

Wasserverband Mittlere Oker

Eisenbütteler Straße 22/23

38122 Braunschweig

Schunterrenaturierung Querum

– Bienroder Weg bis Borwall –

Entwurfs- und Genehmigungsplanung

Projekt-Nr.: 06398

Stand: 05. April 2024

Qualitätssicherung und Freigabe

Antragsteller: Wasserverband Mittlere Oker
Projekt: Schunterrenaturierung Querum – Bienroder Weg bis Borwall
Vertragsnummer: 06398

Geprüfte Unterlagen

Schriftliche Unterlagen

Anlage 1	Erläuterungsbericht
Anlage 2	Maßnahmenblätter
Anlage 3	Maßnahmenliste
Anlage 4	Flächenbedarfsliste
Anlage 5	Fotodokumentation
Anlage 6	Bodenschutzkonzept (Röhrs & Herrmann)

Zeichnerische Unterlagen

Übersichtspläne

Anlage 7	Übersichtslageplan	Maßstab 1 : 10.000
Anlage 8	Übersichtslageplan Planung	Maßstab 1 : 5.000

Lagepläne

Anlage 9	Lageplan Überschwemmungsgebiete	Maßstab 1 : 5.000
Anlage 10	Lageplan Schutzgebiete	Maßstab 1 : 5.000
Anlage 11	Lageplan Flächenverfügbarkeit	Maßstab 1 : 5.000
Anlage 12	Lageplan Bestand und Leitungen	Maßstab 1 : 5.000
Anlage 13	Lageplan Zuwegungen	Maßstab 1 : 5.000
Anlage 14	Lageplan 1-5	Maßstab 1 : 1.000

Längsschnitte

Anlage 15	Längsschnitt 1-6	Maßstab 1: 2.000 /100
-----------	------------------	--------------------------

Profile

Anlage 16	Regelprofile 1-3	Maßstab 1 : 100
-----------	------------------	-----------------

Projektbearbeiter*in: S. Tang, M.Sc.

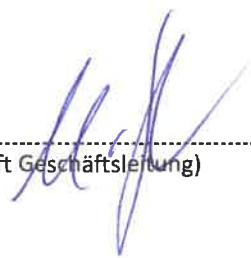
Projektleiter*in: Dr.-Ing. S. Lorke

Prüfer*in: Dr.-Ing. S. Lorke

Freigabe:

05/04/2024

(Datum, Unterschrift Geschäftsleitung)



Das Produkt wurde der internen Qualitätsprüfung unterzogen. Die Freigabe bezieht sich auf alle genannten Unterlagen

Inhaltsverzeichnis

Erläuterungsbericht	1
1 Vorhabenträger.....	1
2 Aufgabenstellung	1
3 Grundlagenermittlung.....	1
3.1 Datengrundlagen, Studien, Literatur	1
3.2 Planungsrandbedingungen.....	3
3.2.1 Lage des Vorhabens.....	3
3.2.1.1 Maßnahmengebiet	3
3.2.1.2 Gewässersystem.....	4
3.2.1.3 Bestandsbauwerke	4
3.2.1.4 Vorgegangene Planungen und historische Karte	5
3.2.1.5 Betroffenheiten	6
3.2.1.6 Leitungsbestände	6
3.2.2 Untergrundverhältnisse	8
3.2.2.1 Baugrundverhältnisse.....	8
3.2.2.2 Altlasten.....	8
3.2.2.3 Kampfmittel.....	8
3.2.3 Naturschutzfachliche Verhältnisse	9
3.2.3.1 Biotopkartierung	9
3.2.3.2 Strukturgüte und Makrozoobenthos.....	9
3.2.3.3 Gewässerrandstreifen, Entwicklungskorridore	11
3.2.4 Wasserwirtschaftliche Verhältnisse	12
3.2.4.1 Abflüsse und Wasserstände	12
3.2.4.2 Überschwemmungsgebiete.....	12
3.3 Ortsbesichtigung	12
3.4 Angrenzende Planungen	12
3.5 Zwischenfazit Gewässerzustand der Schunter im Planungsgebiet	13
4 Vorplanung	14
5 Entwurfsplanung.....	16
5.1 Maßnahmenkatalog	16
5.1.1 Flutmulde	16
5.1.2 Altarm.....	17
5.1.3 Aueanbindung	17
5.1.4 Rückbau Ufersicherung	18
5.1.5 Strukturmaßnahmen	18
5.1.6 Grabenverlegung.....	19
5.1.7 Stillgewässer	20

5.1.8	Initialpflanzungen	21
5.1.9	Gewässererlebbarkeit	21
5.1.10	Aussichtshügel.....	22
5.2	Maßnahmen zum Artenschutz	22
5.3	Fertigstellungsmaßnahmen.....	22
5.4	Bodenendlagerung und Retentionsraumbilanz	22
6	Bauzeitliche Maßnahmen	24
6.1	Baustellenerschließung und bauzeitliche Flächennutzung	24
6.2	Abbruch und Rückbauarbeiten.....	24
6.3	Bauzeiten und Bauablauf	24
6.4	Bauzeitliche bodenschutzfachliche Maßnahmen.....	26
6.5	Bauzeitliche naturschutzfachliche Maßnahmen	27
6.6	Bauzeitlicher Hochwasserschutz, Gewässer- und Objektschutz	27
7	Hydraulischer Nachweis	28
7.1	Allgemeines	28
7.2	Modellanpassung – Plan-Zustand	29
7.3	Ergebnisse.....	32
7.3.1	Mittlerer Abfluss MQ.....	32
7.3.2	Bordvoller Abfluss	33
7.3.3	Hochwasserabflüsse HQ ₅ und HQ ₁₀₀	34
8	Gewässerunterhaltung	36
9	Zusammenfassung und Auswirkungen des Vorhabens	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Nebengewässer der Schunter im Planungsgebiet	4
Tabelle 2:	betroffene Leitungen im Maßnahmensgebiet	6
Tabelle 3:	Code der Maßnahmen	14
Tabelle 4:	Maßnahmen (Code siehe Tabelle 3)	14
Tabelle 5:	Maßnahmenvarianten aus der Vorplanung /15/ (nicht in Entwurfsplanung beplant)..	15
Tabelle 6:	Abflusswerte für Hydraulische Berechnung /19//31/	28
Tabelle 7:	Auszug Rauheiten nach Manning-Strickler entsprechend Literaturangaben und im Modell im Ist-Zustand /13/, /29/, /30/	28
Tabelle 8:	Rauheiten nach Manning-Strickler in Abhängigkeit der Abflüsse.....	29
Tabelle 9:	Rauheiten nach Manning-Strickler entsprechend Literaturangaben und im Modell im Plan-Zustand /29/, /30/.....	32

Abbildungs- bzw. Diagrammverzeichnis

Abbildung 1:	Maßnahmensgebiet Renaturierung Schunter Bienroder Weg – Borwall.....	3
Abbildung 2:	Bestandsbauwerke im Planungsgebiet	5
Abbildung 3:	Historische Karte 1754 /6/ Schunter Abschnitt Bienroder Weg – Borwall	5
Abbildung 4:	Schachtbauwerke Schmutzwasser und Betonkörper unter der Brücke Bienroder Weg, Fließrichtung von links nach rechts.....	7
Abbildung 5:	Schachtbauwerke Schmutzwasser und Betonkörper unter der Brücke Bienroder Weg, .7	7

Abbildung 6: Auszug der Kampfmitteluntersuchung 2023 /10/	8
Abbildung 7: Auszug der Gewässerstrukturgüte der Schunter im Planungsgebiet /9/	10
Abbildung 8: Auszug der Gesamtbewertung Strukturgüte der Schunter, Abschnitt Querum /22/	10
Abbildung 9: Auszug der Gewässerstrukturgüte am Graben 1 /23/	11
Abbildung 10: geplante HWS-Linie Schuntersiedlung (Stadt Braunschweig, Stand Januar 2024)	13
Abbildung 11: Rauheitsbelegung im hydraulischen Modell entsprechend /13/- Draufsicht Abschnitt Querum (Ist-Zustand)	29
Abbildung 12: Modellanpassung Rauheitsbelegung - Draufsicht Abschnitt Querum, Plan-Zustand	30
Abbildung 13: Modellanpassung – Draufsicht Abschnitt Bevenroder Straße	30
Abbildung 14: Modellanpassung im Bereich der Flutmulden M9 und M16 mit Bodenumlagerungen (3D-Ansicht, überhöhte Darstellung)	31
Abbildung 15: Modellergebnis MQ_i – Vergleich Ist- und Plan-Zustand im Bereich der Maßnahmen M9, M16, M20	33
Abbildung 16: Modellergebnis $Q_{bordvoll}$ ($6 \text{ m}^3/\text{s}$ bis $8 \text{ m}^3/\text{s}$), Ist-Zustand.....	33
Abbildung 17: Modellergebnis $Q_{bordvoll}$ ($7 \text{ m}^3/\text{s}$), Ist- und Plan-Zustand, gesamter Maßnahmenbereich	34
Abbildung 18: Modellergebnis $Q_{bordvoll}$ ($7 \text{ m}^3/\text{s}$), , Ist- und Plan-Zustand, Ausschnitt	34
Abbildung 19: Modellergebnisse HQ_{100} - Vergleich Ist- und Plan-Zustand im Bereich Schuntersiedlung	35
Abbildung 20: Modellergebnisse HQ_5 - Vergleich Ist- und Plan-Zustand im Bereich Schuntersiedlung	35

Erläuterungsbericht

1 Vorhabenträger

Träger des Vorhabens „Schunterrenaturierung Querum – Bienroder Weg bis Borwall“ ist der

Wasserverband Mittlere Oker
Eisenbütteler Straße 22/23
38122 Braunschweig

2 Aufgabenstellung

Die Schunter ist ein Gewässer II. Ordnung und entspringt bei Rábke am Höhenzug Elm. Sie gehört zum Flusssystem der Weser. Die Schunter verläuft ca. 58 km lang in nordwestlicher Richtung und mündet bei Groß Schwülper in die Oker.

Laut des Wasserkörperdatenblattes /5/ ist die Schunter dem Gewässertyp 15 – Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse zugeordnet.

Der Planungsbereich befindet sich zwischen Bienroder Weg und Borwall, von Schunter km 11+070 bis km 14+200.

Im Planungsbereich sollen im Rahmen der vorliegenden Renaturierungsmaßnahme folgende Ziele für die Schunter erreicht werden:

- Wiederherstellung der Gewässerstruktur und -dynamik
- Reaktivierung der Aueflächen
- Verbesserung der Sohlstruktur und Morphologie
- Sicherstellung der Hochwasserneutralität und Begünstigung des Hochwasserrückhaltes/ -abflusses
- Förderung der Biodiversität
- Anpassung der Gewässermorphologie an Klimawandelfolgen wie vermehrte, längere Niedrigwasserperioden
- Schaffung von Naherholungsräumen

3 Grundlagenermittlung

3.1 Datengrundlagen, Studien, Literatur

Datengrundlage

- /1/ Stadt Braunschweig (2022): Datenbereitstellung Stadtgrundkarte, Orthofoto, Flurstücke.
- /2/ Stadt Braunschweig (2022): Datenbereitstellung Schutzgebiete, Denkmalschutz Flächen, Baudenkmale.
- /3/ Stadt Braunschweig (2022): Datenbereitstellung Flussachse, Flusstationierung, Überschwemmungsgebiet und Wasserspiegellagen HQ₁₀₀ und HQ₂₀
- /4/ Stadt Braunschweig (2022): Datenbereitstellung Laserscandaten (DGM1),
- /5/ Stadt Braunschweig (2022): Datenbereitstellung Wasserkörperdatenblatt Schunter 2016
- /6/ Stadt Braunschweig (2022): Datenbereitstellung Historische Karte 1754
- /7/ Stadt Braunschweig (2022): Datenbereitstellung Leitungsbestände

- /8/ Open GeoData (2022): Stadtkarte 1:5000
- /9/ Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (2022): Umweltkarten Niedersachsen (www.umweltkarten-niedersachsen.de)
- /10/ Stadt Braunschweig (2023): Kampfmitteluntersuchung
- /11/ Niedersächsisches Bodeninformationssystem (2023), NIBIS Kartenserver (<https://nibis.lbeg.de/cardomap3/>)
- /12/ Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (2023), NUMIS Umweltportal (<https://numis.niedersachsen.de/>)
- /13/ NLWKN (2023): Hydraulische 2D-Modelle der Schunter (Ist-Zustand), Hydro_AS-2D
- /14/ Stadt Braunschweig (2023): Luftbild und Vermessungsdaten

Studien, Literatur

- /15/ Vorplanung: Schunterrenaturierung Querum – Bienroder Weg bis Borwall –, Ingenieurbüro Pabsch & Partner (2023)
- /16/ Leitfaden Maßnahmenplanung Oberflächengewässer – Teil A Fließgewässer-Hydromorphologie, NLWKN (2008)
- /17/ Leitfaden Maßnahmenplanung Oberflächengewässer – Teil A Fließgewässer-Hydromorphologie Ergänzungsband 2017, NLWKN (2017)
- /18/ Der Niedersächsische Weg, Land Niedersachsen (2020)
- /19/ Renaturierung der Schunter im Bereich Butterberg, im Auftrag des Wasserverband Mittlere Oker, HGN Beratungsgesellschaft (2011)
- /20/ Kartierung Biotoptypen – Zeitraum 2022 – 2023, Biodata GbR (2022)
- /21/ Ergebnisbericht der biologischen Untersuchungen mit integriertem Artenschutzfachbeitrag, Biodata GbR (2023)¹
- /22/ Defizitanalyse Schunter Querum – Strukturgüte und Makrozoobenthos – Abschnitt Borwall – Bienroder Weg, Braunschweig, Biodata GbR (2022)
- /23/ Gewässerstrukturgüte- und Gewässergüteuntersuchungen in Fließgewässern im Gebiet der Stadt Braunschweig Jahresbericht 2022 Entwurf im Auftrag der Stadtentwässerung Braunschweig GmbH, Institut für Geoökologie Abt. Landschaftsökologie & Umweltsystemanalyse (2022)
- /24/ Renaturierungskonzept für die Schunter im Gebiet der Stadt Braunschweig, Ingenieurgemeinschaft agwa GmbH (1997)
- /25/ Maßnahmenprogramm 2021 bis 2027 für die Flussgebietseinheit Weser gemäß § 82 WHG, Flussgebietsgemeinschaft Weser
- /26/ Bewirtschaftungsplan 2021 bis 2027 für die Flussgebietseinheit Weser gemäß § 83 WHG, Flussgebietsgemeinschaft Weser
- /27/ Hydraulik naturnaher Fließgewässer – Teil 3 – Rauheits- und Widerstandsbeiwerte für Fließgewässer in Baden-Württemberg, Karlsruhe, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (2003)
- /28/ Hydraulik naturnaher Fließgewässer – Empfehlungen zur naturnahen Entwicklung ausgebauter Fließgewässer in Ortslagen unter besonderer Berücksichtigung des Hochwasserschutzes, Karlsruhe, Universität Karlsruhe (TH) – Institut für Wasser und Gewässerentwicklung (2005)
- /29/ Rauheitsklassen mit Bildbeispielen, Dieter Knauf (2000)
- /30/ Bautabellen für Ingenieure, Schneider, Werner Verlag (2001)
- /31/ Hochwasserbemessungswerte für die Fließgewässer in Niedersachsen, Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (2003)

¹ Grundlage der bewerteten Maßnahmen ist /15/; vgl. Maßnahmennummern aus Kapitel 4

3.2 Planungsrandbedingungen

3.2.1 Lage des Vorhabens

3.2.1.1 Maßnahmenggebiet

Die Lage des Maßnahmenggebietes kann wie folgt beschrieben werden:

Bundesland: Niedersachsen
Stadt/ Gemeinde: Stadt Braunschweig
Ortsteile: Querum, Schuntersiedlung
Fluss: Schunter
Schunter-km: km 11+070 bis km 14+400

Koordinaten (ETRS89 UTM Zone 32N)

Von Bienroder Weg - R: 605055; H: 5795307

bis Borwall - R: 607815 ; H: 5795852

Das Maßnahmenggebiet ist in *Abbildung 1* sowie den Planunterlagen dargestellt.

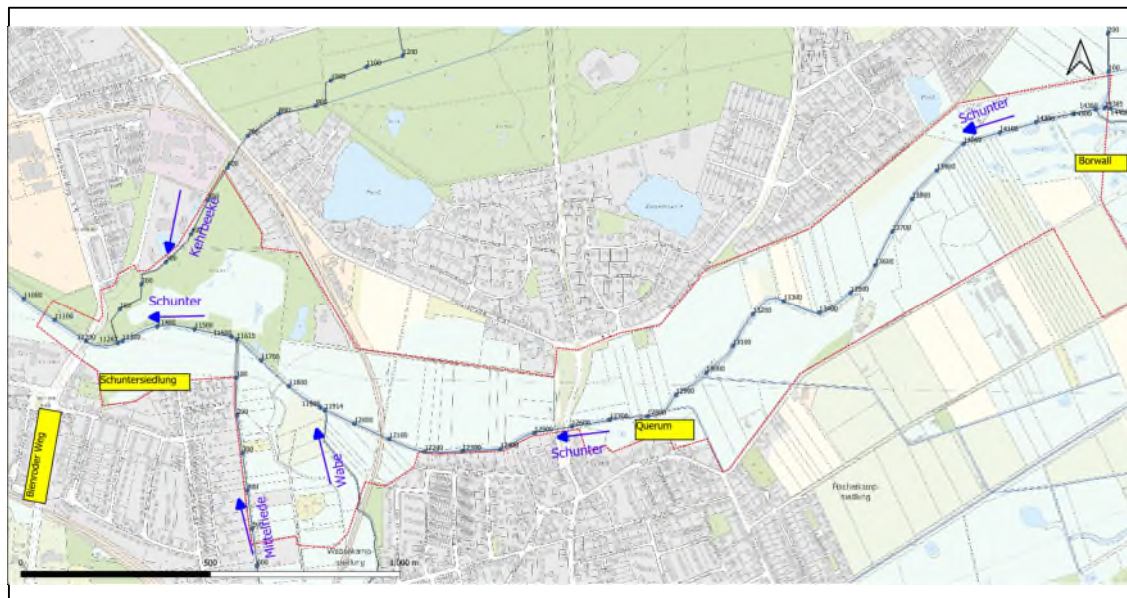


Abbildung 1: Maßnahmenggebiet Renaturierung Schunter Bienroder Weg – Borwall

3.2.1.2 Gewässersystem

Im Planungsgebiet befinden sich insgesamt sieben Nebengewässer, welche in die Schunter münden.

Tabelle 1: Nebengewässer der Schunter im Planungsgebiet

Gewässer	Mündung in der Schunter	Seite
Sandbach	Km 14+360	linksseitig
Graben 1	Km 12+985	linksseitig
Graben 2	Km 12+855	linksseitig
Wabe	Km 11+914	linksseitig
Mittelriede	Km 11+615	linksseitig
Graben 3 (vom Pumpwerk Steinhorstwiese)	Km 11+480	linksseitig
Kehrbeeke	Km 11+287	rechtsseitig

3.2.1.3 Bestandsbauwerke

Im Planungsgebiete sind insgesamt sechs Bestandsbauwerke vorhanden. In der Abbildung 2 werden die Bauwerke von oberstrom bis unterstrom aufgelistet.





Straßenbrücke Bienroder Weg, km 11+200

Fußgängerbrücke über die Mittelriede, 80 m oberstrom der Mündung in die Schunter bei km 11+620

Abbildung 2: Bestandsbauwerke im Planungsgebiet

3.2.1.4 Vorangegangene Planungen und historische Karte

In dem Renaturierungskonzept der Schunter aus dem Jahr 1997 /24/ ist dokumentiert, dass im Jahr 1747 durch den Durchstich von Mäandern mit der Begradigung der Schunter begonnen wurde, um die Schiffbarkeit zu ermöglichen. Anfang des 19. Jahrhunderts fand ein erneuter Ausbau (u.a. Begradigung des Gewässerlaufs) statt, der ausschließlich den landwirtschaftlichen Interessen diente. Es folgten weitere Maßnahmen zur Vereinheitlichung des Gewässerprofils und weitere Begradigungen der Schunter.

Auf einer historischen Karte von 1754 /6/ (siehe Abbildung 3) sind im Planungsbereich Auebereiche bzw. Altarme sowie geschwungene bzw. mäandrierende Verläufe der Schunter zu erkennen, welche wie oben erläutert heutzutage überwiegend nicht mehr existieren.



Abbildung 3: Historische Karte 1754 /6/ Schunter Abschnitt Bienroder Weg – Borwall

3.2.1.5 Betroffenheiten

Schutzgebiete

Der Planungsbereich befindet sich im Landschaftsschutzgebiet (BS00002, Schunterraue) und Trinkwasserschutzgebiet (WSG, Bienroder Weg) (vgl. Lageplan Schutzgebiete).

Denkmalschutz

Im Planungsbereich sind keine Baudenkmale ausgewiesen (vgl. Lageplan Schutzgebiete). Im Planungsbereich sind der Bereich Schützenhaus und der Borwall beim Feuerbergweg als archäologische Fundstätten ausgewiesen.

Flächenverfügbarkeit

Für den Planungsbereich wurden durch den AG die verfügbaren Flächen bereitgestellt (Lageplan). Die übrigen Flurstücke sind nicht verfügbar und werden somit nicht beplant. Die Vereinbarung der bauzeitlichen Nutzbarkeit wird parallel zum Genehmigungsverfahren bearbeitet.

3.2.1.6 Leitungsbestände

Im Planungsgebiet befinden sich die in Tabelle 2 zusammengestellten betroffenen Ver- und Entsorgungsleitungen (siehe Bestands- und Leitungsplan).

Tabelle 2: *betroffene Leitungen im Maßnahmensgebiet*

Ver- und Entsorgungsleitung	Bemerkung
Abwasserleitung (SEBS)	Kreuzung bei km 12+585 (Brücke Bevenroder Str.), km 11+200 (Brücke Bienroder Weg), kreuzt Mittelriede und Wabe
Regenwasserleitung (SEBS)	Kreuzung bei km 12+585 (Brücke Bevenroder Str.) und km 11+200 (Brücke Bienroder Str.), kreuzt Wabe
Mittelspannungsleitung (DLR)	Kreuzung bei km 13+165
Telekommunikationsleitung (Deutsche Telekom)	Kreuzung bei km 13+440 (Brücke Feuerbergweg)
Telekommunikationsleitung (EWE-Netz)	Kreuzung bei km 13+440 (Brücke Feuerbergweg)
Telekommunikationsleitung (BS-Netz)	Kreuzung bei km 13+440 km 12+585 und km 11+200
Fernmeldeleitung (Avacon)	Kreuzung bei km 11+700 und km 12+900
Hochspannungsleitung (Avacon)	Kreuzung bei km 12+950, km 11+700 ,km 11+320 und km 11+110, teilweise parallel zur Schunter
Stromleitung-Beleuchtung (BS-Netz)	Kreuzung bei km 12+585 (Brücke Bevenroder Str.) und km 11+200 (Brücke Bienroder Weg)
Elektrokabel (BS-Netz)	Kreuzung bei km 12+585, km 12+450, km 11+400 und km 11+180
Trinkwasserleitung (BS-Netz)	Kreuzung bei km 12+585 (Brücke Bevenroder Str.) und km 11+200 (Brücke Bienroder Weg)

Gemäß „Leitungsschutzanweisung Avacon“ ist zu Hochspannungsleitungen ein 3 m Mindestabstand einzuhalten. Einzuhaltende Abstände zu Hochspannungsanlagen sind in jedem Falle mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

In der Abbildung 4 und Abbildung 5 ist der Bereich unter der Brücke Bienroder Weg dokumentiert. Hier befinden sich Schächte einer SW-Leitung, einer RW-Leitung sowie Betonkörper unbekannter Funktion.

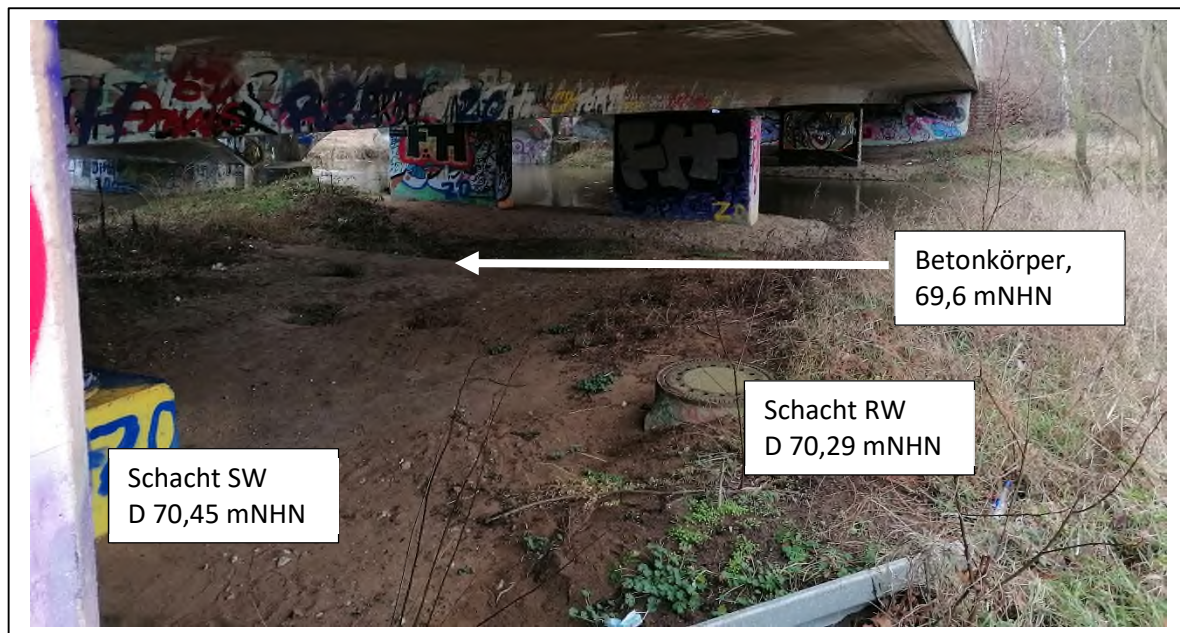


Abbildung 4: Schachtbauwerke Schmutzwasser und Betonkörper unter der Brücke *Bienroder Weg*, Fließrichtung von links nach rechts



Abbildung 5: Schachtbauwerke Schmutzwasser und Betonkörper unter der Brücke *Bienroder Weg*,

3.2.2 **Untergrundverhältnisse**

3.2.2.1 **Baugrundverhältnisse**

Die Bodenklassen im Planungsgebiet sind als Lehm, Sande, lehmige Sande und anlehmige Sande ausgewiesen /12/. Im Zuge des Bodenschutzkonzeptes wurden Kleinrammbohrungen durchgeführt. Deren Auswertung und Bewertung ist dem Bodenschutzkonzept (Anlage 6) zu entnehmen.

3.2.2.2 **Altlasten**

Eine Übersicht der Altlasten /11/ zeigt keine Rüstungsaltlasten und keine Schlammgrubenverdachtsflächen im Planungsgebiet. Einige Altablagerungen befinden sich im Planungsgebiet und sind der Anlage 6 zu entnehmen.

3.2.2.3 **Kampfmittel**

Ein großer Teil des Planungsgebietes ist als Kampfmittelverdachtsfläche ausgewiesen /10/, siehe Abbildung 6. Eine Vorsondierung für den Erhalt der Kampfmittelfreigabe des Baufeldes wird vor Umsetzung der Maßnahme durchgeführt. Das Vorliegen der Kampfmittelfreigabe ist Voraussetzung für die Umsetzung der Maßnahme.

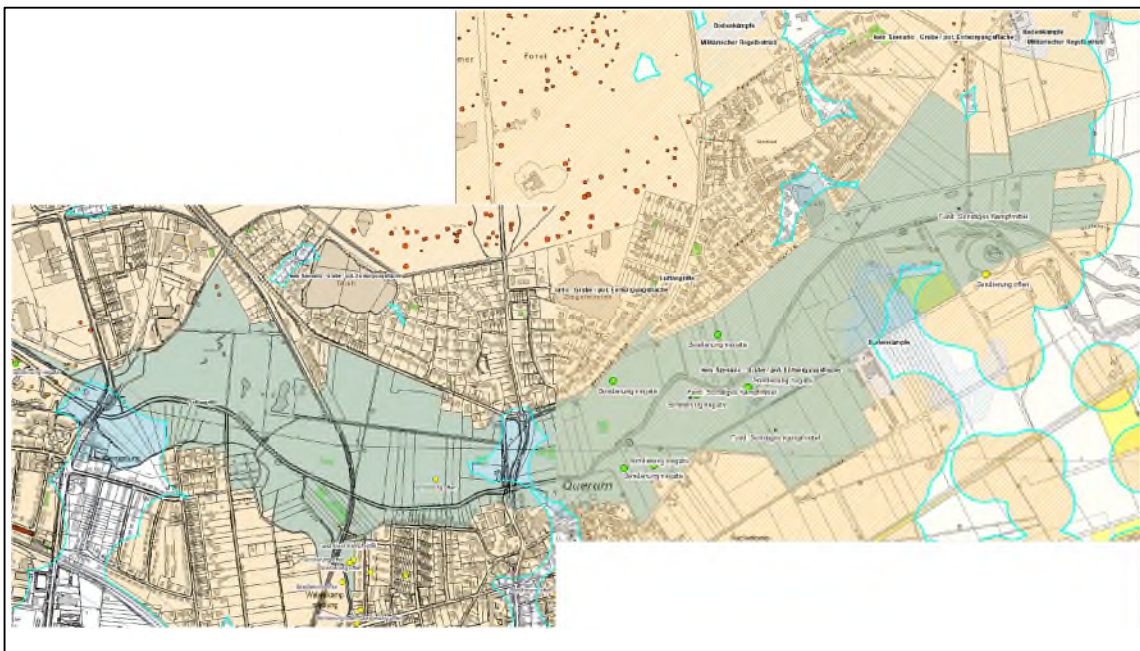


Abbildung 6: Auszug der Kampfmitteluntersuchung 2023 /10/

3.2.3 Naturschutzfachliche Verhältnisse

3.2.3.1 Biotopkartierung

Eine Biotoptypenkartierung wurde im Auftrag der Stadt Braunschweig durch die Biodata GbR durchgeführt /21/. Die Ergebnisse der sich daraus ergebenden Empfehlungen zum Artenschutz sind soweit umsetzbar in den Planungen berücksichtigt.

Folgende Maßnahmen werden ebenfalls empfohlen /21/, sind jedoch nicht Teil der hier vorliegenden Entwurfs- und Genehmigungsplanung:

- Besucherlenkung mit Schaffung unzugänglicher Ruhebereiche oder Schutzzonen, Besucherinformation mit Hinweisen auf Verhaltensregeln und Beobachtungsmöglichkeiten (Brutvögel)
- Extensivierung der Grünlandbewirtschaftung (Mähwiesen, Beweidung) und Schaffung von Saumstrukturen (Brutvögel)
- Anbringen von Nisthilfen in geeigneten Habitaten zur Förderung des Wendehalses (Brutvögel)
- Einbau von leicht grabbaren Streuschichten an Baumbeständen oder Hecken (Amphibien)
- Abschnittsweise Entfernung Schilfbewuchs an den Gewässern 1d, 2, 3a aus /21/ (Amphibien)

Im Hinblick auf Unterhaltungsmaßnahmen wurden folgende Hinweise und Empfehlungen gegeben/21/:

- „Entwicklung und Erhaltung (kleinteilige, mosaikartige Mahd) von Schilflebensräumen im Gewässerbett der Schunter für Arten wie Blaukehlchen, Schilfrohrsänger, Rohrschwirl oder Teich- und Drosselrohrsänger und möglichst dauerhaftes Freihalten von aufkommenden Gebüsch in diesen Bereichen
- Entwicklung und Pflege (gelegentliche teilweise Mahd oder Umbruch) von Nassbrachen oder Blühstreifen
- ...in offenen Bereichen Vermeidung von Aufwuchs und Verbuschung“

3.2.3.2 Strukturgüte und Makrozoobenthos

Im BWP /26/ werden für den gesamten Wasserkörper 15051 (Schunter) die Qualitätskomponenten Fischfauna und Makrophyten/ Phytobenthos als mäßig eingestuft. Dies wird auch durch nach SEBS /23/ bestätigt, wonach die Schunter im Stadtgebiet von Braunschweig durch anthropogene Nutzung eingeschränkt und im Maßnahmensgebiet insgesamt als mäßig eingestuft wird.

Basierend auf der Landesbewertung der gesamten Gewässerstruktur (zwischen 2010 und 2014) /9/ wird die Schunter wie in Abbildung 7 dargestellt in dem Abschnitt zwischen Schundersiedlung und Bienroder Weg in die Stufe 4 (deutlich verändert) eingestuft. Für die Abschnitte beim Borwall, bei Querum und im Bereich der Schundersiedlung wurde die Stufe 5 (stark verändert) ermittelt. Die übrigen Abschnitte wurden der Stufe 6 (sehr stark verändert) zugeordnet.

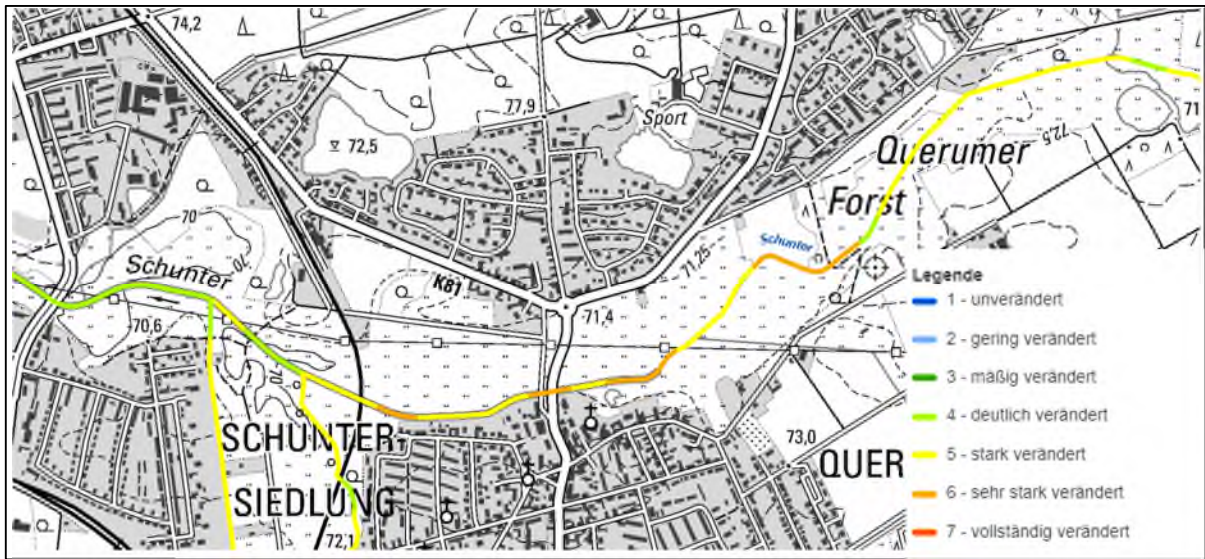


Abbildung 7: Auszug der Gewässerstrukturgüte der Schunter im Planungsgebiet /9/

Entsprechend der aktuellen vereinfachten Gesamtwertung der Strukturgüte /22/ ist die Schunter im Bereich Borwall und der Mündung der Mittelriede als Klasse 2 (naturnah) einzustufen. Der Abschnitt zwischen der Schuntersiedlung und Querum wurde als Klasse 4 (wesentlich beeinträchtigt) bewertet. Die restlichen Abschnitte wurden in Klasse 3 (mäßig beeinträchtigt) eingestuft (siehe Abbildung 8).

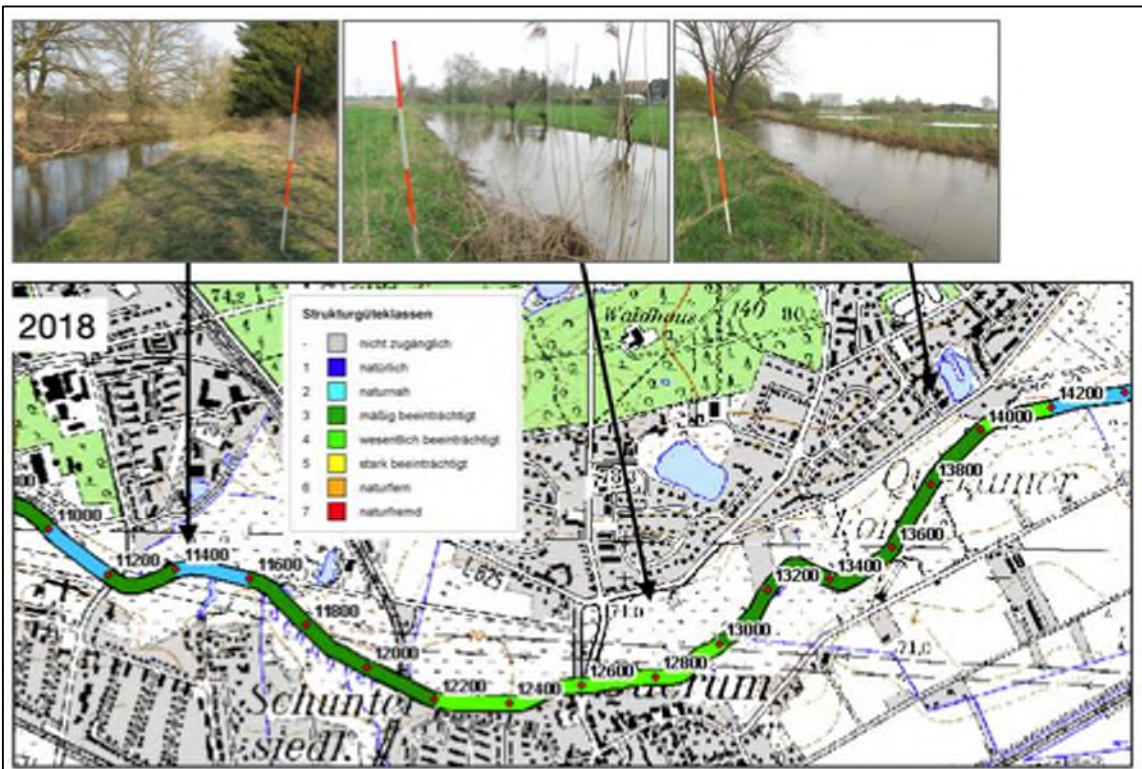


Abbildung 8: Auszug der Gesamtbewertung Strukturgüte der Schunter, Abschnitt Querum /22/

Handlungsbedarf ergibt sich demnach insbesondere aus den vorhandenen Defiziten in Bezug auf das Längsprofil und der Laufentwicklung insbesondere zur Erreichung einer Aufwertung der Lebensräume für Fische und aquatische Flora.

Im Rahmen der Renaturierungsmaßnahmen ist die Strömungs- und Strukturdiversität in der Schunter zu erhöhen. Wie mit dem Gewässertyp 15 – Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse /5/ beschrieben wird, sind die Strukturmaßnahmen überwiegend aus Holz herzustellen. Ebenso sind die vorhandenen Auenstrukturen zu erhalten und erweitern.

Die Strukturgüteuntersuchung in 2022 /23/ zeigt, dass der Graben 1 (Mündung bei Schunter km 12+985) mit der Klasse 6 (naturfern) und Klasse 5 (stark beeinträchtigt) bewertet wurden. Der Abschnitt unterhalb des Feuerbergwegs ist sehr geradlinig, zudem eingetieft und strukturarm. Die Sohle weist einen hohen Verbauungsgrad auf und die Uferbereiche sind von dichtem Schilfbewuchs geprägt.

Als biotopgestaltende Maßnahme wird für den Graben 1 unterhalb des Feuerbergwegs der Rückbau der Uferverbauung sowie eine Beschattung mittels Ufergehölzen vorgeschlagen /23/.

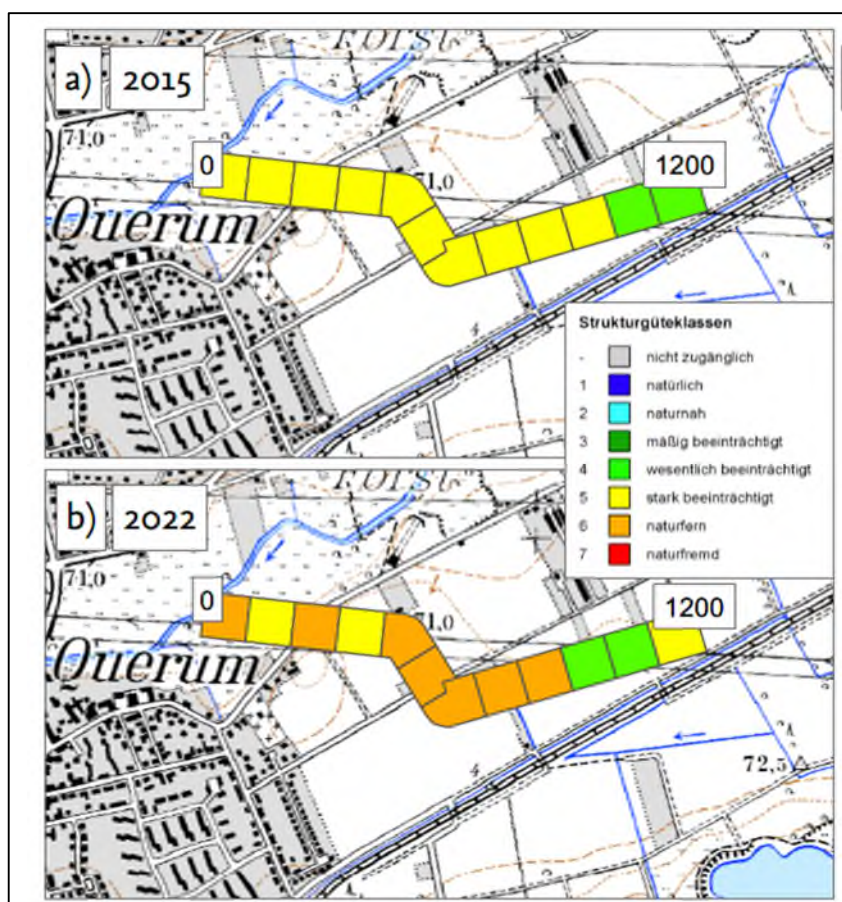


Abbildung 9: Auszug der Gewässerstrukturgüte am Graben 1 /23/

3.2.3.3 Gewässerrandstreifen, Entwicklungskorridore

Im Rahmen der Aktion „Der Niedersächsische Weg“ /18/ ist die Forderung nach einem Gewässerrandstreifen an Gewässern II. Ordnung (Schunter) mit einer Breite von mindestens 5 m festgelegt worden. Ziel ist es durch das Untersagen des Ausbringens von Düngemitteln und/ oder Pestiziden, den Stoffeintrag in das Gewässer zu reduzieren.

Gemäß MNP /25/ wird empfohlen einen beidseitigen Entwicklungskorridor ab Böschungsoberkante auszuweisen, um so die Lebensräume und Wanderkorridore für eine Vielzahl von Tier- und Pflanzenarten zu schaffen und die Vernetzung von Lebensräumen und der Biodiversität zu fördern. Auf die

Ausweisung eines Entwicklungskorridors wird hier verzichtet, da der weitaus überwiegende Teil der angrenzenden Flächen bereits nicht oder nur extensiv genutzt wird.

3.2.4 Wasserwirtschaftliche Verhältnisse

3.2.4.1 Abflüsse und Wasserstände

Der Bemessungshochwasserabfluss der Schunter liegt unterstrom des Bienroder Weges (km 11+150) bei /19/:

$$HQ_{100} = 73,51 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (WSPL} = 70,87 \text{ m NHN)}$$

$$HQ_5 = 0,55 * HQ_{100} = 40,43 \text{ m}^3/\text{s}$$

Im Planungsgebiet (Borwall bis Bienroder Weg) münden insgesamt sieben Nebengewässer in die Schunter (siehe Kapitel 3.2.1.2).

Der Bemessungshochwasserabfluss der Schunter liegt im Bereich Borwall (km 14+400) bei /19/:

$$HQ_{100} = 55,22 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (WSPL} = 72,35 \text{ m NHN)}$$

$$HQ_5 = 0,55 * HQ_{100} = 30,37 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ebenso können folgenden charakteristische Abflusswerte gegeben werden /19/:

$$MQ = 3,09 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$MNQ = 0,61 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.2.4.2 Überschwemmungsgebiete

Der Planungsbereich entlang der Schunter befindet sich am bzw. im HQ_{100} und HQ_{20} Überschwemmungsgebiet (siehe Lageplan Überschwemmungsgebiete).

3.3 Ortsbesichtigung

Ortsbesichtigungen des Planers fanden am 04.11.2022 und 02.02.2023 statt. Eine Fotodokumentation ist als Anlage 5 beigefügt.

3.4 Angrenzende Planungen

Aktuell wird im Auftrag der Stadt Braunschweig der Hochwasserschutz für die Schuntersiedlung geplant. Die Abbildung 10 zeigt hier nachrichtlich die geplante HWS-Linie östlich und nördlich der Siedlung, wodurch der HQ_{100} -Schutz der Siedlung hergestellt werden soll.

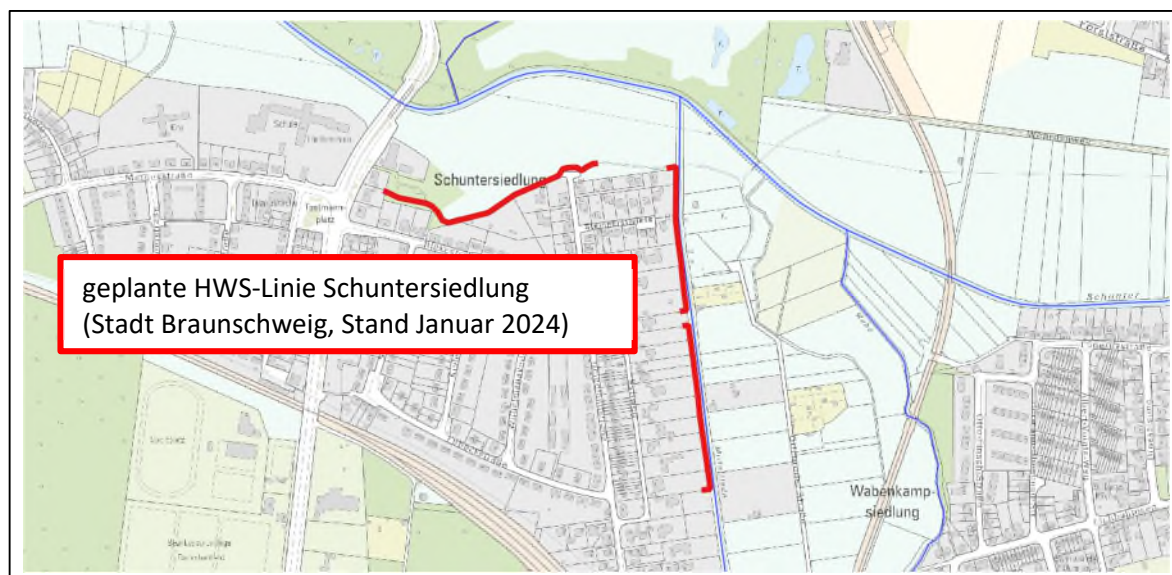


Abbildung 10: geplante HWS-Linie Schuntersiedlung (Stadt Braunschweig, Stand Januar 2024)

3.5 Zwischenfazit Gewässerzustand der Schunter im Planungsgebiet

Im Planungsbereich ist die Schunter durch folgende Aspekte ökologisch einschränkt:

- aufgrund der Begradigung und des Ausbaus der Schunter bis in die 70er-Jahre des ehemals mäandrierenden Gewässerverlaufs, ergibt sich ein stark eingetieftes Profil
- landwirtschaftliche Nutzung sowie Gartennutzung bis an die Gewässerböschung
- bereichsweise mangelnde Beschattung des Gewässerlaufs durch fehlendes Ufergehölz
- geringe Breiten- und Tiefenvarianz des Gewässerlaufs in der Folge fehlender referenztypischer Gewässerstrukturen wie Totholz und Hartsubstrate
- starke Sedimentverlagerung (Sand, Feinsande, Löss) ausgehend von den Oberläufen und insbesondere den Zuflüssen, die vielerorts zu monotonen, überformten Sohlenstrukturen führt
- unnatürliche steile Böschungsneigungen auch an Gleithängen und die dadurch entstehenden stark eingetieften Querprofile
- fehlende Gewässerentwicklungsfläche in Flussprofil
- fehlende Uferstrukturierung durch Ufergehölze wie Schwarzerle

Zudem liegt in der Schunter im Planungsgebiet ein geringes Sohlgefälle vor, welches zu kleinen Fließgeschwindigkeit im Gewässer führt

Zur Entwicklung eines guten ökologischen Potentials der Schunter sollen geeignete Renaturierungsmaßnahmen geplant werden, ohne den Hochwasserschutz zu gefährden. Alle Maßnahmen wurden hydraulisch betrachtet und die Hochwasserneutralität nachgewiesen (vgl. Kapitel 7).

4 Vorplanung

Im Planungsgebiet wurden folgende Maßnahmen zur Renaturierung und Förderung der eigendynamischen Entwicklung im Rahmen der Vorplanung untersucht:

Tabelle 3: Code der Maßnahmen

Code	Maßnahme	Code	Maßnahme
1	Flutmulde	6	Grabenverlegung
2	Altarm	7	Stillgewässer
3	Aueanbindung	8	Initialpflanzungen
4	Rückbau Ufersicherung	9	Gewässererlebbarkeit
5	Strukturmaßnahmen (Totholz, Kiesbänke etc.)	10	Aussichtshügel

Im Rahmen der Variantenbewertung wurden 56 Maßnahmen im Hinblick auf die Flächenverfügbarkeit, die Erreichbarkeit, den naturschutzfachlichen Eingriff, die hydraulischen Auswirkungen sowie die Kosten bewertet. Als Vorzugsvariante ergeben sich 44 Maßnahmen, die umgesetzt werden.

Tabelle 4: Maßnahmen (Code siehe Tabelle 3)

Maßnahme und Code		Bezeichnung aus /15/	Maßnahme und Code		Bezeichnung aus /15/	Maßnahme und Code		Bezeichnung aus /15/
M1	5	M1	M16	1, 2	M23	M31	5	M41
M2	4	M2	M17	4	M24	M32	7	M42
M3	4	M3	M18	7	M25	M33	7	M43
M4	3	M4.1	M19	4	M26	M34	4	M44
M5	4	M5	M20	6	M27	M35	4	M45
M6	7	M9	M21	4	M28	M36	9	M46
M7	4	M10	M22	10	M29	M37	10	M47
M8	9	M15.1	M23	1, 2	M31	M38	4	M48
M9	1, 2	M16	M24	4	M33	M39	7	M50
M10	7	M17	M25	4	M34	M40	5	M51.2
M11	4	M18	M26	4	M35	M41	3	M53
M12	7	M19	M27	1, 2	M37	M42	7	M54
M13	7	M20	M28	4	M38	M43	1	M55.1
M14	10	M21	M29	4	M39	M44	1	M56.1
M15	7	M22	M30	4	M40			

Die in der folgenden Tabelle aufgeführten Maßnahmen aus der Vorplanung wurden nicht weiterverfolgt.

Tabelle 5: Maßnahmenvarianten aus der Vorplanung /15/ (nicht in Entwurfsplanung beplant)

Maßnahme und Code aus /15/		Begründung für Ausschluss der Variante aus /15/
M4.2	7	ungünstiges Kosten/ Nutzen-Verhältnis, bereits gut entwickelte Fläche
M6	1	Flächenverfügbarkeit nicht gegeben
M7	7	Flächenverfügbarkeit nicht gegeben
M8	4	Flächenverfügbarkeit nicht gegeben
M11	7	Flächenverfügbarkeit nicht gegeben
M12	7	Flächenverfügbarkeit nicht gegeben
M13	4	Flächenverfügbarkeit nicht gegeben
M14	4	Flächenverfügbarkeit nicht gegeben
M15.2	9	Naturschutzgebiet
M30	6	Flächenverfügbarkeit nicht gegeben
M32	10	Naturschutzfachlich hochwertige Fläche
M36	4	Flächenverfügbarkeit nicht gegeben
M49	2	ungünstiges Kosten/ Nutzen-Verhältnis, bereits gut entwickelte Fläche; Aufrechterhaltung Wegebeziehung
M51.1	5, 6	vorrangig Sicherstellung Hochwasserschutz, flankierende Hochwasserschutzmaßnahme
M52	2	ungünstiges Kosten/ Nutzen-Verhältnis, bereits gut entwickelte Fläche
M55.2	2	beengte Verhältnisse, naturschutzfachlicher baubedingter hoher Eingriff
M56.2	2	beengte Verhältnisse, naturschutzfachlicher baubedingter hoher Eingriff

5 Entwurfsplanung

5.1 Maßnahmenkatalog

Der detaillierte Maßnahmenkatalog ist der Anlage 2 Maßnahmenblätter zu entnehmen. Ebenso sind in der Anlage 3 Maßnahmenliste alle Maßnahmen zusammengestellt und in den Planunterlagen aufbereitet. Im Rahmen der Ausführungsplanung sowie der Ausführung kann zusammen mit der Bauüberwachung, dem Bauherrn sowie der bodenkundlichen und der ökologischen Baubegleitung kleinräumige Anpassungen der Maßnahmen ergeben, um die sich vor Ort ergebenden bodenkundlichen, naturschutzfachlichen und eigentumsrechtlichen Möglichkeiten zur Optimierung der Gesamtmaßnahme zu berücksichtigen.

5.1.1 Flutmulde

Eine Flutmulde hat das Ziel, die Anbindung von Vorlandgewässerstrukturen an die Schunter durch Geländeabtrag zu ermöglichen. Durch die Herstellung von Flutmulden können die ehemaligen Mäander weitestgehend wiederhergestellt werden. Dadurch wird die Vernetzung des Gewässersystems bei höheren Abflüssen signifikant verbessert und dies führt zu einer naturnahen Dynamik von auentypischen Gewässern.

Ab einem Abfluss über MQ werden die ersten Flutmulden beschickt. Um einen möglichst bettbildenden Abfluss in der Schunter auch bei Abflüssen größer MQ zu belassen, werden im Rahmen der Ausführungsplanung die Einlaufhöhen in die Flutmulden so optimiert, dass gleichzeitig die erforderliche Leistungsfähigkeit der Flutmulden beim bordvollen Abfluss gewährleistet wird. Dies wird beispielsweise durch eine Schwelle und Aufweitung am Abschlag in die Flutmulde umgesetzt.

Bei kleineren Hochwasserereignissen wird zusätzlich zur Flutmulde in dem Bereich zwischen dem Hauptarm (Schunter) und der Flutmulde Hochwasser zurückgehalten werden.

Die Flutmulden haben eine Gesamtbreite von etwa 10 m bis 15 m und Böschungsneigung von etwa 1:5 und 1:10. Die geplanten Profiltiefen liegen je nach Geländehöhen bei ca. 0,8 m. Die Flutmulde wird mit einer kleinen Rinne profiliert, damit sich auch bei kleineren Abflüssen über die Flutmulde höhere Wassertiefe ergeben.

Durch die Umsetzung dieser Maßnahme wird nicht nur die Gewässernetzung verbessert, sondern auch der Einbau von Strukturelementen in den Schunterlauf hydraulisch kompensiert.

Im Mündungsbereich von Flutmulden sind Altarme mit Längen von 30 m bis 80 m vorgesehen. Ebenso sind teilweise Stillgewässer in die Flutmulden integriert. Im Rahmen der Ausführung wird der tatsächliche Umfang gemeinsam mit der ökologischen Bauüberwachung und der UNB festgelegt.

Folgende Flutmulden sind geplant:

M9	km 13+400 bis 13+125, linksseitig	Länge: 250 m
M16	km 13+070 bis 12+965, rechtsseitig	Länge: 140 m
M23	km 12+750 bis 12+415, rechtsseitig	Länge: 330 m
M27	km 12+060 bis 11+850, rechtsseitig	Länge: 200 m
M43	km 11+287 bis 11+090, rechtsseitig	Länge: 105 m
M44	km 11+235 bis 11+150, linksseitig	Länge: 80 m

Die gefährdeten Pflanzenarten (Gelbe Wiesenraute, Sumpf-Schafgarbe) in der Flutrinne M23 werden gesichert. Ist dies nicht umsetzbar erfolgt eine temporäre Verpflanzung außerhalb des Eingriffsbereichs in geeignete Habitate.

Bei der Maßnahme M43 wird die Amphibienleiteinrichtung nach Umsetzung der Maßnahme wiederhergestellt.

Im Bereich der Maßnahme M43 und M44 befinden sich Schächte der Schmutzwasserleitung, die unmittelbar in die Flutmulde hereinragen und der Strömung ausgesetzt sind. Diese werden im Zuge der Baumaßnahme dauerhaft gesichert. Die Tiefenlage der Flutmulde ist aktuell entsprechend der aktuellen Sohlhöhen bei der Maßnahme M43 mit 69,60 mNHN und bei der Maßnahme M44 mit 69,55 mNHN vorgesehen, was der Bauwerkshöhe der jeweiligen Betonkörper unter der Brücke entspricht (vgl. Kapitel 3.2.1.6). Die Flutmulden haben damit eine tiefe von ca. 60 cm (M43) bzw. 40 cm (M44).

5.1.2 Altarm

Die Maßnahme Altarm beinhaltet die Herstellung eines neuen Altarms und schließt an die neu herzustellenden Flutmulden an. Um eine Verlandung des Altarms insbesondere nach Hochwasserereignissen zu vermeiden, erfolgt der Anschluss des Altarms von unterstrom. Der Charakter des Altarms ist stillgewässerartig mit einer Sohlbreite entsprechend der Sohlbreite der Schunter von 5 m bis 10 m. Die Böschungsneigungen haben mindestens einseitig eine Neigung von 1:0,5. Der Anschluss an die Flutmulden erfolgt flach auslaufend über eine Länge von 10 m bis 20 m.

Das Ziel der Maßnahme ist die Strukturverbesserung des Gewässers. Durch den Altarmanschluss an die Schunter dient dieser zum einen als Winterestand und Laichhabitat, zum anderen kann sich die Fläche zwischen Altarm und Hauptgewässer zu einem artenreichen Lebensraum für Pflanzen und Tiere entwickeln.

Folgende Altarme sind geplant:

M9	km 13+125 bis 13+075, linksseitig	Länge: 50 m
M16	km 12+965 bis 12+925, rechtsseitig	Länge: 50 m
M23	km 12+470 bis 12+415, rechtsseitig	Länge: 50 m
M27	km 11+850 bis 11+800, rechtsseitig	Länge: 50 m

5.1.3 Aueanbindung

Eine Aueanbindung umfasst den Rückbau von Uferreihen oder Uferaufhöhungen mit einer Höhe von ca. 0,40 m, um eine frühzeitigere Überflutung von Vorländern und Aueflächen zu ermöglichen.

Im Bereich der Abgrabungen und abfallendem Gelände landseitig wird eine landseitige Sohlsicherung vorgenommen und die Abgrabung an die Geländehöhe des Vorlandes angeschlossen, um beim Überströmen der Abgrabungsbereiche Erosionsprozesse zu verhindern.

Das Ziel der Maßnahme ist die Wiederherstellung naturnaher Gewässerstrukturen und die Initiierung eigendynamischer Entwicklungen und die Verbesserung der morphologischen Eigenschaften.

Eine Verbindung von Aueflächen reaktiviert die Auefunktionen und erweitert auch den Lebensraum für auentypische Flora und Fauna. Ab einem Wasserstand in der Schunter, der sich bei einem Abfluss von ca. 7 m³/s einstellt, beginnt die Aueüberflutung, was den natürlichen Hochwasserrückhalt mit kleineren Wiederkehrintervallen begünstigt.

Folgende Aueanbindungen sind geplant:

M4	km 14+015 bis 14+010, linksseitig	Abtragshöhe: 70,59 mNHN, ca. 30 cm
	km 13+840 bis 13+835, linksseitig	Abtragshöhe: 70,42 mNHN, ca. 30 cm
M41	km 11+515 bis 11+510, rechtsseitig	Abtragshöhe: 70,08 mNHN, ca. 40 cm
	km 11+385, rechtsseitig	Verschluss Ablauf

5.1.4 Rückbau Ufersicherung

Im Rahmen der Maßnahme Rückbau Ufersicherung werden Böschungsabbrüche initiiert, sodass eine Umlagerung der Mittelwasserrinne begünstigt wird. Es beinhaltet insbesondere an Prallhängen das Abschieben von Bewuchs – soweit die Ufer stark bewachsen sind – und Uferbefestigungen, um eine eigendynamische Entwicklung des Gewässerprofils zu ermöglichen. In Kombination mit Strukturmaßnahmen werden Böschungsabbrüche und natürliche Erosions- und Sedimentationsprozesse im Gewässer begünstigt.

Die Umsetzung erfolgt in enger Abstimmung mit der Bauüberwachung und der Stadt Braunschweig.

Folgende Rückbau Ufersicherungen sind geplant:

M2	km 14+345 bis 14+290, rechtsseitig	Länge: 55 m
M3	km 14+160 bis 14+130, rechtsseitig	Länge: 70 m
M5	km 13+930 bis 13+890, linksseitig	Länge: 40 m
M7	km 13+825 bis 13+800, linksseitig	Länge: 25 m
M11	km 13+400 bis 13+090, linksseitig	Länge: 300 m
M17	km 13+070 bis 13+000, linksseitig	Länge: 70 m
M19	km 13+015 bis 12+985, rechtsseitig	Länge: 30 m
M21	km 12+970 bis 12+945, rechtsseitig	Länge: 25 m
M24	km 12+725 bis 12+620, rechtsseitig	Länge: 105 m
M25	km 12+510 bis 12+490, rechtsseitig	Länge: 20 m
M26	km 12+470 bis 12+455, rechtsseitig	Länge: 15 m
M28	km 12+040 bis 12+010, rechtsseitig	Länge: 20 m
M29	km 11+970 bis 11+955, rechtsseitig	Länge: 15 m
M30	km 12+935 bis 12+920, rechtsseitig	Länge: 15 m
M34	km 11+860 bis 11+825, linksseitig	Länge: 35 m
M35	km 11+855 bis 11+845, rechtsseitig	Länge: 10 m
M38	km 11+725 bis 11+645, linksseitig	Länge: 80 m

5.1.5 Strukturmaßnahmen

Durch den Einbau von Strukturelementen werden naturnahe Sohlstrukturen wiederhergestellt, die eigendynamische Entwicklung zugelassen und morphologische Eigenschaften verbessert. Eine naturnahe Sohlstruktur verbessert das Angebot von Festsubstraten als besonders arten- und individuenreiche besiedelbare Lebensräume der Fließgewässerbiozönose. Der Einbau von Sohlstrukturelementen

trägt zudem zur Verringerung von Tiefen- bzw.- Seitenerosion bei, so dass vorhandene Ufergehölze geschützt werden.

Die Strukturmaßnahmen werden mit Totholzbunnen, Raubäumen, Wurzelstubben und Kiesbänken wechselseitig im Abflussprofil gemäß der Regelprofile hergestellt. Durch eine Einbindung der Strukturelemente in die Sohle und Böschung wird die Lagestabilität hergestellt. Die Sicherung von Totholz erfolgt mit Holzpfählen unterschiedlicher Länge.

Es wird grundsätzlich jede Profileinengung (Strukturmaßnahme) mit Kieseinbau im Bereich der Niedrigwasserrinne kombiniert, da hier die zu erwartenden höheren Fließgeschwindigkeiten das Kieslückensystem freihalten und die Engstellen entsprechend gut durchströmt werden und nicht so schnell bzw. stark kolmatieren.

Die Strukturmaßnahmen binden in die Böschung ein und schließen an der Böschung höher an, so dass sich eine vom Abfluss abhängige Überströmbreite einstellt.

Die seitlichen Wurzelstubben und Raubäume, welche 2/3 der Gewässerbreite in Anspruch nehmen, sind an der Böschungsunterkante angeordnet, damit sie auch im NW-Fall ihre Funktion erfüllen. Die Einbauhöhe entspricht in etwa der Fließtiefe bei MNQ (40 cm bis 50 cm).

In einigen Abschnitten wird eine Kombination mit der Maßnahme Rückbau Ufersicherung umgesetzt. Dadurch soll sich eine mäandrierende Niedrig-/ Mittelwasserrinne mit Zonen unterschiedlicher Fließgeschwindigkeiten entwickeln.

Grundsätzlich werden im gesamten Maßnahmenbereich Strukturelemente in der Schunter hergestellt. Voraussetzung hierzu ist die Einigung mit den Flächeneigentümern zur temporären Nutzung. Des Weiteren wird im Rahmen der Ausführung die Zugänglichkeit im Hinblick auf den vorhandenen Bewuchs geprüft. Wenn keine Zugänglichkeit gegeben ist, werden in dem entsprechenden Abschnitt keine Strukturelemente eingebaut.

Der Mindestabstand von Strukturelementen in Fließrichtung liegt bei ca. 15m bis 20 m (/16/). Die Länge der Kiesbänke beträgt 10 m bis 15 m, für die ein Abstand entsprechend /24/ von 75 m bis 100 m von Pool zu Pool bzw. Riffle zu Riffle in Pool-Riffel Sequenzen vorgesehen wird. Im Zuge der Bauumsetzung erfolgt dann die Anordnung von Strukturelementen und Kiesbänken als Pool-Riffel-Strukturen in Abhängigkeit der Zugänglichkeit und in Abstimmung mit der UNB der Stadt Braunschweig.

Folgende Strukturmaßnahmen sind geplant:

M1	km 14+350 bis 11+070, Flusssohle Schunter	ca. 168 Stück
M31	km 11+914	Flusssohle Wabe ca. 12 Stück
M40	km 11+615	Flusssohle Mittelriede ca. 5 Stück

5.1.6 Grabenverlegung

Eine Grabenverlegung ist eine Maßnahme, bei der das vorhandene, zumeist begradigte Gewässer durch eine neue, geschwungene Trasse ersetzt wird. Nach Neubau des Grabenverlaufs ist im alten Grabenverlauf der Verbau rückzubauen und weiterhin als Hochwasserentlastler zu nutzen. Niedrigabflüsse werden zunächst nur über den neuen Grabenverlauf geleitet. Durch die Anordnung einer Sohlschwelle im bestehenden Graben wird ein frühzeitiges Trockenfallen des neuen Grabenverlaufs unterbunden.

Das neue Grabenprofil wird entsprechend des bestehenden hergestellt, die Böschungsneigungen ergeben sich zu 1:0,5 und steiler. Der neue Verlauf des Grabens wird an einen Sedimentfang angeschlossen.

Die Ziele dieser Maßnahme sind die Entfernung von Sohl- und Uferverbauungen und die Wiederherstellung naturnaher Gewässerstrukturen.

In Zeiten, in denen keine Beschickung des neuen Grabenverlaufs erfolgt, fungieren sie dennoch wie eine Altarmstruktur der Schunter. Durch die Schaffung dieser neuen Lebensräume wird die Biodiversität gefördert und der natürliche Hochwasserrückhalt begünstigt.

Folgende Grabenverlegung ist geplant:

M20 km 12+985 linksseitig Länge: 230 m

Da die Eingriffstiefe unter 1,5 m liegt, ist hier nicht mit sulfatsaurem Material zu rechnen (vgl. Anlage 6). Bei einer größeren Eingriffstiefe sind diesbezüglich weitere Untersuchungen und Abstimmungen mit der Bodenschutzbehörde durchzuführen.

5.1.7 Stillgewässer

Die Maßnahme Stillgewässer beinhaltet die Erstellung von Gewässern, die nicht direkt an den Flussschlauch angeschlossen sind. Einige Stillgewässer sind in Flutmulden integriert.

Die Tiefe der Stillgewässer liegen zwischen 0,3 m (Flachwasserzonen) und 1,5 m (Tiefwasserzonen). Die Böschungen werden mit Neigungen von 1:5 bis 1:10 flach ausgezogen.

Das Ziel der Stillgewässer-Maßnahmen ist es, naturnahe Gewässerstrukturen zur Erweiterung von Lebensräumen herzustellen.

Die Stillgewässer bilden eine Ergänzung zu den Aueflächen entlang der Schunter. Bei kleinen Hochwasserereignissen sind sie über die Aueflächen an das Gewässersystem angeschlossen. Die Stillgewässer können teilweise nur periodisch Wasser führend sein und somit zeitweise austrocknen, um z. B. damit als Amphibienbiotop zu dienen.

Folgende Stillgewässer sind geplant, kleinräumige Anpassungen in der Lage und Fläche ergeben sich im Rahmen der Ausführung in Abstimmung mit der Bauüberwachung und der ökologischen Baubegleitung:

M6	km 13+860,	linksseitig	Fläche: 850 m ²
M10	km 13+400,	linksseitig	Fläche: 900 m ²
M12	km 13+300,	linksseitig	Fläche: 950 m ²
M13	km 13+180,	linksseitig	Fläche: 1.150 m ²
M15	km 13+100,	rechtsseitig	Fläche: 1.000 m ²
M18	km 13+030,	rechtsseitig	Fläche: 1.100 m ²
M32	km 11+900,	rechtsseitig	Fläche: 400 m ²
M33	km 11+900,	linksseitig	Fläche: 1.050 m ²
M39	km 11+715,	linksseitig	Fläche: 500 m ²
M42	km 11+745,	linksseitig	Fläche: 1.150 m ²

Entsprechend des Bodenschutzkonzeptes wurden in den tieferen Bodenschichten (ab ca. 1 m) der Maßnahmen M6, M10, M12, M13, M15, M18 im Rahmen der Vorerkundungen erhöhte sulfatgehalte festgestellt.

Im Bodenschutzkonzept (Anlage 6) ist hierzu folgende Empfehlung gegeben:

„Anhand des Schichtverzeichnisses der durchgeführten Kleinrammbohrungen wurden daher Empfehlungen für die maximalen Eingriffstiefe der jeweiligen Maßnahmen formuliert um den Aushub von sulfatsaurem Material zu vermeiden. Besteht die Notwendigkeit tiefes gelegenes Material auszuheben, ist in diesen Bereichen weiterer Erkundungsbedarf nach Geofakten 25 (...) notwendig. Dies beinhaltet alle 50 m eine Erkundungsbohrung mit Probenahme durchzuführen. Anschließend sollten Laboranalysen der Netto Säureneutralisationskapazität (Netto SNK) durchgeführt und ein Verwertungskonzept für das sulfatsaure Material erarbeitet werden.“

Ebenso heißt es (vgl. Anlage 6):

„Sollte es trotz aller Vermeidungsmaßnahmen zum Aushub von potenziell sulfatsaurem Material kommen, ist dieses möglichst wieder in den ständigen Grundwassersättigungsbereich einzubauen. Ist dies nicht möglich, ist der weitere Umgang mit der bodenkundlichen Baubegleitung und der zuständigen Behörde abzustimmen. Gegebenenfalls ist eine ausreichende Kalkung notwendig.“

5.1.8 Initialpflanzungen

Im Maßnahmengebiet werden Initialpflanzungen mit heimischen ortstypischen Bäumen vorgesehen.

Initialpflanzungen ermöglichen die Vegetationsentwicklung zu beschleunigen und spezielle Arten zu fördern. Die ortstypischen Bäume dienen ebenso der Beschattung des Gewässers und tragen zur Aufwertung des Landschaftsbildes bei.

Ziel ist es, die Biodiversität zu fördern und die natürlichen Lebensräume zu erhalten oder wiederherzustellen.

Die Anordnung der Pflanzungen erfolgt so, dass eine Beschattung der Schunter und der neuen Grabenverläufe erreicht wird. Eine Beschattung der Teiche ist in Abstimmung mit der unteren Naturschutzbehörde nicht vorgesehen.

Die Bepflanzung erfolgt gruppiert (abschnittsweise) über die gesamte Gewässerlänge (Schunter und neuer Graben 1) sowie in Bereichen der Aussichtshügel. Initialpflanzungen (z. B. Schwarzerlen) sind – in Abstimmung mit der UWB im Hinblick auf die Sicherstellung der Abflussleistung der Schunter – auch in der Böschung der Schunter vorgesehen.

Folgende Gehölzarten können für die Anpflanzungen vorgesehen werden: Silberweide, Birken, Schwarzerlen, Schwarzpappel, Hainbuche, Gemeine Esche, Stieleiche, Gemeine Hasel, Pfaffenhütchen, Ohrweide, Vogelbeere, Korbweide.

5.1.9 Gewässererlebbarkeit

Als Teil des Projekts zur Renaturierung des Gewässers wird darüber hinaus die Gewässererlebbarkeit für die Öffentlichkeit verbessert, indem wassernahe Erholungsplätze eingerichtet werden.

Dies erleichtert den Zugang zum Gewässer und schafft Möglichkeiten zur Naherholung. Weiterhin könnte die Einrichtung eine Hundebadestelle vorgesehen werden.

Die Gewässererlebbarkeit bietet eine Einbindung der Anwohner durch Informationstafeln zur Renaturierung der Schunter.

Folgende Bereiche der Gewässererlebbarkeit sind geplant:

M8 km 13+385 bis 13+370, linksseitig

M36 km 11+800 bis 11+765, rechtsseitig

5.1.10 Aussichtshügel

Aussichtshügel dienen als Naherholung durch einen weiträumigen Blick auf die Schunterraue mit seiner Vielfalt und Schönheit der naturnahen Landschaft sowie der vorkommenden Tiere und Pflanzen. Weiterhin erhöhen diese das Naherholungsangebot für die Öffentlichkeit.

Die Lage der Aussichtshügel ist so gewählt, dass diese einerseits entlang bestehender Wegeverbindungen angeordnet sind und andererseits sich weitestgehend außerhalb der HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebiete bzw. in Bereichen mit geringer Wassertiefe befinden.

Die Aussichtshügel haben eine maximale Höhe von 4 m. Die Böschungsneigungen variieren, so dass sie sich gut in das Landschaftsbild einfügen. Sie werden mit einer durchwurzelbaren Bodenschicht angeeckt, in südexponierten Lagen erfolgt bereichsweise keine Andeckung mit Oberboden.

Folgende Aussichtshügel sind geplant:

M14	km 13+100, linksseitig	Volumen: 2700 m ³
M22	km 12+950, rechtsseitig	Volumen: 3600 m ³
M37	km 11+750, rechtsseitig	Volumen: 1300 m ³

Der Aussichtshügel M37 befindet sich außerhalb des HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebietes. Die Aussichtshügel M14 und M22 befinden sich im Randbereich des Überschwemmungsgebietes. Die Wassertiefen liegen hier bei ca. 0,8 m – 1,2 m.

Der Aussichtshügel M37 ist entsprechend der naturschutzfachlichen Empfehlungen /21/ mit Trockenrasen anzulegen.

5.2 Maßnahmen zum Artenschutz

In Abstimmung mit der unteren Naturschutzbehörde der Stadt Braunschweig sind entsprechend der Empfehlungen aus /21/ folgende Maßnahmen zum Artenschutz im Rahmen der Schunterrenaturierung Querum umzusetzen:

- Nisthilfen für Eisvögel im Umfeld des Gewässerlaufs
- Anlage von Schlenken im Grünland
- Entschlammung der Gewässer 1a, 1c, 1d, 10

5.3 Fertigstellungsmaßnahmen

Im Bereich der Bauzuwegungen wird eine Rasenansaat nach Rückbau dieser berücksichtigt. Eine Ansaat auf bauzeitlich genutzten Flächen sowie im Bereich der Maßnahmen ist nicht vorgesehen, hier wird von einer sukzessiven Entwicklung mit vorkommenden Arten ausgegangen. Ausgenommen hiervon ist der Aussichtshügel M37, der mit Trockenrasen angesät wird.

5.4 Bodenendlagerung und Retentionsraumbilanz

Im Zuge der Maßnahmen (vgl. Kapitel 5.1) werden knapp 6.000 m³ Oberboden und 10.600 m³ Unterboden abgetragen. Bei Maßnahmen kleineren Umfangs (Auenanbindungen und Rückbau Ufersicherung) werden Oberböden ortsnah in Abstimmung mit der Bauoberleitung umgelagert (verwertet).

Beidseitig der Flutmulden M9, M16, M23 und M27 wird der abgetragene Oberboden mit einer Mächtigkeit von 20 cm wieder aufgetragen (verwertet).

Der Oberboden zur Herstellung der Stillgewässer wird seitlich mit einer Mächtigkeit von 50 cm aufgetragen (verwertet) und flach auslaufend an das anstehende Gelände angeschlossen.

Des Weiteren werden die Unterböden entsprechend des Bodenschutzkonzeptes zur Herstellung der Aussichtshügel genutzt. Für die Aussichtshügel werden ca. 6.800 m³ Unterboden verwendet. Der Oberboden im Bereich der Aussichtshügel, der vor dem Aufbringen des Unterbodens abgetragen wird, wird wieder angedeckt. Zusätzlich werden 750 m³ Oberboden aus angrenzenden Maßnahmen mit angedeckt.

Außerdem wird eine Lagerfläche südlich vom Borwall durch das Aufbringen von ca. 370 m³ Oberboden und 2.300 m³ Unterboden für die Herstellung von Sanddünen auf einer Fläche von ca. 1.000 m² naturschutzfachlich aufgewertet. Der Oberbodenauftrag erfolgt mit einer Mächtigkeit von ca. 20 cm. Die Mächtigkeit der Oberböden beträgt hier aktuell 60 cm. Die maximale zulässige Oberbodenmächtigkeit entsprechend des Bodenschutzkonzeptes (Anlage 6) entspricht 1,00 m.

Im Bereich der Sanddünen wird zunächst der Oberboden abgetragen und ebenfalls seitlich mit einer Mächtigkeit von 20 cm aufgetragen. Anschließend erfolgt der dünenartige Auftrag von sandigem Unterboden, der als Rückzugsraum für Amphibien dienen soll.

Bodenmaterial, welches entsprechend der Bodenanalysen nicht wiederverwertet werden kann, wird fachgerecht entsorgt. Entsprechend des Bodenschutzkonzeptes sind dies die Unterböden der Maßnahmen M12, M43 und M44.

In der Gesamtbetrachtung wird mehr Boden aus dem Überschwemmungsgebiet entnommen bzw. oberhalb des ÜSG-Bereiches genutzt als Kies o.ä. eingebracht. Die Retentionsraumbilanz ist somit grundsätzlich positiv.

6 Bauzeitliche Maßnahmen

6.1 Baustellenerschließung und bauzeitliche Flächennutzung

Für die bauliche Umsetzung sind Bauzufahrten sowie Baustelleneinrichtungsflächen erforderlich, die im Lageplan Zuwegungen dargestellt sind. Die Zuwegung erfolgt über folgenden öffentlichen Straßen:

- Bienroder Weg, Steinhorstwiese, Ottenroder Straße, Kehrbeeke, Wöhrdenweg (je eine Zuwegung)
- Bevenroder Straße, Hondelager Weg, Feuerbergweg (je zwei Zuwegungen)

Im Rahmen der Ausführung wird der bauzeitliche Eingriff durch die Zuwegungen abgeschätzt und bewertet und gegebenenfalls die im Lageplan dargestellten alternativen Zuwegungen unter anderem durch eine bauzeitliche Querung der Schunter genutzt. Ebenso erfolgen kleinräumige Anpassungen der Bauzuwegung und Baustraßen im Rahmen der Ausführung in Abstimmung mit der Bauüberwachung, ökologische Bauüberwachung sowie der bodenkundlichen Baubegleitung.

Für Baustraßen wurde die Herstellung der Zufahrtsstraßen zum Gewässer und Baustraßen am Gewässer falls erforderlich mittels Auslegung von Lastverteilungsplatten (Stahlplatten) berücksichtigt. Ebenso ist, falls erforderlich die Herstellung von Baustraßen mittels Schottertragschicht möglich, diese werden direkt auf dem Oberboden aufgetragen, um eine Verdichtung des Unterbodens zu vermeiden. Die Arbeiten sind bei Trockenwetter sowie mit geeigneten Baufahrzeugen umzusetzen. Bei zu weichen Bodenverhältnissen (vgl. Anlage 6) sind Transporte nur über Baustraßen bzw. Lastverteilungsplatten zulässig.

Seitlich der Baustraße ist entlang der Maßnahmen ein 5 m breiter temporärer Lagerstreifen ausgewiesen.

Der Oberboden wird in Höhen von maximal 2 m, der Unterboden in Höhen von maximal 3 m möglichst außerhalb des HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebiets zwischengelagert. Die Lagerungsdauer beträgt in der Regel maximal 2 Monate. Wird diese Dauer überschritten werden die Mieten mit einer geeigneten Ansaat begrünt.

Nach Umsetzung der Maßnahmen sind die temporären Baustraßen und Lagerflächen rückschreitend zurückzubauen.

6.2 Abbruch und Rückbauarbeiten

Für die Umsetzung der dargestellten Renaturierungsmaßnahmen ist die Fällung mehrerer Bäume und Sträucher sowie der teilweise temporäre Rückbau von Grundstückseinfriedungen (Zäune) erforderlich.

Im Rahmen der Maßnahme werden Ufersicherung der Schunter sowie der Verbau des Grabens 1 zurückgebaut.

6.3 Bauzeiten und Bauablauf

Für die bauliche Umsetzung ist unter Berücksichtigung der naturschutzfachlichen Belange folgender Bauablauf vorgesehen:

- Beweissicherungen, technische Bearbeitungen
- Baufeldfreimachung
- Rückbau-, Fäll- und Rodungsarbeiten, Leitungssicherung (September bis Februar des Folgejahres)

- Baustelleneinrichtungen, Baustraßen, Wasserhaltungsmaßnahmen
- Herstellung der Maßnahmen
- Ausgleichs- und Wiederherstellungsmaßnahmen

Es wird eine Bauzeit von insgesamt ca. 8 Monaten vorgesehen. Eine bauliche Umsetzung ist je nach Witterung von August bis April vorgesehen. Abhängig vom Baufortschritt ist durch den Einsatz einer ökologischen Baubegleitung auch eine Umsetzung in den trockenen Sommermonaten einzuplanen, da insbesondere in den Wintermonaten mit höheren Bodenfeuchten zu rechnen ist.

Folgender Bauablauf ist für die einzelnen Maßnahmen vorgesehen:

Flutmulde:

- Freimachen/ Abräumen der Baufelder
- Abtrag und Zwischenlagerung Oberboden
- Abtrag und Zwischenlagerung Unterboden
- Profilierung Flutmulde
- Zwischengelagerten Unterboden verwerten (Einbau in Lagerfläche, Einbau in Aussichtshügel bzw. fachgerechte Entsorgung)
- Zwischengelagerten Oberboden auf Fläche profilieren

Altarm:

- Freimachen/ Abräumen der Baufelder
- Abtrag und Zwischenlagerung Oberboden
- Abtrag und Zwischenlagerung Unterboden
- Profilierung Altarm
- Zwischengelagerten Ober- und Unterboden verwerten (Einbau in Lagerfläche, Einbau in Aussichtshügel bzw. fachgerechte Entsorgung)

Aueanbindung:

- Freimachen/ Abräumen der Baufelder
- Abtrag und Zwischenlagerung Oberboden
- Einbau Kiessicherung
- Zwischengelagerten Oberboden verwerten durch ortsnahen Wiedereinbau

Rückbau Ufersicherung:

- Freimachen/ Abräumen der Baufelder
- Abtrag und Zwischenlagerung Oberboden
- Profilierung Ufergelände
- Zwischengelagerten Oberboden verwerten durch ortsnahen Wiedereinbau

Strukturmaßnahmen Totholz:

- Freimachen/ Abräumen der Baufelder
- Abtrag und Zwischenlagerung Oberboden
- Abtrag und Zwischenlagerung Unterboden
- Einbau Totholzbuhne
- Sicherung Totholzbuhne
- Wiederanddeckung Oberboden im Böschungsbereich
- Ggf. Einbau Kiesschwelle
- Zwischengelagerten Oberboden verwerten durch ortsnahen Wiedereinbau
- Zwischengelagerten Unterboden verwerten (Einbau in Lagerfläche, Einbau in Aussichtshügel bzw. fachgerechte Entsorgung)

Strukturmaßnahmen Kiesstruktur:

- Freimachen/ Abräumen der Baufelder
- Abtrag und Zwischenlagerung Oberboden
- Einbau Kiesschwelle in Sohle und Böschung
- Wiederanddeckung Oberboden im Böschungsbereich
- Zwischengelagerten Oberboden verwerten durch ortsnahen Wiedereinbau

Grabenverlegung:

- Freimachen/ Abräumen der Baufelder
- Abtrag und Zwischenlagerung Oberboden
- Abtrag und Zwischenlagerung Unterboden
- Profilierung neuer Graben
- Einbau Schwelle oberstrom des bestehenden Grabens
- Rückbau Verbau bestehender Graben
- Zwischengelagerten Ober- und Unterboden verwerten (Einbau in Lagerfläche, Einbau in Aussichtshügel bzw. fachgerechte Entsorgung)

Stillgewässer:

- Freimachen/ Abräumen der Baufelder
- Abtrag und Zwischenlagerung Oberboden
- Abtrag und Zwischenlagerung Unterboden
- Profilierung Stillgewässer
- Zwischengelagerten Ober- und Unterboden verwerten (Einbau in Lagerfläche, Einbau in Aussichtshügel bzw. fachgerechte Entsorgung)

Initialpflanzungen:

- Freimachen/ Abräumen der Baufelder
- Anpflanzung
- Fertigstellungspflege
- Entwicklungspflege (3 Jahre)

Gewässererlebbbarkeit:

- Freimachen/ Abräumen der Baufelder
- Abtrag und Zwischenlagerung Oberboden
- Abtrag und Zwischenlagerung Unterboden
- Profilierung Böschung
- Einbau Kiespflaster und Findlinge
- Zwischengelagerten Ober- und Unterboden verwerten (Einbau in Lagerfläche, Einbau in Aussichtshügel oder fachgerechte Entsorgung)

Aussichtshügel:

- Freimachen/ Abräumen der Baufelder
- Abtrag und Zwischenlagerung Oberboden
- Unterboden von Zwischenlager aufnehmen und lagenweise einbauen
- Oberboden von Zwischenlager und zwischengelagerten Oberboden aufnehmen und andecken

6.4 Bauzeitliche bodenschutzfachliche Maßnahmen

Entsprechend des Bodenschutzkonzeptes (Anlage 6, Kapitel 6.2 u.a.) in sind folgende Maßnahmen während der Baumaßnahme umzusetzen:

- Einsatz einer Bodenkundlichen Baubegleitung
- Sachgerechter Rückbau von Baustraßen/ Baustelleneinrichtungsflächen und temporären Lagerflächen
- Regelmäßige Bestimmung der Bodenfeuchte und Konsistenzbereiche -> Einsatz von Fahrzeug- und Maschinengewichten unter Beachtung der aktuellen Bodenfeuchte
- Nach Bedarf Erstellung eines Maschinenkatasters
- Nach Möglichkeit ist das anfallende Bodenmaterial vollständig zu verwerten

6.5 Bauzeitliche naturschutzfachliche Maßnahmen

Die Eingriffe in die Natur und Landschaft sind so gering wie möglich zu halten. Entsprechend des Ergebnisberichts der biologischen Untersuchungen mit integriertem Artenschutzfachbeitrag /21/ werden geeignete Maßnahmen zur Eingriffsminderung umgesetzt:

- Der Bereich südlich von dem Weg Kehrbeeke/ Landhaus Querum ist als Trockenrasenfläche ausgewiesen und sollte nicht beplant werden.
- Bei zwingend erforderlicher Beseitigung von Gehölzen mit potenziellen Winterquartieren, werden diese vor der Fällung im Zeitraum Dezember bis Februar auf Besatz geprüft und die das Quartier umgebenden Stammabschnitte bei der Fällung an anderer Stelle angebracht.
- Einbau von Sandfängen flussabwärts zur bauzeitlichen Reduzierung von verstärkter Sedimentation.
- Entnahme und Umsetzung von Larven im Anschlussbereich der Maßnahme M23 oberstrom Bevenroder Weg.
- Anpassung der Maßnahmen M9 und M16 zum Erhalt der Habitatbäume in Abstimmung mit der Bauüberwachung und der ökologischen Baubegleitung.
- Sicherung der Baubereiche durch die Anordnung von Amphibienschutzzäunen
- Sicherungsmaßnahmen gegen Befahren oder Beschädigung wie visuelle Abgrenzung, Aufstellen von Bauzäunen, Einrichten von Gehölz- bzw. Stammschutz oder Freischnitt eines Lichtraumprofils

6.6 Bauzeitlicher Hochwasserschutz, Gewässer- und Objektschutz

Das Maßnahmenggebiet befindet sich unmittelbar im Überschwemmungsgebiet des HQ₁₀₀ und teilweise bereits des HQ₅. Bereits bei erhöhten Abflüssen ist mit einer Vernässung des Baufeldes zu rechnen. Bei einer Gefährdung im Hochwasserfall sind die Baustellenbereiche zu sichern und alle Geräte und Maschinen aus dem Überschwemmungsgebiet zu entfernen.

7 Hydraulischer Nachweis

7.1 Allgemeines

Als Modellgrundlage für den hydraulischen Nachweis der Renaturierungsmaßnahmen an der Schunter diente das von der Stadt Braunschweig am 25.01.2023 übergebene Modell des NLWKN /13/.

Die aktuellen hydraulischen Berechnungen erfolgten mit dem mathematischen Strömungsmodell Hydro_AS-2D der Fa. Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH eingesetzt (Version 5.4.1). Als Prä- und Postprozessor wurde das Programm SMS (Surface Water Modeling System) eingesetzt. Die Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen sind den entsprechenden Planunterlagen zu entnehmen.

Die Berechnungen erfolgten anhand einer stationären Berechnung für folgende Abflüsse:

- HQ_{100}
- HQ_5
- MQ
- $Q_{bordvoll}$

Tabelle 6: Abflusswerte für Hydraulische Berechnung /19//31/

Gewässer	MQ [m^3/s]	HQ_5 [m^3/s]	HQ_{100} [m^3/s]
Schunter	2,32	30,36	55,22
Mittelriede	0,56	7,35	13,37
Wabe	0,17	2,28	4,15

Im Modellgebiet sind die in Tabelle 7 aufgeführten Rauheitsbeiwerte entsprechend der Literatur (z. B. /29/, /30/) sowie die tatsächlich im hydraulischen Modell des NLWKN entsprechend /13/ angesetzten Rauheiten zusammengestellt. Im Gewässer und den Grünflächen sind die modelltechnisch angesetzten Rauheiten etwa halb so hoch wie die Werte, die der Literatur zu entnehmen sind. Die Rauheiten im Vorland im Modell entsprechen in etwa den Werten aus Literaturangaben.

Das vom NLWKN übergebene Bestandsmodell /13/ stellt die Grundlage der hydraulischen Betrachtungen dar und wurde im Zuge der vorliegenden Maßnahme für die Betrachtung der Ist-Zustände nicht geändert.

Tabelle 7: Auszug Rauheiten nach Manning-Strickler entsprechend Literaturangaben und im Modell im Ist-Zustand /13/, /29/, /30/

Flächennutzung	Manning-Strickler-Beiwert k_{st}	
	entsprechend Literaturwerte nach /29/, /30/	im hydraulischen Modell angesetzt /13/
Gewässer	Natürliches Flussbett: 30 $m^{1/3}/s$ bis 35 $m^{1/3}/s$	15 $m^{1/3}/s$ bis 18 $m^{1/3}/s$
Acker, Grünland	Unregelmäßiges Vorland: 12 $m^{1/3}/s$ bis 18 $m^{1/3}/s$	12 $m^{1/3}/s$
Grünflächen	Gras, Wiese: 25 $m^{1/3}/s$ bis 35 $m^{1/3}/s$	18 $m^{1/3}/s$
Straßen	Asphalt: 70 $m^{1/3}/s$	40 $m^{1/3}/s$

7.2 Modellanpassung – Plan-Zustand

Zur modelltechnischen Abbildung der Renaturierungsmaßnahmen (Plan-Zustand) wurde das bestehende Berechnungsmodell /13/ durch die Einarbeitung strömungsrelevanter Maßnahmenplanungen fortgeschrieben. Hierzu zählen die folgenden:

- Flutmulden teilw. mit Altarm inkl. seitlicher Bodenauftrag
- Aueanbindungen
- Strukturmaßnahmen
- Grabenverlegung
- Aussichtshügel
- Bodenumlagerungen
- Bodenauftrag seitlich der Flutmulden und Stillgewässer

Die Strukturmaßnahmen werden durch eine Variation der Rauheitsbeiwerte im Querprofil der Strukturmaßnahmen berücksichtigt. Für die übrigen Maßnahmen erfolgt eine Anpassung der Netz- und Höhenstruktur im Modell.

In der Abbildung 11 und Abbildung 12 sind die Rauheitsbelegungen im Bereich der Schunter (Abschnitt Querum) dargestellt. Die Abbildung 11 zeigt die angesetzten Rauheiten im Ist-Modell (/13/). In der Abbildung 12 ist der Einbau der Strukturelemente über die Anpassung der Rauheitsbeiwerte (blaue Elemente) zu erkennen. Mittels einer 1-D-Vergleichsrechnung wurden die Rauheitsbeiwerte für die Strukturmaßnahmen bei den verschiedenen Abflüssen ermittelt und im 2D-Modell wie in folgender Tabelle zusammengestellt angesetzt.

Tabelle 8: Rauheiten nach Manning-Strickler in Abhängigkeit der Abflüsse

Abfluss	Manning-Strickler-Beiwert k_{st}
MQ	10 m ^{1/3} /s
Q _{bordvoll}	12 m ^{1/3} /s
HQ ₅ , HQ ₁₀₀	14 m ^{1/3} /s

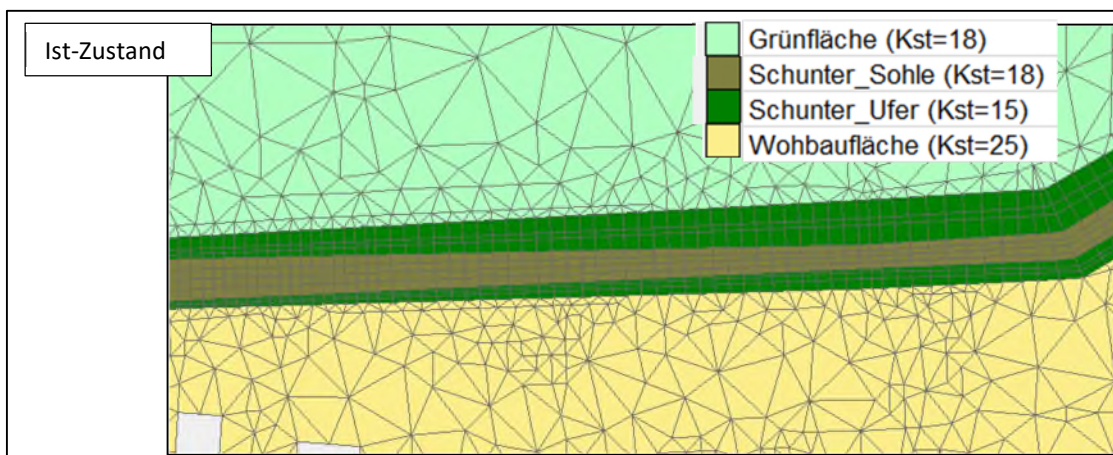


Abbildung 11: Rauheitsbelegung im hydraulischen Modell entsprechend /13/- Draufsicht Abschnitt Querum (Ist-Zustand)

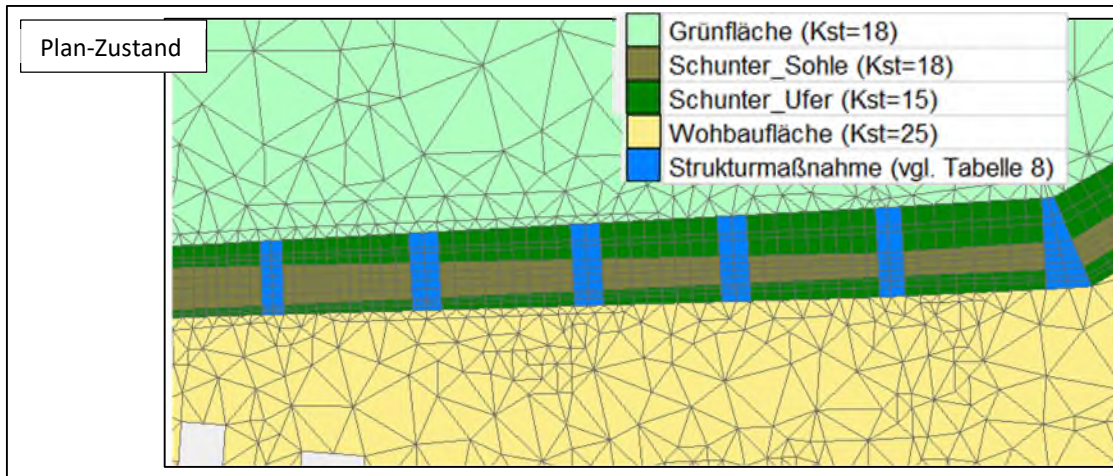


Abbildung 12: Modellanpassung Rauheitsbelegung - Draufsicht Abschnitt Querum, Plan-Zustand

In den folgenden Abbildungen sind die Modellanpassungen für den Plan-Zustand (Stand November 2023) beispielhaft dargestellt. Aufgrund kleinräumiger Anpassungen in der Planung können sich Abweichungen zwischen Plan-Modell und Planung (Stand Februar 2024) ergeben, die jedoch aus hydraulischer Sicht als nicht wesentlich eingestuft werden.

Für die Maßnahmen Gewässererlebarkeit, Stillgewässer und Altarm sind keine Geländeänderungen im hydraulischen Modell umgesetzt, da diese Maßnahmen für die stationäre Berechnung nicht abflusswirksam sind.

In der Tabelle 9 sind die Rauheitsbeiwerte entsprechend der Literatur (z. B. /29/, /30/) für die im Plan-Zustand berücksichtigten Maßnahmen zusammengestellt. Im hydraulischen Modell werden sie für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse entsprechend des Ist-Zustandes (vgl. Tabelle 7) reduziert angesetzt.

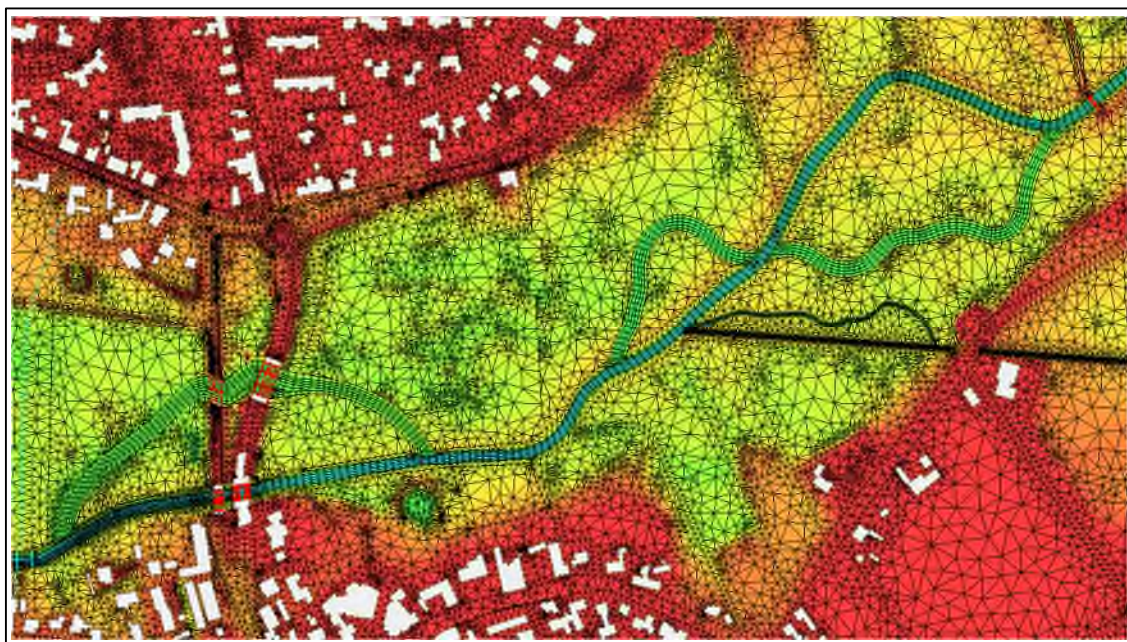


Abbildung 13: Modellanpassung – Draufsicht Abschnitt Bevenroder Straße

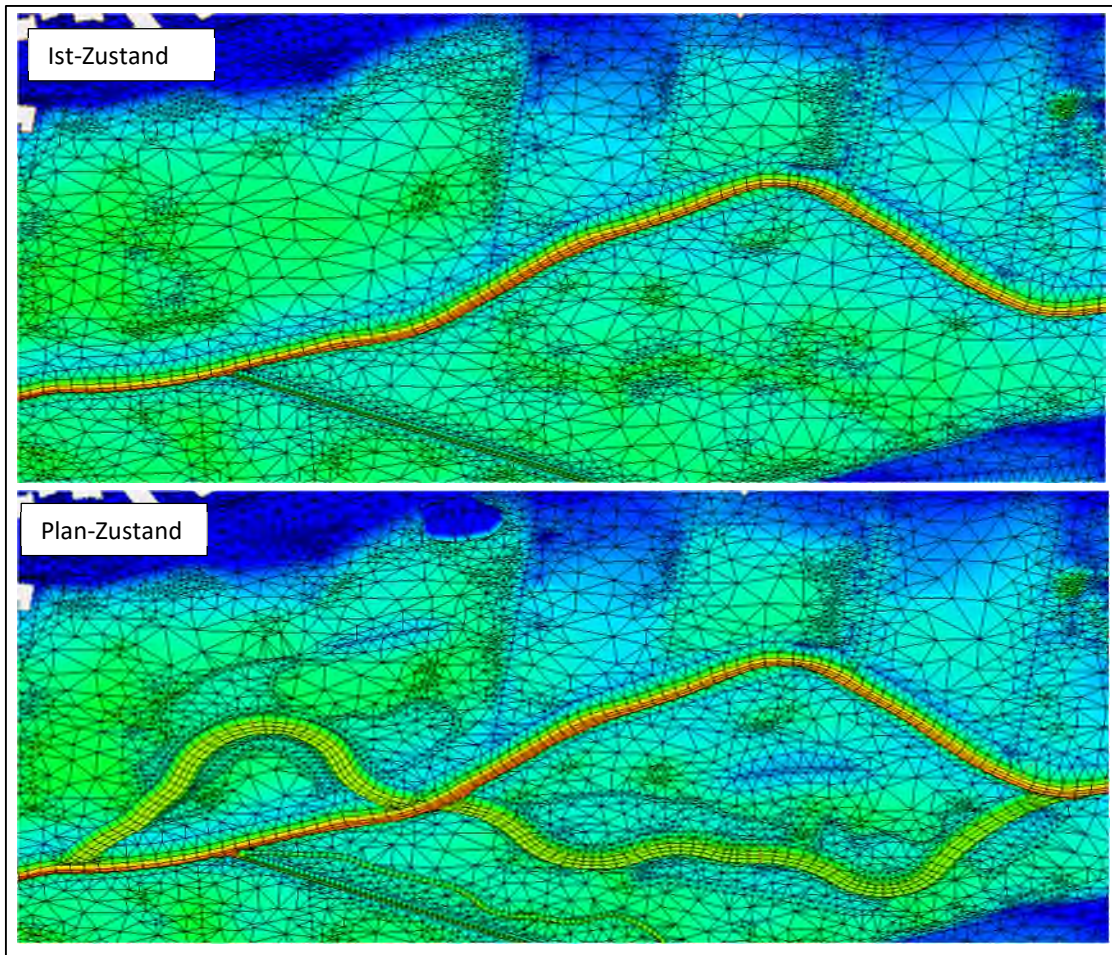


Abbildung 14: Modellanpassung im Bereich der Flutmulden M9 und M16 mit Bodenumlagerungen (3D-Ansicht, überhöhte Darstellung)

Tabelle 9: Rauheiten nach Manning-Strickler entsprechend Literaturangaben und im Modell im Plan-Zustand /29/, /30/

Flächennutzung	Manning-Strickler-Beiwert k_{st}		Bemerkung
	entsprechend Literaturwerte nach /29/, /30/	im hydraulischen Modell angesetzt /13/, Plan-Zustand	
Strukturmaßnahmen	Geröll 25 $m^{1/3}/s$ bis 28 $m^{1/3}/s$	10 $m^{1/3}/s$ bis 14 $m^{1/3}/s$	Reduzierter k_{st} -Wert entsprechend bereitgestelltem Ist-Modell /13/ sowie Verifizierung 1-D-Modell
Flutmulden	Unregelmäßiges Vorland: 12 $m^{1/3}/s$ bis 18 $m^{1/3}/s$	Sohle: 18 $m^{1/3}/s$ Böschung: 15 $m^{1/3}/s$	Ansatz entsprechend k_{st} -Wert für Grünland wie im bereitgestelltem Ist-Modell /13/, nicht reduziert
Aueanbindung	Gras, Wiese: 25 $m^{1/3}/s$ bis 35 $m^{1/3}/s$ Sumpf (Vorland): 15 $m^{1/3}/s$	20 $m^{1/3}/s$ (Gras, Wiese) bzw. 10 $m^{1/3}/s$ (Sumpf)	Ansatz wie Fläche im bereitgestelltem Ist-Modell /13/
Grabenverlegung	Natürliches Flussbett: 30 $m^{1/3}/s$ bis 35 $m^{1/3}/s$	15 $m^{1/3}/s$	Reduzierter k_{st} -Wert (entsprechend bereitgestelltem Ist-Modell)
Aussichtshügel, Bodenauftrag	Gras, Wiese: 25 $m^{1/3}/s$ bis 35 $m^{1/3}/s$	20 $m^{1/3}/s$	Reduzierter k_{st} -Wert (entsprechend bereitgestelltem Ist-Zustand)

7.3 Ergebnisse

7.3.1 Mittlerer Abfluss MQ

Der mittlere Abfluss MQ wird im Ist-Zustand im Gewässerbett der Schunter abgeführt, ein Vorlandabfluss wird hierbei nicht generiert. Durch die berücksichtigten Strukturmaßnahmen im Plan-Zustand steigt die Wasserspiegellagen um bis zu 8 cm (vgl. Längsschnitt), die Strömungsdiversität mit teilweise erhöhten Fließgeschwindigkeiten und damit einhergehend die Bildung von Niedrigwasserrinnen und Gewässerentwicklungen werden gefördert.

Die Abbildung 15 zeigt den Bereich der Maßnahmen M9, M16 und M20 bei einem mittleren Abfluss MQ für den Ist- und Plan-Zustand. Im Plan-Zustand erfolgt bei einem MQ eine Beschickung der dargestellten Flutmulden. Die Wassertiefen in der Schunter liegen im Bereich des Abschlages der Flutmulde

Aufgrund der geplanten Strukturmaßnahmen sind bei kleineren Abflüssen (z. B. MNQ) durch die sich bildenden Niedrigwasserrinnen ebenfalls höhere Wassertiefen im Plan- als im Ist-Zustand zu erwarten.

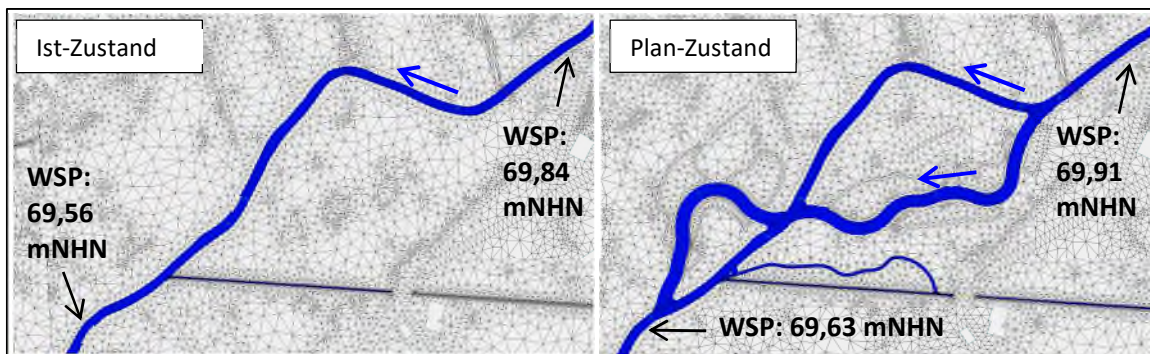


Abbildung 15: Modellerggebnis MQ_i – Vergleich Ist- und Plan-Zustand im Bereich der Maßnahmen M9, M16, M20

7.3.2 Bordvoller Abfluss

Die Abbildung 16 zeigt die Ergebnisse der bordvoll-Berechnung für den Ist-Zustand. In der Abbildung 16 sind die Abflüsse $6 \text{ m}^3/\text{s}$ bis $8 \text{ m}^3/\text{s}$ dargestellt. Ein erstes Übertreten der Schunter ergibt sich bei $7 \text{ m}^3/\text{s}$ im Bereich der Bevenroder Straße und geringfügig unterhalb der Brücke Bienroder Weg. Deutliche Ausuferungen sind bei einem Abfluss von $8 \text{ m}^3/\text{s}$ zu erkennen.

Der bordvolle Abfluss im Maßnahmenbereich wird damit einheitlich auf $7 \text{ m}^3/\text{s}$ festgelegt.

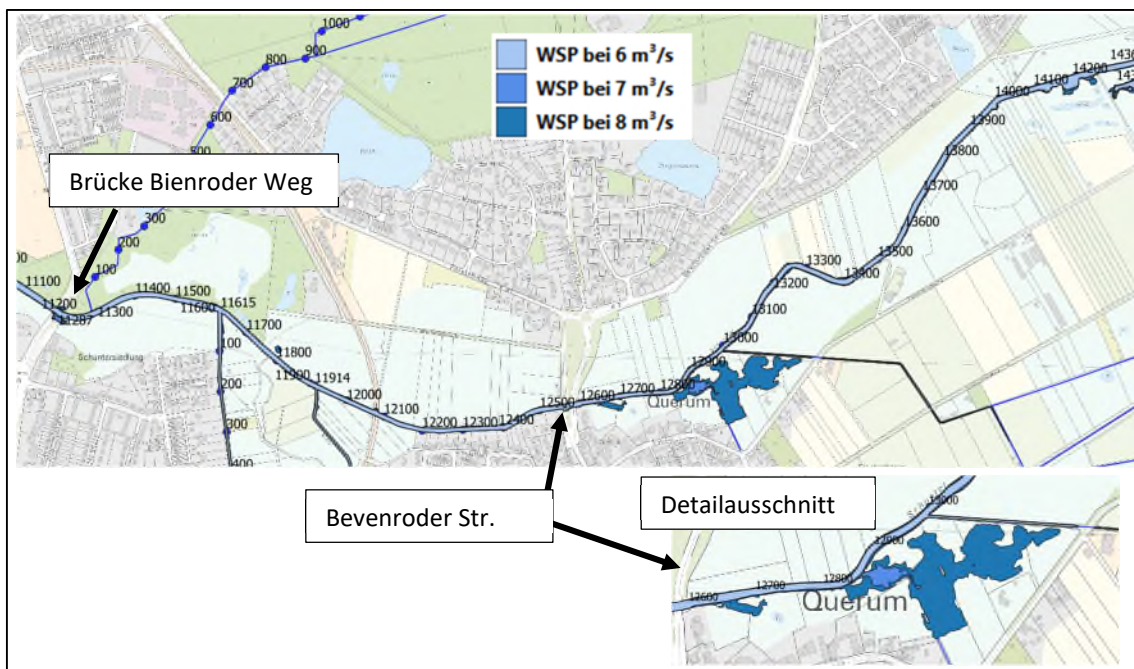


Abbildung 16: Modellerggebnis Q_{bordvoll} ($6 \text{ m}^3/\text{s}$ bis $8 \text{ m}^3/\text{s}$), Ist-Zustand

In der Abbildung 17 ist die Überschwemmungsfläche im Plan-Zustand bei dem Q_{bordvoll} ($7 \text{ m}^3/\text{s}$) dargestellt. Es ist die Beschickung der Flutmulden und das frühzeitige Vernässen der angrenzenden Flächen zu erkennen. Die frühzeitige Vernässung und Verbesserung der Entwässerung der Flächen führt zu einer Vernetzung des gesamten Gewässersystems und einer naturschutzfachlichen Aufwertung der Flächen. Durch die Beschickung der Flutmulden reduzieren sich die Wasserspiegellagen im Maßnahmengebiet um bis zu 5 cm.

Im Bereich der Mündung des Graben 2 in die Schunter reduziert sich die Überflutungsfläche.

Abweichend zur aktuellen Planung ist im hydraulischen Modell unterstrom der Brücke Bienroder Weg die Flutmulde länger und an einen Altarm angeschlossen. Der Anschluss der Flutmulde erfolgt entsprechend der aktuellen Planung unmittelbar unterstrom der Brücke. Abweichungen zu den hydraulischen Ergebnissen sind durch diese Plananpassungen nicht zu erwarten.

In Abbildung 18 ist ein Detailausschnitt der Flutmulden M9, M16, M23 und M27 dargestellt. Im Bereich der Bahnbrücke (oberstrom der Maßnahme M27) staut die bestehende Flutmulde zurück. Die Fließtiefen liegen im Bereich der Brücke bei ca. 10 cm.

Um ein großräumiges Übertreten der Flutmulde M16 auf nicht zur Verfügung stehende Flächen bei einem $Q_{bordvoll}$ von $7 \text{ m}^3/\text{s}$ zu unterbinden, folgt über eine Länge von ca. 35 m eine 20 cm-Ufererhöhung durch Bodenumlagerung nördlich der Flutmulde (vgl. Abbildung 17).

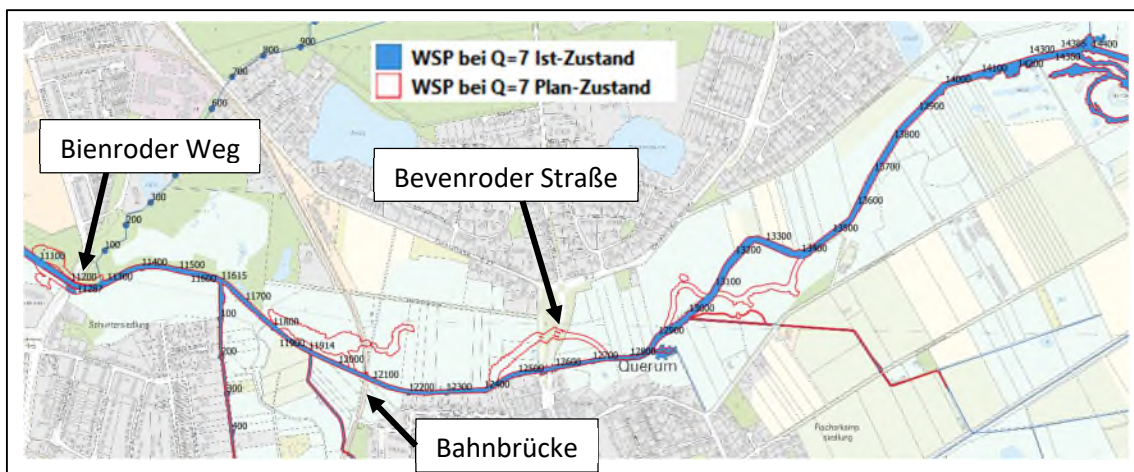


Abbildung 17: Modellergbnis $Q_{bordvoll}$ ($7 \text{ m}^3/\text{s}$), Ist- und Plan-Zustand, gesamter Maßnahmenbereich

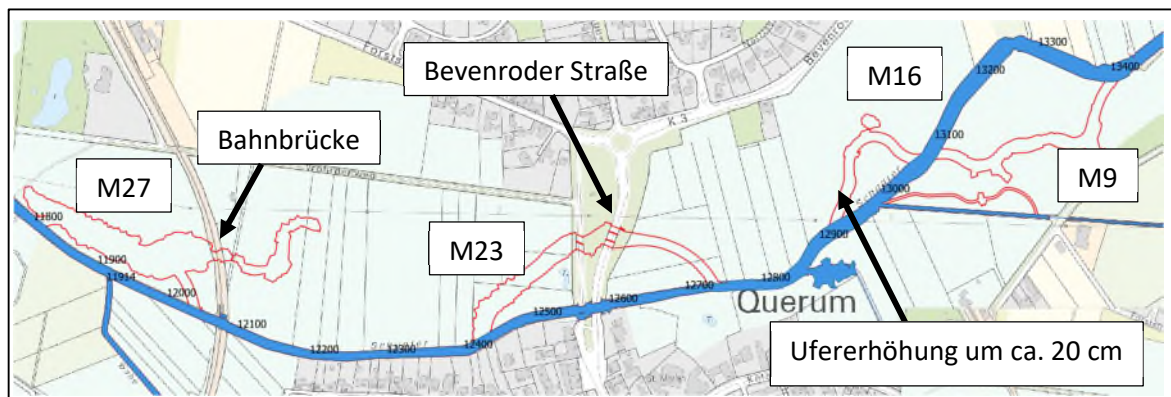


Abbildung 18: Modellergbnis $Q_{bordvoll}$ ($7 \text{ m}^3/\text{s}$), Ist- und Plan-Zustand, Ausschnitt

7.3.3 Hochwasserabflüsse HQ_5 und HQ_{100}

Zur Ergebnisauswertung wurden die berechneten Wassertiefen exportiert und im Längsschnitt dargestellt. Die HQ_{100} Wasserspiegellagen liegen oberstrom des Bienroder Weges im Plan-Zustand ca. 12 cm, im Bereich der Schuntersiedlung (vgl. Abbildung 19) knapp 13 cm tiefer als im Ist-Zustand. Im Bereich der Wabemündung (km 11+920) liegt die WSP-Differenz bei 8 cm, am oberstromigen Planungsrand (Bereich Borwall) reduziert sich die Differenz auf weniger als 1 cm.

Durch die leichte Wasserspiegelabsenkung im Plan-Zustand ergibt sich eine geringere Überflutungsfläche im Maßnahmensgebiet. Insbesondere der Bereich der Schuntersiedlung ist bei einem HQ_{100} etwas geringer betroffen.

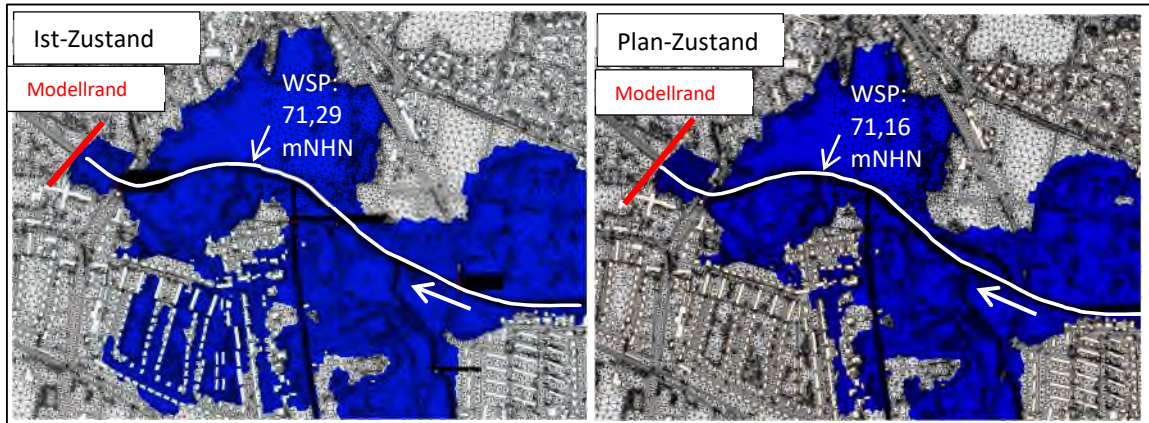


Abbildung 19: Modellergebnisse HQ_{100} - Vergleich Ist- und Plan-Zustand im Bereich Schuntersiedlung

Die Wasserspiegellagen bei einem fünfjährlichen Hochwasserereignis nehmen durch die Berücksichtigung der geplanten Maßnahmen um bis zu 7 cm ab. Die Flutmulden und Vorländer der Schunter werden bei diesem Ereignis geflutet. Das Überschwemmungsgebiet reduziert sich

Durch die geplanten Maßnahmen ergeben sich im Hinblick auf die Hochwassersicherheit keine Nachteile für die angrenzenden Siedlungsflächen.

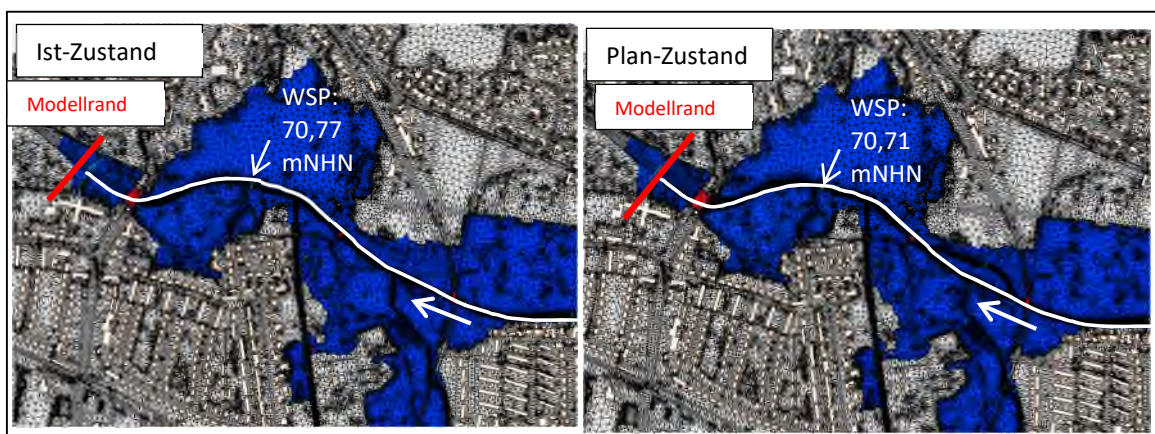


Abbildung 20: Modellergebnisse HQ_5 - Vergleich Ist- und Plan-Zustand im Bereich Schuntersiedlung

8 Gewässerunterhaltung

Unterhaltungspflichtige der Schunter ist die Stadtentwässerung Braunschweig, die Unterhaltungspflicht für die Vorländer inklusive Flutmulden, Stillgewässer usw. liegt beim jeweiligen Flächeneigentümer, in der Regel die Stadt Braunschweig, soweit nichts anderslautendes vereinbart wird.. Generell ist aus naturschutzfachlicher Sicht eine reduzierte Unterhaltung anzustreben, demgegenüber steht die Sicherstellung der Ableitung des Hochabflusses, so dass der tatsächliche Umfang der Unterhaltung jeweils neu zu bewerten ist. Im Rahmen von etwa jährlichen Gewässerschauen erfolgt eine Bewertung der Entwicklungszustände.

Die **Flutmulden** dienen zum einen dazu, dass die Vorländer häufiger überflutet werden, zum anderen dienen sie dem Ableiten von Hochwassern. Daher ist eine Entwicklung von Gehölzstrukturen nicht zulässig. und eine bedarfsgerechte jährliche Mahd, insbesondere im Bereich der besonderes hochwasserrelevanten Brücke Bienroder Weg (Maßnahmen M43, M44) vorgesehen. Im Rahmen der beobachtenden Unterhaltung wird entschieden, ob der entwickelte Bewuchs im Hochwasserfall eine Barriere darstellt oder sich die Vegetation im Hochwasserfall durch den Strömungsdruck legt.

Die **Altarme** schließen an Flutmulden an. Die Unterhaltung der Altarme ist so anzupassen, dass das Abflussprofil entsprechend der Flutmulden freigehalten wird. Ebenso ist die ökologische Entwicklung zu beobachten und ggf. Ob Entschlammungen – insbesondere nach Hochwasserereignissen – durchzuführen sind, wird im Einzelfall mit der UNB der Stadt Braunschweig abgestimmt. Eine Regelunterhaltung ist hier planmäßig nicht vorgesehen.

Durch die eingebauten **Strukturelemente** kann es zu Verklausungen und damit zu teilweise erhöhten Fließgeschwindigkeiten und auch Böschungsabbrüchen führen. Durch eine beobachtende Unterhaltung in Abstimmung mit der UWB und UNB der Stadt Braunschweig ist hier in regelmäßigen Abständen zu prüfen, ob der Hochwasserabfluss schadlos im Gewässer und im ausgewiesenen Überschwemmungsgebiet abgeführt werden kann, oder eine Unterhaltung durch einen so gering wie möglich zu haltenden Eingriff in das Gewässer erforderlich ist. Gleiches gilt für die Maßnahmen der **Aueanbindung** und **Rückbau von Ufersicherungen**.

Der neue **Graben 1** soll durch die steil hergestellten Böschungen und die geschwungene Linienführung zu einer eigendynamischen Entwicklung führen, so dass auch hier die beobachtende Unterhaltung zur Sicherstellung der Abflussleistung angewendet wird.

Je nach Bedarf ist für die **Stillgewässer** eine Entschlammung im Rahmen der Gewässerunterhaltung durchzuführen. Ebenso sind das Stillgewässer negativ beeinträchtigende Pflanzungen regelmäßig zu entfernen.

Für die **Initialpflanzungen** ist eine jährliche Entwicklungspflege für die ersten 3 Jahre vorgesehen. Hierbei sind je nach Bedarf u.a. die Baumverankerungen und Gießränder wiederherzustellen, Baumschnitte durchzuführen oder sonstige Schädigungen zu beseitigen.

Die Zugänglichkeiten zum Gewässer über die abgeflachten Böschungen (**Gewässererlebbbarkeit**) sind in regelmäßigen Abständen im Hinblick auf Schädigungen insbesondere auf Gefahrenbereiche (z. B. steile Böschungsabbrüche) zu sichten und ggf. zu sichern. Ebenfalls sind die Aspekte der Sicherstellung der Abflussleistung und die ökologische Entwicklung sowie die Wahrung der ökologischen Durchgängigkeit der Schunter hierbei einzubeziehen. Ebenso können sich aufgrund der tatsächlichen Nutzung die Bedürfnisse im Bereich der Gewässererlebbbarkeit ändern und weitere Maßnahmen umgesetzt werden (Sitzmöglichkeiten, Ausweisung weiterer Flächen für einen Zugang zum Gewässer).

Die **Aussichtshügel** werden Initialpflanzungen vorgesehen. Eine Ansaat ist hingegen nicht erforderlich, sondern es wird von einer sukzessiven Entwicklung mit vorkommenden Arten ausgegangen. Auf dem

Aussichtshügel ist lediglich ein Pfad zum Aussichtspunkt in regelmäßigen Abständen zu unterhalten, um die Funktionsfähigkeit der Naherholung zu gewährleisten.

9 Zusammenfassung und Auswirkungen des Vorhabens

Im Rahmen der vorliegenden Entwurfs- und Genehmigungsplanung wurde 44 Maßnahmen zur Renaturierung der Schunter erarbeitet.

Eigentumsverhältnisse und Unterhaltungspflicht

Die Vorhabenträgerin übernimmt einige Flächen vollständig in ihr Eigentum. Die Unterhaltungspflicht liegt hier bei der Stadt Braunschweig.

Für die übrigen in Anspruch zu nehmenden Flächen sollen Nutzungsvereinbarungen mit den Eigentümern getroffen werden, soweit ein Einvernehmen zu erzielen ist.

Wasserwirtschaftliche Verhältnisse

Die geplanten Maßnahmen haben keine negativen Auswirkungen auf die Hochwassersicherheit der benachbarten Siedlungsflächen sowie die Grundwasserstände in Siedlungsbereichen.

Durch die geplanten Strukturmaßnahmen sind bei kleineren Abflüssen wie MQ und MNQ durch die sich bildenden Niedrigwasserrinnen höhere Wassertiefen im Plan- als im Ist-Zustand und somit eine Verbesserung der aquatischen Lebensräume zu erwarten.

Für den bordvollen Abfluss von 7 m³/s ergeben sich im Plan-Zustand durch die Beschickung der Flutmulden und der teilweise angrenzenden Auenflächen etwas geringere Wassertiefen.

Natur und Landschaft

Generell bestehen nur wenige Konfliktfelder zwischen den geplanten Maßnahmen und dem Vorkommen streng geschützter Arten. Bei den meisten Populationen dieser Arten sind alternative Lebensräume vorhanden oder werden sich in absehbarer Zeit wieder stabilisieren, wodurch spezielle Maßnahmen im Rahmen des Artenschutzes (CEF-Maßnahmen) nicht erforderlich sind. /21/

Es wird erwartet, dass sich nach Umsetzung der Maßnahmen eine Verbesserung der naturschutzfachlichen Verhältnisse einstellt.

Landwirtschaft

Negative Auswirkungen hinsichtlich der Nutzung der landwirtschaftlichen Nutzflächen und Wegeverbindungen sind nicht zu erwarten. Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist im Gewässerentwicklungskorridor ausgeschlossen.

Eine Bewirtschaftung ist entsprechend „Der Niedersächsische Weg“ /18/ bis 5 m an das Gewässer zulässig.

Industrie-, Gewerbe und Siedlungsflächen

Negative Auswirkungen hinsichtlich der Nutzung von Industrie-, Gewerbe- und Siedlungsflächen sind nicht zu erwarten.

Verkehr

Negative Auswirkungen hinsichtlich der Verkehrssituation sind nach der Umsetzung nicht zu erwarten.

Zur Umsetzung der Maßnahme sind jedoch bauzeitliche Zuwegungen erforderlich, und somit sind temporäre Einschränkungen zu erwarten.

Ver- und Entsorgungsleitungen, Kabel

Eine Anpassung der Leitungen ist in der Planung nicht erforderlich. Leitungsschutzmaßnahmen werden bei den Bauarbeiten durchgeführt.

Anlieger und anliegende Grundstücke

Negative Auswirkungen für Anlieger und anliegende Grundstücke sind nicht zu erwarten.

Aufgestellt:

Hildesheim, 05.04.2024

slo-Anlage_1_Erläuterungsbericht.docx