische Aufnahmen der Werre und ihres Umlandes durchgeführt. Diese büroseitig durchgeführten Aufnahmen dienen als Basis für hydraulische Betrachtungen sowie maßnahmenbedingte Massen- und Kostenermittlungen, die für diese Konzeptuntersuchungen bzw. Planungen durchgeführt worden sind.

3.2 Historie des Standortes

Ursprünglich muss man sich den Unterlauf der Werre als einen in seiner verhältnismäßig breiten Talaue langsam fließenden, stark mäandrierenden Fluss vorstellen. Immer wieder sind Prall- und Gleithang-Situationen mit natürlichen Uferabbrüchen ausgeprägt und Bankbildungen, Totholz sowie weitere natürliche Strukturen im Fluss zu finden. Weite Teilbereiche der Aue sind je nach Überflutungsgeschehen mit charakteristischen Weichholz- und Hartholzauenwäldern (*Salicion albae* und *Alno-Ulmion*) bestanden. Die Werre tritt regelmäßig über die Ufer. Ihr Profil ist im Vergleich zu heute insgesamt deutlich breiter und flacher, der Grundwasserstand in der Aue deutlich höher und weniger großen Schwankungen ausgesetzt.

Im Jahre 1753 wurde dann das erste Sielwehr (Ziel, später Siel = Schleuse, Durchlass) für die Saline „Neusalzwerk“ erbaut. Faschinen, walzenförmige Strauchbündel aus Weidengeflecht, wurden in den Fluss herabgelassen und füllten sich nach und nach mit Sinkstoffen und Steinen, die herangespült wurden. Ziel dieser Stauanlage war und ist es, einen Teil des Werrewassers dem Kokturkanal zuzuführen.

Der Kokturkanal (lat. *Coquere* = kochen, vom Salzkochen in der Saline) wurde im Jahr 1753 von 170 Arbeitern in Handarbeit ausgehoben. Durch diesen Kanal floss das Wasser zum Kunsthaus, in dem es das große Kunstrad mit einem Durchmesser von 6,28 m, einer Breite von 2,82 m und seinen 28 Schaufeln antrieb. Das Rad wiederum trieb über Gestänge Brunnen- und Gradierungspumpen an. Ab 1810 wurden insbesondere auch die Pumpen angetrieben, welche die Sole vom Bülowbrunnen im Sielpark zu den Gradierwerken förderten (Kahre, 1991)

Aufgrund zu hoher Instandhaltungskosten des Faschinenwehres wurde 1808 ein steinernes Überfallwehr errichtet. Dieses hielt den Hochwässern und dem Eisgang deutlich besser stand. 1864 wurde das steinerne Wehr durch ein Nadelwehr ersetzt. Dadurch war es erstmals möglich den Wasserstand je nach Abflussverhältnissen und Wasserbedarf zu regulieren. Im Hochwasserfall konnte man das Wehr komplett „werfen“. D. h. wechselnde Wasserstände, der Sedimenttransport und auch der ökologische Austausch waren zu dieser Zeit noch weitestgehend gegeben.



Auch noch zu Beginn des 20. Jahrhunderts zogen die atlantischen Lachse zu ihren Laichgründen in die Werre. Der Nadelwehraufseher Karl Begemann soll ein geübter Lachsfänger gewesen sein, der oftmals an einem Tag 30 große Lachse im „Lachsfang“, der Fischtreppe neben dem Nadelwehr, gefangen haben soll. Der letzte Werre-Lachs soll 1926 gefangen worden sein (Kahre, 1991).

Im 19. Jahrhundert wurde begonnen durch gezielte wasserbauliche Veränderungen, vor allem durch Laufverkürzungen, einen schnelleren Abfluss der Werre-Hochwässer zu erreichen. Im Gewässerabschnitt zwischen Löhne und Bad Oeynhausen wurden einige Mäanderschleifen durchstoßen. Zudem wurde der Fluss auf beiden Uferseiten durch Hochwasserschutzdämme eingefasst. In den Jahren 1956/1957 wurde das heutige Wehr mit der darüber befindlichen Brücke errichtet. Die Ausbaggerung der Werre sowie eine neue Uferbefestigung mit Packsteinlagen auf einer Länge von jeweils 350 m ober- und unterhalb der Wehranlage waren in diesen Umbau eingeschlossen. Dabei gingen eine Sandbank und ein Kolk im Fluss verloren und das ökologisch wertvolle alte Flusssufer mit seinen Weiden und Erlen wurde zerstört.

Nach mehreren katastrophalen Hochwasserereignissen Mitte des 20. Jahrhunderts erfolgte schließlich erst 1964/65 die Verkürzung des Werrelaufes in Bad Oeynhausen. Mit einem Durchstich wurde die in den Norden des Sielparks reichende Flussschlinge abgetrennt und damit das heutige „künstliche“ Altwasser geschaffen. Bis Anfang der 70er Jahre wurde dann der gesamte Werreverlauf im Stadtgebiet ausgebaut. Dieser Ausbau unter rein hydraulischen Gesichtspunkten führte zu dem heutigen, nahezu gehölzfreien, naturfernen Regelprofil mit teilweise Sohlbefestigungen (unterhalb des Sielwehres) und einer durchgängigen Uferbefestigung (Steinschüttungen) von der Sohle bis teilweise weit oberhalb der Mittelwasser-Linie. Mit Hilfe des Hochwasserrückhaltebeckens Löhne wird heute ferner in das natürliche Überflutungsgeschehen eingegriffen und der Abfluss großer Hochwasserereignisse beschränkt (UIH Planungsbüro, 2001).

3.3 Das Sielwehr heute

Das Sielwehr ist ein massives Stahlbetonbauwerk. Zwei Widerlager, jeweils an den Böschungskanten der Werre sowie das Fundament in der Sohle sorgen für die Standfestigkeit des Wehrs. Ein Pfeiler in der Mitte zwischen den beiden Klappen dient der Stabilisierung der Gesamteinheit. Die beiden stählernen Fischbauchklappen, die jeweils eine Breite von 20 Metern aufweisen, sind in den Widerlagern sowie dem Mittelpfeiler verankert und haben jeweils einen eigenen Antrieb.



Abbildung 3: Sielwehr in Bad Oeynhausen, Blick gegen Fließrichtung

Das Stauklappenwehr ist mit einer Elektrokettenwinde mit automatischer Schwimmsteuerung versehen. Der Schwimmer reguliert die Stellung des Wehres selbsttätig nach dem jeweiligen Wasserstand. Bei Hochwasser wird das Wehr automatisch voll abgesenkt (Kahre, 1991).

Der Stauwasserstand liegt in der Regel bei 47,66 m ü. NN. Damit besteht je nach Abflussverhältnissen ein Unterschied vom Ober- zum Unterwasserstand von bis zu drei Metern (Sönnichsen und Partner, 2006), (Schmidt und Partner, 2006). Durch die ständige Aufrechterhaltung des Stauziels ist eine natürliche Gewässerdynamik in dem Stauraum praktisch nicht vorhanden. Abflussschwankungen können den fast 5 km langen Rückstaubereich des Wehres nicht beeinflussen.

Das Sielwehr reguliert das Abfluss- bzw. das Wasserstandsgeschehen dergestalt, dass durch den automatischen Betrieb der Fischbauchklappen, nahezu ganzjährig der gleiche Wasserstand oberhalb des Wehres vorherrscht. Lediglich bei außergewöhnlichen Hochwasserereignissen kommt es zu Wasserstandsanhebungen, die dann z. T. aus dem Rückstau vom Unterwasser resultieren.

Die Übernahme der Wehranlage durch die Stadt Bad Oeynhausen wurde 2006 zum Anlass genommen, eine vertiefte Sicherheitsprüfung am Wehr vorzunehmen (Sönnichsen und Partner, 2006). Diese ergab, dass eine Sanierung zur Erhaltung der Betriebssicherheit erforderlich ist. Es wurden teils gravierende Mängel an der Wehranlage bzw. der baulichen Substanz festgestellt, die mit erheblichem finanziellen Aufwand, kurz- und mittelfristig zu beseitigen sind.

In Bezug auf die Durchgängigkeit der Werre kommt dem Sielwehr eine besondere Bedeutung zu. Das Wehr ist die unterste Stauanlage vor der Mündung in die Weser und damit die erste Barriere für Organismen, die in das Werresystem einwandern wollen.

Zur Verbesserung der ökologischen Durchgängigkeit ist neben dem Sielwehr ein **Beckenfischpass** mit 17 Becken angeordnet. Aus den geometrischen Anordnungen, hohen Wasserspiegeldifferenzen und Energiedissipationen resultiert jedoch, dass ein erfolgreicher Fischaufstieg nur bedingt möglich ist (Späh, 2001). Außerdem ist eine für die Auffindbarkeit erforderliche Lockströmung am Einstieg in den Beckenpass nicht vorhanden.

Die Abbildung 4 zeigt Aufnahmen vom Sielwehr mit Fischpass 2019 (Luftbild). Auf dem kleinen Foto aus dem Jahr 2012 ist der Einlauf in den Fischpass mit Schützeinrichtung zu sehen. Der Pfeil markiert den Punkt der Aufnahme mit Blickrichtung.



Abbildung 4: Sielwehr mit Fischpass (Luftbild Sept. 2019)

3.4 Naturräumliche Begebenheiten

Die Werre fließt in der Fließgewässerlandschaft des schwach-karbonatischen Deckgebirges. Die Verbreitung des Gewässerlandschaftstyps beschränkt sich auf das Gebiet des Weser-Berglandes. Löss bedeckt das Felsgestein und beeinflusst je nach Reliefform die Gewässermorphologie (NZO, 2004), (UIH Planungsbüro, 2001):

Im Bearbeitungsgebiet ist die Werre dem Fließgewässertyp des großen, kiesgeprägten Flusses des Deckgebirges zugeordnet. Die einmündenden Gewässer Kaarbach und Mittelbach sind jeweils als feinmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche kartiert (Typologie der Fließgewässer LAWA).

Insgesamt ist der Fluss von der Mündung der Else in die Werre bis zur Mündung der Werre in die Weser als naturfern anzusehen (UIH Planungsbüro, 2001).

Die hydrologischen und hydraulischen Grundwerte der Werre, sind in der unten aufgeführten Tabelle 1 aufgelistet.

Tabelle 1: Hauptabflusswerte der Werre im Bereich Sielwehr [Gewässerkundliches Jahrbuch 2010*]

Gewässer	Q ₃₀	Q ₃₃₀	MNQ	MQ	MHQ	HQ	HQ ₁₀₀
AE = 1.445,9 km²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Werre im Bereich des Sielwehrs	6,68	40,4	4,68	19,44	198,7	367,2	422**

* vom Pegel Löhne für den Standort Sielwehr extrapolierte Werte / Faktor:1,08)

** korrigierter Wert

3.5 Die Werre in Bad Oeynhausen

Die Werre ist im Untersuchungsgebiet in den 1960er Jahren durch massive Ausbaumaßnahmen in ihren heutigen Zustand versetzt worden. Sie ist in einem naturfernen Doppeltrapez-Regelprofil ausgebaut, wodurch auch die Aue und das Gewässerumfeld sehr stark beeinflusst sind. Es sind kaum Gehölze vorhanden, um Hochwässer schneller abzuführen. Sohle und Uferböschungen sind durchgängig durch Steinschüttungen, bis teilweise über die Mittelwasserlinie hinaus, versehen.

Das Oberwasser des Sielwehres ist in erheblichem Maße durch das Querbauwerk beeinflusst. Hier herrschen äußerst geringe Fließgeschwindigkeiten und große Wassertiefen vor. Bei Stauziel (47,66 m ü. NN) liegt die Fläche des durchströmten Querschnitts oberhalb des Sielwehres bei bis zu 140 m². Somit liegen die Fließgeschwindigkeiten bei Mittelwasser (MQ = 19,44 m³/s) bei 0,14 m/s; bei Niedrigwasser (MNQ = 4,68 m³/s) fließt die Werre i. M. mit 0,03 m/s ab.

Durch die Barriere im Gewässer ist der Feststofftransport stark beeinträchtigt. Lediglich im Hochwasserfall, wenn die Klappen weit abgesenkt werden, setzen sich vor dem Wehr sedimentierte Feststoffe in Bewegung. Die Sedimentation stellt im gesamten Staubereich Probleme dar – so kann es z. B. vor allem in den Sommermonaten zu starken Temperaturanstiegen und Sauerstoffdefiziten kommen. In dieser Jahreszeit wurde bereits eine starke Blasenbildung oberhalb des Wehres beobachtet, was vermutlich auf die Bildung von Methan, durch die Umsetzungsprozesse organischer Ablagerungen am Gewässergrund, zurückzuführen ist.

Die Sohlsubstrate im gestauten Bereich der Werre, die im Zuge einer Stauabsenkung durch eine Sedimentanalyse im Jahr 2010 untersucht wurden, wiesen auch 2 bis 3 Wochen nach der Stauauflösung, einen Anteil von bis zu 30% sauerstofffreiem Schlamm auf (Bathe, Bathe, & Coring, 2010). Unter diesen Umständen hat sich das gesamte Ökosystem in diesem Abschnitt verändert. Abbildung 5 und Abbildung 6 zeigen den Beginn des Rückstaubereichs in unterschiedlichen Zuständen (gestaut/abgesenkt), jeweils aufgenommen von der Brücke über dem Sielwehr.



Abbildung 5: Stauhaltung am Sielwehr, Blick gegen Fließrichtung



Abbildung 6: Stauabsenkung 2006, Blick in Fließrichtung

Der Werre-Abschnitt im Unterwasser der Wehranlage weist einen gänzlich anderen Gewässercharakter auf. Die Werre wurde in diesem Abschnitt rein unter hochwassertechnischen Gesichtspunkten ausgebaut und begradigt. Sie fließt in einem Doppeltrapez-Regelprofil vom Sielwehr bis in die Weser. Der Fluss weist hier, unter anderem bedingt durch große Fließgeschwindigkeiten, ein starkes Seiten- und Tiefenerosionspotential auf. Die Einschnittstiefen der Werre sind unnatürlich hoch. Abbildung 7 stellt das Unterwasser gegen die Fließrichtung dar, betrachtet von der Brücke am Reitplatz.



Abbildung 7: Tief eingeschnittene Werre unterhalb des Sielwehrs, Blick gegen FR von der Brücke am Reitplatz aus gesehen

Ein exemplarisches Querprofil der Werre im Bereich des Sielparks (km 4+402) ist in Abbildung 8 dargestellt. Von der Böschungsoberkante bis zur Sohle liegt eine Höhendifferenz (= Einschnittstiefe) von 5,41 m vor. Gut erkennbar ist, durch die Darstellung der Aue inklusive der Hochwasserschutzdämme, auch das Doppeltrapezprofil der Werre.

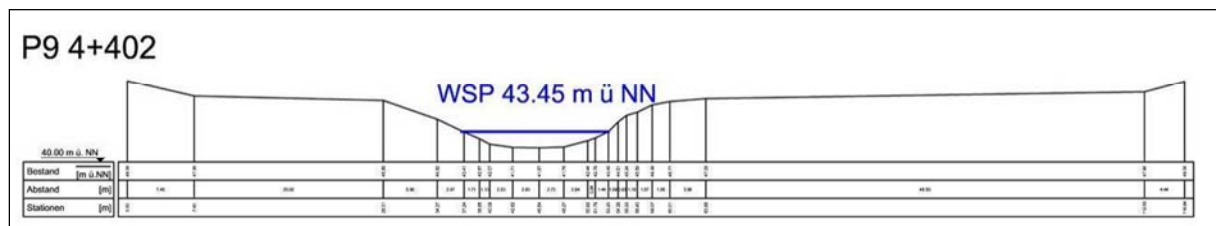


Abbildung 8: Querprofil der Werre

In dem dicht besiedelten Stadtgebiet von Bad Oeynhausen stellt die von West nach Ost verlaufende Werreaue einen bedeutenden innerstädtischen Grünzug dar, da sie bei vorherrschend westlichen Windrichtungen eine Luftleitbahn von regionaler Bedeutung ist. In ihr entsteht und sammelt sich Kaltluft (UIH Planungsbüro, 2001).

3.6 Die Werre in Löhne

Das Stadtgebiet von Löhne beginnt auf der südlichen Werreuferseite etwa 300 m, auf der nördlichen Seite rund 900 m oberhalb des Sielwehres. Auf den 600 m dazwischen verläuft die Stadtgrenze, wie in Abbildung 9 zu erkennen, entlang der Mitte des Gewässers. In dem Bereich des Löhner Untersuchungsgebietsabschnitts, der bis ins Stadtzentrum reicht (nahezu bis auf Höhe der Lübbecke-Straße), wird die Werre maßgeblich durch die Stauhaltung am Sielwehr geprägt.

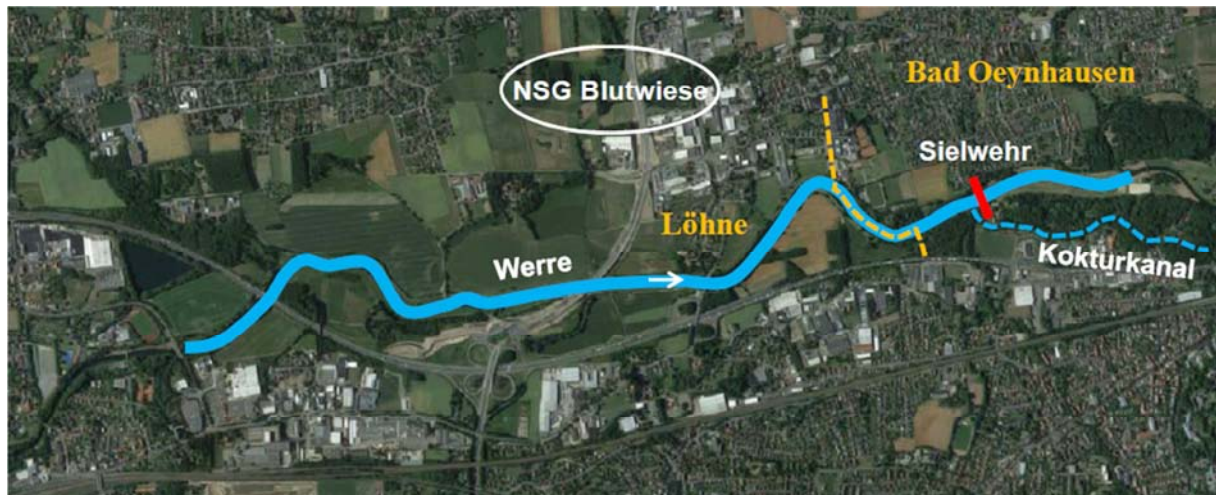


Abbildung 9: Bearbeitungsabschnitt der Werre von Löhne bis Bad Oeynhausen, Luftbild (Ingenieurbüro Queisser + Gschwandtl 2019)

Mit vergleichsweise hohen Wasserständen und geringen Fließgeschwindigkeiten strömt die Werre, auf eine Länge von rund 3,3 km zwischen den beiden Ortslagen, durch mehr oder weniger landwirtschaftlich genutzte Flächen. Das trapezartige Gerinne wird an beiden Seiten von Hochwasserschutzdeichen umsäumt.

Ein in 2019 in Betrieb genommener Abschnitt der A 30 kreuzt die von West nach Ost verlaufende Werre durch eine massive Brückenkonstruktion in nord-südlicher Richtung. In der Abbildung 10 sind die Werre und das neue Brückenbauwerk mit Blick von der Brückenstraße (L 860) in Löhne, gegen die Fließrichtung zu erkennen. Neben den hoch anstehenden Wasserständen im begradigten Flusslauf, sind die beidseitigen Hochwasserdeiche zu erkennen.



Abbildung 10: Werre oberhalb der L 860 (Brückenstraße) in Löhne (Foto: September 2011)

Abbildung 11 zeigt diesen Abschnitt (Bild vom August 2019) in Fließrichtung, die Abbildung 12 zeigt die Werre und Werreäue vom gleichen Standort mit Blick in entgegengesetzter Richtung.



Diese Bilder weisen auf Werre, Verwallungen /Deiche, die Flächennutzung im Gewässerumfeld um die Wegestrukturen hin.



Abbildung 11: Luftbild mit Blick in östliche Richtung auf die Werre und BAB 30



Abbildung 12: Luftbild mit Blick in westliche Richtung auf die Werre

Oberhalb der Autobahnbrücke weist die Werre zumindest kleinräumige Laufstrukturen in Form eines leicht gekrümmten Flussschlauches auf. In Abbildung 13 ist die Werre mit Blick in Fließrichtung oberhalb der neuen A 30 abgebildet. Hinter der linksseitigen Verwallung sind die landwirtschaftlichen Nutzflächen zu erkennen.

Der Stau durch das Sielwehr reicht mehr oder weniger bis in das Stadtzentrum von Löhne. Der Stauwasserspiegel liegt hier immer noch 1 bis 2 m oberhalb der Werresohllagen, so dass auch hier, zumindest bei kleinen und mittleren Abflüssen, sehr geringe Fließgeschwindigkeiten zu ökologischen Defiziten führen. In Abbildung 14 ist die staubeeinflusste Werre in Löhne, zwischen dem Pegel und der Lübbecke Straße mit Blick in Fließrichtung zu erkennen.



Abbildung 13: Werre oberhalb der neuen A 30; Blick in Fließrichtung



Abbildung 14: Werre oberhalb der Lübbecke Straße; Blick in Fließrichtung

Ergänzend ist zum Werreverlauf in Löhne zu erwähnen, dass dort einige Gebäude auf die hohen Stauwasserstände der Werre angewiesen sind. Vereinzelt Häuser sind auf Eichenpfählen gegründet, die bei sinkenden Grundwasserständen zu verfallen drohen. Damit wäre die statische Sicherheit der Bauwerke nicht mehr gegeben.

3.7 Der Kokturkanal

Etwa 70 Meter oberhalb der Wehranlage befindet sich die Ausleitung des Kokturkanals. Dieser verläuft südlich, mehr oder weniger parallel zur Werre. Der Kanal ist meist mit einer Steinschüttung gegen Erosion gesichert, zudem wurden partiell Spundwände eingebracht, dies um ggf. Versickerungsverluste zu minimieren und die bisweilen sehr steilen Ufer zu sichern. Im Bereich zwischen der Ausleitung aus der Werre und der Kokturkanalbrücke, sind die Ufer durch Betonmauern befestigt.

In der Abbildung 15 ist in einer Lageplandarstellung der Verlauf des Kokturkanals hervorgehoben. In der Darstellung ist auch der Unterlauf und die Einmündung des Mittelbachs zu erkennen, die sich, in Bezug auf die Gewässerachsen, ca. 15 m westlich der Kokturkanalausleitung befindet. Beide Gewässer weisen bei gewöhnlichen



Abflussverhältnissen von Werre und Mittelbach den **Stauwasserspiegel von 47,66**, anlog zur Werre auf.

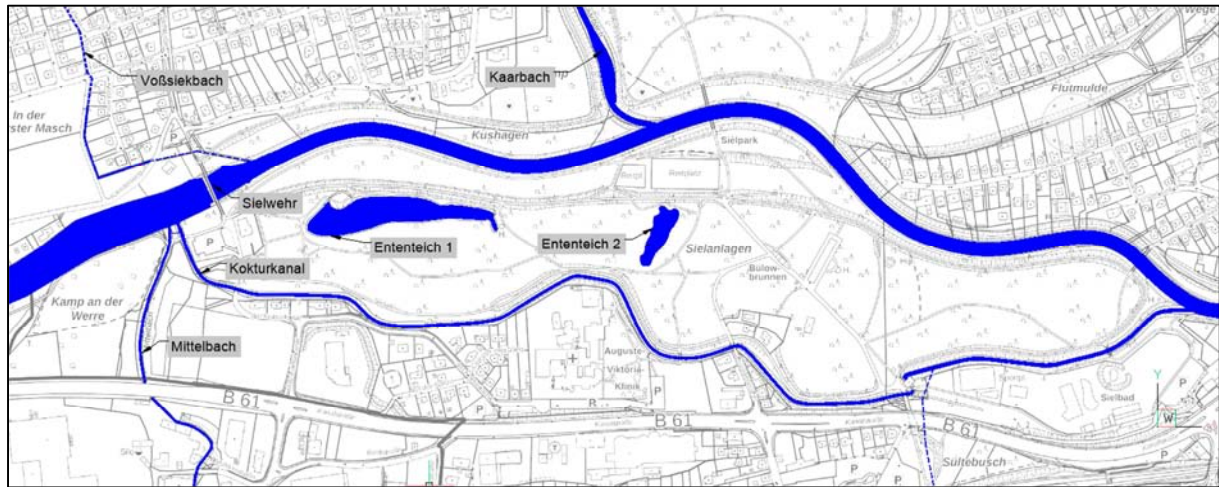


Abbildung 15: Kokturkanal und Mittelbach; Lageplan Bestand

Der Kokturkanal leitet das von dem Sielwehr aufgestaute Wasser zu einer seit 2013 nicht mehr in Betrieb befindlichen Wasserkraftanlage. Auf der Abbildung 16 ist die eingestaute Ausleitungsstelle an der Werre zu sehen.



Abbildung 16: Kokturkanal, Anbindung an die Werre; Blick gegen die Fließrichtung

Die Länge des Obergrabens bis zum alten Kraftwerk beträgt ca. 1.250 Meter, der Untergraben vom Kraftwerk bis zur Mündung in die Werre misst rund 450 Meter. Das Wasserrecht der Anlage ist mittlerweile erloschen.

Im Längsverlauf des Kokturkanals kreuzen mehrere Brücken das Gewässer. Aufgrund des Denkmalschutzes kommt hier der Dreibogenbrücke an der Straße „Am Kokturkanal eine besondere Bedeutung zu. Durch die besondere Konstruktion ist die hydraulische Leistungsfähigkeit im Vergleich zu herkömmlichen Brücken allerdings auch eingeschränkt. Das Brückenbauwerk ist in der Abbildung 17 dargestellt.



Abbildung 17: Brückenbauwerk an der Straße „Am Kockturkanal“, Blick vom nördlichen Ufer gegen die Fließrichtung

Der Obergraben weist durch Sedimentation von Feststoffen einen hohen Verschlammungsgrad auf. Im Bereich des Turbinenhauses wurde bei büroseitigen Vermessungsarbeiten (Mai 2012) eine Schlammdicke von 0,4 - 0,5 m gemessen (siehe Abbildung 18).

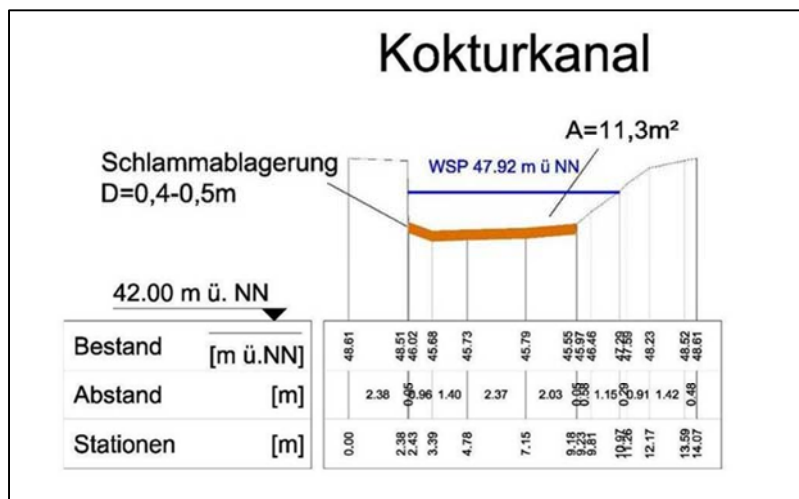


Abbildung 18: Profil des Kockturkanals oberhalb des Einlaufs in das Turbinenhaus

Ähnliche Verhältnisse konnten bei einer Vermessung im Juli 2019, unterhalb des historischen Brückenbauwerks im Kreuzungsbereich mit der Straße „Am Kockturkanal“ ausgemacht werden (s. Abbildung 17)

Neben der ehemals praktizierten Stromgewinnung, dient der Kockturkanal aktuell weiteren Nutzungen. So leitet die Stadt Bad Oeynhausen u. a. Mischwasserabschläge (BAB 30) und Wasser aus der „Bali-Therme“ in den somit als Vorfluter fungierenden Kockturkanal ein.

Entnahmen aus dem Kockturkanal werden hauptsächlich vom Staatsbad getätigt. Vorwiegend erfolgen sie unmittelbar oberhalb, in Notfällen unterhalb des Turbinenhauses. Das Wasser wird u.a. für die Wasserversorgung des Kurparks entnommen. Die entnommene Menge wird durch das Ingenieurbüro Wiese mit bis zu 16 l/s angegeben. Des Weiteren werden zwei Teichanlagen im Sielpark mit einer geschätzten Wassermenge von < 5 l/s gespeist (Ingenieurbüro Wiese, 2016)



Der Kokturkanal sowie das Turbinenhaus stehen seit 1991 als Baudenkmal unter Denkmalschutz. Zudem steht in unmittelbarer Nähe des Kanals ein ca. 250 Jahre alter Stieleichenbestand, der sich im Laufe der Jahrhunderte auf das vergleichsweise hohe Wasserstandsniveau zwischen Werre und Kokturkanal eingestellt hat.

Aus einem vom Forstbüro Achterberg im Jahr 2012 erstellten Gutachten (Achterberg, 2012) lassen sich folgende Schlussfolgerungen zum Vitalitätszustand und von der Erhaltungswürdigkeit ableiten:

„Die geprüften Eichen entlang des Kokturkanals haben aufgrund ihres Alters (ca. 250 Jahre), ihrer Lage in der Stadt und besonders ihrer Dimension eine gestaltende Funktion und hohe Attraktivität. Sie sind Teil eines Auewaldreliktes mit hoher Bedeutung für die Naherholung. Aus Sicht des Naturschutzes kommt den Eichen ebenfalls eine hohe Bedeutung zu.

Die Bäume haben eine Lebenserwartung von 10 bis maximal 30 Jahren. In einigen Fällen wird das Lebensende früher erreicht sein. Über einen Zeitraum von 20 Jahren hinaus werden nur einzelne, besonders vitale Bäume erhalten werden können. Damit fehlt eine mittelfristige Perspektive für die weitere Erhaltung der Bäume. Ein Konzept zur Verjüngung der Eichen wird benötigt.

Vor dem Hintergrund der ohnehin kritischen Vitalitätssituation und der nur relativ kurzen Lebenserwartung ist eine Absenkung des Grundwasserspiegels grundsätzlich abzulehnen. Die Lebensbedingungen für die Eichen würden sich dramatisch zuspitzen und mit einem beschleunigten Absterbeprozess der Eichen wäre zu rechnen. Die Lebenserwartung würde sich auf fünf bis maximal 10 Jahre reduzieren.“

3.8 Die Aue und die Landschaftsnutzung

Das heutige Erscheinungsbild der Werre und ihrer Aue ist das Ergebnis vielfältiger Eingriffe und Nutzungen des Menschen in den letzten Jahrhunderten. Bereits aus dem 18. Jahrhundert sind mit dem Bau des Sielwehres und des Kokturkanals (1753) inkl. der Kokturmühle (1755) erste nachweisliche bauliche Veränderungen an der Werre in Bad Oeynhausen bekannt. Es wurde damit schon früh und intensiv in den Wasserhaushalt der Flussaue eingegriffen.

Damalige Gutachten bezüglich der Hochwasserproblematik an der Werre benennen die naturraumtypisch geringe Fließgeschwindigkeit sowie die hohe Sandfracht des Flusses im Raum Herford als wesentliche Ursache für die häufigen Hochwasserereignisse. In der Folge wurde im 19. Jahrhundert begonnen, durch gezielte wasserbauliche Veränderungen - insbesondere Laufverkürzungen - einen schnelleren Abfluss der Werre-Hochwässer zu erreichen. Während die Abbildung der Werre auf der topographischen Karte der Preußischen Uraufnahme von 1837 noch recht ursprünglich aussieht, zeigt sich der Fluss gegen Ende des Jahrhunderts auf der Karte der Preußischen Neuaufnahme von 1896 zwischen Bad Oeynhausen und Löhne bereits stark verändert (siehe Abbildung 19). Beidseitig wurden Hochwasserschutzdämme eingerichtet, einige Mäanderschleifen wurden abgetrennt. Weitere Ausbaumaßnahmen wurden bis in die 70er Jahre des 20. Jahrhundert durchgeführt. Außerdem kam es bis heute zu einer deutlichen Zunahme der Bereiche für Siedlung und Verkehr, die nicht selten bis an den Wasserkörper heran reichen.

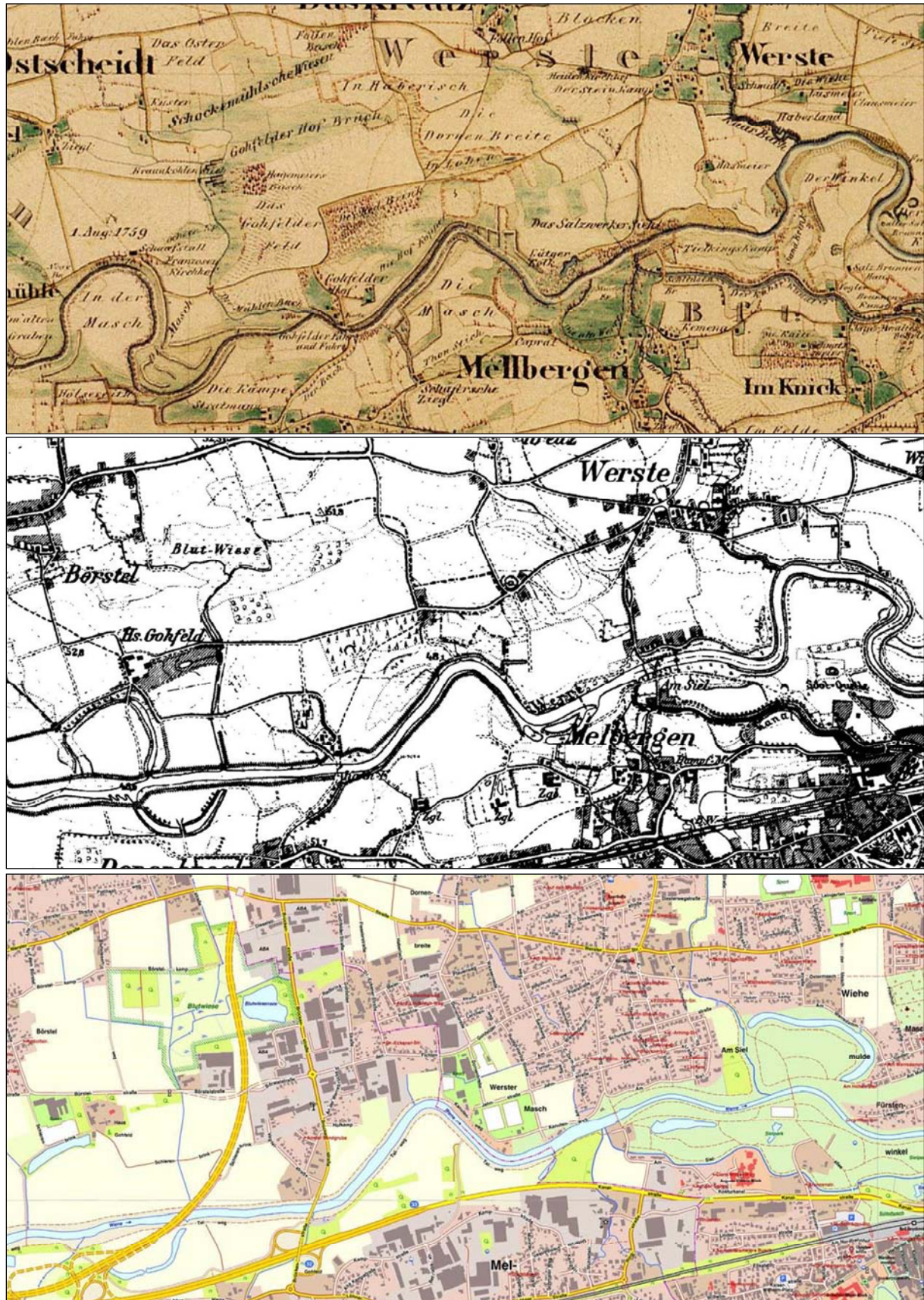


Abbildung 19: Gegenüberstellung der Darstellungen aus der Preußischen Uraufnahme (oben), der Preußischen Neuaufnahme (Mitte) und der DTK10 (unten). © Geobasis NRW 2013



Aufgrund der Siedlungsnähe besitzt der Untersuchungsraum wichtige Naherholungsfunktionen für die Städte Löhne und Bad Oeynhausen sowie für das nähere Umland dieser Städte.

Besonders der Radtourismus spielt eine große Rolle. Die Radwege verlaufen überwiegend auf den Hochwasserdämmen beidseitig der Werre. In Siedlungsnähe aber auch innerhalb der freien Landschaft werden die auf den Dammkronen geführten Wege von der Bevölkerung zudem als Wanderwege genutzt. Besonders an Wochenenden während der Sommermonate werden diese Wege von der Bevölkerung stark frequentiert. Dies gilt insbesondere für den im Jahre 1905 geschaffenen Sielpark unterhalb des Sielwehrs auf dem Stadtgebiet von Bad Oeynhausen. Hier gibt es ein besonders dicht verzweigtes Wegenetz, welches für eine Vielzahl von Freizeitnutzungen, wie beispielsweise Laufen oder Nordic-Walking, zur Verfügung steht.

Die Werre selbst wird im gesamten Untersuchungsraum, insbesondere jedoch oberhalb des Wehres, von Kanusportlern befahren. Der Kanusport hat in diesem Bereich auch einen hohen Stellenwert.

Im Gegensatz zu dem intensiv genutzten Naherholungsbereich unterhalb des Sielwehrstandorts, ist das Werreumfeld oberhalb eher landwirtschaftlich geprägt. Die ehemals vorhandenen Überschwemmungsbereiche sind hier durch Flussdeiche mit meist nur sehr schmalen Vorland abgetrennt. Innerhalb dieses Doppeltrapezprofils wird der gesamte Hochwasserabfluss abgeführt. An die Deiche schließen landwirtschaftliche Flächen, in der Regel Ackerland, an. Das weitere Umfeld ist von Siedlungs- und stark frequentierten Verkehrsstrukturen geprägt und wird nur von einigen Grünlandparzellen und kleinen Gehölzbereichen, bzw. von wenigen, im Zuge der Begradigungsmaßnahmen entstandenen Altwasserbiotopen aufgewertet.

Im Planungsraum fließen der Werre aus nördlicher und südlicher Richtung eine Reihe von Nebengewässern zu. Die wichtigsten sind in der Abbildung 20 dargestellt. Nördlich der Werre befindet sich auf Löhner Gebiet, an der Stadtgrenze zu Bad Oeynhausen das Naturschutzgebiet „Blutwiese“ (Bezeichnung HF-027) u. a. mit folgendem Schutzziele:

- zur Erhaltung und Wiederherstellung einer Geländesenke mit hohem Anteil feuchter Wiesen und feuchter Brachflächen in intensiv genutztem Umland.
- zur Erhaltung bzw. Wiederherstellung der typischen Lebensgemeinschaften sowie Tier- und Pflanzenarten der Wiesen, Feuchtwiesen, Feuchtgebiete und Stillgewässer.

Die Schutzziele verdeutlichen, dass die feuchten Standortbedingungen, vor allem hervorgerufen durch die Stauhaltung am Sielwehr, für das Vorkommen der dortigen Vegetation die Voraussetzung bilden.

Insofern spielen für deren Erhalt und weiteren Entwicklung die geplanten gewässerbaulichen Maßnahmen und ihre Auswirkung auf die Grundwasserstände eine signifikante Rolle. In dem Kapitel 5.1 sind die geplanten gewässerbaulichen Maßnahmen beschrieben und in Kapitel 6.2 die Auswirkungserheblichkeit der damit verbundenen Absenkung der Grundwasserstände.

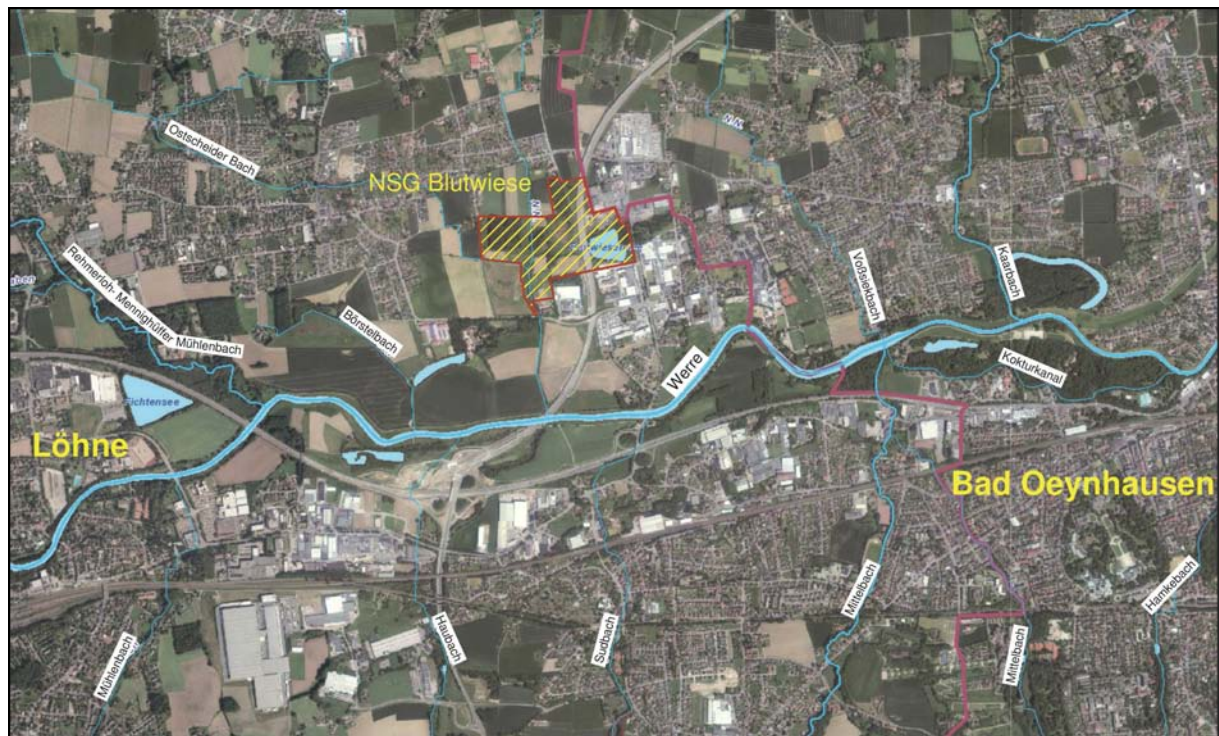


Abbildung 20: Lageplan mit Darstellung der einmündenden Gewässer

4 Gewässertyp und Leitbild

Der in Planungsraum betrachtete Abschnitt der Werre ist dem Leitbild eines großen Flusses des Mittelgebirges (LAWA-Typ 9.2 Große Flüsse des Mittelgebirges) zuzuordnen. Nach der Typisierung des Landes NRW ist die Werre als kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges einzustufen. Im Folgenden werden Textpassagen, Tabellen und Abbildungen aus dem Handbuch für naturnahe Entwicklung von Fließgewässern (MUNLV, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW, 2003) in Teilen zitiert und dargestellt:

„Der Kiesgeprägte Fluss des Deckgebirges ist im Weserbergland verbreitet und tritt im Einzugsgebiet der Weser auf. Die Sohlen der Kiesgeprägten Flüsse des Deckgebirges weisen neben den namensgebenden Kiesen einen sehr hohen Sandanteil auf. Schotter und Blöcke treten dagegen fast vollständig zurück. Die im Vergleich zum Grundgebirge moderateren Gefälle- und Abflussverhältnisse führen zu meist gewundenen bis mäandrierenden Einzelbettgerinnen, deren Entwicklung nur durch engere Talabschnitte beschränkt wird. In solchen Abschnitten bilden sich gestreckte bis schwach gewundene Läufe aus, Nebengerinne treten nur vereinzelt auf.

Die Habitatstruktur der Kiesgeprägten Flüsse des Deckgebirges und ihre naturräumliche Lage im Weserbergland, das als nördlicher Ausläufer des Mittelgebirges in das norddeutsche Tiefland hineinragt, prägen den Übergangscharakter der Lebensgemeinschaft des Makrozoobenthos (Abbildung 21). Die Hartsubstrat bewohnenden strömungsliebenden Leitarten *Caenis macrura*, *Silo piceus* und *Atherix ibis* kommen vor allem in den rasch fließenden kiesig-steinigen oder totholzreichen Riffle-Strecken der Gewässer vor. Sie besitzen ihr Verbreitungsoptimum in „wärmegetönten Mittelgebirgsflüssen“.

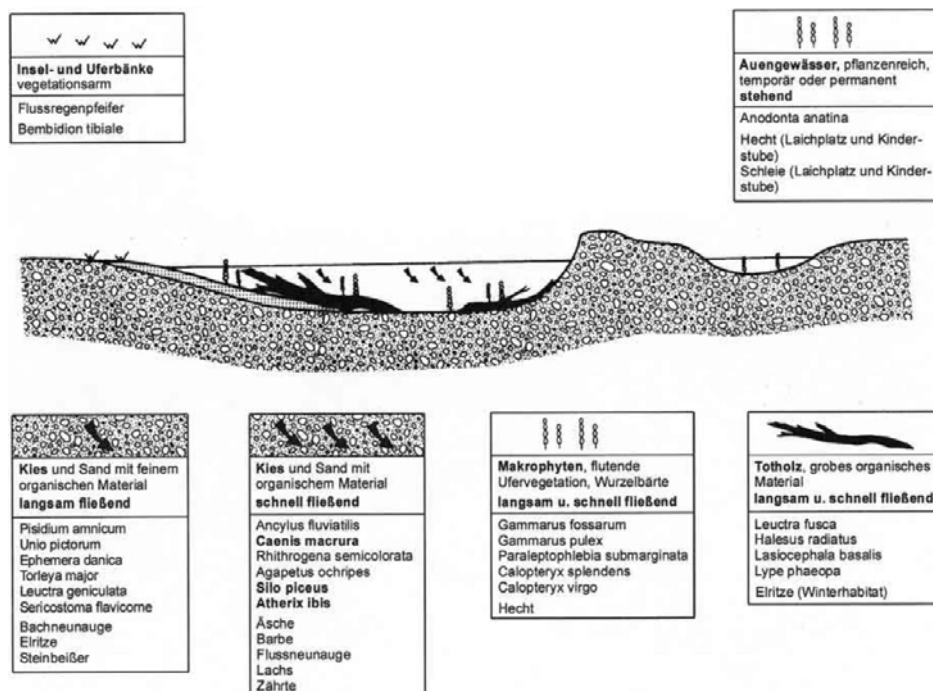


Abbildung 21: Habitats und ausgewählte charakteristische Arten des Kiesgeprägten Flusses des Deckgebirges. Schematische und überhöhte Darstellung. (MUNLV, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW, 2003)

Die ausgedehnten sandigen, oft detritus- und totholzreichen Feinsubstratablagerungen vor allem in den Gleithängen werden z.B. von *Uniocrassus*, *Leuctra geniculata*, *Brychius elevatus*, *Lasiocephala basalis* und *Sericostoma flavicorne* bewohnt.

Auf Grund des ausgeprägten Strömungsmosaiks ist die Fischzönose des Kiesgeprägten Flusses des Deckgebirges artenreich. Neben rheophilen kieslaichenden Fischen wie der Nase sind Arten strömungsarmer Gewässerabschnitte und Arten der Auengewässer verbreitet. Als Wanderfische steigen Flussneunauge und Meerneunauge bis in die Barbenregion der Flüsse auf, der Lachs bis in die Äschenregion. Eisvogel, Gebirgsstelze und Wasseramsel sind vor allem in den mittelgroßen Flüssen verbreitete Brutvögel.“

Im Typendiagrammes, s. Abbildung 22 des Kiesgeprägten Flusses des Deckgebirges gibt es verschiedene Parameterkombinationen. Für den betrachteten Werreabschnitt kommen die dargestellten vorherrschenden Parameter zum Tragen. Hinsichtlich des Windungsgrades ist eher von einem mäandrierenden Verlauf auszugehen. In der Tabelle 2 ist die morphologische Charakteristik dargestellt. Die Tabelle stammt aus Handbuch für naturnahe Entwicklung von Fließgewässern (MUNLV, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW, 2003). Sie wurde dahingehend abgeändert, dass die nicht für die Werre zutreffende gestreckte Lauform und die damit verbundenen Eigenschaften grau dargestellt wurden.

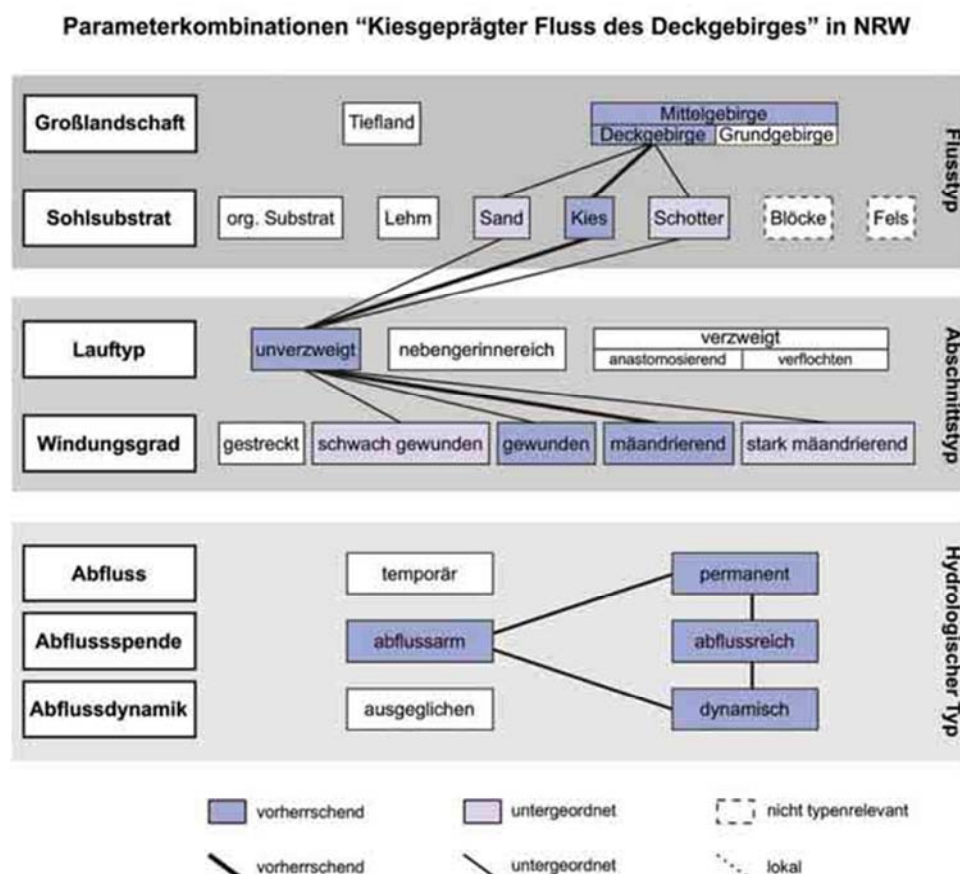





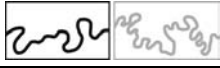
Abbildung 22: Typendiagramm des Kiesgeprägten Flusses des Deckgebirges (MUNLV, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW, 2003)



Tabelle 2: Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges – morphologische Charakterisierung (MUNLV, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW, 2003)

Fließgewässertyp	Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges	
Hydrologischer Typ/ Parameter	permanent	
Sohlbreite ¹²	> 10 m	
Quellentfernung	> 20 – 30 km	
Talformen	z.T. kleinräumiger, nicht längszonaler Wechsel zwischen zwei verschiedenen, morphologisch relevanten Talbodenformen: <ul style="list-style-type: none"> • selten: Engtäler mit schmaler Talsohle (Gerinnebreite/Talbodenbreite < 1:3, selten bis 1:5) • vorherrschend: Sohlentäler mit ebener, breiter Talsohle (Gerinnebreite/Talbodenbreite 1:3 – 1:10, selten breiter) 	
Talbodenform/ - charakteristik	Engtalabschnitte mit schmaler unterer Talstufe, die einen engen Migrationskorridor definiert Werre: gestreckte Gerinne auch unmittelbar oberhalb des Mündungsbereichs in die Weser	gefällearme, sehr breite Sohlentalabschnitte mit weitgehend ebenem, u.U. terrassiertem Talboden und gut verlagerbaren Substraten kleinräumig niederungsartig
Talbodengefälle	1,0 – 2,0 ‰	0,7 – 2,0 ‰
Laufform		
Abschnittstyp siehe Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen	 Abb. nicht dargestellt	 Abb. 22 u. Abb. nicht dargestellt
Laufentwicklung Windungsgrad	schwach gewunden 1,06 – 1,25 zumeist um 1,15	mäandrierend bis stark mäandrierend 1,51 – 2,2 zumeist 1,51 – 1,9 Mäanderband nimmt abschnittsweise große Teile des Talbodens ein
Laufstyp	unverzweigt	
laterale Erosion Verlagerungsverhalten	Begrenzung durch Talhänge oder ältere, höher gelegene Talstufen, zwischen Hangfüßen pendelnder Lauf	laterale und talabwärts gerichtete Verlagerung der Laufbögen, häufige Bildung von Durchbrüchen
Längsprofil		
Sohlgefälle	0,8 – 0,9 ‰ zumeist 0,9 – 1,8 ‰	0,3 – 1,3 ‰ zumeist 0,4 – 1,3 ‰
Sohlgefällestruktur Querbänke	Wechsel von Schnellen und Stillen, Dimension der Riffle-Pool-Sequenzen in Abhängigkeit der Gewässergröße veränderlich <ul style="list-style-type: none"> zahlreiche flachüberströmte Schnellen mit Diagonalbänken, Stillenabschnitte untergeordnet 	vorherrschende Stillenstrecken mit anschließenden kleinräumigen Schnellen
Strömungscharakteristik Strömungsbild	überwiegend turbulent und schnell fließend, jedoch auch längere ruhiger fließende Abschnitte	vorherrschend ruhig fließende Abschnitte, jedoch abschnittsweise turbulent
Strömungsdiversität Tiefenvarianz Häufigkeit und räumliche Verteilung	groß bis sehr groß langsam (< 0,3 m/s) und tief (> 0,5 m): untergeordnet in Kolken u. Kehrwassern langsam (< 0,3m/s) und flach (< 0,5 m): häufig; in Gleithängen, in gestreckten Laufaufschnitten untergeordnet	schnell (> 0,3 m/s) und flach (< 0,5 m): häufig, in Riffle- und Übergangs-strecken, in gestreckten Lauf-aufschnitten vorherrschend schnell (> 0,3 m/s) und tief (> 0,5 m): untergeordnet, in Kolken



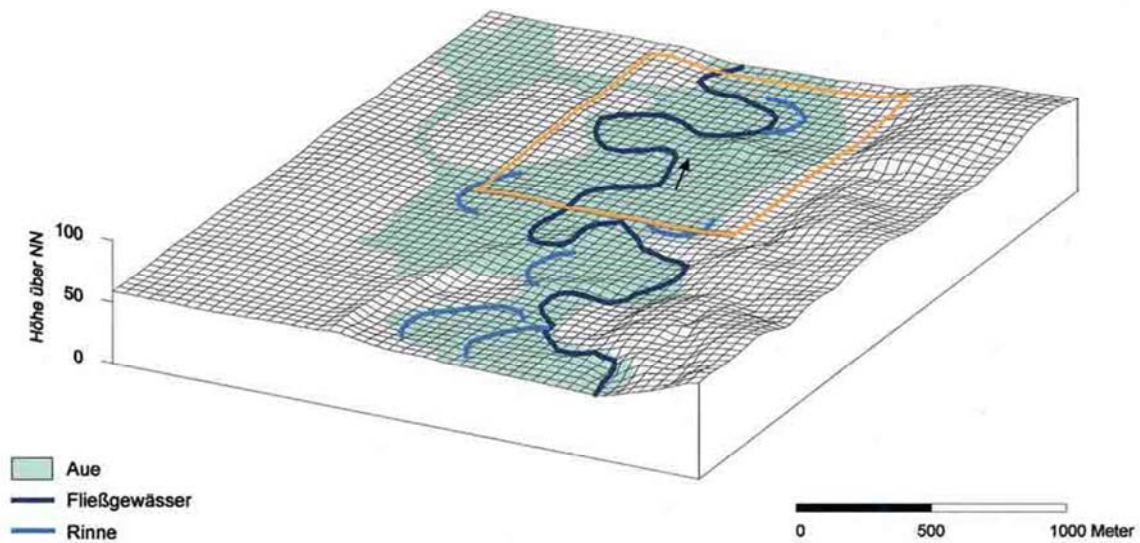
Fließgewässertyp	Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges	
Abschnittstyp siehe Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen		
	Abb. nicht dargestellt	Abb. 22 u. Abb. nicht dargestellt
Kritische Sohlschubspannung (τ)	kleinräumig wechselnd zwischen 2 – 60 N/m ²	
Sohlenstruktur Sohlsubstrate in absteigender Häufigkeit	Dominanz von Fein- bis Mittelkies, vorherrschend gut gerundet, hoher Sandanteil • Kies • Sand • Falllaub, Äste, Totholz • Schotter • Lehm	
Substratdiversität und -verteilung	große bis sehr große Substratvielfalt: Kies und Sand dominierend; NW-MW-Bett abschnittsweise wechselnd kies- und sanddominiert, Bankstrukturen im Kopfbereich mit jeweils vorherrschendem Größtkorn, ausgedehnte Sand- und Schluffschleppen, Gleituferrinnen mit Lehmauflagen, Totholz- und Treibselansammlungen	
Besondere Sohlenstrukturen	schmale, langgestreckte Längsbänke, vereinzelt Mittenbänke	vorherrschend ausgedehnte Gleituferbänke (20 – 50 % der Gewässerbreite), seltener Mittenbänke, ausgeprägte Kolke in Bogenseiteln
Querprofil		
Querprofil	flaches bis mäßig eingeschnittenes Profil mit stark wechselnden Böschungshöhen aufgrund des ausgeprägten fluviatilen Feinreliefs	
Breitenvarianz	mäßig (< 1:3)	groß (1:2 – 1:5)
Einschnittstiefe	20 – 200 cm	
Profiltiefe	vorherrschend flach	
Uferstruktur Besondere Uferstrukturen	steile, vegetationsfreie Uferabbrüche in Außenbögen, Innenufer deutlich geneigt	steile, vegetationsfreie Uferabbrüche in Mäanderaußenbögen (Prallhänge), Innenufer mit flachgeneigten und durch Rinnen gegliederten Gleituferrinnen
Aue		
Ausuferungscharakteristik	häufige, kleinräumige, mehrere Tage währende Überflutungen des unteren Talbodens im Winter und Frühjahr	häufige, flächenhafte, mehrere Tage währende Überflutungen der gesamten Aue im Winter und Frühjahr
	Mündungssituation und hochwasserbedingte Rückstaubereiche: Überprägung durch Überflutungsregime der Weser	
Formenschatz der Aue	gestreckte Hochflutrinnen, vereinzelt verlassene, stark vernässte Rinnensysteme in Talrandlage	gewundene bis mäandrierende Rinnensysteme, zahlreiche durchbruchsbedingte Altwässer verschiedener Verlandungsstadien

12) hier: Geltungsbereich; die für den jeweiligen Laufabschnitt potenziell natürlichen Gerinnebreiten sind zu ermitteln bzw. einzuschätzen.

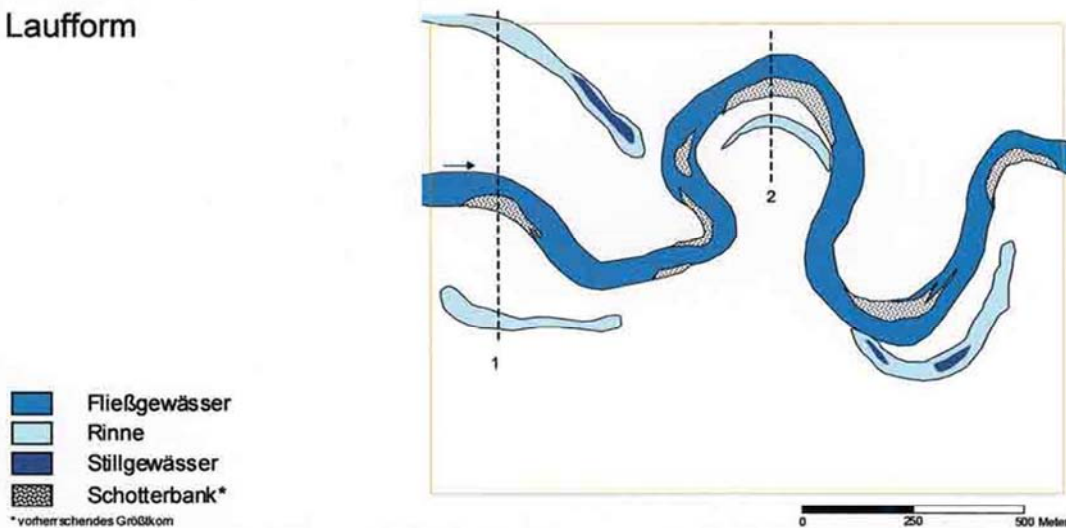
Die in der Tabelle beschriebene Talform / Aue / Gewässerverlauf, die Lauform und das Gewässer- Auenprofil sind in der Abbildung 23 grafisch dargestellt. Für den Kiesgeprägten Fluss des Deckgebirges gibt es noch weitere Lauformen u. a. den gestreckten und den stark mäandrierenden Gewässerverlauf. Diese sind für den Planungsabschnitt der Werre eher nicht charakteristisch und hier auch nicht grafisch dargestellt werden.



Talform / Aue / Gewässerlauf



Laufform



Gewässer-/Auenquerprofil

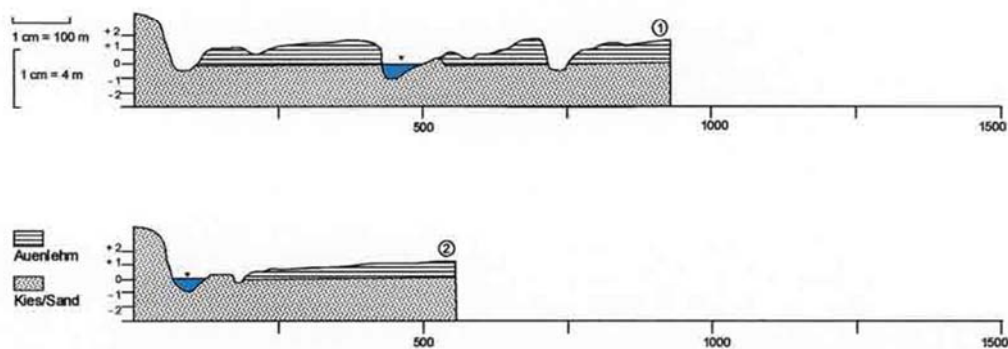


Abbildung 23: Mäandrierender, kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges (MUNLV, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW, 2003)



5 Beschreibung der geplanten Maßnahmen

Wie bereits in Kap. 1 beschrieben sind für den Bearbeitungsraum von Fluss-km 4,1 bis 9,0 neben den Maßnahmen zur **Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit** und zur **Verbesserung der Strukturvielfalt** der Werre (s. Kap. 5.1) die Aspekte der **Hochwassersicherheit und des Hochwasserschutzes** (s. Kap. 5.4) sowie der **Wegeführung** (s. Kap. 5.5) zu betrachten und zu bewerten.

Um die Auswirkungen der Planungen in Hinblick auf deren Hochwasserneutralität aufzuzeigen, sind vom Ingenieurbüro IWUD entsprechende Berechnungen angestellt worden.

Aus dem geplanten Maßnahmenbündel ergeben sich **Folgemaßnahmen**, die sich vorwiegend auf bestehende Zuläufe von Gewässern sowie Ein- und Ableitungen in und aus der Werre beziehen (s. Kap. 5.3).

5.1 Gewässerbauliche Maßnahmen an der Werre

Hinsichtlich der Längsausprägung der Werre lassen sich zwei Bestands- bzw. drei Planungsabschnitte definieren. Im Bestand trennt das **Sielwehr** die Werre in den **staubeeinflussten Abschnitt oberhalb** des Bauwerks bis Löhne und den **frei fließenden Abschnitt unterhalb** des Wehres bis zur Kaarbachmündung und weiter bis zur Weser. Der unmittelbare Wehrbereich bildet im Ist-Zustand zwar keinen eigentlichen Abschnitt, er wird aber zukünftig durch eine organismendurchgängige Sohlgleite ersetzt, die mit einer Länge von ca. 300 m einen separaten Fluss- bzw. Gefälleabschnitt darstellt. Nachfolgend werden die Planungsabschnitte A1-A3 entgegen der Fließrichtung beschrieben.

Aufgrund des unterschiedlichen Flächenverfügbarkeiten der Planungen auf den Gemarkungen Bad Oeynhausen und Löhne ist vorgesehen, das Projekt in zwei Umsetzungsschritten zu verwirklichen. Der 1. Umsetzungsschritt umfasst den Abschnitt von der Kaarbachmündung bis zum so genannten Werreknie (Fluss-km 4,1 bis 5,7), darin enthalten sind die Flussabschnitte A1, A2 und tlw. A3. Das Werreknie stellt einen Gewässerbogen am nördlichen Talrand der Werre an und befindet sich oberhalb des Sielwehres in Höhe der Gewässerstation 5,7.

Der 2. Umsetzungsschritt beinhaltet den Abschnitt vom Werreknie bis zur Brücke der Albert-Schweizer-Straße (Fluss-km 5,7 bis 9,0). Dort wird an den dann bereits begonnenen Flussabschnitt A3 angeschlossen.

Die Gewässer- und Bauabschnitte sind in der Abbildung 24 dargestellt. Die Gewässerabschnitte A1 bis A3 sind durch die umrandeten Bereiche markiert, die Bauabschnitte sind durch die transparente Schraffur gekennzeichnet. Der dunkler hinterlegte Bereich stellt den 1. Bauabschnitt dar, der Hellere den 2. Bauabschnitt.

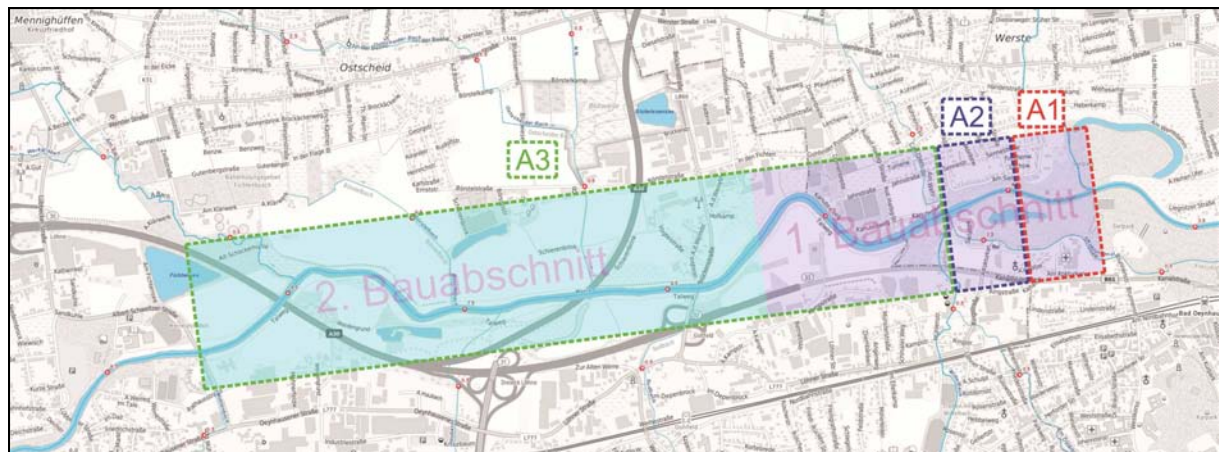


Abbildung 24: Übersicht der Gewässer- und Bauabschnitte

Wenn der 1. Umsetzungsschritt zeitlich vorlaufend hergestellt wird, muss am Werreknie eine temporäre Sohlrampe errichtet werden, um eine zu starke Absenkung des Grundwasserspiegels im Oberwasser zu verhindern, s. Kap. 6.2.1. Das für die Schüttung erforderliche Steinmaterial kann im Zuge des 2. Umsetzungsschrittes weiterverwendet werden.

5.1.1 Gewässerabschnitt A1 Kaarbach bis Sielwehr bzw. Sohlgleite (Stat. 4+046 -4+466)

Für den Gewässerabschnitt unterhalb des Sielwehres existiert bereits eine genehmigte Planung zur ökologischen Verbesserung der Werre. Die Antragsunterlagen mit dem Titel „Aufweitung der Werre im Bereich der Kaarbacheinmündung in Bad Oeynhausen“ wurden 2013 durch das „UIH Planungsbüro“ erstellt (UIH Planungsbüro, 2013). Die dort beabsichtigten Planungsmaßnahmen sind in die Konzeptplanungen übernommen worden.



Abbildung 25: Aufweitung der Werre im Bereich der Kaarbachmündung (Quelle: UIH 2013)



Der Planungsraum umfasst einen etwa 420 m langen Bereich von Kaarbachmündung (Gewässerstation 4+046) bis zum Fußpunkt der geplanten Sohlgleite Gewässerstation 4+466 (UIH Planungsbüro, 2013).

Die dort geplanten Maßnahmen beinhalten die Aufweitung der Werre in Form einer Uferberme am Nordufer. Der Fluss hat dadurch zukünftig die Möglichkeit durch Eigendynamik naturnahe Strukturen auszubilden. Unterstützt wird dies durch die Aufnahme der vorhandenen Uferbefestigungen. Das gewonnene Steinmaterial wird als schlafende Sicherung an der zurückversetzten neuen Böschungslinie der Werre eingebaut, fehlendes Material wird zugeliefert.

Die geplante Berme wird bis auf die ökologisch wirksame Wasserwechselzone zwischen Niedrig- und Mittelwasser abgetragen. Im Bereich der Berme selbst werden eine temporäre Flutrinne und ein temporärer Stillgewässerbereich vorprofiliert. Die maximale Abtragsbreite der Aufweitung beträgt ca. 25 m bei einer Gesamtlänge der Aufweitung von ca. 370 m.

Im Bereich der Aufweitungsfäche wird eine gelenkte Sukzession zugelassen. Aufkommende Gehölze sind aufgrund des Hochwasserschutzes regelmäßig zurück zu schneiden.

Neben den eigentlichen wasserbaulichen und landschaftsökologischen Maßnahmen ist im Rahmen städtebaulicher Planungen vorgesehen zur Akzeptanzförderung in der Bevölkerung Sitzstufenreihen aus Natursteinblöcken anzulegen. Dadurch soll die Zugänglichkeit zur umgestalteten Werre erleichtert werden. In Verbindung mit einer Informationseinheit wird der Maßnahmenbereich für alle Besucher erlebbarer und steigert dessen Attraktivität.

Die Kosten für die Teilmaßnahme belaufen sich nach Angaben des UIH Planungsbüros schätzungsweise auf ca. 485.000 € netto (UIH Planungsbüro, 2013).

5.1.2 Gewässerabschnitt A 2 Sohlgleite (Stat. 4+466 – 4+756)

Im Zuge der Vorplanung/Variantenanalyse (Ingenieurbüro Klein, 2014) und weiter in der Entwurfsplanung sind zahlreiche Varianten zur Umgestaltung des Sielwehres untersucht worden. In den folgenden Kapiteln 5.1.2.1 und 5.1.2.2 werden die letztlich weiter verfolgten Planungsvarianten beschrieben.

5.1.2.1 Umgestaltung Sielwehr Variante ohne Hochwasserentlastungsgraben

Die Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit durch Überwindung des ca. 3 m hohen Sohlprunges am Sielwehr soll durch die Herstellung einer organismendurchgängigen Sohlgleite realisiert werden.

Im Ist-Zustand haben die steuerbaren Wehrklappen, den Stauwasserspiegel nahezu abflussunabhängig auf 48,66 m NHN gehalten. Erst bei Hochwasserereignissen werden die Klappen mit Hilfe von Mess- und Regeltechniken gesenkt, um zusätzlichen Abflussquerschnitt freizugeben. Um die nachteiligen Folgen dieser Stauhaltung aufzulösen, muss die Herstellung der neuen Sohlgleite mit einer Absenkung der Wasserspiegellagen im Oberwasser einhergehen. Erst dadurch kann auf dem Gewässerabschnitt bis Löhne ein Fließgefälle entstehen, das typisch ist für einen kiesgeprägten Fluss des Deckgebirges.

Die Ausbildung der Gleitenkrone als „feste Schwelle“ hat zur Folge, dass sich oberhalb der Anlage in Abhängigkeit vom Abfluss immer unterschiedliche Wasserstände einstellen werden.

Für die Dimensionierung der Sohlgleite und insbesondere der Gleitenkrone sind dabei zwingend zwei Randbedingungen einzuhalten. Die erste Randbedingung besteht darin die hydraulische Leistungsfähigkeit bzw. das Abflussvermögen im Bereich des Bauwerks gegenüber dem Ist-Zustand nicht einzuschränken (Hochwasserneutralität). Dies gilt in besonderem Maße, wenn bebaute Bereiche betroffen sind.

Darüber hinaus hängt von der Festlegung der Höhenlage und des Querschnittes der geplanten Gleitenkrone maßgeblich das Maß der Absenkung der Niedrig- und Mittelwasserhöhen oberhalb des Bauwerks ab und als direkte Folge davon die Absenkung der Grundwasserstände.

Für diverse Varianten mit unterschiedlichen Absenkungsgraden wurden die Wasserspiegellagen/Grundwasserstände im Oberwasser der geplanten Sohlgleite ermittelt, mit dem Ziel eine Planungsvariante zu entwickeln, bei der das Planungsziel einer natürlich fließenden Werre bei gleichzeitig vertretbaren Absenkungen der Grundwasserstände erreicht wird (zweite Randbedingung).

Als maßgeblicher Bemessungsabfluss für die Einschätzung der Auswirkungen wird der Abflusswert Q_{183} herangezogen. Er gibt dabei den Gewässerabflusswert an, der in 50 % der Tage eines Jahres unter- und überschritten wird. Dieser Abflusswert ergibt sich gemäß den Aufzeichnungen des Pegels Löhne für den Standort Sielwehr zu 11,50 m³/s.

Nach Aussage des Ing.-Büros Schmidt und Partner aus Bielefeld sind bei einer Absenkung des Wasserspiegels beim Q_{183} von 80 cm die Auswirkungen auf die Grundwasserstände im Bereich von Naturschutzgebieten, landwirtschaftlich genutzten Flächen sowie Bauwerken vertretbar (Schmidt und Partner, 2017). Eine weitere Absenkung verbessert zwar das Abflussvermögen, hätte aber gravierende Auswirkungen auf die Schutzgüter oberhalb des Sielwehres bis Löhne.

Die Sohlgleite soll als Raugerinne mit Beckenstruktur ausgebildet werden. Der damit zu überwindende Höhenunterschied beträgt ca. 3,0 m und soll auf einer Länge von 300,0 m abgebaut werden.

Am unteren Ende der Sohlgleite existiert eine Stelle, ab der die Neigung der Sohlgleite keinen Einfluss mehr auf die Abflussbedingungen auf der Sohlgleite hat. Dies ist der Schnittpunkt der berechneten Wasserspiegellinie auf der Sohlgleite mit dem Wasserspiegel im Unterwasser des Bauwerks beim Q_{30} .

Ab dieser Stelle kann von dem gewählten Gefälle von 1 % abgewichen werden und die Gleite mit einer wesentlich größeren Neigung (z. B. 1:4) an das vorhandene Sohlniveau unterhalb angebunden werden (vgl. Blatt 7, Längsschnitt Planung, Bauabschnitt 1).

Der Querschnitt der Gleitenkrone bzw. der Sohlgleite wird zweigeteilt mit einer Berme hergestellt, s. Abbildung 26 und Blatt 9, Profile Bestand und Planung, Bauabschnitt 1. Der tiefere Querschnittsbereich bildet eine Mittel- bzw. Niedrigwasserrinne in der auch die eigentliche Beckenstruktur der Sohlgleite durch den Einbau von Gesteinsblöcken hergestellt wird.

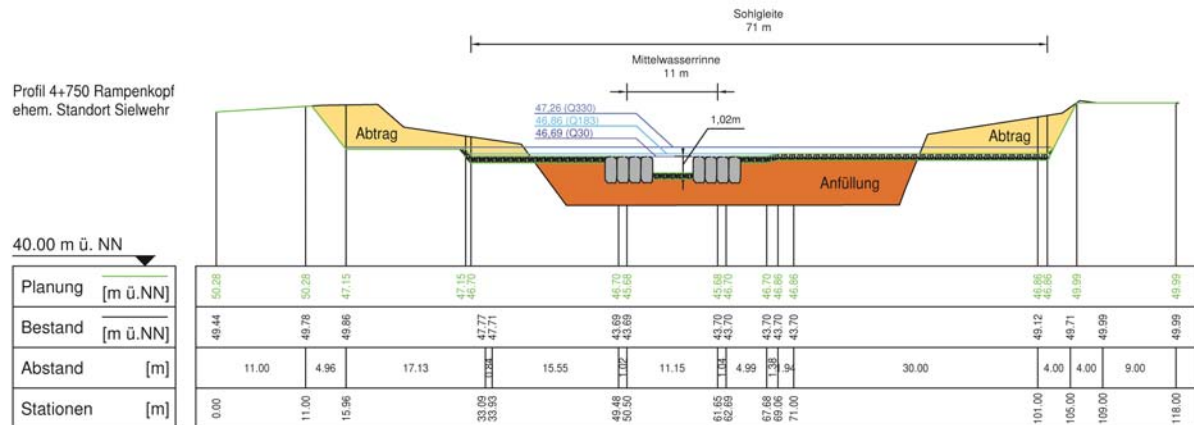


Abbildung 26: Gewässerquerschnitt an der Gleitenkrone

Die Niedrigwasserrinne verläuft geschwungen über die gesamte Sohlgleitenbreite, s. Abbildung 27.

Die Bemessung erfolgt im Allgemeinen in Anlehnung an das Handbuch Querbauwerke und das DWA Merkblatt 509, es darf jedoch mit Verweis auf den Erlass des Landes Nordrhein-Westfalen von den hydraulischen und geometrischen Grenzwerten abgewichen werden (Queisser + Gschwandtl, 2019b). Die Grenzwerte beziehen sich auf das Abflussintervall zwischen dem $Q_{30} = 6,68 \text{ m}^3/\text{s}$ und dem $Q_{330} = 40,40 \text{ m}^3/\text{s}$ (300 Tage im Jahr).

Die Gestaltung der Rauen Gleite könnte sich an folgenden Prinzipien anlehnen, die im Zuge einer Entwurfsplanung nochmal zu prüfen bzw. im Detail unter hydraulischen und ökologischen Aspekten nachzuweisen wären:

Bei größeren Abflüssen größer als Q_{30} ufer die Niedrigwasserrinne auf die seitlich angelegten Bermen aus. Diese werden aus erosionsstabilem Gesteinsmaterial aufgebaut, mit einem Anteil aus bindigem Material. Die Berme soll struktureich nach dem Vorbild eines natürlichen Gewässer-Auenverbundes aufgebaut werden. Durch den Anteil an bindigem Material kann sich auf der nicht ständig überströmten Berme Vegetation entwickeln, die zusätzlich stabilisierend wirkt. Dabei ist darauf zu achten, dass die Fließwiderstände durch ggf. auftretende Gehölzsukzession das Abflussvermögen der Werre nicht hochwasserrelevant beeinträchtigen.

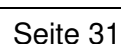




Abbildung 28: Chronologische Bildstrecke eines Raugerinnes mit Beckenstruktur am Beispiel der Wäster in Warstein, Kreis Soest



In der folgenden Abbildung 29 ist die geplante Sohlgleite perspektivisch mit Blick von der geplanten neuen Werrebrücke dargestellt. Die Darstellung stammt vom Büro KuBuS Freiraumplanung GmbH & Co. KG aus Berlin. Sie basiert allerdings noch auf der, im folgenden Kap. 5.1.2.2 beschriebenen Variante mit einem Hochwasserentlastungsgraben.



Abbildung 29: 3D Visualisierung der geplanten Sohlgleite (KuBuS Freiraumplanung GmbH & Co. KG)

5.1.2.2 Umgestaltung Sielwehr Variante mit Hochwasserentlastungsgraben

Im Zuge der Variantenfindung für den zukünftigen Ersatz des Sielwehres, ist die im Folgenden beschriebene Variante im Besonderen untersucht worden. In einer frühen Planungsphase wurde der Sielwehrrumbau in eine Sohlgleite in Kombination mit einer Wasserkraftanlage untersucht, musste aber im Jahr 2016 aufgrund geänderter zuwendungsrechtlicher Vorgaben verworfen werden.

Ein Ergebnis der damaligen Planung war, dass der für die Wasserkraftanlage anzulegende Obergraben bei Hochwasserereignissen maßgeblich am Abflussgeschehen teilnahm und zu einer Reduzierung der Wasserspiegel im Oberwasser führte.

Nachdem die Wasserkraftnutzung am Standort des Sielwehres nicht mehr relevant war, wurden verschiedene Varianten untersucht, die zum Ziel hatten die Hochwasserneutralität zu gewährleisten und gleichzeitig am Sielwehrstandort die Bedingungen für eine „Natur-Werre“ zu schaffen.

Aufgrund der seinerzeit festgelegten Rahmenbedingungen wie Absenkung des Wasserspiegels im Oberwasser der Anlage um 80 cm (bei Q_{183}), vor allem aber der Flächenverfügbarkeit, Brückenplanung etc. erfüllte nur die Variante mit einer Sohlgleite in Verbindung mit der Anlage eines parallel verlaufenden Hochwasserentlastungsgrabens (in Anlehnung an den oben erwähnten Obergraben) die Forderung nach Hochwasserneutralität.

In den Abbildung 30 und Abbildung 31 ist die Variante mit Hochwasserentlastungsgraben im Querschnitt und im Lageplan dargestellt. Der Querschnitt liegt am Beginn der Sohlgleite (Rampenkopf).

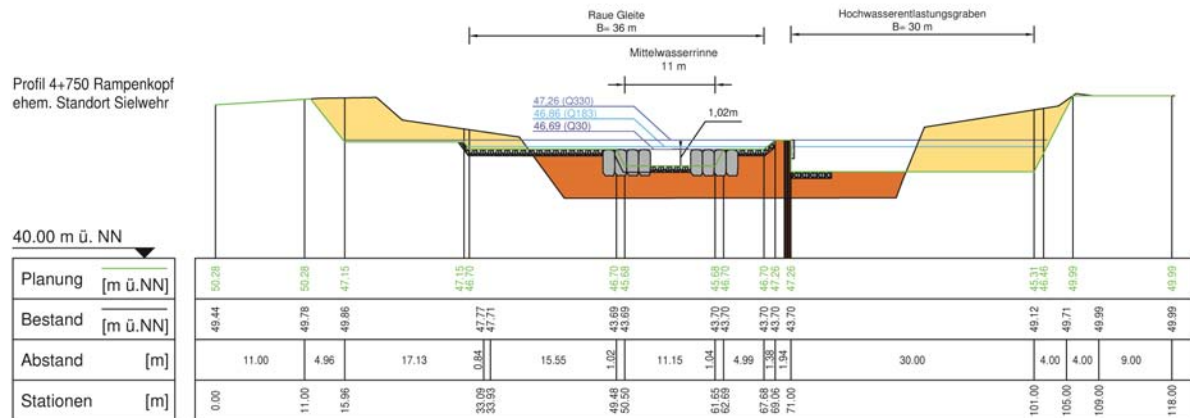


Abbildung 30: Querschnitt am Beginn der Sohlgleite mit Hochwasserentlastungsgraben

Der Hochwasserentlastungsgraben hat eine Länge von ca. 120 m und eine Breite von 30 m. Am unterwasserseitigen Ende ist eine steuerbare Einrichtung wie Schütz oder Wehrklappe einzubauen, damit bei gewöhnlichen Abflussereignissen (NQ bis zu kleineren Hochwässern) der Abfluss nur über die parallel verlaufende Sohlgleite abfließt. Bei größeren Hochwässern werden die Wehrklappen geöffnet und der Querschnitt freigegeben. Auf diese Weise konnten die Wasserspiegel im Oberwasser der Anlage sogar abgesenkt werden.

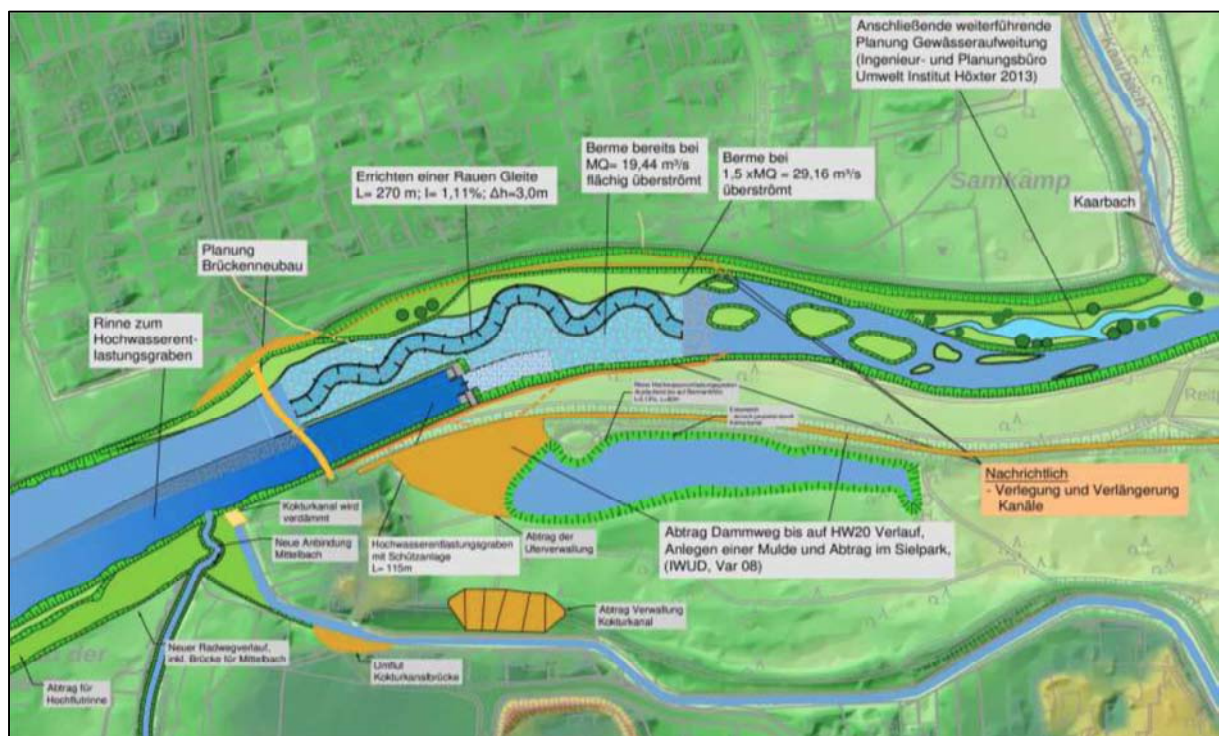


Abbildung 31: Lageplan Sohlgleite mit Hochwasserentlastungsgraben

Die Notwendigkeit dieser Anlagenteile führen zu einer maßgeblichen Kostensteigerung um ca. 1,36 Mio € (netto) gegenüber der Variante ohne Hochwasserentlastungsgraben. Dabei sind die Kosten einer zukünftigen Wartung der Anlage noch nicht berücksichtigt.



5.1.2.3 Variantenfindung

Am 29.08.2019 fand ein Abstimmungstermin mit Vertretern der zuständigen Kreise Herford und Minden-Lübbecke, der Bezirksregierung Detmold und des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MULNV NRW) sowie an der Planung beteiligter Ingenieurbüros statt. Auf dem Termin wurden die beschriebenen Planungsvarianten vorgestellt.

Die Bezirksregierung Detmold sieht die Umsetzung der Variante mit „Obergraben“ kritisch, nicht zuletzt wegen einer qualifizierten Ausbildung der erforderlichen Steuerung (Aspekte (n-1)-Regel) und den entstehenden Unterhaltungskosten für Räumung von Anlandungen und für die Wartung der technischen Einrichtungen. Sollte diese Variante planerisch weiterverfolgt werden, müssten diese zwingend in die Abwägung einfließen.

Diese Überlegungen wurden von der Bezirksregierung schon im Vorfeld des Termins geäußert, zu einem Zeitpunkt als die Variante mit dem Hochwasserentlastungsgraben die einzige Variante war, bei der das HQ₁₀₀ Hochwasserneutral abfloss.

Daraufhin wurden ergänzende Maßnahmen zum Hochwasserschutz entwickelt, die von den ursprünglichen Planungsvorgaben abwichen. Ziel war es, die Abflussbedingungen im Bereich des Sielwehres auch ohne die Anlage des Hochwasserentlastungsgrabens hochwasserneutral zu gestalten. Dabei wurden auch neue Bereiche abseits der Werre in die Planungen mit einbezogen.

Insbesondere die geänderte Steuerung des Hochwasserrückhaltebeckens Löhne (vgl. Kap. 5.4.3.3) erwies sich letztlich als ausschlaggebender Punkt die Variante ohne Hochwasserentlastungsgraben weiter zu verfolgen.

Aus Sicht der Planfeststellungsbehörde (Kreis Minden-Lübbecke) wird die Variante ohne Hochwasserentlastungsgraben ebenfalls positiv bewertet. Dort sieht man die Möglichkeit, dem evtl. gegenüber dem Ist-Zustand ansteigenden Wasserspiegel und damit dem Thema Hochwassersicherheit zu begegnen, indem die betroffene Bebauung mit Objektschutzmaßnahmen ausgestattet wird.

Die Vertreter des MULNV favorisierten ebenfalls die auf dem Gesprächstermin vorgestellte Variante 13 mit einer breiten Rampenkronen und dem Verzicht auf den Hochwasserentlastungskanal (Obergraben).

Die ergänzenden Maßnahmen sind im Kapitel 5.4.3 beschrieben. Sie führen in ihrer Gesamtheit zu einer deutlichen Absenkung der Wasserspiegellagen in Abschnitt A2 (Bereich Sielwehr/geplante Sohlgleite). In der Abbildung 32 sind die Ergebnisse der 2D-Berechnung durch das Ing.-Büro IWUD dargestellt. Die Variante 11 ist mit Hochwasserentlastungsgraben, die Variante 12 (mit und ohne Abflussreduzierung am HRB Löhne) und die Variante 13 minus 10 m³/s sind die Varianten ohne Hochwasserentlastungsgraben. Die Variante 12 beruht z. T. noch auf alten Rahmenbedingungen, die Variante 13 minus 10 m³/s enthält die erweiterten Maßnahmen.

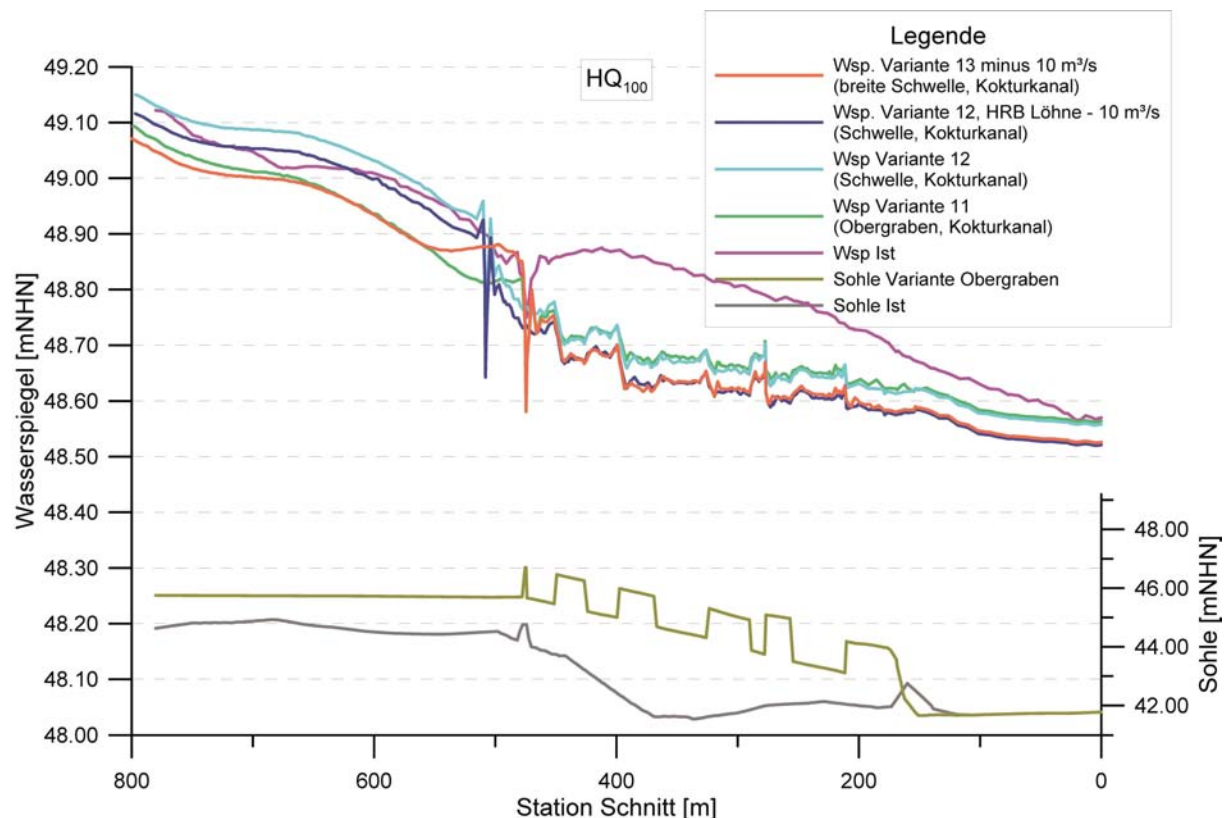


Abbildung 32: Überhöhter Längsschnitt im Bereich des Sielwehres (IWUD 2019)

Die berechnete Wasserspiegellinie bei der Variante 13 minus 10 m³/s liegt deutlich unter der von den Varianten 12 und unter der des Ist-Zustandes. Sie liegt annähernd gleichauf mit der Variante 11.

Im Kapitel 6.1.2 ist der Vergleich der Wasserspiegellagen beim HQ₁₀₀ zwischen dem Ist-Zustand und der Planungsvariante 13 tabellarisch dargestellt. In der Darstellung sind auch die Wasserspiegellagen der Zwischenlösung mit der temporären Sohlgleite nach dem 1. Bauabschnitt enthalten.

Die erweiterten Maßnahmen bewirken also eine Verbesserung des Hochwasserabflusses gegenüber dem Ist-Zustand. Es ist geraten, im Zuge der Entwurfsplanung zu überprüfen, welche zusätzlichen Maßnahmen in Hinblick auf Effizienz (Kosten – Nutzen Analyse) tatsächlich umgesetzt werden sollten und welche möglicherweise entfallen können.

Die Untersuchungen belegen, dass die Variante ohne Hochwasserentlastungsgraben, ggf. mit Änderungen /Ergänzungen, die Planungsziele erfüllt. Es bestand seitens der Behörden einhellige Zustimmung in der Frage der Vorzugsvariante. Die Planungsvariante **ohne Hochwasserentlastungsgraben** soll demnach in weiteren Bearbeitungsschritten planerisch weiterverfolgt werden.

Die Kosten für die Umgestaltung des Sielwehres in Form der Vorzugsvariante wurden mit ca. 2.829.000 € netto abgeschätzt (s. Anlage 4.10)



5.1.3 Gewässerabschnitt A 3 Sielwehr bis Löhne (4+756 – 8+566)

Das Konzept für die naturnahe Umgestaltung der unteren Werre sieht vor, die aktuelle Stausituation durch das Sielwehr in Bad Oeynhausen durch den ersatzweisen Bau einer organismendurchgängigen Sohlgleite aufzulösen. In diesem Zusammenhang sind verschiedene Planungsvarianten untersucht worden, die beiden wichtigsten sind in den Kap. 5.1.2 beschrieben.

Oberhalb des Wehrstandortes soll die Werre zwischen Bad Oeynhausen und Löhne ökologisch verbessert werden, indem das tief eingeschnittene Werreprofil mit ortstypischem Bodenmaterial verfüllt wird. Parallel dazu wird die Werre seitlich bis auf naturraumtypische Größe verbreitert.

In der Abbildung 33 ist Bestandssituation schematisch dargestellt. Der durch das Sielwehr verursachte Stau reicht ungefähr bis zur Löhner Kernstadt, Höhe Albert-Schweitzer-Straße.

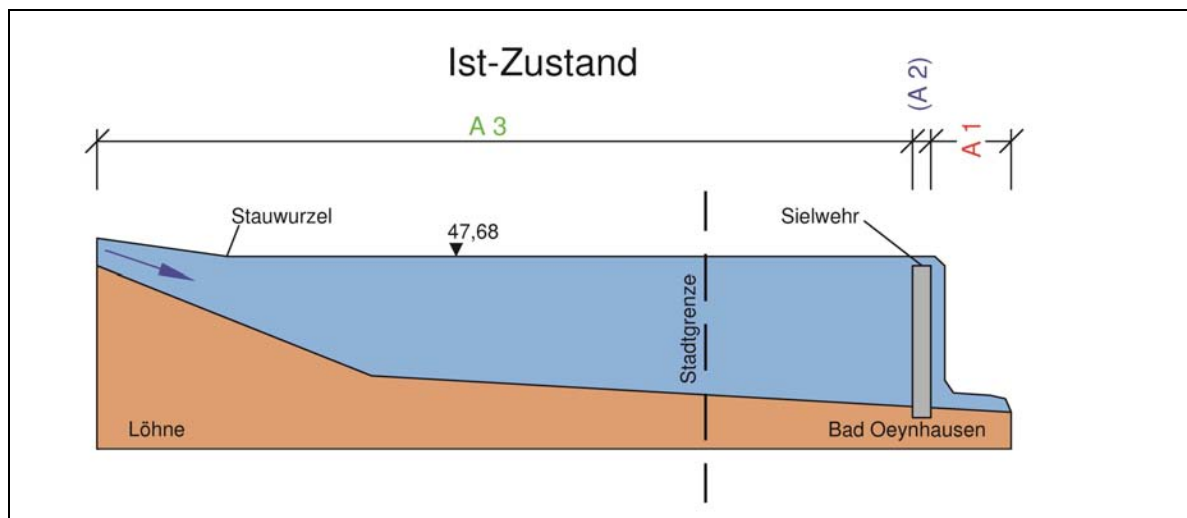


Abbildung 33: Schematische Darstellung des aktuellen Längsverlaufs der Werre von Bad Oeynhausen bis Löhne

In der Abbildung 34 ist der geplante Wehrrumbau und die damit verbundene Sohlanhebung schematisch dargestellt. Die Maßnahmen bewirken eine Absenkung der Wasserlinie am Standort des Sielwehres bei Q_{183} von 80 cm. Aufgrund des neuen Sohlverlaufs bilden sich wieder naturraumtypische Abflussverhältnisse aus (Fließgeschwindigkeiten, Wassertiefen).

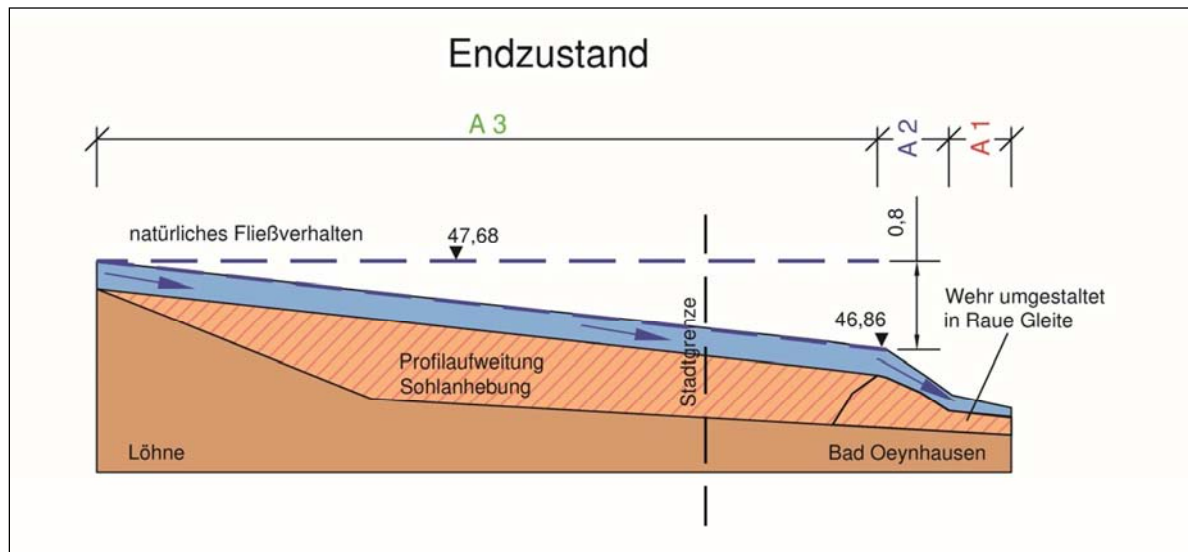


Abbildung 34: Schematische Darstellung des geplanten Längsverlaufs der Werre von Bad Oeynhausen bis Löhne

In der Abbildung 35 sind Planungs- und Bestandsprofil hintereinander schematisch dargestellt. Im Bildvordergrund erkennt man das Planungsprofil. Die seitlichen Aufweitungen erfolgen auf dem geplanten höheren Sohlniveau, der Altverlauf kann verfüllt werden. Abschnittsweise kann der bestehende Sohlbereich auch als Tiefwasserbereich bzw. als Kolk erhalten bleiben. Die parallel verlaufenden Werre-Deiche sollen zurückgebaut werden.

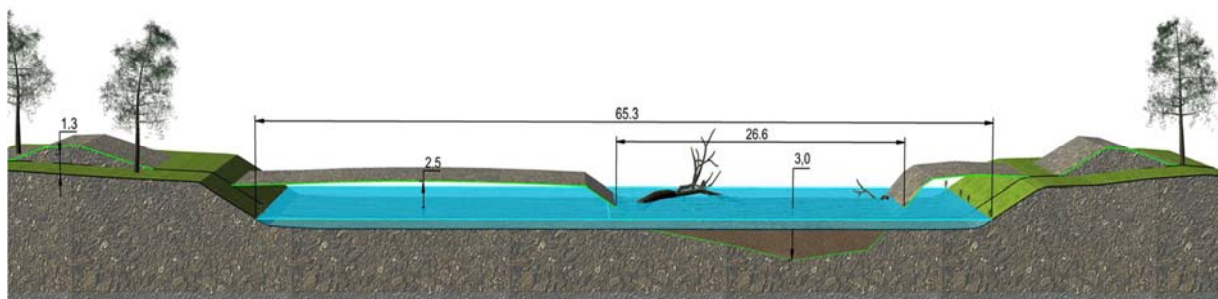


Abbildung 35: Schematische Darstellung des vorhandenen und geplanten Werreprofils

In dem Beispielprofil sind für den Ist- und Planungszustand die Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten beim mittleren Niedrigwasser und dem Mittelwasserabfluss (gerundete Werte) ermittelt worden, s. Abbildung 36. Wie erwartet ergibt sich eine deutliche Steigerung der Fließgeschwindigkeiten. Beim mittleren Niedrigwasser wird rechnerisch sogar eine Vervielfachung der Fließgeschwindigkeit erreicht. Das Planungsziel einer natürlich fließenden Werre wird somit erreicht.



	Bestand		Planung		
	Wassertiefe	Fließ- geschwindig- keit	Wassertiefe	Fließ- geschwindig- keit	Faktor Erhöhung
	t	v	t	v	
	[m]	[m/s]	[m]	[m/s]	[-]
Q = 5 m³/s	3,96	0,07	0,29	0,28	4
Q = 20 m³/s	3,99	0,26	0,71	0,44	1,7

Abbildung 36: Vergleich der Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten beim vorhandenen und geplanten Werreprofil

Das Maß der Sohl-anhebung beträgt im Mittel 1,75 m und das neue Längsgefälle von 0,26 ‰ orientiert sich dabei am Leitbild: Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges, s. Kap. 4. Die Planungsprofile werden mit mittleren Sohlbreiten von 70-75 m ausgebildet. Dabei werden die vorhanden seitlichen Böschungen mit den Uferbestigungen aufgenommen. Das anfallende Material kann zum Aufbau der Sohle verwendet werden.

Durch die Sohl-anhebung und den Abtrag der Deiche sind die geplanten Einschnittstiefen der Werre erheblich reduziert. Früher als bislang erfolgt die Ausuferung in die Aue bzw. nimmt die Überflutungsdauer im Jahr zu.

Anhand eines Beispielprofils 6+909, s. Blatt 10, Profile Bestand und Planung, wurde der Ausuferungsbeginn ermittelt. Dabei ergibt sich eine Bandbreite, die sich aus dem unterschiedlichen Geländeniveau der rechten und linken Uferseite ergibt. Die Bandbreite beträgt zwischen 169 und 198 m³/s.

Die Einordnung der Abflussgrößen zu Jährlichkeiten erfolgt überschlägig nach einer Angabe in dem gewässerkundlichen Jahrbuch aus dem Jahr 2008. Dort ist für das HQ₁ ein Abflusswert von 169 und für das HQ₅ ein Wert von 246 m³/s angegeben worden.

Aktuelle Angaben der Bezirksregierung Detmold liegen über größere Abflussereignisse z. B. am Zulauf des HRB Löhne vor (HQ₁₀ = 285 m³/s - HQ₁₀₀ = 420 m³/s). Darüber hinaus gibt es weitere Werte aus den Dauertabellen der Gewässerkundlichen Jahrbücher. Diese bilden aber nur das Abflussintervall bis Q₃₆₄ = 134 m³/s ab, mittlerer Wert der Hüllkurve aus dem Jahr 2015 (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, 2018). Nach dieser Abschätzung erfolgt eine Ausuferung in die Aue frühestens beim HQ₁.

Für den Gewässerabschnitt A3 sind exemplarische Bestands- und Planungsprofile sowie der Planungslängsschnitt in den Blättern 10 und 8 der zeichnerischen Unterlagen dargestellt.

Neben der eigentlichen Profilgestaltung sind weitere Planungsmaßnahmen zur ökologischen Verbesserung der Werre und ihrer Aue denkbar. Ist der Ankauf von werrenahen Flächen möglich, kann dort z. B. zusätzlich flächig Boden abgetragen werden um den Überflutungszeitraum in einer Ersatzau zu verlängern. In jedem Fall sind strukturverbessernde Maßnahmen wie Totholzeinbau, Anlage von Kiesbänken, Steilwänden und Kolken durchzuführen.

Die beschriebenen Maßnahmen sind im Geländemodell Planung für die Berechnung der Wasserspiegel abgebildet worden. Dabei ist von einer weitreichenden Planungslösung ausgegangen worden, bei der die Flussdeiche auf der Südseite der Werre vom Sielwehr bis zur Albert-Schweitzer-Straße in Gänze abgetragen werden. Auf der Nordseite der Werre erfolgte der Deichrückbau planerisch bis zur A 30 (Gewässerstation 8,57). Nur im Bereich



des so genannten Werrekniees ist die Hochwasserschutzfunktion des nördlichen Flussdeiches zu erhalten, s. Kap. 5.4.3.4, lfd. Nr. 10.

Die geplanten Maßnahmen haben Einfluss auf das zukünftige Abflussverhalten. Durch den Wegfall der Werre-Deiche werden vormals von der Werre abgetrennte Auenbereiche wieder direkt an das Gewässer angeschlossen. Dies führt bei Hochwasser zu einer vergrößerten Überflutungsfläche mit einem deutlichen Zuwachs an Retentionsraum, s. Kap. 5.4.4.

In Hinblick auf den zu gewährleistenden Hochwasserschutz bis zu einem 100-jährlichen Abflussereignis sind Objekte, die bislang durch die Werre-Deiche geschützt waren zukünftig durch örtlich begrenzte Schutzmaßnahmen zu sichern, s. Kap. 5.4.3.4 und Anlagen 1.1 u. 1.2.

In diesem Zusammenhang spielt der aktuelle bauliche Zustand der Werre-Deiche eine Rolle.

Auf Veranlassung des Werre – Wasserverbandes wurde das Ingenieurbüro Sönnichsen mit der Entwicklung eines Sanierungskonzepts für die Werre-Deiche beauftragt (Sönnichsen, 1998). Die Notwendigkeit hierzu ergab sich aus einem bereits 1997 erstellten erweiterten Sicherheitsbericht des Büros zum Hochwasserrückhaltebecken Löhne. Darin wurde auf sanierungsbedürftige Mängel der Werre-Deiche hingewiesen.

Es kann u. U. jetzt schon möglich sein, dass bei Hochwasser die Flächen jenseits der Schutzdeiche aufgrund von Undichtigkeiten unter Wasser stehen.

Die in Dammlage verlaufende A 30 ist in den beiden Kreuzungsbereichen mit der Werre und ihrer Aue bereits hochwassersicher angelegt worden, zusätzliche Schutzmaßnahmen sind hier nicht erforderlich.

Infolge des Dammabtrags und der neuen Profilgeometrie werden zusätzliche abflussaktive Bereiche der Werre und ihrer Aue geschaffen, die gegenüber dem Ist-Zustand sogar zu einer Absenkung der Wasserspiegellagen führen, s. Kap.6.1. Das für Planungen zugrunde liegende Verschlechterungsverbot erfordert hinsichtlich des Hochwasserschutzes mindestens die Hochwasserneutralität. Vor diesem Hintergrund bestehen u. U. noch planerische Spielräume. Im Zuge der Entwurfsplanung kann z. B. überprüft werden, ob der Rückbau linienhaft auf der gesamten Strecke durchzuführen ist, oder ob aus Kostengründen Deichabschnitte auch unverändert erhalten bleiben können.

Die Kosten für die Umgestaltung des Werreabschnittes A3 belaufen sich auf ca. 13.383.700 € netto (s. Anlagen 4.7 und 4.9)

5.2 Bauliche Umsetzung

Aufgrund der unterschiedlichen Flächenverfügbarkeit auf den Gemarkungen Bad Oeynhausen und Löhne ist es vorgesehen, das Projekt in zwei Umsetzungsschritten zu verwirklichen. Der 1. Umsetzungsschritt umfasst den Abschnitt von der Karbachmündung bis zum Werreknie (Fluss-km 4,1 bis 5,7). Der 2. Umsetzungsschritt beinhaltet den Abschnitt vom Werreknie bis zur Brücke der Albert-Schweizer-Straße (Fluss-km 5,7 bis 9,0).

Wenn der 1. Umsetzungsschritt zeitlich vorlaufend hergestellt wird, muss am Werreknie eine temporäre Sohlrampe errichtet werden, um eine zu starke Absenkung des Grund-



wasserspiegels im Oberwasser zu verhindern. Das für die Schüttung erforderliche Steinmaterial kann im Zuge des 2. Umsetzungsschrittes weiterverwendet werden.

5.2.1 Umsetzungsschritt 1 Abschnitt von Fluss-km 4,1 (Karbachmündung) bis 5,7 (Werreknie)

In dem ersten Bauabschnitt werden die beschriebenen Maßnahmen für die Gewässerabschnitte A1 und A2 umgesetzt sowie ein ca. 600 m langer Flussabschnitt oberhalb des Sielwehres (A3 Teilabschnitt), s. 5.1. Hier sind die Planungen und der erforderliche Flächenerwerb soweit fortgeschritten, dass auch Maßnahmen auf Flächen der Stadt Löhne umsetzbar sind. Am oberen Ende des Bauabschnittes in Höhe des Werrekniees ist als Abschlussbauwerk zum Bauabschnitt 2 eine provisorische Sohlgleite geplant.

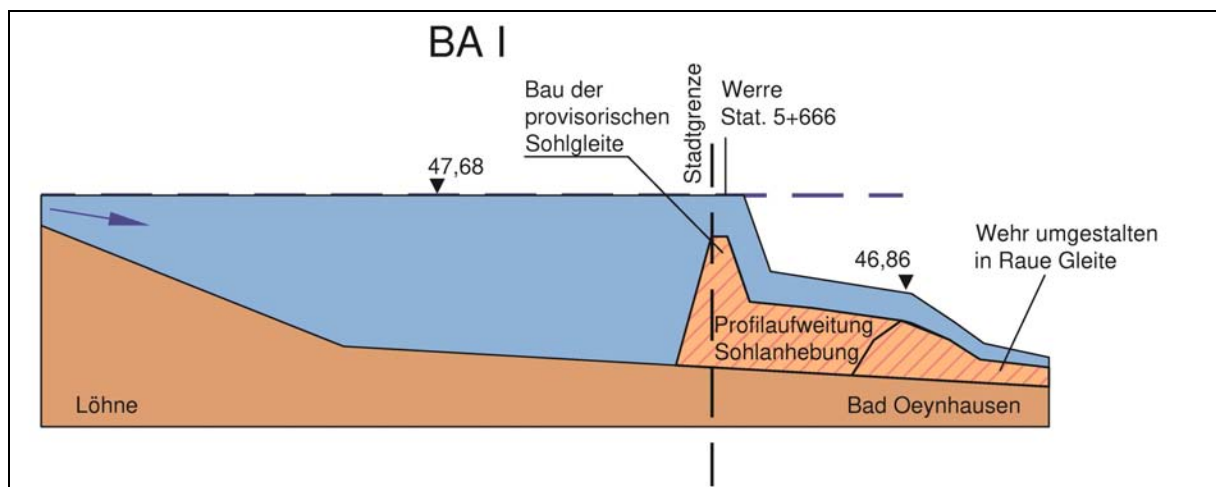


Abbildung 37: Schematische Darstellung des 1. BA im Längsprofil

Im Zuge der weiteren Planungen ist zu prüfen, ob für das temporäre Bauwerk die hydraulischen und geometrischen Grenzwerte nach dem Handbuch Querbauwerke und dem DWA Merkblatt 509 einzuhalten sind.

5.2.2 Umsetzungsschritt 2 Abschnitt von Fluss-km 4,1 (Werreknie) bis 9,0

In dem 2. Bauabschnitt werden die in Kap. 5.1.3 beschriebenen Maßnahmen umgesetzt. Die Voraussetzung hierfür bildet der noch zu tätige Flächenerwerb auf dem Stadtgebiet Löhne. Der Rückbau der provisorischen Sohlgleite erfolgt während / nach Fertigstellung der Gewässerbauarbeiten im Flussabschnitt A3.

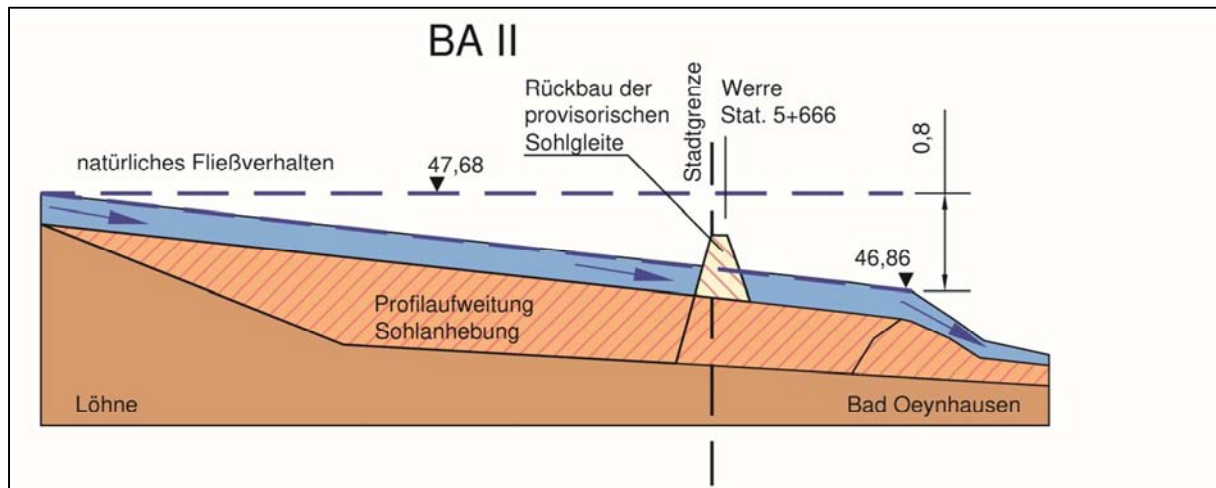


Abbildung 38: Schematische Darstellung des 2. BA im Längsprofil

5.3 Folgemaßnahmen

Die Folgemaßnahmen ergeben sich maßgeblich aus der geplanten Absenkung der Wasserspiegellagen und betreffen vor allem die einmündenden Gewässer und Entwässerungsleitungen sowie die Wasserentnahmen aus der Werre. Die dazu vorgesehenen Planungslösungen sind in den folgenden Kapiteln 5.3.1 - 5.3.3 beschrieben.

Darüber hinaus sind für bebaute Grundstücke im direkten Uferbereich der Werre (Ferienhaussiedlung, Wohngebäude, Kanuverein) Maßnahmen zu entwickeln, die die bisherige Zugänglichkeit und ggf. Nutzung (Anlegestege) auch zukünftig gewährleisten. Diese Aufgabenstellung wird an dieser Stelle nur erwähnt und im Detail in den weiteren Planungsphasen behandelt.

5.3.1 Wasserversorgung des Kotturkanals und Anbindung Mittelbach

Die Umgestaltungsmaßnahmen am Sielwehr inkl. der Absenkung des Stauziels, ziehen auch weitreichende Veränderungen für den Kotturkanal bzw. für den Unterlauf des Mittelbachs nach sich.

In dem folgenden Kapitel 5.3.1.1 wird die Bestandssituation der beiden Gewässer beschrieben, bevor im Kapitel 5.3.1.2 die maßnahmenbedingten Veränderungen dargestellt und erläutert werden.

5.3.1.1 Bestandssituation Kotturkanal und Mittelbach

Kotturkanal

Aufgrund der planerischen Bedeutung des Kotturkanals erfolgte eine detaillierte Beschreibung des Ist-Zustandes bereits in dem separaten Kapitel 3.7.

Mittelbach

Der als „keiner Talauebach“ zu charakterisierende Mittelbach, entspringt im Lipper Bergland und verläuft mit einer Fließlänge von rund 7,8 km, über die Stadtgebiete Vlotho (Quelle und Oberlauf), Löhne (Mittel- und Unterlauf) und Bad Oeynhausen (Unterlauf und Mündung). Der Unterlauf tritt allerdings in die, in diesem Bereich etwa 400-800 m breite, Werreaue ein.

Daher ist dieser Abschnitt des Mittelbachs in der Werreaue dem Gewässertyp „Fließgewässer der Niederung“ (oder Niederungsbach) zuzuordnen (UIH Planungsbüro, 2002).

Die folgende Abbildung 39 gibt eine Übersicht über die Höhen, Lauflänge und abschnittsweise gemittelten Talbodengefälle an.

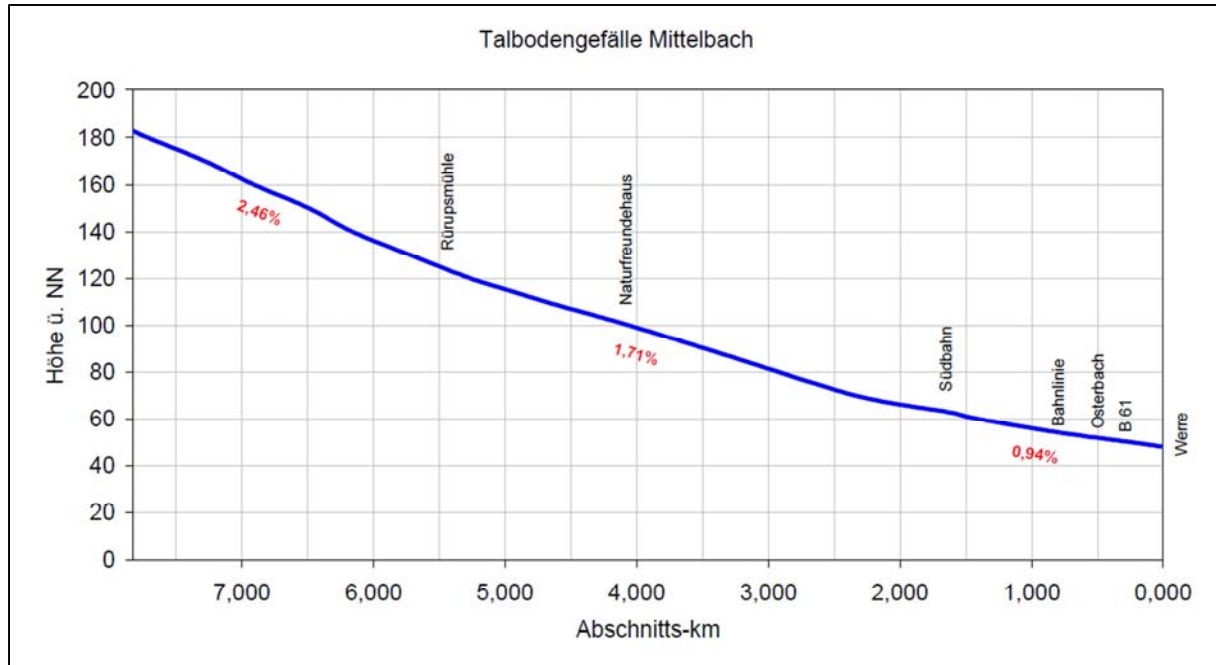


Abbildung 39: Höhen, Lauflängen, markante topografische Punkte zur Orientierung und das Talbodengefälle des Mittelbachs (UIH Planungsbüro, 2002)

Das Einzugsgebiet des Mittelbachs, weist eine Größe von rund 13,9 km² auf. Aus dem Konzept zur naturnahen Entwicklung des Mittel- und Osterbachsystems (UIH Planungsbüro, 2002) können folgende charakteristische Abflussmengen genannt werden.

Tabelle 3: Bemessungshochwasserabflüsse des Mittelbachs unterhalb der Einmündung Osterbach

Mittelbach	AEO:	13,9	Km ²
BHQ2	=	4,3	m ³ /s
BHQ5	=	6,32	m ³ /s
BHQ10	=	8,71	m ³ /s
BHQ20	=	11,5	m ³ /s
BHQ50	=	14,9	m ³ /s
BHQ100	=	17,75	m ³ /s

In der Abbildung 40 ist der Mittelbach, mit Blick gegen die „Fließrichtung“ vom Durchlassbauwerk des Rad-/Fußweges dargestellt. Deutlich ist hier der Rückstau einfluss der Werre auszumachen.

In der Abbildung 41 ist in einer Luftbilddarstellung vom Februar 2017, die Werre und die beiden Nebengewässer zu erkennen. Die Verläufe von Mittelbach und Kotturkanal sowie der aktuelle Rad-/Fußwegverlauf südlich der Werre, sind zur besseren Orientierung farblich



nachskizziert. Beide Gewässer werden kurz vor ihrer Anbindung an die Werre, von dem Rad-/Fußweg („Else-Werre-Radweg“) der südlich der Werre nach Löhne führt (gelb-punktierte Linie), gekreuzt.

Informationen zum relevanten Sohlverlauf des Mittelbaches liegen aktuell keine vor. Aufgrund des hohen Verschlammungsgrades konnten im aquatischen Bereich bisher keine Vermessungsdaten aufgenommen werden. Vermessungstechnische Aufnahmen sollten dann im Zuge der Detailplanungen, im Rahmen einer Stauabsenkung oder mit dem Boot vorgenommen werden.



Abbildung 40: Unterlauf des Mittelbaches, Blick von der Fußgängerbrücke gegen die Fließrichtung

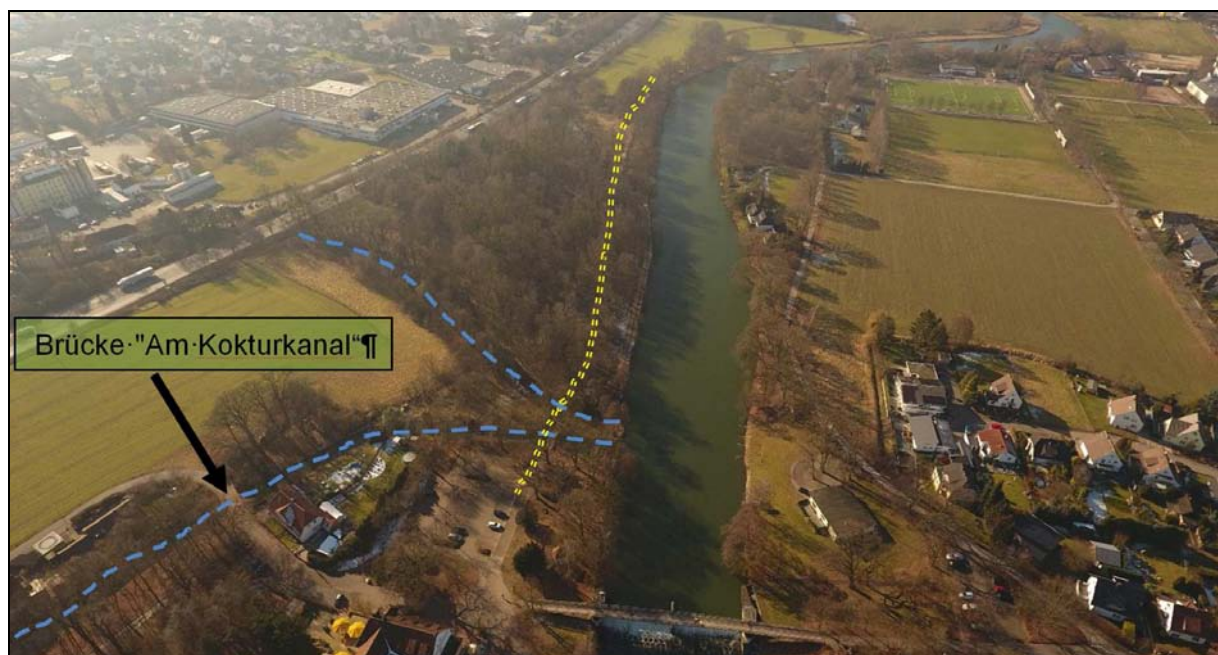


Abbildung 41: Das Sielwehr, Sielwehrbrücke sowie die Anbindungsgebiete von Kokturkanal und Mittelbach



5.3.1.2 Maßnahmenbedingte Veränderungen an Mittelbach und Kokturkanal

Als maßgebliche Veränderungen für die beiden Gewässer, stellen sich die Absenkung der Wasserspiegellage um 0,8 m, die Verbreiterung der Werre, die Absenkung der Aue und die damit einhergehende Veränderung der Rad-/Fußwegtrasse dar.

Auswirkungen bzw. erforderliche Maßnahmen, die sich aus den oben genannten Veränderungen ergeben, werden im Folgenden erläutert und skizziert.

Um den Erhalt der Eichen zu gewährleisten (vgl. Kapitel 5.3.1.1), strebt die Stadt Bad Oeynhausen an, die bestehende Wasserspiegellage mit 47,68 Kokturkanal bis zur alten Wasserkraftanlage weiterhin vorzuhalten. Dies soll in der Regel durch eine Pumpstation am neuen Einlaufbereich des Kokturkanals realisiert werden. Dazu soll der Kokturkanal verdämmt und Wasser aus der Werre über eine Pumpanlage in den Kanal gefördert werden. Dies in einer Menge, dass Verdunstungs- und Versickerungsverluste sowie die Entnahmemengen im Bereich der alten WKA und zur Speisung der Sielparkteiche kompensiert werden. Dies dürfte insgesamt in der Größenordnung von 80 - 100 l/s liegen, so dass bei einer mittleren Wasserspiegeldifferenzhöhe von 0,80 m, eine Pumpe mit einer installierten Leistung von ca. 6 KW erforderlich sein könnte. Daraus würde dann ein Jahresstrombedarf von etwa 53.000 KWh resultieren.

Die bisher konzeptionell geplante Situation im Zuge Umgestaltungsmaßnahmen der Werre ist in der Abbildung 42 dargestellt.

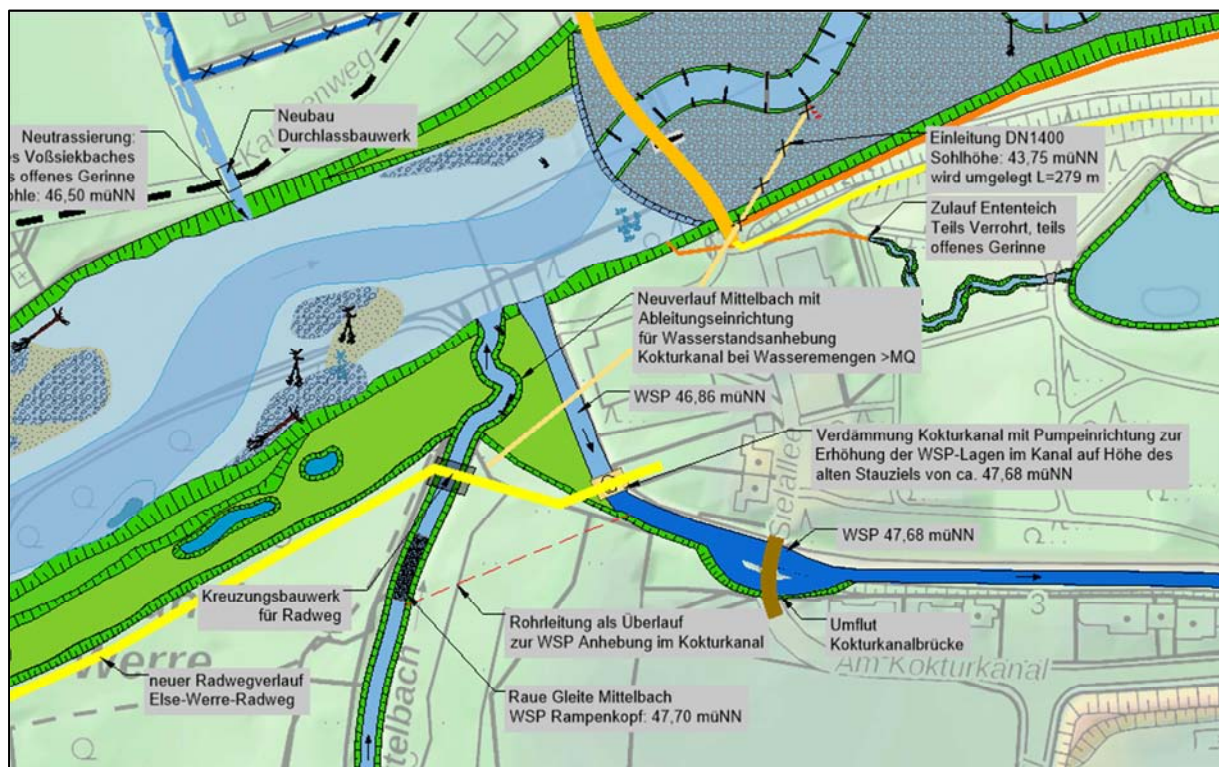


Abbildung 42: Lageplan Konzept – Umgestaltung der Anbindungsbereiche von Mittelbach und Kokturkanal

Um bei der Wasserspeisung des Kokturkanals Energie einzusparen, ist ggf. die Möglichkeit zu prüfen, einen Teil der Wassermengen aus dem Mittelbach überzuleiten. Dies sollte allerdings nur in Phasen ausreichender Wasserführung des Bachs erfolgen. In diesem



Zusammenhang wäre dann zwischen der Einmündung in die Werre und der Kreuzung der BAB 30 eine Raue Gleite in den Bach zu installieren, die die Funktion hätte, den Mittelbach auf etwa heutiges Niveau (47,68 m ü. NN) zu stauen. So könnte oberhalb der ökologisch durchgängig herzustellenden Rauhen Gleite eine Abschlagseinrichtung installiert werden, die bei größeren Abflussmengen (z.B. ab MQ) einen Überlauf zum Kokturkanal speist. Eine diesbezügliche Detailplanung sollte dann auf Grundlage einer Detailvermessung und mit Kenntnissen des Mittelbachabflussregimes im gewöhnlichen Abflussspektrum erfolgen. Zur diesbezüglichen Grundlagenermittlung sollte dann ggf. kurzfristig eine provisorische Pegelanlage unterhalb der BAB 30 installiert werden.

Der Gewässerabschnitt unterhalb der Rauhen Gleite könnte mit Normalgefälle (ca. 0,5 - 1 %) und einem naturnahen Verlauf auf die Werre zugeführt werden. Dies Konzept ist ebenfalls in der Abbildung 42 zu erkennen. Da das rechte, südliche Werreufer für die Herstellung einer Hochflutrinne abgesenkt werden soll, könnte der Mittelbach hier mit einem mäandrierenden Habitus und geringen Einschnittstiefen verlegt werden.

Von den Maßnahmen betroffen wäre dann auch die vorhandene Rad-/Fußweginfrastruktur. Während die zukünftige Überquerung des Kokturkanals im Bereich der Verdämmung realisiert werden kann, wäre im Bereich des Mittelbaches ein neues Kreuzungsbauwerk (Brücke oder Kastenbauwerk) zu installieren. Der neue Rad-/Fußweg könnte dann von hier aus entlang der Terrassenkante der neuen Hochflutrinne, Richtung Löhne geführt werden (vgl. Abbildung 42).

Die Hochflutrinne erfüllt neben ökologischen Belangen (wechselfeuchte Bereiche sowie permanent wasserführende Stillgewässer) auch Anforderungen an den Hochwasserschutz. Durch die Absenkung des vorhandenen Auenniveaus vergrößert sich die hochwasserabflussaktive Querschnittsfläche der Werre sowie der Retentionsraum der Werreaue.

Hydraulische Hochwasserbetrachtungen durch das Büro IWUD haben gezeigt, dass sich die oben dargestellten Abgrabungen insbesondere in Verbindung mit einer zusätzlichen Aufweitung des Kokturkanals neben der Brücke „Am Kokturkanal“, zu einer Absenkung der Hochwasserspiegellagen oberhalb des Sielwehrstandortes bzw. des zukünftigen Rampenkopfes führen kann.

Da die Brücke selbst unter Denkmalschutz steht, wäre hier dann die Installation eines oder mehrerer Durchlassbauwerke südlich der Brücke, als Ergänzung zum vorhandenen Fließquerschnitt angebracht (s. Kap. 5.4.3.1.3).

Die Kosten, die sich aus den baulichen Veränderungen für den Mittelbach und Kokturkanal ergeben, können grob auf 154.000,00 € netto geschätzt werden. Die Herleitung der Kostenansätze können der Anlage 4.2 entnommen werden.

Ergänzende Maßnahmen zur Verbesserung der örtlichen Hochwassersituation im Bereich des Sielparks bzw. im weiteren Verlauf des Kokturkanals werden in den Kapiteln 5.4.3.1.2 und 5.4.3.1.3 beschrieben.



5.3.2 Wasserversorgung und Gestaltung der Teichanlagen im Sielpark

Bestandssituation

Zwei im Sielpark befindliche Teichanlagen werden von der geplanten Staubabsenkung maßgeblich betroffen sein. Die Situation im Bereich der Teich- und Parkanlagen stellt sich aktuell so dar, wie in der Abbildung 43; Lageplan Teichanlagen Bestand, skizziert.

Dort ist das Zulaufsystem für den Teich 1 zu erkennen, dass im Bereich der Kokturkanalanbindung an die Werre, Wasser aus der Werre über eine etwa 180 m lange Rohrleitung in das Stillgewässer einleitet. Von dort aus wird im östlichen Randbereich über ein Mönchbauwerk das überschüssige Wasser in die Werre angeleitet. Die Teichanlage 2 erhält ihr Wasser über eine Rohrleitung, die am Kokturkanal angebunden ist (DN100, L = 50 m).

Aus dem Teich 2 werden dann überschüssige Wassermengen über eine rund 100 m lange Rohrleitung, der Werre zugeführt. Die Einmündungsstelle ist in der Abbildung 43, entsprechend markiert.

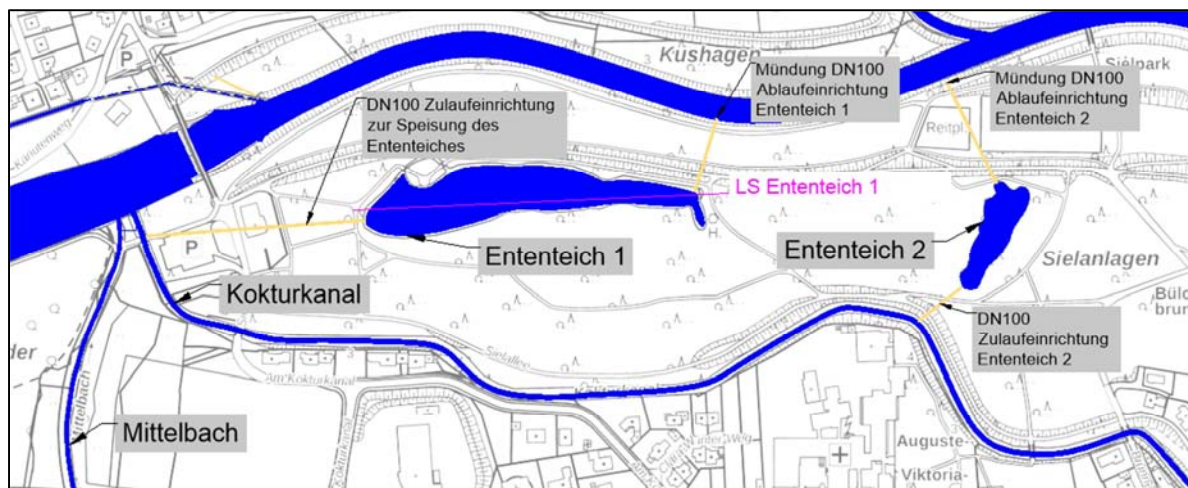


Abbildung 43: Lageplan Bestand - Teichanlagen 1 + 2, mit zu und Ablaufsystemen

Aus eigenen Vermessungsaufnahmen vom 31.08.2017 und 23.04.2018 lassen sich für die Teichanlagen folgende Hauptdaten zusammentragen.

Tabelle Hauptdaten zu den Ententeichen 1 und 2

	Teich 1	Teich 2
WSP - Lage am 23.04.2018	47,32 m ü.NN	46,98 m ü.NN
Teichfläche bei gegebener WSP Lage	8.450 m ²	2.100 m ²
Durchschnittliche Wassertiefen	1,50 m	1,20 m
Länge der Uferzonen	625 m	230 m

LS Ententeich 1

278,50 m

47,32 mü.NN (23.04.2018)

1,42 m

Schlamm Dicke
ca. 0,20 m

1,24 m

42,00 m ü. NN

Bestand [m ü.NN]	47,58	47,56	47,16	46,15	45,78	45,84	45,72	45,74	45,56	45,73	45,92	45,90	45,88	45,86	45,84
Abstand [m]	4,39	9,56	8,25	16,59	9,07	23,43	39,96	32,30	46,68	73,11	26,89	1,80	1,80	1,80	1,80
Stationen [m]	0,00	4,09	13,65	30,24	39,31	62,74	102,70	135,00	181,68	254,79	281,68	283,48	285,28	287,08	288,88

Überhöhung: 5

In den Abbildung 45 bis Abbildung 47 ist die Bestandsituation als Übersicht mittels Fotonachweisen dokumentiert.



Seite 48



Abbildung 46: Teich 1 am 18.04.2018 / Entnahmebauwerk (Mönch) im östlichen Rand des Gewässers, Aufenthaltseinrichtung am südliche Gewässerrand

Die Abbildung 47 stellt den kleineren Teich 2 bei Vermessungsarbeiten am 23.04.2018 dar.



Abbildung 47: Teich 2 am 13.04.2018 / Blick vom Osten die Gewässerachse bzw. Blick auf eine verlandete Uferbucht

[Zukünftige Wasserversorgung und Gestaltung der Teichanlagen im Sielpark](#)

Als wesentliche Einflussnahme durch die geplanten Maßnahmen am Sielwehr, ist wohl die Wasserspiegelabsenkung um ca. 0,8 m zu nennen. Hierdurch können die aktuellen Wasserspiegellagen zumindest durch die Entnahme an der Werre, nicht mehr im Freigefälle aufrechterhalten werden.

Auch die Entnahme aus dem Kockturkanal für die Teichanlage 2 ist zukünftig so nicht mehr absehbar, da dazu wiederum weitere Wassermengen in den Kockturkanal gepumpt werden müssten (vgl. Kapitel 5.3.1). Dies ist unter wirtschaftlichen und energetisch-ökologischen Gründen abzulehnen.

Als ein Bestandteil der städtebaulichen Planungen der Stadt Bad Oeynhausen zur Gestaltung des Sielparks wird für die Teichanlagen ein neues Konzept entworfen, bei dem geringere Wasserspiegellagen, veränderte Teichflächen und ein neues Zu- und Ablaufsystem zu Grunde zu legen sind.

In den folgenden Abbildung 48 bis Abbildung 50 sind Konzeptüberlegungen skizziert, die das Büro KuBus Freiraumplanung GmbH & Co. KG Berlin im Auftrag der Stadt Bad Oeynhausen

In der Abbildung 48 ist in dem Lageplanausschnitt unten rechts eine aktualisierte Konzeptplanung zu erkennen, die ein Rohrleitungssystem darstellt, das bis ins Oberwasser der Rauen Gleite führt, um dort die erforderlichen Wassermengen für das Teichsystem abzuleiten.

Aufgrund der nun neuen Wasserspiegellagen, sind dann die Uferbereiche des Teiches 1 und ggf. auch die Sohlbeschaffenheit mit einhergehender Entlandung neu zu gestalten. Hierzu sind dann im Weiteren noch Detailuntersuchungen anzustellen.

In den Abbildung 48 und Abbildung 49 sind nun die, durch das Planungsbüro KuBuS Freiraumplanung erstellten Konzeptskizzen zum Zulaufsystem dargestellt. Diese basieren auf dem in der Abbildung 50 skizzierten Teichgestaltungskonzept.



Abbildung 48: Teich 1 mit neu konzipiertem Zulaufsystem



Abbildung 49: Frei fließendes und reich strukturiertes Zulauf - Gewässersystem



Abbildung 50: Konzept Teich 1 bei abgesenkter Wasserspiegellage (ca. 46,50 m ü. NN)



Für die Entnahme der Wassermengen, Nutzung für die Teichanlagen und Wiedereinleitung in die Werre, sind dann entsprechende wasserrechtliche Anträge und Detailplanungen bei der zuständigen Wasserbehörde einzureichen.

Die Kosten die sich aus den baulichen Veränderungen für den Ententeich ergeben, können grob auf 67.250,00 € netto geschätzt werden. Die Herleitung der Kostenansätze können der Anlage 4.2 entnommen werden.

5.3.3 Anbindung des Voßsiekbaches und der nördliche und südlich einmündenden Regenwasserkänäle

Bestandssituation

Aufgrund der aktuell am Sielwehr vorherrschenden WSP – Differenz von bis zu 3,0 m Höhe, finden sich unterhalb des Sielwehres eine Vielzahl von **Kanaleinleitungen** ein sowie die Einmündung des sogenannten **Voßsiekbaches**, für die oberhalb des Sielwehres keine freie Vorflut vorliegt.

Für den **Voßsiekbach** lässt sich die aktuelle Situation im Betrachtungsbereich anhand der Abbildung 51, Lageplan Bestand und den Abbildung 52 und Abbildung 53 wie folgt zusammen-fassen.

Der von Norden kommende Bach, fließt verrohrt durch die Siedlungsbereiche von Werste, kreuzt im Bereich der Werreniederung die Jahnstraße und mündet ca. 45 m unterhalb in eine offene, als Trapezprofil ausgebaute Passage. Auf dieser rund 185 m langen, offenen Fließstrecke verschwenkt der Bach um ca. 90° in östliche Richtung, um dann ab dem Kreuzungsbereich mit dem Kanutenweg wieder als verrohrt Gewässer (DN 800; L = 230 m) unterhalb des Sielwehres in die Werre zu münden.

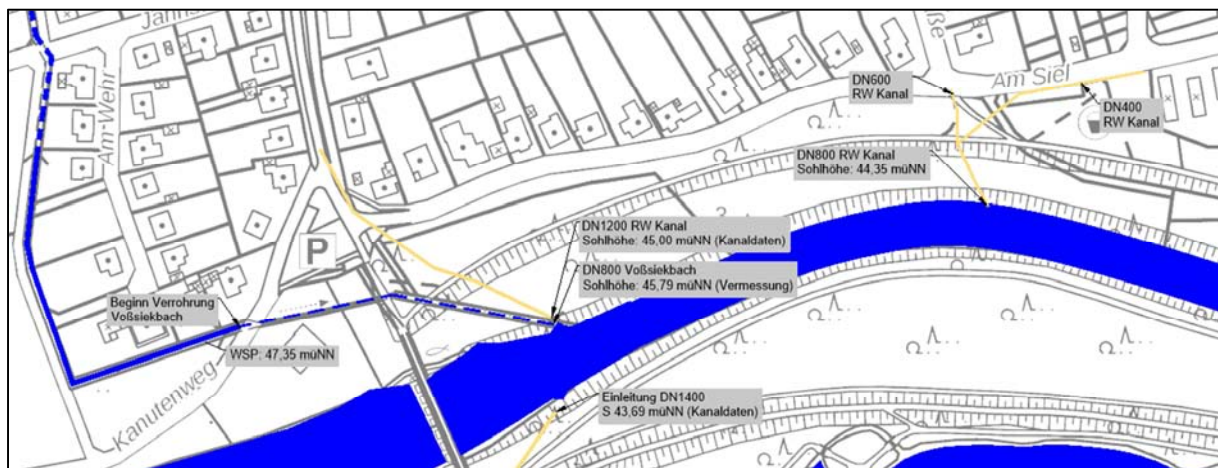


Abbildung 51: Lageplan Bestand, Einleitung Voßsiekbach

In der Abbildung 53 ist die Einmündungsstelle des Voßsiekbaches zu erkennen. Die Sohlhöhe des mit einem Rechen gesicherten Kanalauslaufs liegt mit einer Höhe von 45,79 m ü. NN (Quelle: eigene Vermessung) rund 1,90 m unterhalb des Sielwehrstauziels.

Bei einer Vermessung vom 23.02.2017 wurde der Wasserstand im Voßsiekbach mit 47,35 m ü. NN eingemessen. Die Aufnahme ist in der Abbildung 52 dokumentiert. Die Lage des aufgenommenen Wasserspiegels, ist in der Abbildung 51 zu erkennen.



Aus diesen Darstellungen geht hervor, dass eine Einmündung des Voßsiekbaches oberhalb des Sielwehres unter Gewährleistung einer freien Vorflut, erst durch die geplante Staubabsenkung auf 46,86 m ü. NN denkbar wird (vgl. Kapitel 5.1.2).



Abbildung 52: Voßsiekbach; Blick in Fließrichtung in Höhe des Kanutenwegs



Abbildung 53: Einleitung des Voßsiekbaches im Bereich der nördlichen Werreböschung

Neben dem Voßsiekbach befinden sich noch zwei weitere nennenswerte Einläufe im nördlichen Uferbereich. Dies ist zum einen die Einleitung eines Regenwasserkanals DN 1200 und zum anderen die eines Regenwasserkanals DN 800. Die Einmündung des Kanals DN 1200 liegt unmittelbar neben der Einleitung des Voßsiekbaches auf 45,00 m ü. NN (Sohlhöhe). Der Kanal DN 800 mündet Luftlinie rund 200 m weiter flussabwärts mit einer Sohlhöhe von 44,35 m ü. NN in der Werreböschung aus. Beide Höhenbezüge sind den Kanaldaten der Stadt Bad Oeynhausen entnommen. Die Kanäle leiten einen Teil des anfallenden Regenwassers des Ortsteiles Werste ab.



Abbildung 54: Einleitung Regenwasserkanal DN 1200



Abbildung 55: Einleitung Regenwasserkanal DN 800

Neben den **nördlichen** Regenwasser-Einleitungen und dem Voßsiekbach, ist im **südlichen** Uferbereich der RW-Kanal (DN 1400) zu nennen, der bei Niederschlagsereignissen große Wassermengen aus dem Stadtgebiet Löhne in die Werre ableitet. Das Wasser stammt aus dem Regenwasserkanalnetz Gohfeld, aus dem Bereich Löhner Straße – Kampstraße –



Werre. Die undurchlässige Fläche, deren Wasser der Werre über den Kanal zugeführt wird beträgt 19,20 ha.

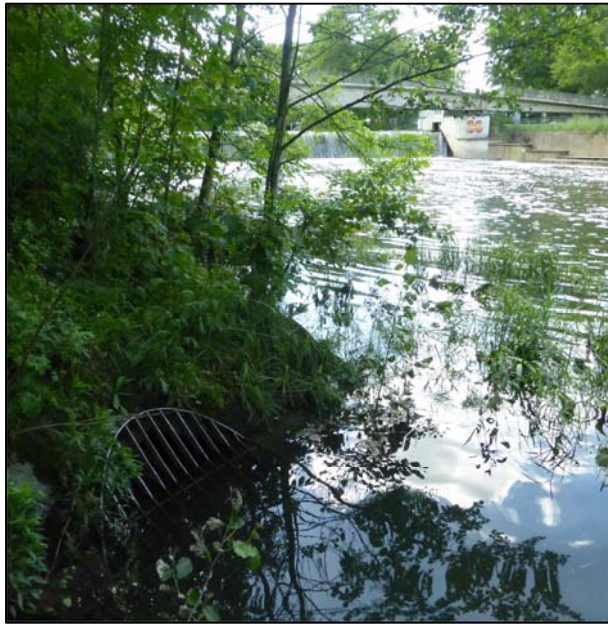


Abbildung 56: Einleitung RW-Kanal DN 1400,
Blick in nördliche Richtung



Abbildung 57: Einleitung RW-Kanal DN 1400,
Blick in südliche Richtung

Die Kanaleinleitungen sind aufgrund der nun geplanten Sohlenerhebung entsprechend dergestalt neu zu verlegen, dass eine neue Einleitungsstelle im Unterwasser bzw. im Bereich des Rampenfußes gefunden werden muss. Die jeweiligen Konzeptplanungen dazu, werden nachfolgend dargestellt und erläutert.

Umgestaltung Voßsiekbach

Wie bereits erwähnt, ergibt sich aus der geplanten Stauabsenkung am Sielwehr die Möglichkeit, den Verlauf des Voßsiekbaches umzuorientieren und ihn zukünftig oberhalb der Sielwehrbrücke in die Werre einzuleiten.

Hierbei gestaltet sich die Situation so, dass er aufgrund seiner bestehenden Gefällesituation bei vergleichsweise geringen Einschnittstiefen, nach Querung des Kanutenwegs über die Werreaue in den Werrefluss einmünden kann. Eine vereinfachte Konzeptdarstellung mit dem möglichen Neuverlauf, ist in der Abbildung 58 dargestellt. Es sollte im Zuge einer Umsetzung geprüft werden, ob sich durch die Möglichkeit von kleinräumigem Flächenerwerb, nicht noch strukturelle Verbesserungen bzw. kleinräumige Laufverlängerungen realisieren lassen. Diese Variante ist in der Abbildung 59, durch eine strichpunktierte Linie skizziert.



Abbildung 58: Konzept A Voßsiekbach



Abbildung 59: Konzept B Voßsiekbach

Die Kreuzung mit dem Kanalweg ist durch ein ökologisch durchgängiges Durchlassbauwerk herzustellen. Dies sollte dann gemäß den Kriterien der blauen Richtlinie und der zu erwartenden Hochwassermengen konzipiert werden. Angaben zu den Wassermengen liegen aktuell nicht vor.

Der Gewässerbereich unterhalb des Kanutenwegs ist dann so anzulegen, dass die Sohllage des Voßsiekbaches mind. 0,30 m unterhalb des Stauziels der Werre beim Q_{183} (WSP = 46,86) liegen sollte, so dass die ökologische Durchgängigkeit, über die meiste Zeit des Jahres gewährleistet ist.

Die Länge des Neuverlaufs bis zum Kanutenweg (s. Abbildung 58, hellblau), beträgt etwa 35 m, die Länge des Durchlassbauwerkes ca. 7 m, der Verlauf in der Werre Aue bzw. Werre Böschung etwa 10 m.

Die Kosten, die sich aus den baulichen Veränderungen für den Voßsiekbach ergeben, können grob auf 27.350,00 € netto geschätzt werden. Die Herleitung der Kostenansätze können der Anlage 4.3 entnommen werden.

Umgestaltung Regenwassereinleitungen

Durch die Sohlanelhebung die mit dem Bau der Rauen Gleite einhergeht, kann die Vorflut für einige Kanäle nicht mehr gewährleistet werden. Aus diesem Grund erfolgt eine Verlängerung der Rohrleitungen ins Unterwasser der Gleite. Auf der linken Uferseite betrifft dies den DN1200 Regenwasserkanal der Stadt Bad Oeynhausen. Dieser wird deshalb in der Böschung der Werre rund 40 m vor der aktuellen Mündung abgefangen, um 280 m verlängert und an das Ende der Rauen Gleite gelegt.

Der kleinere DN 800 RW-Kanal aus Werste wird ebenfalls in der Böschung abgefangen. Hier beträgt die zurückzubauende Leitungslänge rund 30 m. Der Kanal wird in der Böschung der Werre um 70 m verlängert und die Mündung so ebenfalls ins Unterwasser der Gleite verlegt.

Auch der von Löhne kommende Regenwasserkanal kann unter den veränderten Bedingungen nicht mehr im oberen Bereich der Gleite einleiten. Der Kanal wird ins



Unterwasser der Gleite verlängert. Hier beträgt die Länge des neu zu verlegenden DN 1400 Kanals 280 m.

Sämtliche Einleitungssohlhöhen und Detailausbildungen sind dann im Zuge einer Ausführungsplanung zu ermitteln.

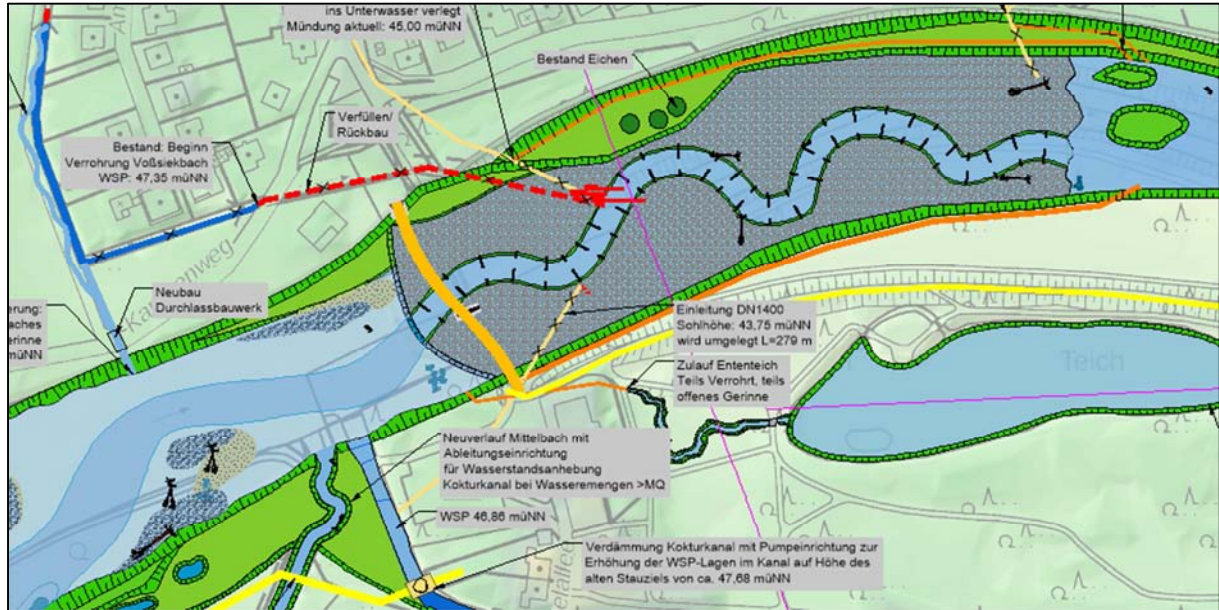


Abbildung 60: Konzeptdarstellung geplante Einleitungsstellen der Regenwasserkanäle

Die Kosten, die sich aus den baulichen Veränderungen für die Kanaleinleitungen bzw. deren Umlegung ergeben, können grob auf 710.000,00 € netto - abgeschätzt werden. Die Herleitung der Kostenansätze können der Anlage 4.4 entnommen werden.



5.4 Hochwasserschutzkonzept

Die geplanten Maßnahmen haben direkte Auswirkungen auf den Hochwasserschutz bzw. das Hochwasserschutzkonzept. Nachfolgend werden die wichtigsten Veränderungen / Verbesserungen stichpunktartig aufgelistet:

- Kein steuerbares technisches Bauwerk für die Umgestaltung des Sielwehres erforderlich. Steuerung des Abflusses nur durch die schon vorhandenen Einrichtungen am HRB Löhne
- Keine Deiche mehr erforderlich, Kostenersparnis durch Wegfall der Deichunterhaltung
- Vergrößerung des Retentionsraums
- Absenkung der Wasserspiegel, nur noch reduzierter Hochwasserschutz erforderlich, dadurch Kostenersparnis (z. B. nur noch geringere Deichhöhen erforderlich)

5.4.1 Aktueller Hochwasserschutz, Bestandssituation

Die Überschwemmungsbereiche an der Werre sind u. a. für ein 100-jährliches Abflussereignis in den Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten der Bezirksregierung Detmold dargestellt. Die Grundlage dieser Darstellungen ist das Ergebnis einer 2D Wasserspiegelberechnung für die Bestandssituation. Die Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten (1. Zyklus) können auch über das Fachinformationssystem ELWAS des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW aufgerufen werden (<https://www.elwasweb.nrw.de/elwasweb/map/index.jsf>). In der Abbildung 61 ist das Überschwemmungsgebiet aus der Hochwassergefahrenkarte in die Grundkarte übertragen worden.

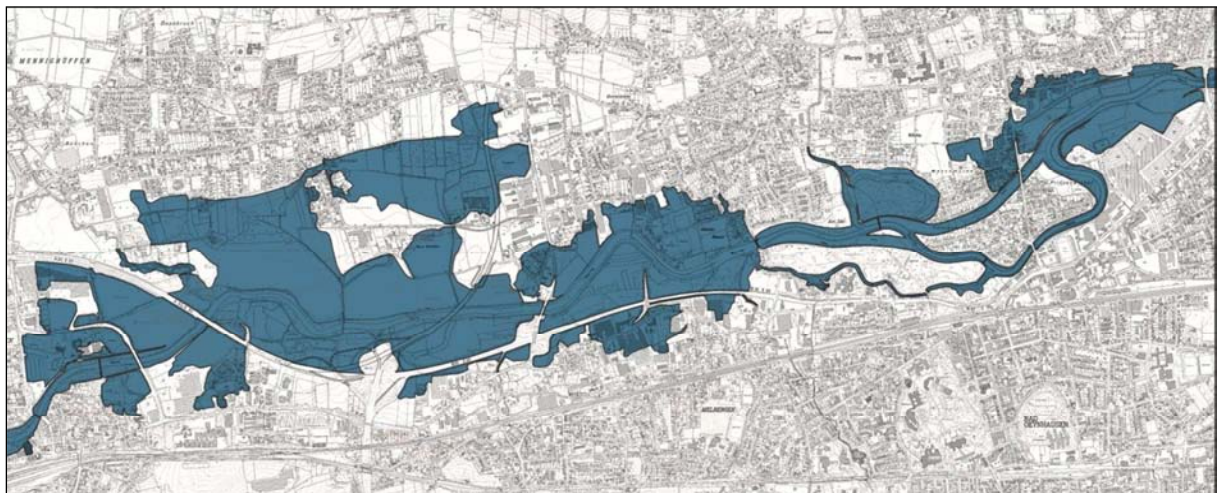


Abbildung 61: Darstellung der Überschwemmungsbereiche beim HQ₁₀₀ (Ist-Zustand) von Löhne bis Bad Oeynhausen

Im Zusammenhang mit der Vorplanung zur Umgestaltung des Sielwehres und der Konzeptplanung für die ökologische Verbesserung der Werre zwischen Bad Oeynhausen und Löhne sind durch das Büro IWUD neuerlich Berechnungen der Wasserspiegellagen angestellt worden.



Diese Berechnungen dienen dazu aufzuzeigen, welche Änderungen sich im Abflussverhalten der Werre durch die geplanten Maßnahmen ergeben. Dabei interessiert in Hinblick auf den Hochwasserschutz in erster Linie, wie sich die geplanten Veränderungen auf die Wasserspiegellagen auswirken.

Ein entscheidender Parameter der Berechnung ist der Abfluss. Die maßgebliche Bemessungsgröße für den Hochwasserschutz ist ein 100 jährliches Abflussereignis. Im Verlauf der Konzeptplanungen/Variantenuntersuchung zur Umgestaltung des Sielwehres hat die Bezirksregierung Detmold aufgrund neuer Erkenntnisse / Berechnungsmethoden die Größe des HQ_{100} von ursprünglich 489 m^3/s auf 419 m^3/s am Werre km 11,40 reduzieren können, s. Anlage 2. Die Berechnungen des Büros IWUD basieren u. a. auf der reduzierten Wassermenge und haben zur Folge, dass die Überflutungsflächen nun deutlich kleiner ausfallen. In der Abbildung 62 ist die Überflutungsfläche im gleichen Kartenausschnitt dargestellt.

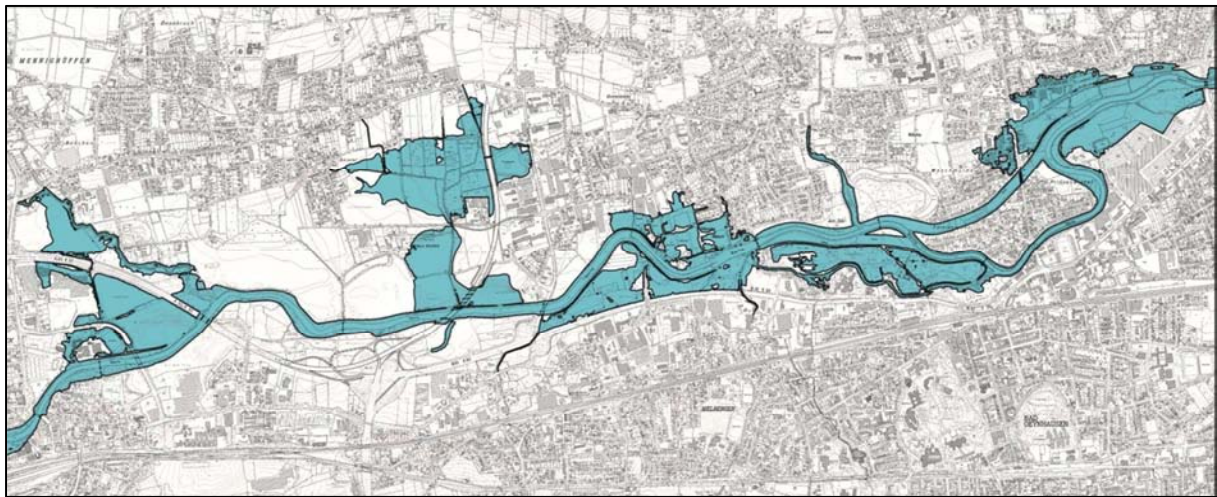


Abbildung 62: Darstellung der Überschwemmungsbereiche beim HQ_{100} (Ist-Zustand) von Löhne bis Bad Oeynhausen

Das Modell der Bestandssituation wird später dann mit dem Planungsmodell verglichen, vgl. Kap. 6.1.

5.4.2 Geplante Maßnahmen, Auswirkungen auf den Hochwasserschutz

Die gewässerbaulichen Maßnahmen an der Werre sind bereits im Kap. 5.1 eingehend beschrieben, im Zusammenhang mit dem zukünftigen Hochwasserschutz werden an dieser Stelle die Kernpunkte der Planung zusammengefasst.

Das Konzept für die naturnahe Umgestaltung der unteren Werre sieht vor, die aktuelle Stausituation durch das Sielwehr in Bad Oeynhausen durch den ersatzweisen Bau einer organismendurchgängigen Sohlgleite aufzulösen. In diesem Zusammenhang sind verschiedene Planungsvarianten untersucht worden, die in den Kap. 5.1.2.1 und 5.1.2.2 beschrieben wurden.

Oberhalb des Wehres wird die Werre zwischen Bad Oeynhausen und Löhne ökologisch verbessert werden, indem das tief eingeschnittene Werreprofil mit ortstypischem Bodenmaterial verfüllt wird. Parallel dazu wird die Werre seitlich bis auf naturraumtypische

Größe verbreitert, um den Querschnittsverlust durch die geplante Sohlanhebung zu kompensieren.

Die beschriebenen Maßnahmen sind im Geländemodell Planung für die Berechnung der Wasserspiegel abgebildet worden. Dabei ist von einer weitreichenden Planungslösung ausgegangen worden, bei der die Flussdeiche auf der Südseite der Werre vom Sielwehr bis zur Albert-Schweitzer-Straße in Gänze abgetragen werden. Auf der Nordseite der Werre erfolgte der Deichrückbau planerisch bis zur A 30 (Gewässerstation 8,57). Nur im Bereich des Werrekniees ist die Hochwasserschutzfunktion des nördlichen Flussdeiches zu erhalten, s. Kap. 5.4.3.4, lfd. Nr. 10.

Die geplanten Maßnahmen haben Einfluss auf das zukünftige Abflussverhalten. Durch den Wegfall der Werre-Deiche werden vormals von der Werre abgetrennte Auenbereiche wieder an das Gewässer angeschlossen. Dies führt bei Hochwasser zu einer vergrößerten Überflutungsfläche mit einem deutlichen Zuwachs an Retentionsraum, s. Kap. 5.4.4. In Hinblick auf den zu gewährleistenden Hochwasserschutz bis zu einem 100-jährlichen Abflussereignis sind Objekte, die bislang durch die Werre-Deiche geschützt waren zukünftig durch örtlich begrenzte Schutzmaßnahmen zu sichern, s. 5.4.3.4 und Anlagen 1.1 u. 1.2.

Die in Dammlage verlaufende A 30 ist in den beiden Kreuzungsbereichen mit der Werre und ihrer Aue bereits hochwassersicher angelegt worden, zusätzliche Schutzmaßnahmen sind hier nicht erforderlich.

Infolge des Dammanbaus und der neuen Profilgeometrie werden zusätzliche abflussaktive Bereiche der Werre und ihrer Aue geschaffen, die gegenüber dem Ist-Zustand sogar zu einer Absenkung der Wasserspiegellagen führen, Kap. 6.1. Das für Planungen zugrunde liegende Verschlechterungsverbot erfordert hinsichtlich des Hochwasserschutzes mindestens die Hochwasserneutralität. Vor diesem Hintergrund bestehen u. U. noch planerische Spielräume. Im Zuge der Entwurfsplanung kann z. B. überprüft werden, ob der Rückbau linienhaft auf der gesamten Strecke durchzuführen ist, oder ob aus Kostengründen Deichabschnitte auch unverändert erhalten bleiben können.

5.4.3 Ergänzende Maßnahmen zum Hochwasserschutz

Die ergänzenden Maßnahmen zum Hochwasserschutz unterteilen sich in zwei Maßnahmenarten. Die Erstere umfasst bauliche Maßnahmen im Zusammenhang mit der Umgestaltung des Sielwehres, die die Hochwasserneutralität zwischen dem Ist- und Planungszustand zum Ziel haben.

Die Berechnung der Wasserspiegellagen im Planungszustand zeigte, dass das Planungsziel der Hochwasserneutralität maßgeblich von der Art der Neugestaltung des Sielwehres abhing. Mit den bislang festgelegten Rahmenbedingungen konnte diese nur realisiert werden, wenn an der Engstelle im Bereich des Sielwehres zusätzlicher Abflussquerschnitt in Form eines Hochwasserentlastungsgrabens geschaffen wird. Da dies sowohl von der Bezirksregierung Detmold als auch von dem MULNV kritisch gesehen wurde (s. Kap. 7.3.3.4), sind ergänzende Maßnahmen entwickelt worden, die von der Planungsvariante mit Hochwasserentlastungsgraben abrücken und den zusätzlichen Abflussquerschnitt stattdessen an anderer Stelle vorsehen. Dabei wurde von den vormals festgelegten Rahmenbedingungen abgewichen und zusätzliche Areale wie der Sielpark und der

Kokturkanal, die zunächst unter dem Aspekt des Hochwasserschutzes nicht mit überplant werden sollten, in die Betrachtungen mit einbezogen.

Darüber hinaus werden als ergänzende Maßnahmen auch solche aufgeführt, die unabhängig von einer Veränderung der Wasserspiegellagen zu einer Verbesserung des Hochwasserschutzes beitragen können. Dies sind z. T. örtlich begrenzte bauliche Schutzmaßnahmen und nicht bauliche Maßnahmen wie z. B. Änderung der Steuerung des oberhalb liegenden Hochwasserrückhaltebeckens Löhne oder die Änderung von Berechnungsparametern bei der Ermittlung der Wasserspiegellagen.

In der Abbildung 63 sind die Überschwemmungsbereiche für die jüngste Planungsvariante 13 dargestellt. In das Berechnungsmodell dieser Variante sind die, in den Kap. 5.4.3.1.1 bis 5.4.3.1.4 beschriebenen Ergänzungsmaßnahmen eingearbeitet worden.

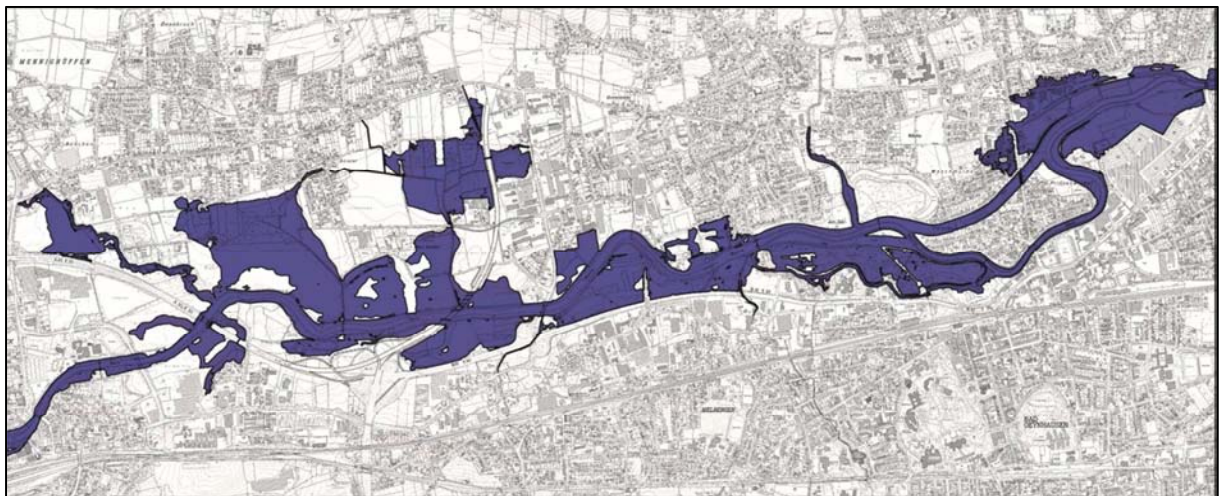


Abbildung 63: Darstellung der Überschwemmungsbereiche beim HQ_{100} (Planungs-Zustand) von Löhne bis Bad Oeynhausen

5.4.3.1 Maßnahmen im Zusammenhang mit der Umgestaltung des Sielwehres

Im Zuge der Entwurfsplanung zur Umgestaltung des Sielwehres wurden verschiedene Planungsvarianten untersucht, die sich auf zwei Hauptvarianten zurückführen lassen. Die erste Variante sieht den Bau einer organismendurchgängigen Sohlgleite vor, die das alte Sielwehr ersetzt.

Die Höhenlage und Breite der geplanten Gleitenkrone ergibt sich dabei aus folgenden, vorher definierten Rahmenbedingungen. Die Höhenlage der geplanten Gleitenkrone hängt maßgeblich von der zukünftig vertretbaren Absenkung der Niedrig- und Mittelwasserhöhen oberhalb des Bauwerks ab. Bei einer Absenkung der Wasserspiegel beim Q_{183} von 80 cm sind die damit verbundenen Auswirkungen auf die Grundwasserstände im Bereich von Naturschutzgebieten, landwirtschaftlich genutzten Flächen sowie Bauwerken vertretbar (Schmidt und Partner, 2017). Eine weitere Absenkung verbessert zwar das Abflussvermögen, hätte aber gravierende Auswirkungen auf die Schutzgüter oberhalb des Sielwehres bis Löhne.



Die Breite der Sohlgleite/der Werre hängt maßgeblich von der Flächenverfügbarkeit im Bereich des Sielwehres ab. Angrenzende, im Privatbesitz befindliche und z. T. bebaute Grundstücke schlossen eine Querschnittsverbreiterung an der Engstelle „Sielwehr“ aus.

Bei Einhaltung der beschriebenen Randbedingungen wird der Abflussquerschnitt an der Gleitenkrone so stark eingeeengt, dass die Wasserspiegel beim HQ_{100} oberhalb der Sohlgleite gegenüber dem Ist-Zustand ansteigen.

Um dies zu verhindern wurde eine zweite, im Kapitel 5.1.2.2 beschriebene Variante 11 entwickelt. Der Abflussquerschnitt der Werre wird im Bereich des Gefällesprungs zweigeteilt angelegt werden. Auf der, in Fließrichtung gesehen, linken Seite der Werre wird wie bei der ersten Variante die neue Sohlgleite angelegt. Auf der rechten Seite ist ein ca. 30 m breiter und ca. 270 m langer Hochwasserentlastungsgraben vorgesehen. Die parallel verlaufenden Teilströme können z. B. durch eine Spundwand voneinander getrennt werden. Am unterwasserseitigen Ende des Hochwasserentlastungsgrabens wird eine Wehr-/Schützenanlage eingebaut, die im Hochwasserfall zusätzlichen Abflussquerschnitt freigibt. Bei dieser Variante kommt es zu keinem Anstieg der Wasserspiegellagen gegenüber dem Ist-Zustand, im Gegenteil die Hochwasserspiegellagen könnten sogar abgesenkt werden.

Die diskutierte zweite Variante mit einem Hochwasserentlastungsgraben wurde von der Bezirksregierung Detmold kritisch gesehen, zumal diese Variante deutlich teurer in der Herstellung ist als die Variante ohne Graben (s. Kap. 5.1.2.2). Darüber hinaus fallen bei technischen Bauwerken mit beweglichen Anlageteilen Aufwendungen für den Unterhalt an.

Vor diesem Hintergrund sind weitere Planungsschritte unternommen worden, um die Variante ohne Hochwasserentlastungsgraben Hochwasserneutral zu realisieren. Dabei wurde von den vormals festgelegten Rahmenbedingungen abgewichen. Zusätzlich wurden Areale wie der Sielpark und der Kokturkanal, die zunächst nicht mit überplant werden sollten, in die Betrachtungen mit einbezogen. Letztlich konnte aus einer Vielzahl zusätzlicher, auch Sielwehr ferner, Einzelmaßnahmen der Wasserspiegel oberhalb des Sielwehres / der geplanten Sohlgleite bis auf das erforderliche Maß abgesenkt werden. Die untersuchte Variante wird in der numerischen Reihenfolge als Variante 13 bezeichnet. In den folgenden Kapiteln 5.4.3.1.1 bis 5.4.3.1.4 werden diese Einzelmaßnahmen beschrieben.

Im Zuge der Entwurfsplanung ist detaillierter zu untersuchen, welche Maßnahmen am effektivsten sind. Diese werden dann Bestandteil des Wasserrechantrages.

Am 29.08.2019 fand ein Abstimmungstermin mit Vertretern der zuständigen Kreise Herford und Minden-Lübbecke, der Bezirksregierung Detmold und des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MULNV NRW) sowie an der Planung beteiligter Ingenieurbüros statt.

Die dort vorgestellte Variante 13 zum Umbau des Sielwehres mit einer breiten Rampenkrone und dem Verzicht auf den Hochwasserentlastungskanal (Obergraben), wurde von den Vertretern des MULNV favorisiert.

Als Ergebnis der dortigen Diskussion wurde vereinbart, eine abgewandelte Variante 13 zu entwickeln, die auf den Varianten 12 und 13 aufbaut:

- Verbreiterung des Rampenkopfes ähnlich Variante 13, jedoch Erhalt des Vereinsheims des Kanuclubs. Die Aufweitung der Werre solle im Bereich des



Kanuclubs soweit begrenzt werden, dass die Standsicherheit des Gebäudes auch in Zukunft gegeben ist.

- Verzicht auf Hochwasserentlastungskanal (Obergraben)
- Integration einer Abflussreduzierung durch Änderung der Steuerung des HRB Löhne in das Gesamtprojekt

5.4.3.1.1 Verbreiterung des Fließquerschnittes am Beginn der Sohlgleite

Abweichend von den bisherigen Randbedingungen wird die Sohlgleite bzw. Rampenkronen weiter nach Norden verbreitert. Dabei werden vormals nicht in Anspruch genommene Flächen des Kanuvereins Bad Oeynhausen überbaut. Die neue Böschungslinie der Werre verläuft dabei durch den Terrassenbereich des Kanuvereinsgebäudes. Die Fläche südlich der Böschungslinie wird rechnerisch bis auf das zukünftige Sohlniveau der Werre abgetragen.



Abbildung 64: Luftbild mit Darstellung des Geländemodells

Die großzügige Verbreiterung der Werre in diesem Bereich mit dem dann erforderlichen Rückbau des Gebäudes ist zunächst unabhängig von einer Flächenverfügbarkeit untersucht worden. Die Ergebnisse der Wasserspiegelberechnungen zeigen, dass die dargestellte Aufweitung als ein Baustein der geplanten Maßnahmen durchaus wirksam ist.

Die Aufweitung als Bestandteil der Planungsvariante 13 (s. Kap. 5.4.3.1.1) wurde den Behördenvertretern gebilligt (Queisser + Gschwandtl, 2019b), allerdings ohne eine Beeinträchtigung des Gebäudes.



5.4.3.1.2 Entlastung der Werre durch Flutung des Sielparks, Teilabtrag der Deiche

Eine weitere Überlegung ging in die Richtung die Wasserstände direkt im Unterwasser des Sielwehres abzusenken, um auch oberhalb der geplanten Sohlgleite eine Absenkung der Wasserspiegellagen zu bewirken.

Eine Absenkung der Wasserspiegel in der Werre kann nur erreicht werden, wenn zusätzlicher Abflussquerschnitt bereitgestellt wird. Der Sielpark südlich der Werre liegt ungefähr auf dem Auenniveau, bietet sich also als zusätzlicher Abflusskorridor an. Aktuell ist der Sielpark durch einen Damm von der Werre getrennt. Eine Einstromung kann nur erfolgen, wenn der Damm bis auf ein vertretbares Maß abgetragen wird. In Absprache mit der Stadt Bad Oeynhausen soll eine Einstromung in den Sielpark erst bei Abflussereignissen größer HQ_{20} erfolgen. Die Einstromung in den Sielpark kann sowohl von der Werreseite erfolgen, als auch über den Kokturkanal.

Einstromung in den Sielpark von der Werre

Das Büro IWUD hat neben der Berechnung des HQ_{100} auch die Wasserspiegellagen beim HQ_{20} ermittelt. Diese Höhen sind dann als neue Dammordinaten auf der Südseite der Werre in das Planungsmodell eingearbeitet worden. Der Dammantrag erfolgt planerisch auf einer Länge von ca. 720 m. Am westlichen Ende des geplanten Dammantrags liegen die Geländehöhen im Sielpark über dem sonstigen Auenniveau. Aus diesem Grund wird dort Boden zusätzlich abgetragen und eine Abflussmulde modelliert. In Höhe des Reitplatzes kann das Wasser wieder zur dortigen Flutmulde strömen.

Einstromung in den Sielpark über den Kokturkanal

Der Kokturkanal diente ursprünglich der Wasserkraftnutzung (s. Kap. 3.7). Nach deren Aufgabe und dem Erlöschen des Wasserrechts kann der Kanal heute die Funktion eines Entlastungsgrabens für die Werre übernehmen. Im Längsverlauf des Kokturkanals befindet sich neben mehreren Brückenbauwerken auch das Gebäude der Wasserkraftanlage. Generell weisen die Brücken einen verhältnismäßig freien Durchflussquerschnitt auf. Die Ausnahme bildet die Brücke im Kreuzungsbereich mit der Straße „Am Kokturkanal“. Durch ihre Form als dreigeteilte Bogenbrücke bildet sie einen hydraulischen Engpass im Längsverlauf des Kokturkanals. Ein weiteres Abflusshindernis stellt das Gebäude der ehemaligen Wasserkraftanlage in Höhe der Kreuzung mit der Sielallee dar. Die Anlage staut den Kokturkanal oberhalb dieser Stelle auf, der maximal mögliche Durchfluss dort ist schätzungsweise auf ca. 4 m³/s begrenzt (Schluckvermögen der Turbine).

Um den Kokturkanal zukünftig als Entlastungsgerinne für die Werre effektiver zu nutzen, sind die hydraulischen Engstellen zu beheben bzw. zu umgehen.

In einem ersten Planungsschritt wurde dazu ein ca. 100 m langer Abschnitt des Trenndamms zwischen Kokturkanal und Sielpark rechnerisch bis auf den HQ_{20} – Wasserspiegel abgesenkt. Der Abschnitt befindet sich ca. 100 m unterhalb der Straße „Am Kokturkanal“. Mit der Maßnahme wird ein Teil des Abflusses über den Sielpark abgeleitet und so die Engstelle an der alten Wasserkraftanlage umgangen.

Die Wirksamkeit der Maßnahme hängt auch davon ab, wie hoch der Abfluss ist, der ohne Ausuferung die oben erwähnte Dreibogenbrücke passiert. Vor diesem Hintergrund ist auch



untersucht worden, wie die Leistungsfähigkeit des Brückenbauwerks verbessert werden kann, s. Kap. 5.4.3.1.3.

In der Abbildung 65 sind die Dammantragsbereiche an der Werre und dem Kotturkanal dargestellt. Alle weiteren Planungsmaßnahmen an der Werre und den Vorländern sind wegen der Übersichtlichkeit nicht mit dargestellt.

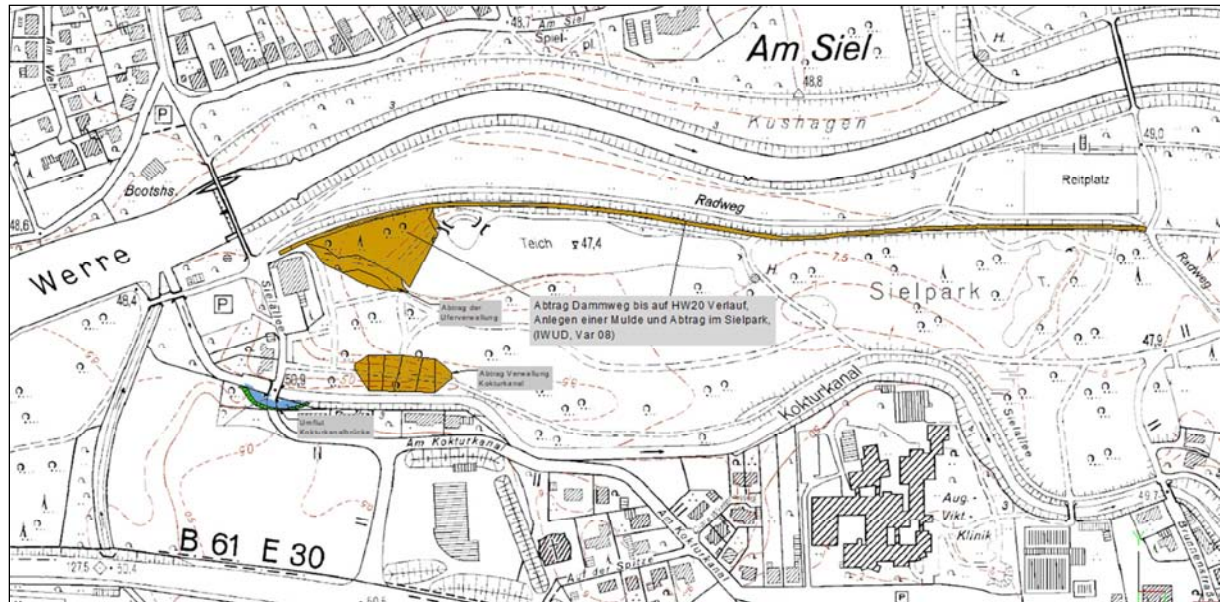


Abbildung 65: Dammantrag an der Werre und dem Kotturkanal

Die Kosten für den Bodenabtrag der Deiche belaufen sich auf ca. 350.000 € netto (s. Anlage 4.11).

5.4.3.1.3 Bypass Durchlass Straße „Am Kotturkanal“

Die historische Dreibogenbrücke im Kreuzungsbereich des Kotturkanals mit der Straße „Am Kotturkanal“ steht unter Denkmalschutz, ihr Erhalt muss sichergestellt werden. Dies grenzt die Maßnahmen zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Kreuzungsbauwerks stark ein. Da ein Neu- oder Umbau nicht in Frage kommt, ist die Installation eines oder mehrerer Durchlassbauwerke südlich der Brücke, als Ergänzung zum vorhandenen Fließquerschnitt vorgesehen.

Die Abmessungen des geplanten Bypasses sind aufgrund der vorhandenen Bebauung/Flächenverfügbarkeit östlich der Straße „Am Kotturkanal“ eingeschränkt. Im Geländemodell ist der zusätzliche Abflussstrang deshalb auf eine Breite von 4 m im Kreuzungsbereich mit der Straße begrenzt worden, s. Abbildung 66.



Abbildung 66: Luftbild mit Darstellung des geplanten Bypasses in der Straße „Am Kockturkanal“

Die Kosten für die Erweiterung des Fließquerschnittes in Form eines zusätzlichen Durchlasselements belaufen sich auf ca. 118.000 € netto (s. Anlage 4.11)

5.4.3.1.4 Flutrinnen

Auf dem Gewässerabschnitt zwischen dem Sielwehr und dem Werreknie sind bereits Flächen in öffentlicher Hand oder stehen durch geplanten Flächenerwerb zukünftig für die Renaturierung der Werre zur Verfügung. Die gewässerökologische Aufwertung des Flusssystems durch die Anlage von Flutrinnen kann auch zu einer Verbesserung des Hochwasserschutzes beitragen. Insgesamt bieten sich drei Bereiche für die Anlage von Flutrinnen an. Die Bereiche sind in der Abbildung 67 dargestellt. Nachfolgend werden die geplanten Flutrinnen, in Fließrichtung gesehen, beschrieben



Abbildung 67: Luftbild mit Darstellung des geplanten Bypasses in der Straße „Am Kokturkanal“

a. Flutrinne am Werreknie

Von der Stadt Löhne ist beabsichtigt im Innenbogen des Werrekniees Flächen zu erwerben s. Abbildung 67. Dort soll flächig Boden bis zu einer maximalen Tiefe von 2,50 m abgetragen werden. Die größte Breite der geplanten Flutrinne beträgt am Scheitel ca. 70 m. Der so gewonnene Abflussquerschnitt trägt zu einer Absenkung der Hochwasserspiegellagen bei. Dies ist vor allem für die angestrebte Zwischenlösung im 1. Bauabschnitt mit dem provisorischen Sohlbauwerk in der Werre von Bedeutung (s. Kap.5.2.1).

b. Flutrinne am Altarm

Weiter östlich befindet sich ein Altarmabschnitt südlich der Werre. Hier ist vorgesehen den Altarm wieder stärker an das Gewässersystem der Werre anzubinden. Dies kann auf mehrere Arten erfolgen. In der Abbildung 67 ist der Anschluss über eine Flutrinne dargestellt. Als Alternative kann auch der Bestandsverlauf zur Flutrinne werden und südlich ein neuer Werreverlauf hergestellt werden. Denkbar ist auch eine Flussaufspaltung mit permanent beidseitiger Durchströmung. In der Variante 13 ist eine Flussaufspaltung berechnet worden.

c. Flutrinne zwischen Altarm und Mittelbach/Kokturkanal

Zwischen dem Altarm und dem Mittelbach / Kokturkanal soll zusätzlich zu der bereits rechtsseitig verbreiterten Werre eine Flutrinne angelegt werden. Die geplante Flutrinne beginnt am unterwasserseitigen Ende des vorhandenen Altarms und endet am Mündungsbereich des Mittelbaches in die Werre. Die Dreiecksfläche zwischen dem Mittelbach und dem Kokturkanal wird ebenfalls abgetragen. Auf diese Weise wird die Einströmung in den Kokturkanal bei Hochwasser verbessert und die Werre entlastet.

Die Kosten für die Anlage der Flutrinnen sind bereits bei der Werreumgestaltung oberhalb des Sielwehres berücksichtigt worden.



5.4.3.2 Anwendung der Mündungsformel

Das Regierungspräsidium Stuttgart veröffentlichte 2012 im Zuge der Erstellung von Hochwassergefahrenkarten für Baden-Württemberg ein Dokument, dass die dafür angewandte Methodik beschreibt (Regierungspräsidium Stuttgart, 2012).

Darin wurde u. a. erläutert, wie die unteren Randbedingungen für die Berechnungen der Wasserspiegellagen in Seitengewässer ermittelt werden können, die in ein Gewässer mit einem deutlich größeren Einzugsgebiet einmünden. So ist es am Zusammenfluss der Gewässer i. d. R. unwahrscheinlich dass beide Hochwasserscheitel zeitgleich mit gleicher Jährlichkeit auftreten.

Im Rahmen des Projektes zur Erstellung von Hochwassergefahrenkarten in Baden-Württemberg wurde deshalb die sog. **Mündungsformel** entwickelt, um die Jährlichkeit der Hochwässer im Seitenzufluss und im Vorfluter abzuschätzen.

Die aktuellen Wasserspiegelberechnungen an der Werre beim HQ_{100} beruhen darauf, dass die eher unwahrscheinliche Abflusskonstellation eintritt, dass auch in der Weser zeitgleich ein HQ_{100} abfließt.

Wird die Mündungsformel für die Abflusssituation an der Werre/Weser angewandt, besteht die Möglichkeit, dass beim HQ_{100} der Werre für die Weser ein geringeres Abflussereignis angesetzt werden kann. Die unteren Randbedingungen mit dann niedrigeren Wasserspiegellagen im Mündungsbereich können zu einer Verbesserung der Abflusssituation im Planungsraum führen. Nach ersten Einschätzungen reicht die Auswirkung auf die Wasserspiegellagen ungefähr bis zum Werreknie. Weiter Oberstrom gleichen sich die Wasserspiegellagen mit und ohne Verwendung der Mündungsformel wieder an.

Für den reinen Vergleich zwischen Ist- und Planungszustand der Werre spielt das keine maßgebliche Rolle, da für beide Szenarien dieselben Randbedingungen im Mündungsbereich der Werre angesetzt werden. In Hinblick auf erforderliche Hochwasserschutzmaßnahmen hingegen schon, da bei flach geneigten Vorländern schon geringe Wasserstandsänderungen maßgebliche Auswirkungen auf die Ausdehnung der Überflutungsflächen haben. Maßnahmen für vormals gefährdete Stellen könnten reduziert werden oder ganz entfallen (s. Kap. 5.4.3.4, lfd. Nr. 11-15).

5.4.3.3 Verringerung der Basisabgabe am HRB Löhne

Der Werre-Wasserverband hat in 2019 als Betreiber des HRB Löhne das Büro IWUD beauftragt zu untersuchen, ob im Zuge einer geplanten Beckensanierung auf den Betrieb der Innenpolder im Becken verzichtet werden kann und ob eine Reduzierung der Basisabgabe des HRB zur Entlastung der Unterlieger möglich ist. Anlass war ein im Jahr 2013 erstellter vertiefter Sicherheitsbericht des HRB Löhne und ein im Nachgang dazu erstelltes Sanierungskonzept.

Die Ergebnisse der Untersuchung belegen, dass das HRB Löhne bei einem HQ_{100} heute nicht vollständig ausgelastet ist. Nach Aussage vom Büro IWUD führt die Aufgabe der Steuerungen der Innenpolder im Modell zwar zu einem etwas höheren maximalen Einstau im Becken, dieser liegt aber immer noch weit unter dem genehmigten Stauziel der Anlage. Selbst eine Reduzierung der Basisabgabe um $10 \text{ m}^3/\text{s}$ von $380 \text{ m}^3/\text{s}$ auf $370 \text{ m}^3/\text{s}$ bei



gleichzeitiger Aufgabe der Steuerung der Innenpolder, führt im Modell bei den maßgebenden Hochwasserwellen nicht zu einer Überlastung des HRB Löhne (IWUD, 2019).

Die vorliegende Untersuchung ist im Hinblick auf die weiteren Planungen an der Werre von Bedeutung. Insbesondere die Reduzierung der Basisabgabe um 10 m³/s birgt mehr Planungsspielraum im Bereich der Engstelle im Längsverlauf der Werre, dem Sielwehr.

In dem Abstimmungstermin am 29.08.2019 mit Vertretern des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MULNV NRW) wurde folgendes festgehalten:

Die dort vorgestellte Variante 13 zum Umbau des Sielwehres mit einer breiten Rampenkrone und dem Verzicht auf den Hochwasserentlastungskanal (Obergraben) wurde von den Vertretern des MULNV favorisiert.

Die Umsetzung dieser Variante setzt jedoch voraus, dass die Hochwasserneutralität beim Bemessungshochwasser HQ₁₀₀ gewährleistet ist. Die Reduzierung der Basisabgabe am HRB Löhne bildet nur einen Baustein dieser Vorgabe nachzukommen. Im Kap. 5.4.3.1 werden die zusätzlich untersuchten baulichen Maßnahmen beschrieben, die ebenfalls die Hochwasserneutralität zum Ziel haben.

Um die Änderung der bisherigen Steuerung des HRB Löhne in der beschriebenen Weise in die Wege zu leiten, muss von der Stadt Bad Oeynhausen hierzu eine förmliche Bitte an den Werre-Wasserverband, als Betreiber des HRB Löhne gestellt werden. Zwingend notwendig war dabei auch die mittlerweile erfolgte Zustimmung der Bezirksregierung Detmold, der der Bericht des Ingenieurbüros IWUD gleichwohl vorliegt. Auf der kommenden Sitzung der Verbandsversammlung kann dann die Änderung der neuen Steuerstrategie beschlossen werden.

5.4.3.4 Örtlich begrenzte Schutzmaßnahmen

Im Bearbeitungsabschnitt der Werre von der Kaarbacheinmündung (Gewässerstation 4,1) bis zur Lübecker Straße auf dem Stadtgebiet von Löhne sind mehrere bebaute Grundstücke die sich im Überschwemmungsbereich der Werre und der seitlich einmündenden Gewässer befinden. Die betroffenen Bereiche sind in der Anlage 1.1, Lageplan „Örtlich begrenzte Schutzmaßnahmen“ von West nach Ost und in der Anlage 1.2 in tabellarischer Form numerisch aufgelistet worden. In der Tabelle erfolgt eine weitere Unterteilung in die einzelnen Grundstücke. Für jedes betroffene Grundstück sind die Wasserspiegelhöhen beim HQ₁₀₀ sowohl für den Ist- als auch Planungszustand aus dem 2d-Berechnungsmodell des Ingenieurbüros IWUD in die Tabelle übernommen worden. Die relevanten Geländehöhen in der Tabelle stammen aus dem digitalen Geländemodell, das der 2D-Berechnung zugrunde liegt. Dieses wiederum basiert z. T. auf Höhenpunkten des flugzeuggestützten Laserscanning des Landes NRW. Die Genauigkeit dieser Höhenaufnahme beträgt nach Angaben der Landesvermessung bei der Höhe: +/- 20 cm. In weiteren Planungsphasen sind die Höheninformationen im Bereich der betroffenen Grundstücke durch Detailvermessungen zu verifizieren.

In der Tabelle sind alle Objekte/Grundstücke im Bearbeitungsraum aufgelistet, die im Überschwemmungsbereich der Werre liegen, unabhängig davon, ob dort durch die geplanten Maßnahmen eine Anhebung oder Absenkung der Wasserspiegellagen erfolgt.



Lfd. Nr. 1 Lübbecke Straße

Den Wasserspiegelberechnungen in der Werre liegt ein Geländemodell zugrunde, das auch den Rehmerloh-Mennighüffer Mühlenbach (im Folgenden RMM genannt) bis zur Lübbecke Straße mit einschließt. Dementsprechend sind in den Ergebnisplänen auch dort die Überflutungsflächen dargestellt. Am oberen Ende des Modells sind in der Darstellung der Überflutungsflächen am RMM zwei bebaute Grundstücke direkt an der Lübbecke Straße betroffen. Nach Rücksprache mit dem Planungsbüro IWUD resultieren diese Überflutungsflächen nicht aus der Beeinflussung des RMM durch die Werre, sondern beruhen auf der nicht ausreichend großen Leistungsfähigkeit des RMM selbst. Der Wasserspiegel in Höhe der Einmündung des RMM in die Werre liegt nach der Berechnung auf 51,20 m NHN, die Wasserspiegellage am RMM in Höhe der Lübbecke Straße beträgt 53,50 m NHN, also ca. 2 m höher. Ein Einfluss der Werre beim HQ₁₀₀ auf die Abflussverhältnisse des RMM im Bereich der Lübbecke Straße kann somit ausgeschlossen werden. Dies zeigt sich auch beim Vergleich der Wasserspiegel im Ist- und Planungszustand, es ergeben sich keine Veränderungen. Dementsprechend sind auch keine Schutzmaßnahmen erforderlich, die in Verbindung mit den Maßnahmen an der Werre begründet sind.

Lfd. Nr. 2 Werrestraße

Keine Maßnahmen erforderlich

Lfd. Nr. 3 Wiesenstraße, Gutenbergstraße, Benzweg

Aufgrund des geplanten Rückbaus der Werredeiche würden die Überschwemmungsbereiche zukünftig bis an die bebaute Ortslage des Löhner Stadtteils Mennighüffen reichen. Die Wasserspiegellagen erhöhen sich dort gegenüber dem Ist-Zustand rechnerisch um -44-62 cm. Die Wassertiefen auf den Grundstücken betragen rechnerisch bis 34 cm. Als mögliche Schutzmaßnahmen können an/auf den Grundstücken Geländeanfüllungen erfolgen. Alternativ sind Sicherungen der Eingangstüren, der Kellerlichtschächte und weiterer Öffnungen an den Gebäuden denkbar.

Lfd. Nr. 4 Wiesenstraße, s. Anlage 1.2 Tabelle „Örtlich begrenzte Schutzmaßnahmen

Lfd. Nr. 5 Mahnerfeldweg, s. Anlage 1.2 Tabelle „Örtlich begrenzte Schutzmaßnahmen

Lfd. Nr. 6 Georgstraße, In der Flage, s. Anlage 1.2 Tabelle „Örtlich begrenzte Schutzmaßnahmen

Lfd. Nr. 7 Schierenbrink, s. Anlage 1.2 Tabelle „Örtlich begrenzte Schutzmaßnahmen

Lfd. Nr. 8 Börstelstraße, s. Anlage 1.2 Tabelle „Örtlich begrenzte Schutzmaßnahmen

Lfd. Nr. 9 Brückenstraße, s. Anlage 1.2 Tabelle „Örtlich begrenzte Schutzmaßnahmen

Lfd. Nr. 10 Flussdeich am Werreknie

Im Jahre 1997 wurde auf Veranlassung des Werre –Wasserverbandes für die Werrestrecke vom Hochwasserrückhaltebecken Löhne bis zum Sielwehr in Bad Oeynhausen ein Sicherheitsbericht erstellt. Darin ist u. a. auch der bauliche Zustand der nördlichen Deiche entlang der Werre untersucht worden, mit dem Ergebnis, dass die Deichstrecke sanierungsbedürftige Mängel aufweist. Die damals durchgeführten Untersuchungen sind mittlerweile über 20 Jahre alt, eine Verschlechterung des Zustands ist wahrscheinlich. Der



1890 errichtete Deich entspricht voraussichtlich auch nicht mehr den technischen Regeln im Bereich Hochwasserschutzanlagen (DIN 19712 Flussdeiche (1997), DIN 19712 Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern (2013), Merkblatt DWA-M 507 - Deiche an Fließgewässern (2011) sowie weitere).

Die geplanten Maßnahmen zur Wiederherstellung einer „Natur-Werre“ sehen u. a. vor, die Werredeiche aufzugeben und tlw. zurück zu bauen. Der Bereich der Dammaufstandsflächen bietet dann Raum für die Ausbildung eines naturraumtypischen Gewässers. Dies darf jedoch nur auf Gewässerabschnitten erfolgen, die aus Hochwassersicht unkritisch sind.

Nördlich der Werre Im Bereich des Werrekniees befindet sich ein Dammsabschnitt dessen Hochwasserschutzfunktion auch zukünftig erhalten bleiben muss. Trotz des Deiches werden Flächen nördlich der Werre beim HQ_{100} im Ist-Zustand großflächig bis an den Bebauungsrand des Stadtteils Werste überflutet. Die Ausuferung erfolgt dabei an der östlichen Seite des Werrekniees, auch rückwärtig in den Auenbereich. An dieser Stelle strömt es auch im Planungszustand in das Vorland.

Durch die geplanten Maßnahmen zur ökologischen Verbesserung werden die Wasserspiegellagen im Bereich des Werrekniees beim HQ_{100} in allen Bauabschnitten abgesenkt.

Dies bewirkt die erhebliche Reduzierung der Überflutungsfläche gegenüber dem Ist-Zustand, auch bedingt durch die Dammwirkungen der relativ hoch angelegten Sportanlage, der nördlich verlaufenden Jahnstraße sowie der östlich verlaufenden Rudolf-Harbig-Straße, s. Abbildung 68.

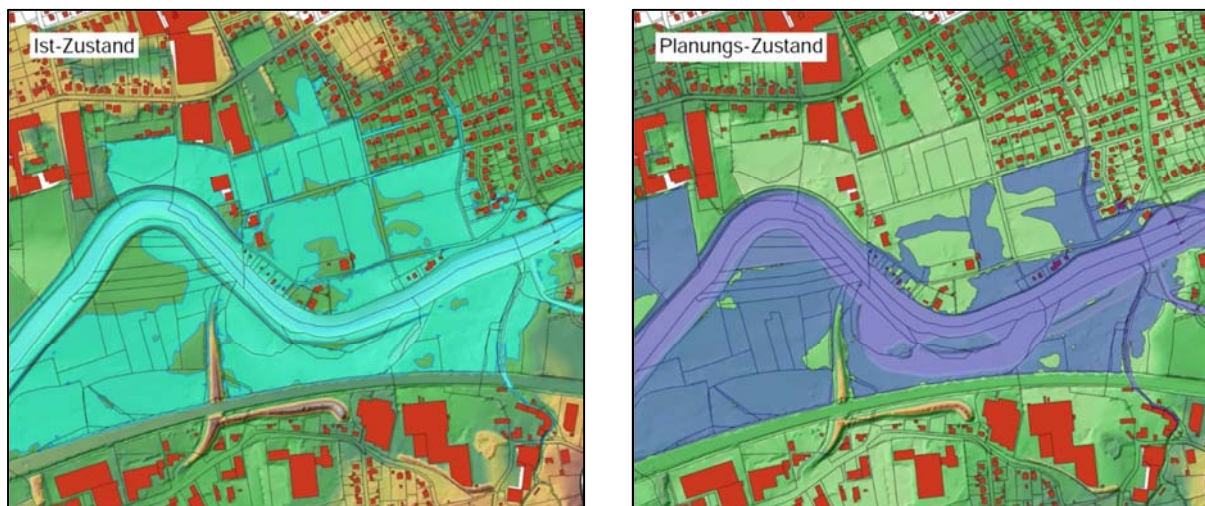


Abbildung 68: Überflutungsflächen im Ist- und Planungszustand beim HQ_{100} im Bereich des Werrekniees

Ein Abtrag des Dammes am nördlichen Ende des Werrenkies hätte trotz der Wasserspiegelabsenkung zur Folge, dass dort eine weiträumige Einstromung in das Vorland stattfinden würde. Aus diesem Grund ist die Schutzfunktion eines Deiches an der nördlichen Spitze des Werrekniees weiterhin erforderlich.

In Hinblick auf die bereits 1997 festgestellten Mängel der Deich ist eine neuerliche Standsicherheitsuntersuchung des in Frage kommenden Deichabschnittes unbedingt erforderlich. Nach § 81 LWG NRW Statusbericht (zu § 67 des Wasserhaushaltsgesetz) hat

der Unterhaltungspflichtige (hier: Stadt Löhne und Stadt Bad Oeynhausen) regelmäßig die Standsicherheit und Funktionstüchtigkeit seines Deiches zu überprüfen und festgestellte Mängel unverzüglich zu beseitigen.

Im wahrscheinlichen Fall, dass die Dämme nicht mehr den erforderlichen Anforderungen an die Standsicherheit genügen, werden folgende Sanierungsvarianten vorgeschlagen:

Sanierungsvariante 1: Der Ertüchtigung / Neubau der Deiche an gleicher Stelle.

An der nordwestlichen Spitze des Werrekniees grenzen Industrie- und Gewerbeflächen sowie landwirtschaftlich genutzten Flächen (Flurstücke 324-329 u. 339, Flur 46, Gemarkung Gohfeld) direkt an die Werre bzw. an die Werredeiche. Das Geländeniveau ist dort höher als die Werredeiche, der Hochwasserschutz beim HQ_{100} ist gewährleistet.

Die Flächen unmittelbar östlich davon, nördlich der Spitze des Werrekniees, liegen deutlich tiefer. Der zu sanierende Dammabschnitt reicht von dieser Stelle etwa bis in Höhe des Sportplatzes. Die Länge beträgt rd. 370 m, s. Abbildung 69. Auf der östlichen Seiten des Werrekniees am Kanutenweg befinden sich auf Flurstück 146, Flur 11, Gemarkung Bad Oeynhausen mehrere Wochenend- und Ferienhäuser tlw. direkt am vorhandenen Dammkörper. Die enge Bebauungssituation erfordert ggf. den zusätzlichen Einbau einer Spundwand oder anderer Hochwasserschutzeinrichtungen wie Mauern, die verhältnismäßig wenig Platz in Anspruch nehmen. In der Abbildung 69 sind die Bereiche mit einem gewöhnlichen Erddamm und mit einer ergänzenden Hochwasserschutzeinrichtung farblich unterschiedlich dargestellt.

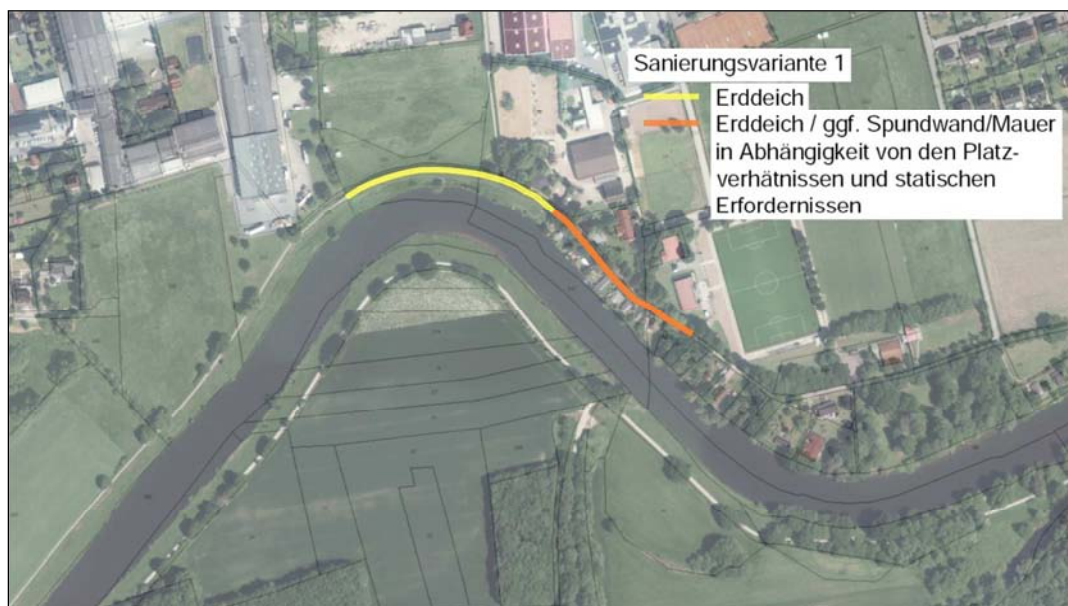


Abbildung 69: Sanierungsvariante 1

Sanierungsvariante 2: Rückverlegung der Deich- Hochwasserlinie z. T. an den Auenrandbereich

Nach Aussage der Stadt Bad Oeynhausen sind die Grünlandflächen nördlich des Werrekniees zwischen dem Industriegelände und dem Reiterhof/Reitgelände bei kleineren Hochwasserereignissen bereits im Ist-Zustand aufgrund bekannter Deichundichtigkeiten wasserbedeckt. Ein Abtrag der Deiche hätte somit keine maßgeblichen Auswirkungen auf die Nutzung der Flächen. Diese Planungsmaßnahme wäre auch umsetzbar, da Bereich der



Dammaufstandsflächen von der Stadt Löhne erworben werden kann. Mit dem Rückbau des Deiches kann ein aktuell vom Abflussgeschehen der Werre abgeschnittener Teil des Auenbereichs wieder unmittelbar angeschlossen werden.

Um den eingangs angesprochenen Hochwasserschutz der östlich gelegenen Flächen auch zukünftig zu gewährleisten wird ein neuer Deich am östlichen Rand der Grünlandfläche angelegt s. Abbildung 70. Dieser schließt dann an den zu sanierenden Deichabschnitt an der Werre an (orangefarbene Linie).

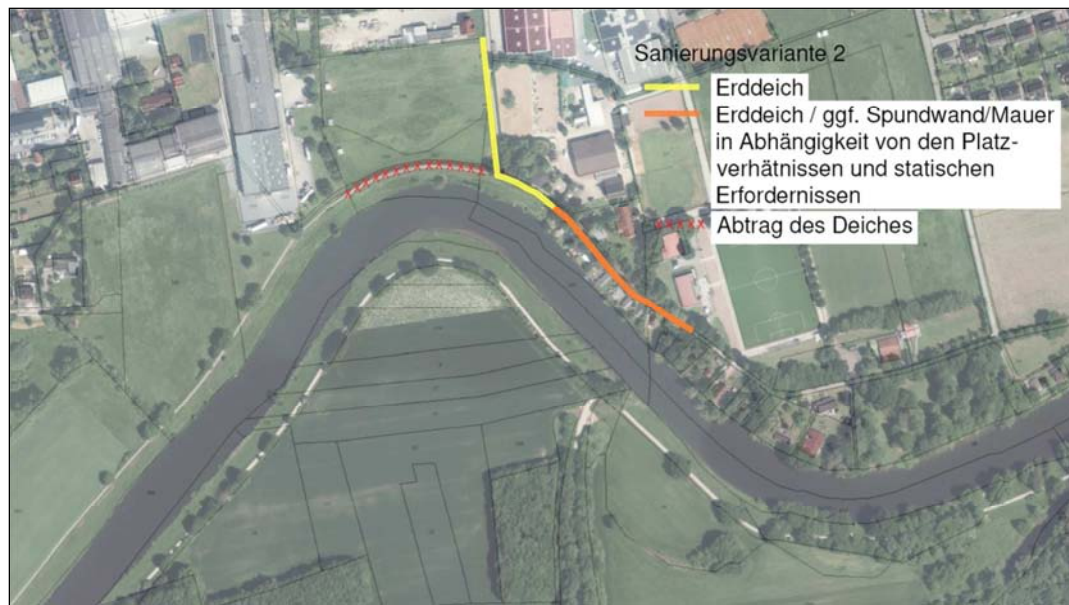


Abbildung 70: Sanierungsvariante 2

Das Gewerbegebiet nördlich der Grünlandfläche liegt höher als die errechneten Wasserspiegellagen beim HQ₁₀₀ (Planung). U. U. ist erforderlich an der Böschung zu der Gewerbefläche eine Vorschüttung herzustellen um ggf. erforderliche Freibordmaße einzuhalten. Im Zuge weiterführender Planungsschritte ist dies ggf. mit einer Detailvermessung zu überprüfen.

Das Ingenieurbüro Steinbrecher + Gohlke hat im Auftrag der Wirtschaftsbetriebe Löhne die Ausführungsplanung zum geplanten Deichneubau an der Werre in Löhne/Gohfeld ausgearbeitet (Steinbrecher + Gohlke, 2012). Vorausgegangen war der, auf Veranlassung des Werre – Wasserverbandes, erstellte Sicherheitsbericht vom HRB Löhne bis zum Sielwehr sowie das im darauf folgenden Jahr vorgelegte Sanierungskonzept des Planungsbüros Sönnichsen (Sönnichsen, 1998). Die in der Abbildung 70 skizzierten Dammschnitte sind bereits in der Ausführungsplanung des Ingenieurbüros Steinbrecher + Gohlke detaillierter dargestellt.

Lfd. Nr. 11-14 Kanutenweg

Die vom Hochwasser (HQ₁₀₀) betroffenen Gebäude sind vorwiegend Wochenend- und Ferienhäuser südlich des Werredeiches / des Kanutenweges. In stichpunktartigen Überprüfungen der Gelände- und Gebäudehöhen (Eingänge) stellte sich heraus, dass die meisten Gebäudeeingänge hochwasserfrei angelegt wurden. Das Schadenspotential wird als eher gering eingestuft. Die geplanten Gewässerbaumaßnahmen bewirken keine



Verschlechterung der Abflusssituation, im Gegenteil, die Wasserspiegellagen werden im Vergleich zum Ist-Zustand sogar geringfügig abgesenkt. Als Maßnahme können frühzeitige Warnungen der Eigentümer / Anwohner bei auflaufenden Hochwässern erfolgen. Dies wird bei größeren Gewässern bereits mit Hochwasseraktionsplänen praktiziert.

Den Eigentümern nicht genehmigter Bauten können im Fall des Abdriftens von Bauteilen/Objekten von Ihren Grundstücken haftbar gemacht werden, wenn dadurch Schäden für die Unterlieger entstehen (z. B. Aufstau und Überschwemmungen durch Verlegung von Durchlässen). Seitens der Städte Bad Oeynhausen und Löhne sollte den Eigentümern der Grundstücke dieser Sachverhalt mitgeteilt werden, damit der damit verbundene vorbeugende Hochwasserschutz eher umgesetzt wird.

Unmittelbar oberhalb des Sielwehres auf der nördlichen Seite der Werre befindet sich das Bootshaus der Kanuvereins Bad Oeynhausen e. V. (Anlage 1, lfd. Nr. 14.1) Flurstück 202, Flur 11, Gemarkung Werste.

Nach den hydraulischen Berechnungen liegt der südliche Bereich des Gebäudes beim HQ_{100} im Überflutungsbereich der Werre. Für die Entwurfsplanung sind bereits Geländehöhen aufgenommen worden, um dort mögliches Schadenspotential zu ermitteln. Dem eigentlichen Bootshaus ist an der Südseite eine Terrasse vorgelagert. Die Terrassenhöhen liegen zwischen 49,15 und 49,24 m NHN (zum Gebäude ansteigend). Die Höhe beim HQ_{100} beträgt 48,90 m NHN. Das Bootshaus liegt somit bei diesem Abflussereignis hochwasserfrei. Das Bootshaus ist unterkellert. Der Kellerboden liegt ca. 1,30 m unter der Kellerdecke des Bootshauses. An der nordöstlichen Seite des Gebäudes befindet sich der Zugang/Zufahrt zu dem Kellerraum. Der tiefer als das Gelände liegende Zugang ist über eine Rampe zu erreichen. Die Kellersohle liegt auf ca. 47,74 m NHN und die Geländehöhe liegt auf 48,45 m NHN. Bei Hochwasser kann Wasser über die Rampe in den Kellerraum eindringen. Der Keller dient als zusätzlicher Materialstauraum, in dem auch die Versorgungsleitungen des Bootshauses verlaufen. Um ein Einströmen des Wassers in den Kellerraum zu verhindern, kann das Gelände vor der Rampe angefüllt werden und die seitlichen Wände der Zugangsrampe bis auf das neue Geländeniveau aufgemauert / aufbetoniert werden.

Am Kanutenweg/ Straße „Am Wehr“ befinden sich zwei Wohngebäude, die im Überflutungsbereich der Werre liegen. Hierbei handelt es sich um die Flurstücke 34 (lfd. Nr. 13.2) und das Flurstück 199 (lfd. Nr. 14.2), beide Flur 11, Gemarkung Werste.

Im Fall des Flurstücks 34 sind vor Ort Geländehöhen aufgenommen worden, um die Betroffenheit abzuschätzen und mögliche Maßnahmen zu entwickeln. Das Wohngebäude ist auf einem Sockel mit Kriechkeller errichtet worden. Die Oberkante des Fußboden im Wohnbereich des Gebäudes liegt mit 49,60 m NHN ca. 1,0 m über dem Gelände und ca. 60 cm höher als das HQ_{100} (Planung 49,01 m NHN). Eine Öffnung im Sockelbereich kann u. U. geschlossen werden, damit der nicht genutzte Kriechkeller im Hochwasserfall nicht vollläuft.

Das Flurstück 199 befindet sich nördlich des Kanutenwegs an der Straße „Am Wehr“. Das Flurstück wurde erst nach 2011 bebaut. Nach Aussage der Stadt Bad Oeynhausen sind dem Bauherrn seinerzeit mitgeteilt worden, die Geländehöhen auf dem Grundstück an die Hochwasserstände bzw. an das Höhenniveau der benachbarten Grundstücke anzupassen.

Es ist wahrscheinlich, dass aktuelle Höheninformationen zum Zeitpunkt der Erstellung des hydraulischen 2D-Modells noch nicht vorlagen und die Grundstücksfläche irrtümlich als



überflutet dargestellt ist. Es ist zu prüfen, ob die Geländehöhen im Zuge der Bebauung des Grundstücks tatsächlich angepasst wurden. Ist dies nicht der Fall, muss die Anpassung noch erfolgen.

Lfd. Nr. 15 Grundstücke südlich des Kokturkanals

Bereits im Jahr 2013 hat die Stadt Bad Oeynhausen beschlossen Hochwasserschutzmaßnahmen im Bereich des Straßenzuges „Am Kokturkanal“ baulich umzusetzen. Mit der Entwurfs- und Ausführungsplanung wurde die Ingenieurgesellschaft IWA beauftragt. Die Schutzmaßnahmen beinhalten die Herstellung eines Erdwalles und einer Ufermauer aus Stahlbeton. Zusätzlich wird eine vorhandene Ufermauer durch aufbetonieren erhöht (IWA, 2013).

Die Kosten für die örtlichen begrenzten Schutzmaßnahmen belaufen sich schätzungsweise auf ca. 244.000 € netto (s. Anlage 4.6)

5.4.4 Retentionsraumbilanz

Für den Ist-Zustand und die Planungsvariante 13 wurden die Wasserspiegel und Überflutungsbereiche beim HQ₁₀₀ von der Kernstadt Löhne (Höhe Schützenstraße) bis zur Einmündung der Werre in die Weser durch das Büro IWUD berechnet. Die den Berechnungen zugrunde liegenden digitalen Geländemodelle sowie die Ergebnisdaten der Berechnungen wurden für die Ermittlung der Größe der Retentionsräume verwendet. Die Ergebnisdaten bestanden aus Wasserspiegelhöhen, die in Form von Punktwolken zur Verfügung gestellt wurden. Über ein trianguliertes Mengenmodell wurde dann das Differenzvolumen zwischen der Wasseroberfläche und dem Gelände ermittelt.

Das Retentionsvolumen im Ist-Zustand beträgt 4.495.255 m³, für die Planungsvariante 13 sind 4.766.506 m³ berechnet worden. Durch die geplanten Maßnahmen vergrößert sich der Rückhalteraum um ca. 270.000 m³.

5.5 Wegeführung

Rad- /Fußwegbestandsstrukturen an der Werre in Oeynhausen und Löhne

Die Beschreibung der aktuellen Wegeführungen, beschränkt sich auf die von den Maßnahmen betroffenen Bereiche, beginnend im Osten auf den Flächen der Stadt Bad Oeynhausen im Bereich des Sielparks, bis Werre flussaufwärts, an die westliche Maßnahmengrenze in Löhne, im Bereich der BAB 30.

Der aktuelle Hauptwegeverlauf ist in den Abbildung 71 und Abbildung 72, Lagepläne Rad-/Fußweg durch gelbe Linien skizziert. Hierbei handelt es sich hauptsächlich um Wege mit einer durchschnittlichen Breite von 2,70 m, die als wassergebundene Schotterdecke ausgebildet sind. Lediglich in einigen Teilabschnitten im Bereich des Sielparks und vornehmlich in abgesenkten Bereichen z.B. unter Straßenbrücken liegt eine asphaltierte oder gepflasterte Wegeform vor.

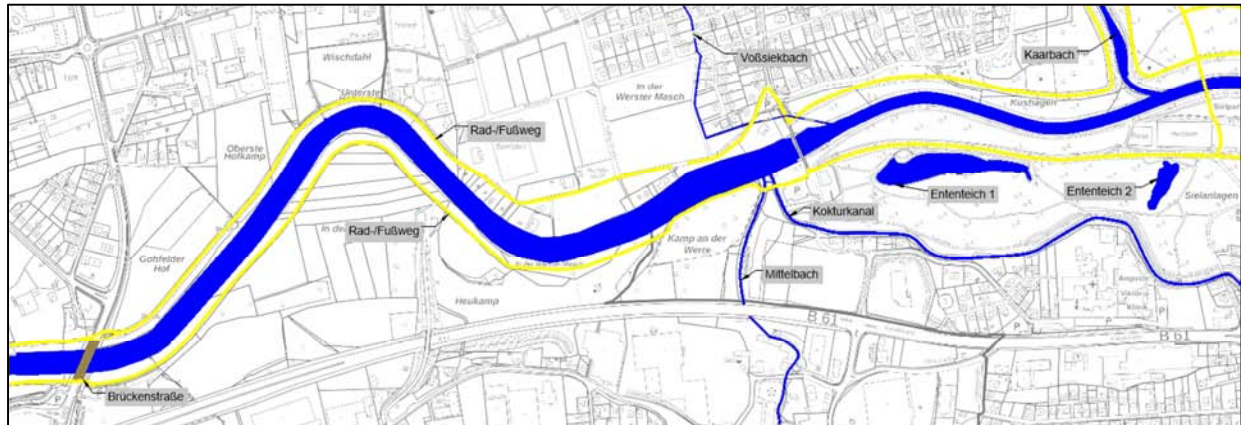


Abbildung 71: Lageplan Bestand mit Rad-/Fußwegeverlauf in Gelb, unterer Bereich

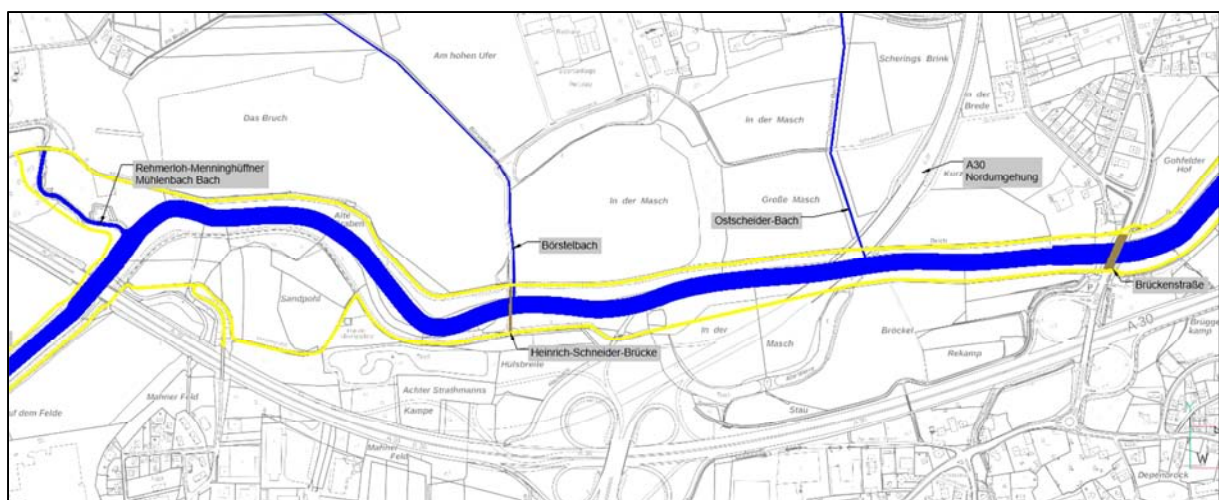


Abbildung 72: Lageplan Bestand mit Rad-/Fußwegeverlauf in Gelb, oberer Bereich

Auf den überwiegenden Passagen verlaufen die Wege über die Werredeiche und lassen in dieser Hochlage eine günstige Sicht auf den Werrefluss oder aber auch auf die abgewandten Vorländer zu.

In der Abbildung 73, ist eine Luftbilddarstellung (August 2019) unterhalb der K8 in Werrefließrichtung dargestellt. Deutlich ist die Hochlage des südlichen (im Bild rechts) und nördlichen Wegeverlaufs zu erkennen. Beide Wege sind hier aus einer wassergebundenen Schotterschicht hergestellt, wobei die südliche Wegetrasse eine breitere Ausbildung aufweist. Diese südliche Trasse, wird auch als **Else-Werre-Radweg** bezeichnet.



Abbildung 73: Luftbild mit Blick in Fließrichtung auf die Werre unterhalb der K 8

Insgesamt lassen sich für die beiden Wegetrassen folgende Hauptdaten zusammenfassen.

Südlicher Weg – zwischen Reitplatz im Sielpark und BAB 30 im Westen

Länge	4570 m
Kreuzungsbereiche mit Gewässern*	7 St.
Über eine Länge von den Maßnahmen betroffen:	rund 4400 m
(Deichabtrag oder Werreaufweitung)	

* ermittelt aus DGK 5 Darstellungen (Gräben und Gewässer)

Nördlicher Weg – zwischen Kaarbacheinmündung und BAB 30 im Westen

Länge	4900 m
Kreuzungsbereiche mit Gewässern	10 St.
Über eine Länge von den Maßnahmen betroffen:	rund 2000 m
(Deichabtrag oder Werreaufweitung)	

* ermittelt aus DGK 5 Darstellungen (Gräben und Gewässer)

Zukünftiges Rad-/Fußwegkonzept an der Werre in Oeynhausen und Löhne

Durch die geplanten Maßnahmen an der Werre in Bad Oeynhausen und Löhne (vgl. Kapitel 5.1), die die Aufweitung des Flusses und den weitestgehende Abtrag der Deiche vorsehen, sind zwangsläufig auch die vorhandenen Rad-/Fußwege zurückzubauen. Für diese ist dann



ein neues Infrastruktursystem vorgesehen, dass gemäß den aktuellen Überlegungen wie folgt umschrieben werden kann.

In den Abbildung 74 und Abbildung 75, ist die neue, hier konzeptionell ermittelte Wegeführung der beiden Wegetrassen in Konzeptlageplänen skizziert, der auch die geplanten Maßnahmen an der Werre darstellen. Grundsätzlich ist dabei zu erwähnen, dass die südliche Wegtrasse (**Else-Werre-Radweg**) unter überregionalen Betrachtungen den „*Charakter eines qualitativ hochwertigen Radweges*“ erhalten soll. Hierzu sind dann spezifische Wegequalitäten (Fahrbahnbeschaffenheiten, Wegebreiten, Schleppradien, Sicherheitskriterien etc.) zu beachten, auf die hier im Einzelnen nicht weiter eingegangen wird.

In den Abbildungen ist zu erkennen, dass sich von der Lage her für die Wegeführung des nördlichen Weges kaum Veränderungen ergeben, während der südliche Weg insbesondere im unteren Bereich zwischen der K8 und dem Sielpark, maßgebliche Veränderungen aus den Laufverbreiterungen und Umlegungen der Werre, Kokturkanal und Mittelbach ergeben. Die Wege, die dem Bestandsverlauf entsprechen, sind gelb dargestellt. In rot ist der durch die Planung veränderte übergeordnete, südliche Weg markiert. Die Bereiche, an denen der nördliche Radweg umgestaltet wird, sind an einem hellen Grünton zu erkennen.

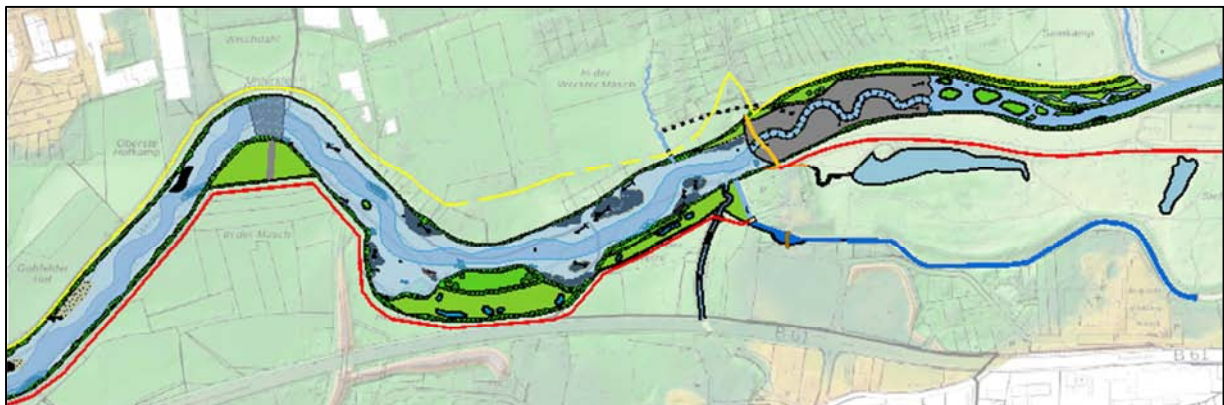


Abbildung 74: Lageplan Planung mit Rad-/Fußwegeverlauf in rot, unterer Bereich

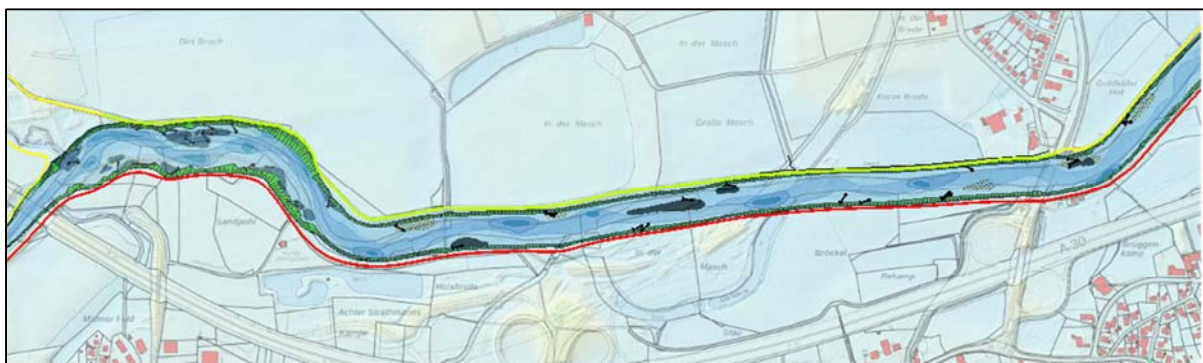


Abbildung 75: Lageplan Planung mit Rad-/Fußwegeverlauf in rot und hellgrün, oberer Bereich

Für beide Wege jedoch ergibt sich durch den Umbau eine maßgeblich Veränderung dergestalt, dass die Wege in Ihrer Hochlage auf den Werredeichen, bisher mehr oder minder auch bei extremen Abflüssen, hochwasserfrei geblieben sind.



Durch die Neustrukturierung ergibt sich nun eine Situation, dass zumindest weite Teile der Wege auf Auenniveau der Werre angelegt werden und dadurch eine höhere Überflutungswahrscheinlichkeit erfahren. Eine genauere Ermittlung der Überflutungshäufigkeiten (Jährlichkeiten) ist dann im Zuge einer Detailplanung zu ermitteln. Damit einher geht dann auch die Planung der Wegebeschaffenheiten, da zumindest ein Aufbau wie aktuell, durch eine wassergebundene Schotterdecke, auch für einen untergeordneten Weg nicht mehr ratsam erscheint.

Die Kosten die sich aus den Wegeneuführungen ergeben, können grob auf 875.00,00 € netto geschätzt werden. Die Herleitung der Kostenansätze können der Anlage 4.5 entnommen werden.



6 Auswirkung der geplanten Maßnahmen auf Wasser- und Grundwasserstände

In den nachfolgenden Kapiteln sind die Ergebnisse der Wasserspiegellagenberechnungen vom Büro IWUD für den Ist- Zustand und die Planungszustände der Bauabschnitte 1 und 2 (s. Kap. 5.2) in tabellarischer Form zusammengetragen, s. Tabelle 4 und Tabelle 5. Weiterhin sind die Ergebnisse der Untersuchung vom Büro Schmidt und Partner bezüglich der Auswirkungen der geplanten Aufhebung der Stauhaltung am Sielwehr auszugsweise beschrieben, s. Kapitel 6.2.

6.1 Vergleich der Wasserspiegellagen Werre Bestand – Planung

Die 2D-Wasserspiegelberechnung des Ingenieurbüros IWUD liefert u. a. als Ergebnis flächendeckend ein ungleichmäßiges Punkteraster mit den Wasserspiegelhöhen im Überflutungsbereich der Werre. Für die nachfolgenden Tabelle 4 und Tabelle 5 sind im Längsverlauf des Werre-Flusses die Höheninformationen aus diesem Punkteraster übernommen und dort eingetragen worden. Die Stellen an denen diese Punktinformationen übernommen wurden sind in der Anlage 3 dargestellt, es handelt sich dabei um die Gewässerstationen an denen Bestandsprofile vorliegen. Diese Profile stammen vom Büro Fugro Consult GmbH (vormals HGN GmbH) und wurden z. T. als Grundlage der Planungen verwendet. Die Profile sind nicht Bestandteil der zeichnerischen Unterlagen.

Der, in der Tabelle dargestellte Gewässerabschnitt der Werre reicht von der Gewässerstation 3+728 im Unterwasser des Planungsbereichs (Höhe Abzweig Flutrinne Fürstenwinkel) bis zur Gewässerstation 9+639 im Oberwasser des Planungsbereichs (Unterhalb der Brücke Lübbecke Straße)

Aus der Vielzahl der Berechnungsvarianten sind in den Tabellen der Ist-Zustand, die Planungsvariante 13 (Endzustand, nach dem 2. BA) und die Planungsvariante 14 (Zwischenzustand, nach dem 1. BA) dargestellt. Für diese Varianten sind die Ergebnisse der Wasserspiegelberechnung der Abflüsse HQ_{20} und HQ_{100} dokumentiert.

Die Beschreibung der Planungsvarianten erfolgte in den Kapiteln 5.1 und 5.2. Die zeichnerischen Unterlagen enthalten die entsprechenden Darstellungen in Lageplänen, Längsschnitten und Querprofilen.



6.1.1 Vergleich der Wasserspiegellagen Bestand-Planung für das HQ20

Tabelle 4: Vergleich der Wasserspiegellagen Bestand – Planung HQ20 (1. und 2. Bauabschnitt)

Gewässerstation	HW20 Bestand	HW20 Planung	HW20 Planung	Differenz	Differenz	
	IST	BA 1	BA 2	BA 1 - IST	BA 2 - IST	
3+728	47,88	47,81	47,82	-0,07	-0,06	Unterhalb Abzweig Flutrinne Fürstenwinkel
3+871	47,87	47,82	47,81	-0,06	-0,07	
3+977	47,93	47,87	47,86	-0,06	-0,07	
3+984	47,95	47,88	47,88	-0,07	-0,07	
3+989	47,93	47,86	47,86	-0,07	-0,07	
4+132	48,03	48,02	48,04	0,00	0,01	Einmündung Kaarbach
4+263	48,10	48,08	48,08	-0,02	-0,02	
4+416	48,19	48,12	48,14	-0,07	-0,05	
4+512	48,30	48,17	48,18	-0,13	-0,12	
4+643	48,41	48,20	48,20	-0,21	-0,21	
4+715	48,42	48,31	48,33	-0,11	-0,10	
4+751	48,43	48,51	48,50	0,08	0,07	Höhe Sielwehr / Rampenkronen
4+772	48,45	48,54	48,55	0,09	0,10	
4+880	48,57	48,60	48,61	0,03	0,04	
5+027	48,64	48,68	48,69	0,04	0,04	
5+174	48,71	48,75	48,76	0,04	0,05	
5+342	48,96	48,89	48,91	-0,07	-0,06	
5+483	49,06	48,92	49,00	-0,14	-0,06	
5+666	49,25	49,18	49,20	-0,07	-0,05	Höhe Werreknie
5+823	49,36	49,17	49,15	-0,19	-0,21	
5+994	49,49	49,35	49,34	-0,14	-0,14	
6+198	49,63	49,47	49,46	-0,16	-0,18	
6+303	49,70	49,56	49,53	-0,13	-0,16	
6+336	49,74	49,58	49,58	-0,16	-0,16	
6+356	49,74	49,60	49,59	-0,14	-0,15	Höhe Brückenstraße L 860
6+376	49,74	49,61	49,61	-0,13	-0,13	
6+415	49,74	49,64	49,63	-0,10	-0,11	
6+497	49,69	49,70	49,69	0,01	0,00	
6+679	49,95	49,77	49,77	-0,18	-0,18	
6+802	50,02	49,82	49,81	-0,20	-0,21	
6+909	50,13	49,91	49,93	-0,22	-0,20	Höhe BAB 30
7+7071	50,21	50,01	50,00	-0,20	-0,21	
7+219	50,37	50,07	50,07	-0,30	-0,30	
7+389	50,46	50,14	50,13	-0,32	-0,33	
7+552	50,56	50,22	50,21	-0,34	-0,36	
7+567	50,56	50,22	50,22	-0,34	-0,34	Höhe Brücke
7+581	50,58	50,23	50,23	-0,35	-0,35	
7+691	50,72	50,29	50,28	-0,43	-0,44	
7+811	50,75	50,33	50,32	-0,42	-0,43	
7+925	50,79	50,38	50,37	-0,41	-0,42	
8+064	50,91	50,43	50,42	-0,48	-0,49	
8+213	51,05	50,51	50,50	-0,54	-0,55	
8+367	51,26	50,64	50,63	-0,62	-0,63	Einmündung RMM
8+520	51,33	50,71	50,70	-0,62	-0,63	
8+566	51,35	50,77	50,69	-0,58	-0,65	
8+579	51,35	50,77	50,77	-0,58	-0,58	
8+711	51,41	50,86	50,84	-0,55	-0,57	
8+849	51,50	50,97	50,97	-0,53	-0,53	
8+989	51,66	51,17	51,17	-0,49	-0,49	
9+025	51,69	51,22	51,21	-0,47	-0,48	Höhe Albrecht-Schweitzer Straße
9+045	51,69	51,24	51,21	-0,45	-0,48	
9+065	51,70	51,26	51,23	-0,44	-0,47	
9+074	51,71	51,27	51,25	-0,44	-0,46	
9+154	51,75	51,32	51,31	-0,43	-0,44	
9+262	51,83	51,44	51,44	-0,39	-0,40	Höhe Fußgängerbrücke Werrestraße
9+270	51,83	51,45	51,44	-0,38	-0,40	
9+273	51,83	51,45	51,44	-0,38	-0,39	
9+392	51,87	51,54	51,47	-0,33	-0,40	
9+512	52,04	51,74	51,72	-0,30	-0,33	
9+639	52,19	51,90	51,91	-0,29	-0,28	

Der Vergleich der Wasserspiegellagen zwischen Bestand und Planung für das 20-jährige Abflussereignis zeigt, dass die geplanten Maßnahmen meist zu einer Absenkung der Wasserstände führen. Dies gilt nicht nur für die Endvariante sondern auch für den



1. Bauabschnitt. Lediglich direkt oberhalb der geplanten Sohlgleite ergeben sich auf einer Länge von ca. 400 m geringfügig höhere Wasserspiegel als im Ist-Zustand (bis zu 10 cm).

6.1.2 Vergleich der Wasserspiegellagen Bestand-Planung für das HQ100

Tabelle 5: Vergleich der Wasserspiegellagen Bestand – Planung HQ100 (1. und 2. Bauabschnitt)

Gewässerstation	HW100 Bestand	HW100 Planung	HW100 Planung	Differenz	Differenz	
	IST	BA 1	BA 2	BA 1 - IST	BA 2 - IST	
3+728	48,371	48,30	48,30	-0,08	-0,07	Unterhalb Abzweig Flutrinne Fürstenwinkel
3+871	48,381	48,31	48,30	-0,08	-0,08	
3+977	48,421	48,35	48,35	-0,07	-0,08	
3+984	48,444	48,37	48,37	-0,07	-0,08	
3+989	48,425	48,35	48,35	-0,07	-0,07	
4+132	48,496	48,49	48,49	-0,01	0,00	Einmündung Kaarbach
4+263	48,578	48,53	48,53	-0,05	-0,05	
4+416	48,653	48,58	48,58	-0,08	-0,07	
4+512	48,756	48,61	48,61	-0,15	-0,14	
4+643	48,856	48,63	48,63	-0,23	-0,23	
4+715	48,862	48,67	48,68	-0,19	-0,18	Höhe Sielwer / Rampenkrone
4+751	48,833	48,85	48,88	0,01	0,04	
4+772	48,875	48,88	48,88	0,00	0,00	
4+880	49,011	48,95	48,94	-0,07	-0,07	
5+027	49,092	49,02	49,02	-0,07	-0,07	
5+174	49,166	49,09	49,09	-0,07	-0,07	Höhe Werreknie
5+342	49,415	49,23	49,24	-0,18	-0,18	
5+483	49,524	49,33	49,34	-0,20	-0,19	
5+666	49,695	49,53	49,54	-0,17	-0,16	
5+823	49,835	49,61	49,48	-0,23	-0,36	
5+994	49,959	49,73	49,67	-0,23	-0,29	Höhe Brückenstraße L 860
6+198	50,059	49,84	49,79	-0,22	-0,27	
6+303	50,181	49,99	49,85	-0,19	-0,33	
6+336	50,216	50,03	49,89	-0,19	-0,33	
6+356	50,219	50,03	49,91	-0,19	-0,31	
6+376	50,215	50,03	49,95	-0,19	-0,26	Höhe BAB 30
6+415	50,221	50,04	49,95	-0,18	-0,27	
6+497	50,274	50,10	50,04	-0,18	-0,24	
6+679	50,432	50,27	50,12	-0,16	-0,31	
6+802	50,502	50,35	50,17	-0,15	-0,34	
6+909	50,638	50,49	50,25	-0,15	-0,38	Höhe Brücke
7+7071	50,727	50,59	50,33	-0,14	-0,39	
7+219	50,893	50,76	50,41	-0,13	-0,48	
7+389	50,979	50,86	50,47	-0,12	-0,51	
7+552	51,080	50,96	50,53	-0,12	-0,55	
7+567	51,090	50,97	50,55	-0,12	-0,54	Einmündung RMM
7+581	51,111	51,00	50,57	-0,12	-0,54	
7+691	51,237	51,12	50,63	-0,11	-0,61	
7+811	51,276	51,16	50,67	-0,11	-0,61	
7+925	51,309	51,20	50,70	-0,11	-0,61	
8+064	51,416	51,31	50,75	-0,10	-0,67	Höhe BAB 30
8+213	51,568	51,47	50,84	-0,10	-0,73	
8+367	51,792	51,70	50,96	-0,10	-0,83	
8+520	51,871	51,78	51,07	-0,09	-0,80	
8+566	51,887	51,80	51,07	-0,09	-0,81	
8+579	51,891	51,80	51,13	-0,09	-0,76	Höhe Albrecht-Schweitzer Straße
8+711	51,938	51,85	51,19	-0,09	-0,75	
8+849	52,030	51,95	51,32	-0,09	-0,71	
8+989	52,176	52,08	51,53	-0,09	-0,64	
9+025	52,211	52,13	51,58	-0,09	-0,63	
9+045	52,221	52,13	51,60	-0,09	-0,63	Höhe Fußgängerbrücke Werrestraße
9+065	52,225	52,13	51,61	-0,09	-0,61	
9+074	52,230	52,14	51,62	-0,09	-0,61	
9+154	52,262	52,17	51,67	-0,09	-0,59	
9+262	52,338	52,25	51,80	-0,09	-0,54	
9+270	52,336	52,25	51,81	-0,09	-0,53	
9+273	52,339	52,26	51,82	-0,08	-0,52	
9+392	52,404	52,32	51,86	-0,09	-0,54	
9+512	52,519	52,44	52,07	-0,08	-0,45	
9+639	52,662	52,58	52,25	-0,08	-0,41	



Das gleiche Bild wie beim HQ₂₀ zeigt sich auch beim HQ₁₀₀. Die geplanten Maßnahmen führen auch hier zu einer Reduzierung der Wasserspiegelhöhen. Die Wasserspiegeldifferenzen zwischen Ist- und Planungsvariante vergrößern sich beim Endzustand sogar deutlich. Der Schluss liegt nahe, dass mit steigenden Abflüssen die Leistungsfähigkeit der Werre im Vergleich zum Ist-Zustand zunimmt.

6.2 Auswirkungen der geplanten Maßnahmen auf die Grundwasserstände

Das Büro Schmidt + Partner aus Bielefeld hat im Auftrag des Deichverbandes Löhne sowie den Städten Bad Oeynhausen und Löhne im Zeitraum von 2006 bis 2017 verschiedene Varianten des Gewässerumbaus der Werre und den damit einhergehenden Absenkungen des Stauwasserspiegels im Bereich des Sielwehres untersucht und bewertet. Die Stauhaltung wirkt sich bis in Stadtlage von Löhne aus. Durch deren Aufhebung und Veränderung der Wasserspiegel kann es zu Auswirkungen auf Gebäude und grundwassersensible Vegetation (Trocken- und insbesondere Setzungsschäden) kommen.

Das Projekt wurde 2017 unter dem Titel „Zusammenfassender Ergebnisbericht zur Bewertung der Auswirkungsintensität verschiedener Alternativen des Gewässerumbaus im Bereich des Sielwehres fertig gestellt.

Die Untersuchung hat zum Ziel die Variante des Werreumbaus zu ermitteln, die aus Sicht des Ing.-Büros Schmidt und Partner vertretbare Auswirkungen auf Gebäude und Vegetation haben (Schmidt und Partner, 2017).

Die sofortige und umfassende Herstellung des Endzustandes ist aufgrund der gegenwärtigen Flächenverfügbarkeit nicht umsetzbar (vgl. Kap. 5.2). Neben den Modellberechnungen zu möglichen Endvarianten sind auch Varianten untersucht worden, die Zwischenzustände bzw. die Bauabschnitte abbilden.

Aus der Vielzahl der Varianten sind dann in einem Ranking (s. Abbildung 76) die Erheblichkeiten der Auswirkungen der verschiedenen Varianten verglichen und letztendlich Vorzugsvarianten festgelegt worden.



Variante	Interne Var.-Bez	Beschreibung	Numerierung entsprechend zunehmender Auswirkungserheblichkeit					
			Ranking Flächen- größe 25cm	Ranking Flächen- größe 50cm	Ranking Gebäude	Ranking Schutzgüter	Summe	Gesamt- ranking
Variante 0	k1	Ist-Zustand, Stauhöhe 47,66 m+NN						
Variante 7GK	k12	Teilabsenkung am Sielwehr um 0,8 m auf 46,86 m +NN mit einer Grundschwelle nahe dem Sielwehr und Anhebung der Sohle zwischen Sielwehr und Grundschwelle	1	1	1	1	4	1
Variante 5GK	k10	Teilabsenkung am Sielwehr um 0,8 m auf 46,86 m +NN mit einer Grundschwelle nahe dem Sielwehr	2	2	2	1	7	2
Variante 8GK	k13	Teilabsenkung am Sielwehr um 0,8 m auf 46,86 m +NN mit einer Grundschwelle nahe dem Sielwehr (Stauziel um 0,2 m abgesenkt) und Anhebung der Sohle zwischen Sielwehr und Grundschwelle	3	3	3	1	10	3
Variante 4NK	k9	Neuberechnung Teilabsenkung am Sielwehr um 0,8 m auf 46,86 m +NN mit Naturprofil der Werre (Anhebung der Sohle zwischen Sielwehr und BAB 30)	4	5	4	2	15	4
Variante 3N	k7	Teilabsenkung am Sielwehr um 0,8 m auf 46,86 m +NN mit Naturprofil der Werre (Anhebung der Sohle zwischen Sielwehr und BAB 30)	5	6	5	3	19	5
Variante 6GK	k11	Teilabsenkung am Sielwehr um 0,8 m auf 46,86 m +NN mit zwei Grundschwellen: nahe Sielwehr und unter der BAB 30	8	4	6	5	23	6
Variante 1N	k3	Teilabsenkung am Sielwehr um 1,36 m auf 46,30 m +NN mit Naturprofil der Werre (Anhebung der Sohle zwischen Sielwehr und BAB 30)	6	7	9	4	26	7
Variante 2N	k5	Vollabsenkung am Sielwehr um 2,56 m auf 45,10 m +NN mit Naturprofil der Werre (Anhebung der Sohle zwischen Sielwehr und BAB 30)	7	8	10	4	29	8
Variante 3G	k6	Teilabsenkung am Sielwehr um 0,8 m auf 46,86 m +NN mit einer Grundschwelle unter der BAB 30	9	9	7	5	30	9
Variante 4GK	k8	Neuberechnung Teilabsenkung am Sielwehr um 0,8 m auf 46,86 m +NN mit einer Grundschwelle unter der BAB 30	10	10	8	5	33	10
Variante 1G	k2	Teilabsenkung am Sielwehr um 1,36 m auf 46,30 m +NN mit einer Grundschwelle unter der BAB 30	11	11	11	5	38	11
Variante 2G	k4	Vollabsenkung am Sielwehr um 2,56 m auf 45,10 m +NN mit einer Grundschwelle unter der BAB 30	12	12	12	5	41	12

Abbildung 76: Tabelle 4-2 Ranking der Auswirkungserheblichkeitsbewertung der einzelnen Varianten (Schmidt und Partner, 2017)

In diesem Ranking sind nur Varianten aus Jahr 2017 aufgelistet (s. Abbildung 77), die auf detaillierten Wasserspiegelberechnungen des IB –Klein beruhen. Diesen aktualisierten Wasserspiegelberechnungen zugrunde liegt der abgestimmte Bemessungsabfluss in der Werre (häufigster Abfluss, Q_{183}). Daher wurde auch der Ist-Zustand (Variante 0k) Neuberechnung des Ist-Zustandes, Stauhöhe 47,66 unter Zugrundelegung des abgestimmten Bemessungsabflusses aktualisiert.

Tabelle 2-3: Im Jahr 2017 untersuchte und bewertete Varianten (/5-8/)

Variante	Interne Var.-Bez	Beschreibung	Wasserspiegellagen-berechnung durch	Stauziel	Betrag der Absenkung	Gutachten (Jahr)	Plan-Nr. im Original-Gutachten	Quelle
				m+NN	m			
Variante 0k	0k	Neuberechnung des IST-Zustandes, Stauhöhe 47,66 m+NN	IB Klein	47,66	0,00	2017		
Variante 4GK	k8	Neuberechnung Teilabsenkung am Sielwehr um 0,8 m auf 46,86 m +NN mit einer Grundschwelle unter der BAB 30	IB Klein	46,86	0,80	2017	1.1a	
Variante 4NK	k9	Neuberechnung Teilabsenkung am Sielwehr um 0,8 m auf 46,86 m +NN mit Naturprofil der Werre (Anhebung der Sohle zwischen Sielwehr und BAB 30)	IB Klein	46,86	0,80	2017	1.2a	
Variante 5GK	k10	Teilabsenkung am Sielwehr um 0,8 m auf 46,86 m +NN mit einer Grundschwelle nahe dem Sielwehr	IB Klein	46,86	0,80	2017	1.3a	
Variante 6GK	k11	Teilabsenkung am Sielwehr um 0,8 m auf 46,86 m +NN mit zwei Grundschwellen à 0,40m: nahe Sielwehr und unter der BAB 30	IB Klein	46,86	0,80	2017	1.4a	
Variante 7GK	k12	Teilabsenkung am Sielwehr um 0,8 m auf 46,86 m +NN mit einer Grundschwelle nahe dem Sielwehr und Anhebung der Sohle zwischen Sielwehr und Grundschwelle	IB Klein	46,86	0,80	2017	1.5a	
Variante 8GK	k13	Teilabsenkung am Sielwehr um 0,8 m auf 46,86 m +NN mit einer Grundschwelle nahe dem Sielwehr (Stauziel um 0,2 m abgesenkt) und Anhebung der Sohle zwischen Sielwehr und Grundschwelle	IB Klein	46,86	0,80	2017	1.6a	

Abbildung 77: Tabelle 2-3 Im Jahr 2017 untersuchte und bewerte Varianten (/5-8/) (Schmidt und Partner, 2017)

6.2.1 Auswirkungen auf die Grundwasserstände nach Umsetzungsschritt 1

„Die Variante 7GK (Grundschwelle nahe Sielwehr mit Sohlanhebung) stellt die Variante dar, die die geringste Auswirkungserheblichkeit nach sich zieht und ist daher als Vorzugsvariante anzusehen, die zunächst umgesetzt werden sollte.“



6.2.2 Auswirkung auf die Grundwasserstände nach Umsetzungsschritt 2 (Endzustand)

Bei der Variante 4NK Neuberechnung erfolgt die Teilabsenkung am Sielwehr um 0,8 m auf 46,86. Zwischen dem Sielwehr und der BAB 30 wird die Sohle der Werre angehoben um das „Naturprofil“ herzustellen.

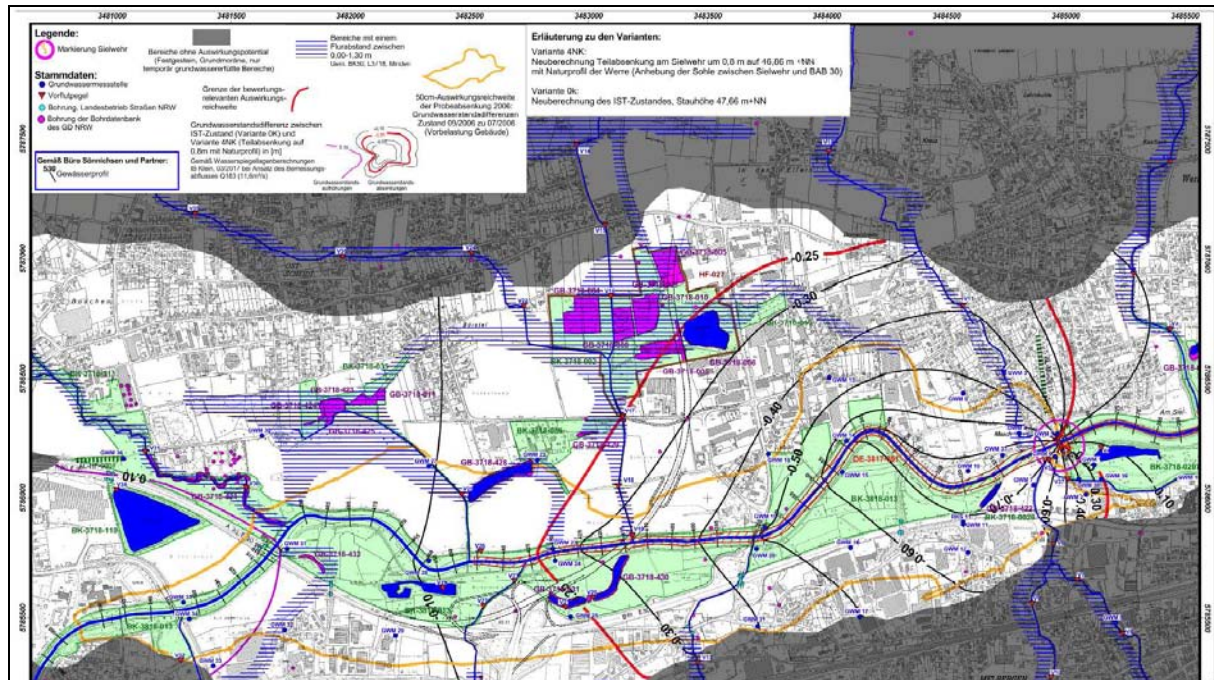


Abbildung 79: Räumliche Ausdehnung der Variante 4NK, Lageplandarstellung (Schmidt und Partner, 2017)

Nach Schmidt und Partner ist die eigentliche Zielvariante einer Naturwerre mit einer Teilabsenkung auf 46,86 am Sielwehr (Variante 4NK) mit Abstand die Endvariante mit den geringsten Auswirkungserheblichkeiten.

Auszug aus dem Ergebnisbericht aus dem Jahr 2017 Schmidt und Partner Kapitel 5 Fazit (2017):

„Für die Variante der Naturwerre, die in /1/ bereits als weiter zu betrachtende Variante empfohlen wurde, ergibt sich unter Zugrundelegung der Vorbelastung und bei der Durchführung entsprechender Beweissicherungsmaßnahmen eine positive Machbarkeits-Einstufung.“

7 Ermittlung des Kostenrahmens der einzelnen wasserwirtschaftlichen Teilmaßnahmen

Der Kostenrahmen der einzelnen Teilmaßnahmen ist in den jeweiligen Kapiteln aufgeführt und in der nachfolgenden Tabelle 6 zusammengefasst. Zusätzlich wurden die detaillierteren Kostenermittlungen als eigene Anlage den schriftlichen Unterlagen beigelegt.

Tabelle 6: Kostenrahmen der einzelnen wasserwirtschaftlichen Teilmaßnahmen

Anlage	Maßnahmenbereich	Netto	MWSt.	Brutto
4.1	Anbindung / Gestaltung des im Bereich der Stadtgrenze südlich in die Werre mündenden Altgewässers, Bestandteil des Bauabschnittes I	61 500,00 €	11 685,00 €	73 185,00 €
4.2	Anbindung Mittelbach/ Kokturkanal vgl. Kap. 6.3.1.2 u. 6.3.2, Bestandteil des Bauabschnittes I	221 250,00 €	42 037,50 €	263 287,50 €
	Raue Gleite zur Anbindung Mittelbach und Verteilerbauwerk	61 000,00 €	11 590,00 €	72 590,00 €
	Dammabauwerk / Spundung im Einlauf Bereich des Kokturkanals	52 500,00 €	9 975,00 €	62 475,00 €
	Pumpanlage zur ergänzenden Wasserversorgung des Kokturkanals	40 500,00 €	7 695,00 €	48 195,00 €
	Wasserversorgung des Ententeichs aus der Werre (wassertechnische Teil zur Ableitung aus der Werre)	67 250,00 €	12 777,50 €	80 027,50 €
4.3	Anbindung des Voßsiekbaches und Verfüllung / Verdämmung des alten Verlaufs einschl. Verrohrung (150m DN 800), Bestandteil des Bauabschnittes I	27 350,00 €	5 196,50 €	32 546,50 €
4.4	Kanalbau (Verlängerung Kanal Richtung Löhne (Südseite) und Verlängerung RW - Kanal (DN 1200) auf der Nordseite, Bestandteil des Bauabschnittes I	710 000,00 €	134 900,00 €	844 900,00 €
4.5	Wegeplanung (nicht Bestandteil der wasserwirtschaftlichen Teilmaßnahmen)	874 500,00 €	166 155,00 €	1 040 655,00 €
4.6	Örtlich begrenzte Schutzmaßnahmen, ggf. Bestandteil des Bauabschnittes I	244 000,00 €	46 360,00 €	290 360,00 €
4.7	Gewässerbaumaßnahmen oberhalb des Werrekies (Stat. 5+666 bis 9+100) Bauabschnitt II	10 865 600,00 €	2 064 464,00 €	12 930 064,00 €
4.8	Profilaufweitung unterhalb des Sielwehres (Entwurf UIH), Bestandteil des Bauabschnittes I	485 612,00 €	92 266,28 €	577 878,28 €
4.9	Gewässerbaumaßnahmen oberhalb Sielwehres bis zum Werreknie (Stat. 4+750 bis 5+666), Bestandteil des Bauabschnittes I	2 518 100,00 €	478 439,00 €	2 996 539,00 €
4.10	Umgestaltung Sielwehr (Stat. 4+416 bis 4+760), Bestandteil des Bauabschnittes I	2 828 925,00 €	537 495,75 €	3 366 420,75 €
4.11	Ergänzende Maßnahmen, ggf. Bestandteil des Bauabschnittes I	473 000,00 €	89 870,00 €	562 870,00 €
	Boden Verwallung und Hochflutrinne Sielpark	287 500,00 €	54 625,00 €	342 125,00 €
	Boden Hochflutrinne Kokturkanal - Sielpark	62 500,00 €	11 875,00 €	74 375,00 €
	Vegetationstechnische Bearbeitung - Sielpark	5 000,00 €	950,00 €	5 950,00 €
	Bypass Kokturkanal an 3 Bogenbrücke	48 000,00 €	9 120,00 €	57 120,00 €
	Neuer Durchlass 3 Bogenbrücke	70 000,00 €	13 300,00 €	83 300,00 €
4.12	Neubau der Brücke am Sielwehr (nicht Bestandteil der wasserwirtschaftlichen Teilmaßnahmen)	1 475 248,38 €	280 297,19 €	1 755 545,57 €
Gesamtsumme		18 435 337,00 €	3 502 714,03 €	21 938 051,03 €

Die im Zusammenhang mit der Erstellung des Wegekonzeptes abgeschätzten Kosten von ca. 875.000 € netto sind nicht Bestandteil der wasserwirtschaftlichen Maßnahmen. Die Finanzierung des Wegebaus erfolgt zum Teil über andere Fördermöglichkeiten zur Nahmobilität und touristischen Infrastruktur.

Der vorgesehene Brückenneubau am Sielwehr fällt ebenfalls nicht unter die wasserwirtschaftlichen Maßnahmen. Die Kosten hierfür werden von der Stadt Bad Oeynhausen auf ca. 1.500.000 € netto beziffert (civil engineering solutions, 2017).



Aufgestellt im Auftrag der Stadt Bad Oeynhausen

Ingenieurbüro Wolfgang Klein

Warstein – Allagen, im März 2020



Literaturverzeichnis

- Achterberg, H. (2012). *Gutachten zu Eichen am Kokturkanal in Bad Oeynhausen (unveröffentlicht)*.
- Bathe, J., Bathe, K., & Coring, E. (2010). *Makrozoobenthos der Werre zwischen Löhne und Bad Oeynhausen im Bereich des Sielwehrs 2010, im Auftrag der Stadt Bad Oeynhausen*. unveröffentlicht.
- civil engineering solutions. (2017). *Neubau Fuss- und Radwegbrücke am Sielwehr in Bad Oeynhausen*. München.
- Ingenieurbüro Klein. (2014). *Vorplanung/Variantenanalyse zur Umgestaltung des Sielwehrs und Werre in Bad Oeynhausen und Löhne*. Warstein.
- Ingenieurbüro Wiese. (2016). *Darstellung der erforderlichen Maßnahmen für die bauliche Anpassung des Kokturkanals an die geplante Absenkung des Sielwehres*. Hille: unveröffentlicht.
- IWA. (2013). *Hochwasserschutzmaßnahmen "Am Kokturkanal", Ausführungsplanung*. Minden.
- IWUD. (2019). *HRB Löhne, Auswirkungen der Polder auf das Flutungsverhalten*. Höxter.
- Kahre, H. (1991). *Sielwehr und Sielbrücke an der Werre in Bad Oeynhausen (1753-1991) in: Beiträge zur Heimatkunde der Städte Löhne und Bad Oeynhausen*. Bad Oeynhausen: Heimatverein Löhne und Arbeitskreis Heimatpflege der Stadt Bad Oeynhausen (Hrsg.).
- KuBuS Freiraumplanung. (2018). *Sielpark Bad Oeynhausen Erfassung des Bestandes und verschiedener Planungen*. Berlin: unveröffentlicht.
- MUNLV, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW. (2003). *Handbuch zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern*. Düsseldorf: Autor.
- Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, K. u. (Hrsg.). (August 2018). *Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch Weser- und Emsgebiet*.
- NZO. (2004). *Gesamtkonzept zur Optimierung wasserwirtschaftlicher Zielsetzungen im Gewässer- und Auenbereich der Werre zwischen Bad Oeynhausen und Löhne, Teilbeitrag 1: Gutachten zur weiteren Nutzung des Sielwehres*. Bielefeld: unveröffentlicht.
- Queisser + Gschwandtl. (2019b). *Besprechungsprotokoll Revision vom 12.09.2019. Naturnahe Umgestaltung Untere Werre durch die Trägergemeinschaft Bad Oeynhausen/Löhne*. Karlsruhe: unveröffentlicht.
- Queisser+Gschwandtl. (2019a). *Umgestaltung des Sielwehres Variantenvergleich*. Karlsruhe.
- Regierungspräsidium Stuttgart. (2012). *Hochwassergefahrenkarte Baden-Württemberg, Beschreibung der Vorgehensweise zur Erstellung von Hochwassergefahrenkarten in Baden-Württemberg*. Stuttgart: Autor.



- Schmidt und Partner. (2006). *Hydrogeologisches Gutachten zur Bewertung der Auswirkungsintensität verschiedener Alternativen des Gewässerumbaus im Bereich des Sielwhres, Ergebnisbericht Grundwassermonitoring.*
- Schmidt und Partner. (2017). *Zusammenfassender Ergebnisbericht zur Bewertung der Auswirkungsintensität verschiedener Alternativen des Gewässerumbaus im Bereich des Sielwehres.* Bielefeld.
- Sönnichsen. (1998). *Sanierungskonzept Hochwasserschutz an der Werre.* Minden.
- Sönnichsen und Partner. (2006). *Werre-Aue – Sielwehr bis BAB A 30.* Minden: Autor.
- Späh, H. (2001). *Fischaufstiegskontrollen am Fischaufstieg Werre Sielwehr in Bad Oeynhausen.* Bielefeld.
- Steinbrecher + Gohlke. (2012). *Deichneubau an der Werre in Löhne / Gohfeld.* Porta Westfalica.
- Technaqua. (2004). *Gesamtkonzept zur Optimierung wasserwirtschaftlicher Zielsetzungen im Gewässer- und Auenbereich der Werre zwischen Löhne und Bad Oeynhausen, Teilbeitrag 2: Hochwasserschutz.* Schieder: unveröffentlicht.
- UIH Planungsbüro. (2001). *Konzept zur naturnahen Entwicklung der Werre und ihrer Aue in Bad Oeynhausen.* Höxter.
- UIH Planungsbüro. (2002). *Konzept zur naturnahen Entwicklung des Mittel- und Osterbachsystems.* Höxter: unveröffentlicht.
- UIH Planungsbüro. (2013). *Aufweitung der Werre im Bereich der Kaarbachemündung in Bad Oeynhausen.* Höxter: unveröffentlicht.