



Ökologische Umgestaltung der Horne im Stadtgebiet Werne

Genehmigung nach § 68 WHG

Mai 2019

Heft 1

Technischer Bericht



Ökologische Umgestaltung der Horne im Stadtgebiet Werne

Genehmigung nach § 68 WHG

Mai 2018

Heft 1

Technischer Bericht

Vorhabensträger / Antragsteller:

Kommunalbetrieb Werne

Konrad-Adenauer-Platz 1

59368 Werne

gez.: Dipl.-Ing. Wilko Böcker

20.05.2019

Werne,

Dipl.-Ing. Wilko Böcker

Im Auftrag des

Kommunalbetrieb Werne

bearbeitet durch

Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH, Merowinger Straße 71, 40225 Düsseldorf

in Zusammenarbeit mit dem

Planungsbüro Koenzen, Schulstraße 37, 40721 Hilden

Ahlenberg Ingenieure GmbH – Geotechnik Umwelt Infrastruktur, Am Ossenbrink 40, 58313 Herdecke



i. V. Requena

M.Sc. Jonas Brandt

Dr. Patricia Requena

Düsseldorf, im Mai 2019

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Veranlassung und Aufgabenstellung	1
2.	Planerisches Umfeld	3
2.1.	Beschreibung des Planungsraums	3
2.2.	Planerische Vorhaben / Planung Dritter	5
2.2.1.	Städtebau	5
2.2.2.	Verkehr	5
2.2.3.	Energie	6
2.2.4.	Neue Einleitungen in die Horne	6
2.3.	Nutzungen	6
2.3.1.	Flächennutzung	6
2.3.2.	Landschaftsplanung / Schutzgebiete	11
2.3.3.	Kulturdenkmäler	11
2.3.4.	Versorger- und Entsorgerleitungen	12
2.4.	Wasserwirtschaftliche Grundlagen	12
2.4.1.	Einzugsgebiete	12
2.4.2.	Niederschlags- und Abflussdaten	13
2.4.3.	Grundwasserverhältnisse	14
2.4.4.	Überschwemmungsgebiete	17
2.4.5.	Abflusstiefe Ist-Zustand	19
2.5.	Wasserbauliche Gegebenheiten	19
2.5.1.	Der Hornebach	19
2.5.2.	Sohl- und Ufersicherungen im heutigen Horneverlauf	24
2.5.3.	Einleitungen	24
2.5.4.	Durchlässe und Querbauwerke	26
2.6.	Ökologische Gegebenheiten	26
2.7.	Leitbild und gewässertypische Zuordnung	27
2.8.	Boden	29
2.9.	Vorbelastungen	30
2.9.1.	Altlasten	30
2.9.2.	Kampfmittel	30
2.10.	Grundeigentumsverhältnisse	31
3.	Entwurfsbeschreibung	31
3.1.	Planungsziele / Entwicklungsziele	31
3.2.	Kurze Beschreibung der Vorzugsvariante	32
3.3.	Gestaltungsprinzipien nach den Grundsätzen der Machbarkeitsstudie	34
3.3.1.	Planungsraum – Gewässerkorridor	34
3.3.2.	Linienführung und Längsgefälle	34
3.3.3.	Profilgestaltung	35
3.3.4.	Sohlsubstrat / Sohl- und Ufergestaltung	37
3.3.5.	Sohlgestaltung unter Brücken	39
3.3.6.	Umgestaltung Wehr Hornemühle	40
3.3.7.	Gewässerbegleitender Weg	41
3.4.	Stationierung – Entwurfsbeginn und –ende	41
3.5.	Abschnittsweise Erläuterung der Gestaltungsmaßnahmen	41

3.6.	Geplante bauliche Anlagen	60
3.6.1.	Sohlsicherungen	60
3.6.2.	Böschungfußsicherungen	61
3.6.3.	Podest auf Stahlträgern	62
3.6.4.	Damm-Stadtsee	63
3.6.5.	Wehr Hornemühle / Betonprofil mit Sohlsubstrat	64
3.6.6.	Raugerinne km 1+750	65
3.6.7.	Brückenplanung	67
3.6.8.	Gewässerbegleitender Weg	71
3.7.	Monitoring / Gewässerunterhaltung	72
4.	Hydraulische Berechnungen	73
4.1.	Lastfälle	73
4.2.	Wasserspiegelberechnungsverfahren und Ergebnisse	74
4.3.	Qualitative Sedimenttransportbetrachtung	75
4.3.1.	Kritische Sohlschubspannungen	77
4.3.2.	Beurteilung der Erosions- und Sedimentationsstrecken	78
4.3.3.	Qualitative Festlegung der Strecke mit Erosionsschutzmaßnahmen	83
4.3.3.1.	Strecken mit Sohlschutzmaßnahmen	83
4.3.3.2.	Sohlsicherung unter Brückenbauwerken	84
4.3.3.3.	Strecken ohne Sohlschutzmaßnahmen	84
5.	Grundwasser	86
6.	Bodenmanagement	86
6.1.	Bodenabtrag	87
6.2.	Bodenauftrag	88
7.	Bauablauf/Baustellenlogistik	90
7.1.	Baustellenzufahrten	90
7.2.	Baustraßen	91
7.3.	BE-Flächen	91
7.4.	Abbrucharbeiten	94
7.5.	Bauablauf	94
7.5.1.	Bauabschnitt 1 km 0+850 – km 1+850 und km 3+000 – km 3+474	94
7.5.2.	Bauabschnitt 2 km 1+845 – km 2+465	95
7.5.3.	Bauabschnitt 3 km 2+465 – km 3+000	96
7.6.	Wasserhaltung	97
7.7.	Bauzeit	97
8.	Flächenverfügbarkeit / Grunderwerb	97
9.	Baukosten und Projektabwicklung	97
10.	Literaturverzeichnis	99

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1.1:	Übersicht Planungsraum	2
Abb. 2.1:	Planungsgebietsabgrenzungen der Horne (Planungsgebiet ist rot umrandet)	4
Abb. 2.2:	Flächennutzung an der Horne von km 2+900 bis km 3+360	7
Abb. 2.3:	Flächennutzung entlang der Horne von km 2+260 bis km 2+900	8
Abb. 2.4:	Flächennutzung entlang der Horne von km 1+750 bis km 2+260	9
Abb. 2.5:	Flächennutzung entlang der Horne von km 1+400 bis km 1+750	10
Abb. 2.6:	Flächennutzung entlang der Horne von km 0+850 bis km 1+400	11
Abb. 2.7:	Einzugsgebiete der Horne [3]	13
Abb. 2.8:	Grundwassergleichen [4]	15
Abb. 2.9:	Grundwasserflurabstand [4]	16
Abb. 2.10:	Lage der relevanten Grundwassermessstellen für den nördlichen Bereich (km 1+750 – km 3+360) der Horne [3]	17
Abb. 2.11:	Ausschnitte der Hochwassergefahrenkarte und Hochwasserrisikokarte der Horne im Planungsbereich (HQ100) [2]	18
Abb. 2.12:	Verlauf der Horne und Lage des Planungsgebiets	20
Abb. 2.13:	Schnittdarstellung des Wehrs Hornemühle	22
Abb. 2.14:	Längsschnitt der mittleren Sohlage über das gesamte Planungsgebiet	23
Abb. 2.15:	Linienführung eines sandgeprägten Tieflandbaches [11]	27
Abb. 2.16:	Repräsentatives Querprofil eines sandgeprägten Tieflandbaches [11]	27
Abb. 2.17:	Repräsentatives Querprofil eines Tieflandbaches im höchsten ökologischen Potenzial (HÖP) mit (links) und ohne (rechts) Vorland [15]	28
Abb. 2.18:	Linienführung im höchsten ökologischen Potenzial (HÖP) bei Tieflandbächen mit (links) und ohne (rechts) Vorland [15]	28
Abb. 2.19:	Auszug aus der IS BK50 Bodenkarte NRW 1:50.000 [2] im Planungsraum	29
Abb. 3.1:	Maßnahmen der Machbarkeitsstudie [5]	33
Abb. 3.2:	Profilgestaltung bei schmalen Verhältnissen mit naturnaher Sohlsicherung, die mit Sohlsubstrat abgedeckt wird.	36
Abb. 3.3:	Profilgestaltung bei breiten Verhältnissen mit großzügiger, einseitiger Sekundäraue	36
Abb. 3.4:	Prinzipskizze eines Profils im Bereich einer Neutrassierung [Heft 3]	37
Abb. 3.5:	Beispielhafte naturnahe Sohlsicherung durch mit Sohlsubstrat abgedeckte Steinmatratzen	39
Abb. 3.6:	Sohllage vor (blau) und nach (grün) dem Rückbau des Wehrs Hornemühle	40
Abb. 3.7:	Geplante Maßnahmen im Abschnitt 9 (Lageplan 1 – Plan-Nr. 3)	43
Abb. 3.8:	Geplante Maßnahmen im Abschnitt 8 (Lageplan 1 – Plan-Nr. 3)	45
Abb. 3.9:	Geplante Maßnahmen im Abschnitt 7 (Lageplan 2 – Plan-Nr. 4)	46
Abb. 3.10:	Geplante Maßnahmen im Abschnitt 6 (Lageplan 2 – Plan-Nr. 4)	48
Abb. 3.11:	Geplante Maßnahmen im Abschnitt 5 (Lageplan 3 – Plan-Nr. 5)	51
Abb. 3.12:	Geplante Maßnahmen im Abschnitt 4 (Lageplan 4 – Plan-Nr. 6)	52

Abb. 3.13: Geplante Maßnahmen im Abschnitt 4 (Lageplan 3 – Plan-Nr. 5)	53
Abb. 3.14: Geplante Maßnahmen im Abschnitt 3 (Lageplan 4 – Plan-Nr. 6)	55
Abb. 3.15: Geplante Maßnahmen im Abschnitt 2 (Lageplan 6 – Plan-Nr. 8)	56
Abb. 3.16: Geplante Maßnahmen im Abschnitt 6 (Lageplan 6 – Plan-Nr. 8)	58
Abb. 3.17: Pufferraum zwischen km 3+150 und km 3+240	59
Abb. 3.18: Schlafende Böschungfußsicherung im Bereich im Bereich des Stadtsees (km 1+140 – km 1+180)	62
Abb. 3.19: Gehwegführung auf einem auf Stahlträgern gelagerten Podest (km 2+060)	63
Abb. 3.20: Geplante Dammanschüttung am Stadtsee (Detailplan Damm Stadtsee km 1+100 – km 1+380 - Plan-Nr. 35)	63
Abb. 3.21: Betonprofil mit Sohlsubstrat am Wehr Hornemühle	65
Abb. 3.22: Aufbau des Raugerinnes im Längsschnitt	67
Abb. 3.23: Querschnitt der neugeplanten Brücke bei Station 1+910	68
Abb. 3.24: Geplanter Brückenquerschnitt der Brücke 11 an der Feuerwehr (km 2+465)	68
Abb. 3.25: Lageplanausschnitt Brückenrückbau Moormannteich	69
Abb. 3.26: Übergang über die Horne an der Hundewiese	70
Abb. 3.27: Exemplarischer Brückenquerschnitt – Umgestaltung der Sohle unter der Brücke (eingebrachte Sohlsubstratschicht und naturnahe Sicherungsmaßnahme)	71
Abb. 3.28: Wegeaufbau des Gehweges im Querschnitt	72
Abb. 4.1: Verlandeter Innenboden der Goerdeler Straße	76
Abb. 4.2: Sandige Ablagerungen am Gleithang im Bereich des Stadtsees	76
Abb. 4.3: Auftretende Sohlschubspannungen an der Horne bei mittleren Abflussverhältnissen (MQ)	80
Abb. 4.4: Auftretende Sohlschubspannungen an der Horne bei einem 1-jährlichen Hochwasserereignis (HQ ₁)	81
Abb. 4.5: Auftretende Sohlschubspannungen an der Horne bei einem 100 - jährlichen Hochwasserereignis (HQ ₁₀₀)	82
Abb. 7.1: BE-Fläche im südlichen Planungsgebiet	91
Abb. 7.2: BE-Fläche im Bereich des Schwimmbades	92
Abb. 7.3: BE-Fläche im Auenbereich zwischen km 1+850 und km 1+900	92
Abb. 7.4: BE-Fläche im Bereich der Feuerwehrwiese	93
Abb. 7.5: BE-Fläche im Bereich der nördlichen Neutrassierung	93

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 2.1:	Abflussdaten im Planungsgebiet (vergl. Heft 2)	14
Tab. 2.2:	Relevante Grundwassermessstellen	16
Tab. 2.3:	Einleitungen in die Horne im Betrachtungsraum	24
Tab. 2.4:	Kreuzende Straßen- und Wegeverbindungen im Planungsbereich	26
Tab. 3.1:	geplantes Längsgefälle und geplanter Windungsgrad	35
Tab. 3.2:	Bereiche mit Sohlsicherung im Planungsraum	61
Tab. 3.3:	Bemessungswerte des Raugerinnes	66
Tab. 3.4:	Geometrische Kenndaten des Raugerinnes am Wehr Hornemühle	66
Tab. 3.5:	Aufbau des gewässerbegleitenden Weges	71
Tab. 4.1:	Lastfälle für die hydraulischen Berechnungen	74
Tab. 4.2:	Maßgebende Korndurchmesser mit zugehörigen kritischen Sohlschubspannungen	77
Tab. 6.1:	Kilometrierung der Homogenbereiche des Bodenaushubes	87
Tab. 6.2:	Bodenmassenbewegungen nach Bodenart	89
Tab. 6.3:	Auftragsmengen logistisch unterteilt in Bodenart und Homogenbereiche	90

ANLAGENVERZEICHNIS

<u>Anlage 1:</u>	Massenermittlung
<u>Anlage 2:</u>	Kostenberechnung
<u>Anlage 3:</u>	Bauwerksverzeichnis
<u>Anlage 4:</u>	Ergebnisse Altlastenuntersuchung
<u>Anlage 5:</u>	Ergebnisse Kampfmitteluntersuchungen
<u>Anlage 6:</u>	Hydraulische Bemessung der Entlastungen Fürstenhoff / Lohstraße
<u>Anlage 7:</u>	Hydraulische Bemessung des Raugerinnes
<u>Anlage 8:</u>	Entwurfsstatiken
<u>Anlage 9:</u>	Berechnung der kritischen Sohlschubspannung

HEFTVERZEICHNIS

<u>Heft 1:</u>	Technischer Bericht
<u>Heft 2:</u>	Hydraulischer Bericht
<u>Heft 3:</u>	LBP, UVS-VP und Fachgutachten zum Artenschutz
<u>Heft 4:</u>	Bodengutachten

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Horne entspringt südlich der Ortschaft Herbern und fließt zunächst etwa 3 km in westliche Richtung zur Horn-Werner Straße. Anschließend verläuft sie von Nord nach Süd begradigt durch die Stadt Werne bis zur Mündung in die Lippe nahe der Kamener Straße zwischen Werne und Rünthe. Entlang ihres Verlaufs münden die Hustenbecke und der Piepenbach sowie weitere kleinere Nebengewässer in die Horne. Im südlichen Stadtgebiet von Werne durchfließt das Gewässer den Stadtpark, wo es den Stadtsee passiert. Bis 2001 wurde dieser direkt durchflossen, was durch einen Trenndeich verhindert wurde.

Die Nutzung der Horne reicht weit zurück. Sie wurde früher als Waschplatz oder zum Antrieb von Mühlen genutzt. Mit zunehmendem Städtewachstum vergrößerte sich auch der Nutzungsdruck links und rechtsseitig des Gewässers. Im Zuge dessen wurde die Horne im Stadtgebiet weitgehend begradigt und die Ufer sowie die Sohle gesichert. Heute trennt sie, zusammen mit der parallel verlaufenden B54, das Innenstadtbereich von westlichen Wohngebieten (Abb. 1.1).

Die hier vorliegende Gewässerplanung an der Horne ist Teil des Regionale Projektes „Werne neu verknüpft“, welches die Stadt- und Wohngebiete verbinden und zugänglicher gestalten soll. Im Zuge dessen ist die Horne im Stadtbereich vom Südring bis zur Vinzenzstraße naturnah zu gestalten.

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie [13] wurden 2016 die Möglichkeiten einer naturnahen Gestaltung der Horne dargestellt. So wurden Maßnahmenvorschläge erörtert, welche von lokalen Eingriffen, wie der Entfernung von Sohl- und Uferbefestigung, bis hin zu partiellen Neutrassierungen reichen.

Nun soll im Zuge weiterer Planungsschritte die Vorzugsvariante aus der Machbarkeitsstudie weiter entwickelt werden.

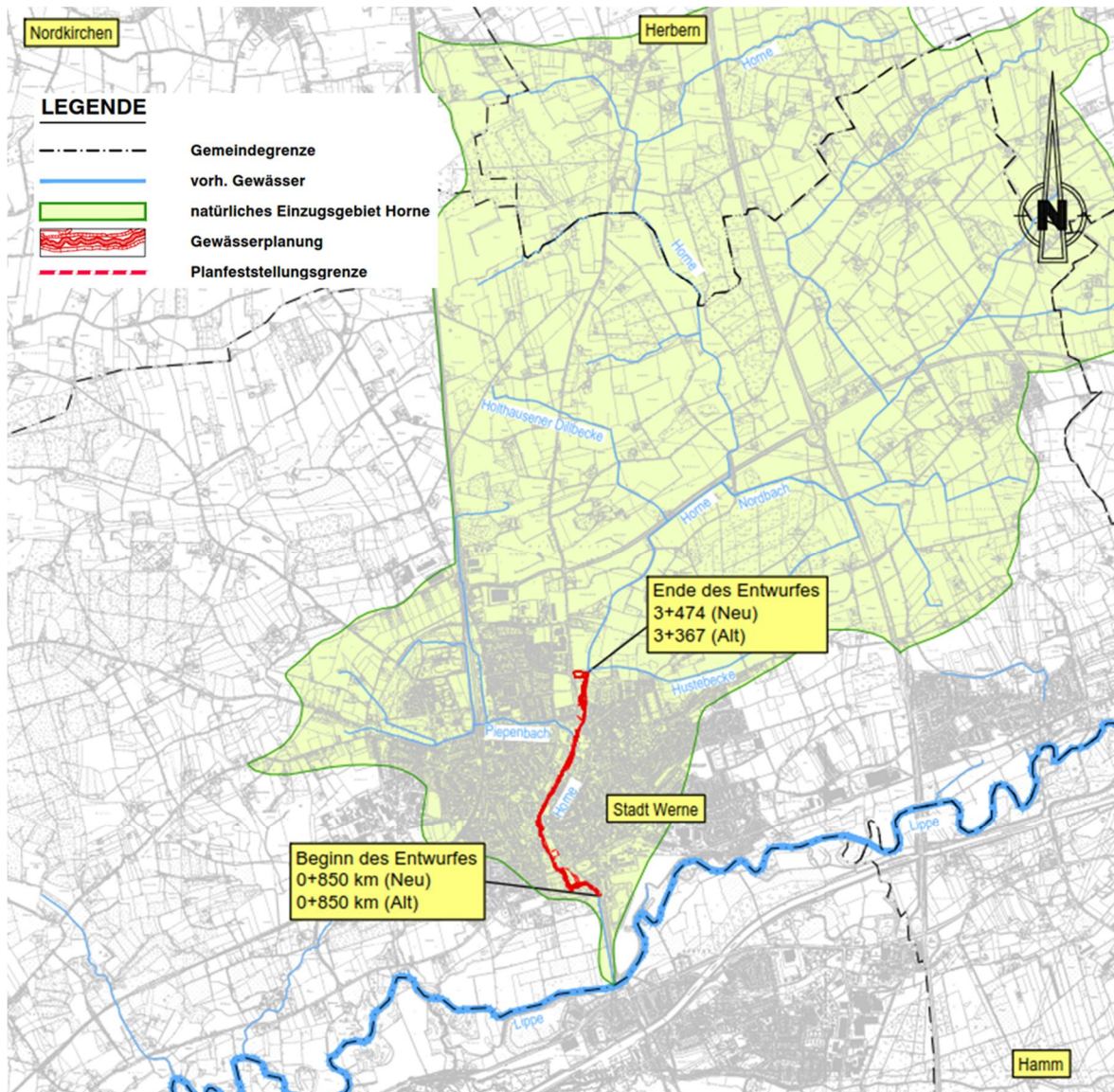


Abb. 1.1: Übersicht Planungsraum

Die Genehmigung der Planung zum Gewässerausbau wird gemäß § 68 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) beantragt. Für die Genehmigung ist ein wasserrechtliches Planfeststellungsverfahren vorgesehen. Der hier vorliegende Genehmigungsentwurf beinhaltet die nach § 68 WHG für die Gewässergestaltung erforderlichen Genehmigungsunterlagen. Die Unterlagen sind dabei nach den zu behandelnden Fachgebieten unterteilt. Im hier vorliegenden Heft 1 werden die wasserwirtschaftlichen Belange behandelt und die Planung beschrieben. Die durchgeführten hydraulischen Berechnungen sind im Heft 2 im Detail erläutert. Im Heft 3 werden die landschaftspflegerischen und artenschutzrechtlichen Aspekte dargestellt und Heft 4 widmet sich den Ergebnissen des Bodengutachtens.

Die Vorprüfung zur Umweltverträglichkeit des angestrebten Vorhabens „Ökologische Umgestaltung der Horne im Stadtgebiet Werne“ wurde den Genehmigungsbehörden im Voraus vorgelegt.

2. Planerisches Umfeld

2.1. Beschreibung des Planungsraums

Im Planungsgebiet fließt die Horne über große Teile von Norden nach Süden durch die Stadt Werne parallel zur B54. Abb. 2.1 zeigt die Abgrenzungen entlang des Planungsgebiets. Die nördliche Planungsgebietsgrenze bildet ein Feldweg als Verlängerung der Vinzenzstraße. Im weiteren Verlauf wird der Planungsraum bis zur Kurt-Schumacher Straße im Westen von der B54 begrenzt. Östlich grenzt städtische Bebauung mit Wohn-, Verwaltungs- und Einkaufsgebäuden das Planungsgebiet ein. Zwischen den Begrenzungen fließt die Horne im Norden bis zur Goerdeler Straße durch ein Waldstück. Anschließend begleitet sie ein schmaler Grünstreifen bis hin zur Kurt-Schumacher Straße.

Südlich der Kurt-Schumacher begrenzen das Solebad im Westen sowie ein großer Parkplatz im Osten das Planungsgebiet bis zum Salinenpark. Südlich des Salinenparks verläuft der Planungsraum zwischen dem Deich zum Stadtsee im Westen und dem Friedhof Werne. Südlich des Stadtsees verläuft der Planungsraum östlich der Freilichtbühne bis zum Südring als südliche Begrenzung, bzw. der Elsa-Brandström-Straße als östliche Planungsgrenze (vergl. Abb. 2.1).

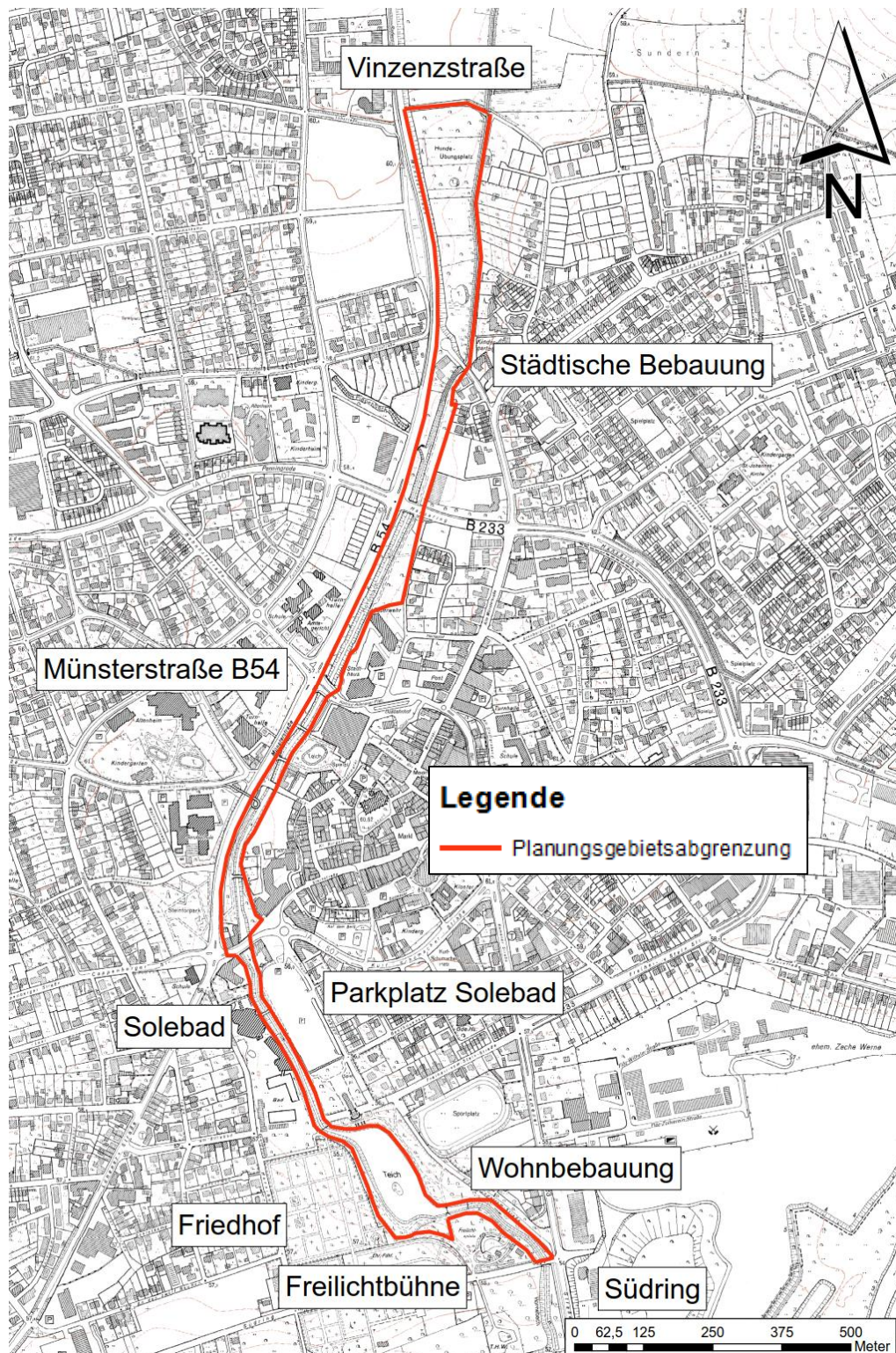


Abb. 2.1: Planungsgebietsabgrenzungen der Horne (Planungsgebiet ist rot umrandet)

2.2. Planerische Vorhaben / Planung Dritter

Die naturnahe Gestaltung der Horne findet im Zuge des Regional-Projektes „Werne neu verknüpft“ statt, welches in verschiedene Themenbereiche gegliedert ist. Neben dem Gewässerbaustein, in dem die vorliegende Planung zur naturnahen Gestaltung der Horne eingegliedert ist, werden innerhalb des Projektes die Themen Städtebau, Verkehr und Energie betrachtet.

2.2.1. Städtebau

Der Projektbaustein Städtebau sieht eine Neugestaltung des Bereiches um den Moormannplatz vor. Die Parkanlage rund um den Teich wird neu gestaltet. Die Horne wird durch das Anlegen einer Uferpromenade erlebbar gemacht. Die Gestaltung soll einem Ideenwettbewerb entspringen und ist nicht Bestandteil der hier vorgestellten Planung. Weiterhin sollen die westlichen Wohngebiete besser an die Innenstadt angebunden werden. Die B54 soll verkehrsberuhigter und zugänglicher für Fußgänger und Radfahrer gestaltet werden (vergl. Kapitel 2.2.2).

2.2.2. Verkehr

Die B54 wird über eine Umgehungsstraße entlastet, sodass besonders Güterverkehr in Zukunft nicht mehr durch den Stadtbereich geleitet wird. Im Zuge dessen werden die B54 und anliegende Verkehrsbereiche fahrradfreundlich und barrierefrei nach RAST [14] und H BVA [8] gestaltet. Zur Erleichterung der Kreuzung der B54 werden vier Kreisverkehrsplätze inklusive einer neuen Anbindung zum Becklohhof geschaffen. Am Schulzentrum werden neue Haltestellen für den öffentlichen Nahverkehr geschaffen, was keinen Einfluss auf die Gewässerplanung hat.

Entlang der naturnah gestalteten Horne wird ein gewässerbegleitender Fuß- und Radweg geplant. Dieser wird ebenfalls barrierefrei nach RAST [14] und H BVA [8] gestaltet. Im Bereich des Stadtsees verläuft der geplante Weg über den Damm, der die Horne vom Stadtsee trennt. Im weiteren Verlauf wird der Fußweg zum Teil neu geplant. An anderer Stelle bleibt der Bestandsweg erhalten und wird an die neugeplante Wegeverbindung angeschlossen.

Der Weg wird optimal an die neugestalteten Kreisverkehre angeschlossen, sodass eine durchgehende Führung entlang des östlichen Horneufers entsteht.

Durch den neugeplanten Wegeverlauf kann eine Fußgängerbrücke über die Horne im Bereich des Moormannteiches entfallen (vergl. Lageplan 3, Plan-Nr. 5). Diese wird im Zuge der naturnahen Fließgewässergestaltung rückgebaut. Hierfür wird im Bereich der Feuerwehr eine neue Brücke geplant. Diese dient den

Feuerwehrleuten zum zeitgemäßen Erreichen der Wache im Einsatzfall. Die Brücke überspannt das gesamte Gewässer, sodass kein Einschnitt in den Fließquerschnitt auftritt.

2.2.3. Energie

Der Projektbaustein „Energie“ sieht die Errichtung eines Nahwärmenetzes im Innenstadtbereich sowie der westlichen Seite der Münsterstraße vor. Zum Zeitpunkt der Planung liegen hierfür noch keine Förderzüge vor.

Der Projektbaustein „Energie“ hat keinen Einfluss auf die Gewässerplanung.

2.2.4. Neue Einleitungen in die Horne

Zum Zeitpunkt der Planung findet eine Umgestaltung des Solebades Werne statt. Im Zuge dessen werden zwei neue Einleitungen geplant. Die zukünftigen Einleitungen werden in der Gewässerplanung berücksichtigt.

Eine weitere neugeplante Einleitung befindet sich im Norden des Planungsgebiets. Hier stehen Planungen für das neue Neubaugeit „Fürstenhof“ an. Niederschlag aus dem Neubaugebiet soll zukünftig in die Horne eingeleitet werden. Um die hierfür benötigten Drosselmengen einzuhalten wird in der Planung ein naturnaher Pufferraum im Bereich der Gewässerauen geplant. Die Genehmigung hierfür bedarf eines gesonderten Antrags.

2.3. **Nutzungen**

2.3.1. Flächennutzung

Im Folgenden werden die Flächennutzungen entlang des betrachteten Gewässerabschnitts erläutert. Richtungsangaben (links und rechts) beziehen sich grundsätzlich auf die Fließrichtung. Die Stationierungsangaben beziehen sich auf die amtliche Gewässerstationierung GSK3C. Auf der rechten Seite der Horne verläuft über ca. 1,7 km die Münsterstraße in einem Abstand von ca. 12 m bis maximal 40 m. Auf der linken Seite schließt in wechselndem Abstand die Städtische Bebauung an.

Das Planungsgebiet beginnt bei km 3+360 an der Gewässerüberquerung der Vinzenzstraße. Die Flächen im ersten Abschnitt sind am rechten Ufer bis zur Goerdeler Straße bewaldet (vergl. Abb. 2.2). Bei km 3+300 liegt ein Hundeübungsplatz. Linksseitig der Horne schließen von km 3+250 bis km 2+900 Wohn- und Gartenflächen an (vergl. Abb. 2.2).

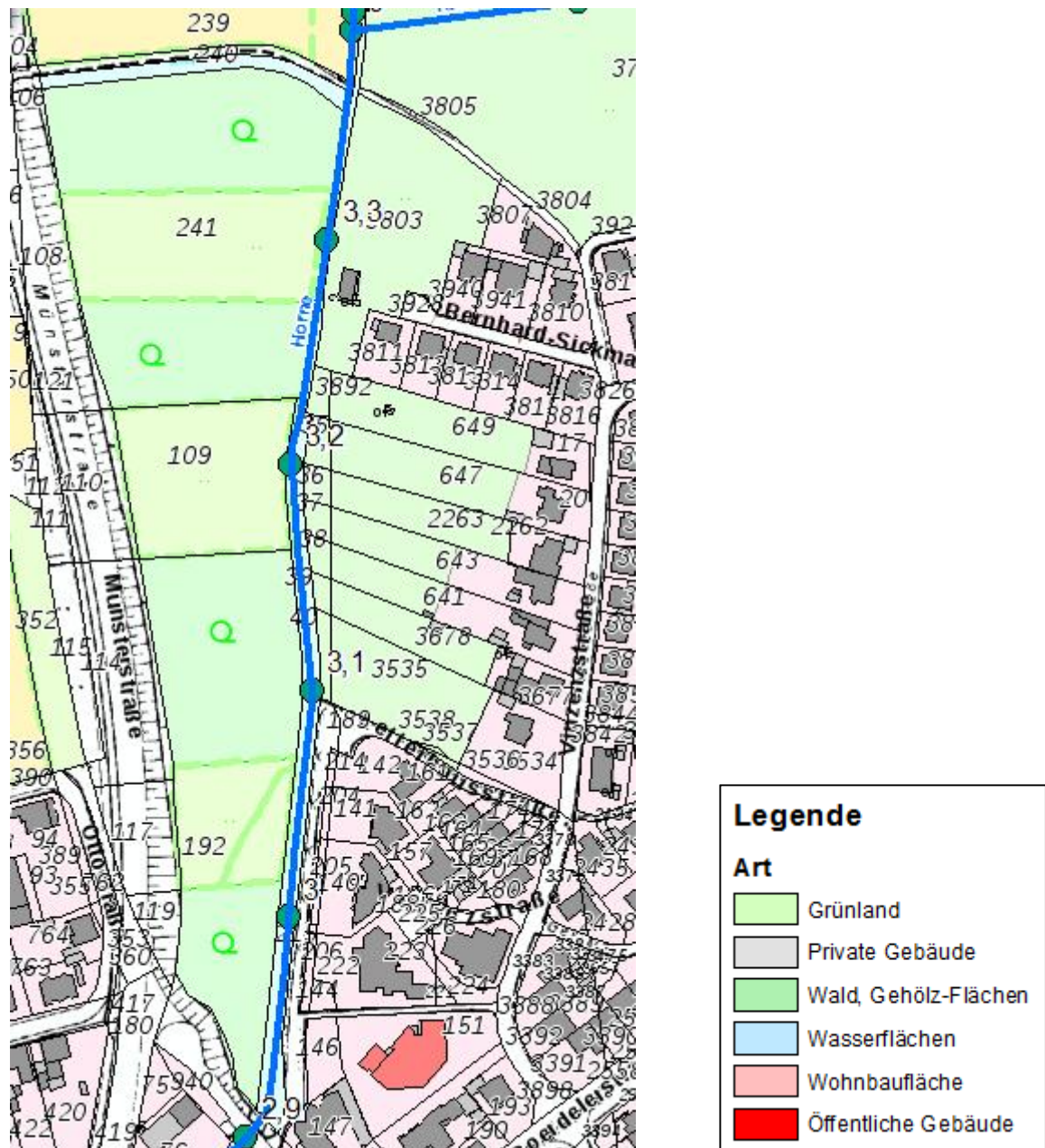


Abb. 2.2: Flächennutzung an der Horne von km 2+900 bis km 3+360

Im weiteren Verlauf fließt die Horne zwischen km 2+260 und km 2+900 durch einen schmal angelegten Park mit einem gewässerbegleitenden Fußweg auf der linken Gewässerseite. Auf Höhe von km 2+700 mündet der Piepenbach in die Horne (vergl. Abb. 2.3). Zwischen km 2+460 und km 2+600 befindet sich linksseitig eine Aufweitung der Parkanlage (Feuerwehrplatz).

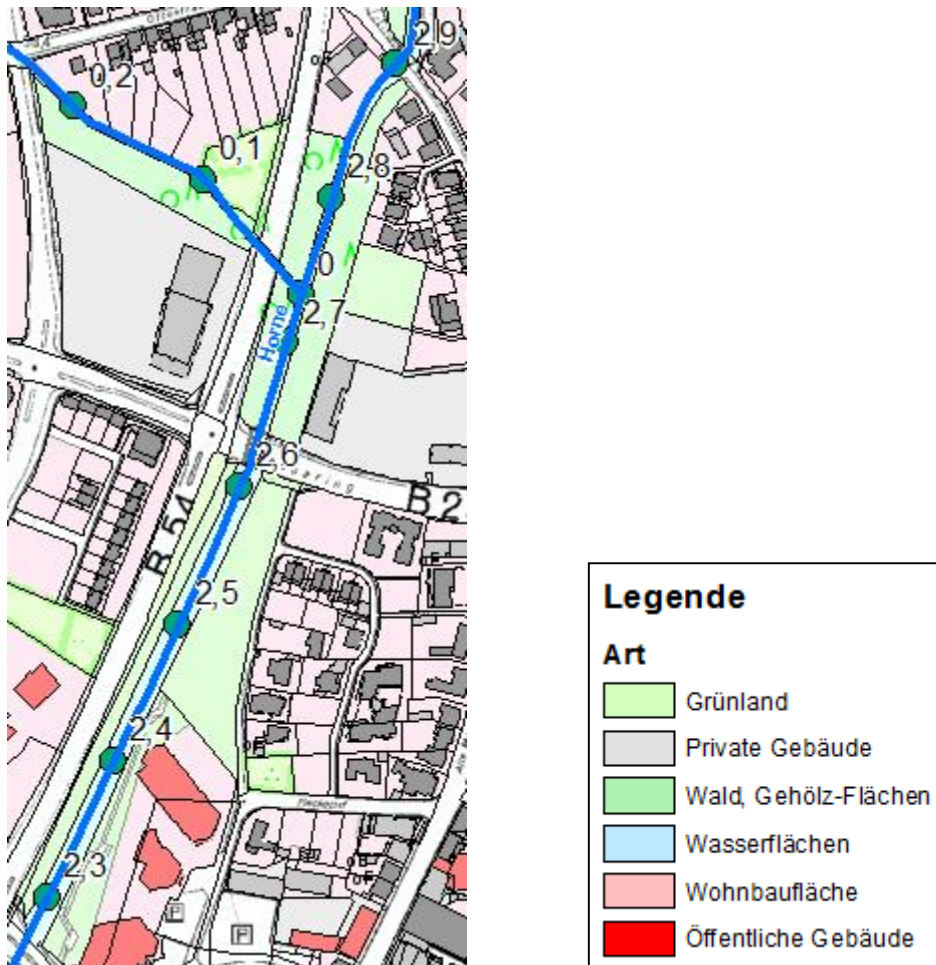


Abb. 2.3: Flächennutzung entlang der Horne von km 2+260 bis km 2+900

Nach der Kreuzung des Konrad-Adenauer-Platzes bei km 2+250 sind die gewässerbegleitenden Flächen bis km 1+750 rechtsseitig von der Münsterstraße und linksseitig von Wohn- und Geschäftsbebauung geprägt (vergl. Abb. 2.4). Bei km 2+100 bis km 2+180 schließt der Moormannteich mit einem umliegenden kleinen Park auf der linken Seite der Horne an.

Entlang des Gewässers verläuft rechtsseitig ein schmaler Grünstreifen mit einem Fußweg, welcher bei km 1+880 die Horne mit einer Holzbrücke kreuzt. Unterhalb der Brücke bis km 1+750 weitet sich der Grünstreifen linksseitig etwas auf (Schwanenplatz).

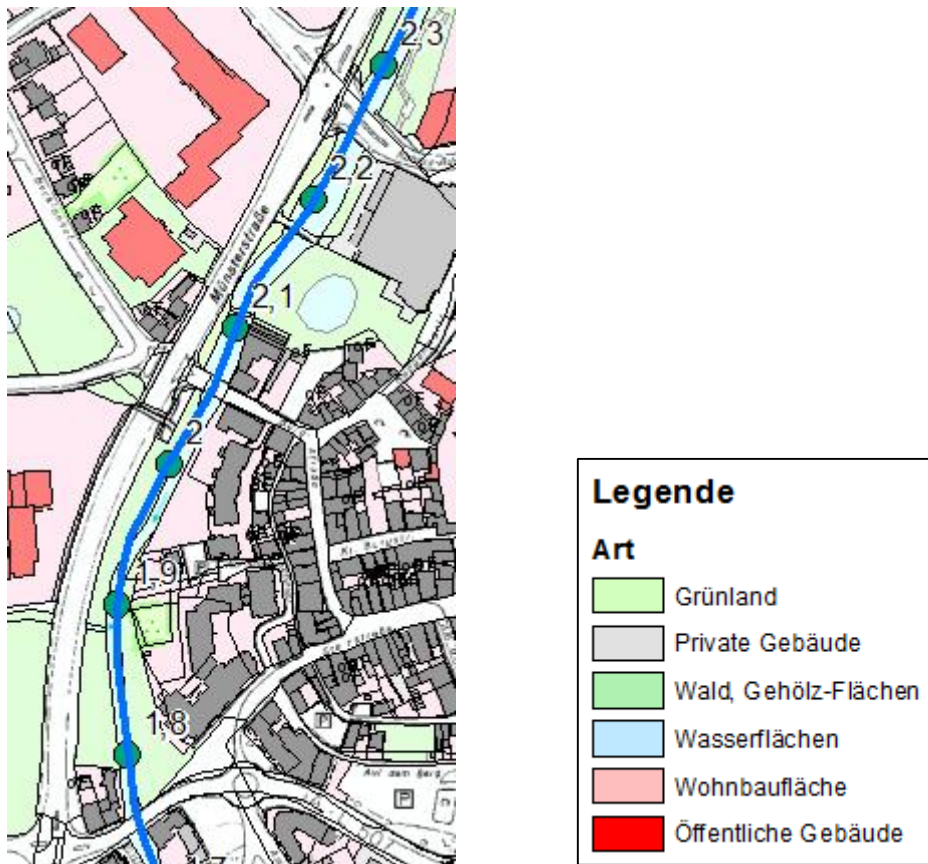


Abb. 2.4: Flächennutzung entlang der Horne von km 1+750 bis km 2+260

Bei km 1+750 überquert die Kurt-Schumacher-Straße die Horne. Unterhalb der Brücke schließen rechts Flächen des Solebades an (vergl. Abb. 2.5). Auf der linken Seite liegt von km 1+500 bis km 1+750 ein Parkplatz. Im weiteren Verlauf ist die rechte Uferseite bis km 1+400 durch Grünflächen einer Parkanlage (Gradierwerk) geprägt.

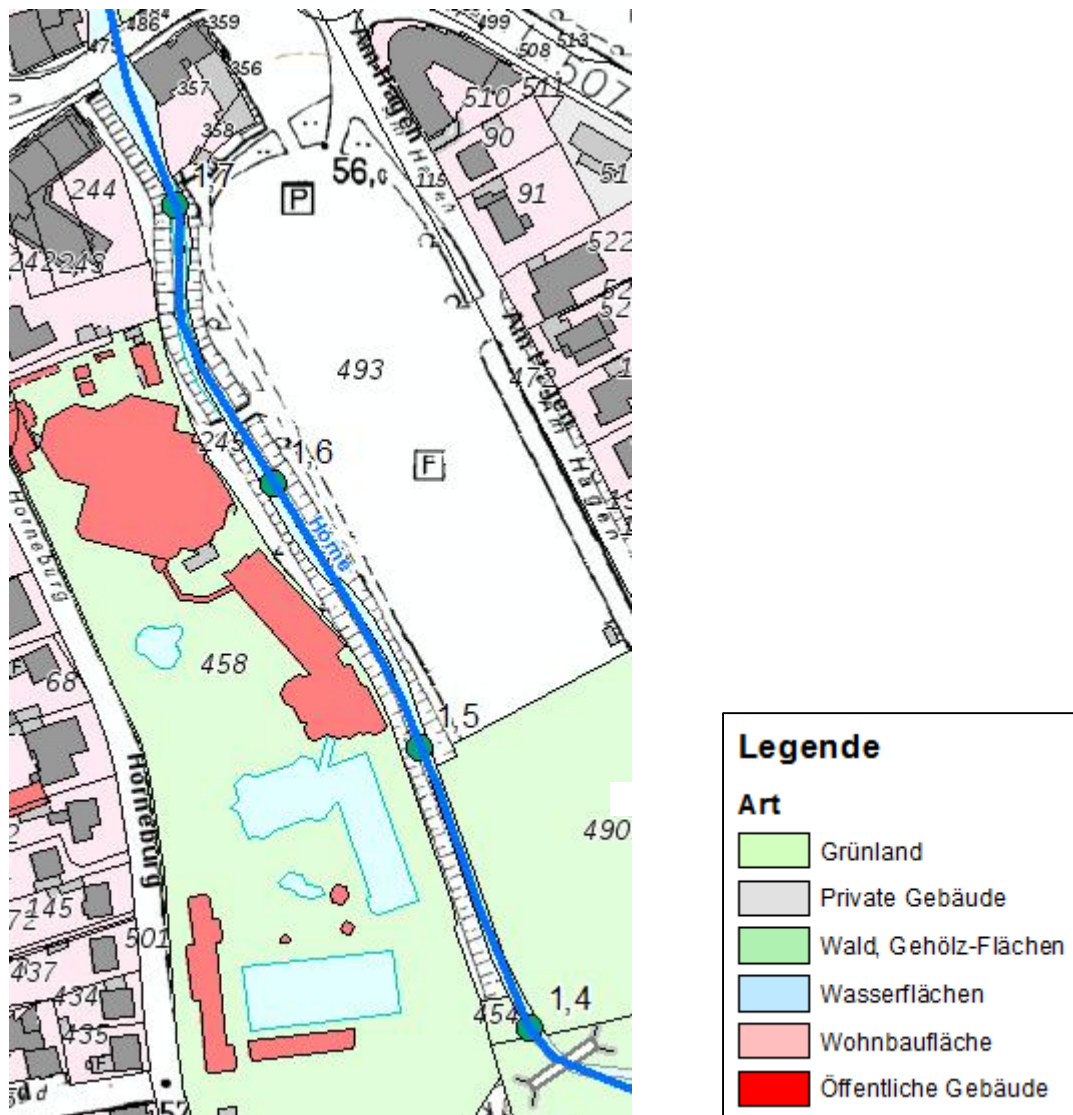


Abb. 2.5: Flächennutzung entlang der Horne von km 1+400 bis km 1+750

Im südlichsten Abschnitt des Betrachtungsraums von km 0+850 bis km 1+400 fließt die Horne durch eine Freizeit- und Erholungsfläche (vergl. Abb. 2.6). Bei km 0+900 liegt eine Freilichtbühne nahe des rechten Ufers. Von km 1+100 bis km 1+350 fließt die Horne um den Stadtsee, welcher sich auf der linken Seite befindet. Auf der rechten Seite erstreckt sich ein Friedhof, welcher deutlich höher liegt als die Horne.

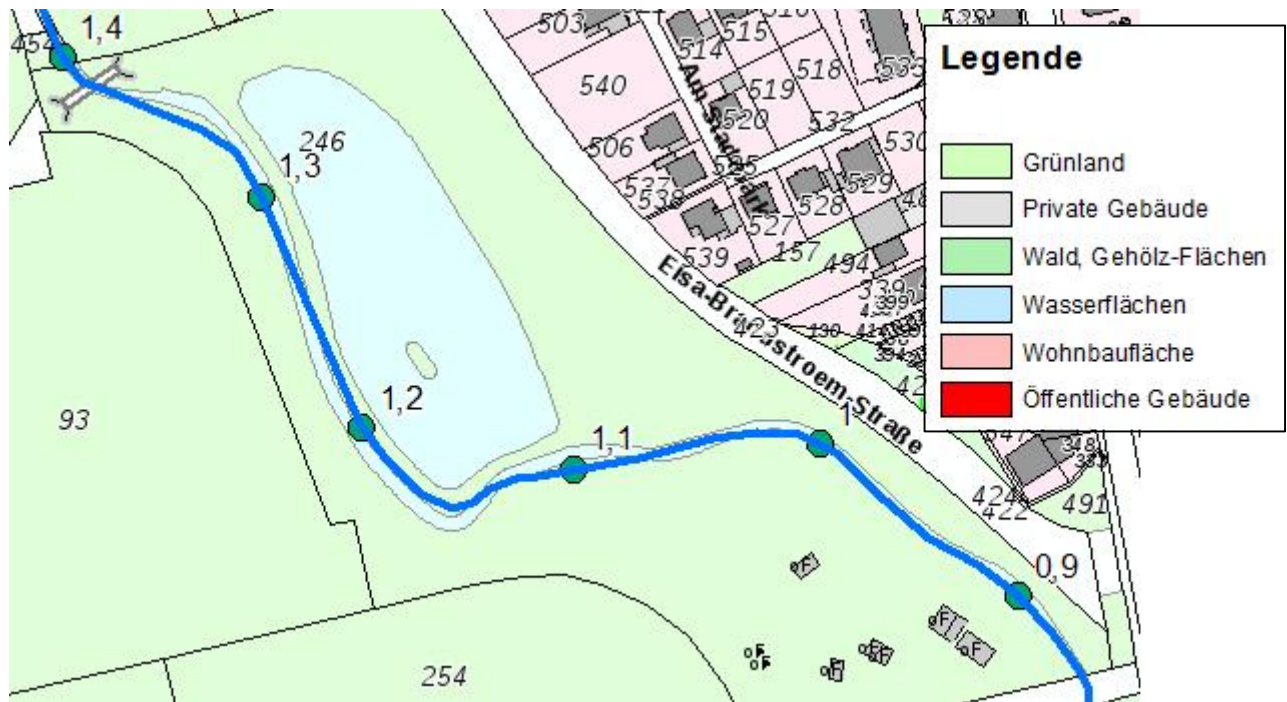


Abb. 2.6: Flächennutzung entlang der Horne von km 0+850 bis km 1+400

Zwischen km 1+100 und km 0+850 liegt die Freilichtbühne in Fließrichtung rechts. In Fließrichtung links steht eine Allee an, hinter der Wohnbebauung anschließt.

2.3.2. Landschaftsplanung / Schutzgebiete

Im Planungsgebiet liegen keine FFH-Gebiete, Vogelschutzgebiete oder Naturschutzgebiete vor.

Im nördlichen Planungsraum liegt der Entwicklungsraum 1.1.8, bzw. das Landschaftsschutzgebiet L6. Hier gilt nach Abschnitt C 1.2.1 des Landschaftsplan Nr. 2 Raum Werne-Bergkamen / Kreis Unna ein Verbot „Gewässer, einschließlich Teichanlagen oder deren Ufer herzustellen, zu beseitigen oder ihre Gestalt, einschließlich Gewässerbettes, zu verändern“. Maßnahmen der Gewässerunterhaltung sind dabei explizit nicht erfasst. Weitere Informationen hierzu können Heft 3 entnommen werden.

2.3.3. Kulturdenkmäler

Die Horne wird bei km 2+900 von einer historischen Brücke an der Goerdeler Straße gekreuzt. Diese ist denkmalgeschützt und bleibt erhalten. Weiter unterhalb bei km 2+500 führt die Burgstraße zur Münster-

straße. Hier steht nahe des Horneufers eine Holzfigur des heiligen Nepomuks. Diese bleibt ebenfalls erhalten. In einem Abstand von ca. 40 m zur Horne bei km 1+670 steht eine denkmalgeschützte Villa (Hornburg 1). Die Villa wird von der Planung nicht beeinträchtigt.

2.3.4. Versorger- und Entsorgerleitungen

Entlang der Horne verlaufen zahlreiche Ver- und Entsorgerleitungen unterschiedlicher Betreiber. Diese sind mit Angaben zur Lage im Bauwerksverzeichnis in Anlage 3 aufgelistet sowie in den Lageplänen Plan-Nr. 3 bis Plan-Nr. 8 dargestellt. Einleitungen in die Horne sind in Kapitel 2.5.3 beschrieben.

In der Planung werden einige Einleitungen an neugestaltete Böschungen angepasst sowie Versorgerleitungen gedükert. Die davon betroffenen Einleitungen und Versorgerleitungen sind in den Lageplänen Plan-Nr. 3 bis Plan-Nr. 8 dargestellt.

Eine detaillierte Abstimmung des weiteren Vorgehens mit den Betreibern wird im Zuge der weiteren Planungsschritte vorgenommen.

2.4. **Wasserwirtschaftliche Grundlagen**

2.4.1. Einzugsgebiete

Das Untersuchungsgebiet gehört zum Teileinzugsgebiet der Lippe. Es ist maßgeblich landwirtschaftlich geprägt bzw. im Stadtgebiet zu großen Teilen versiegelt. Der natürliche Abfluss ist entsprechend anthropogen überprägt.

Das Einzugsgebiet der gesamten Horne wurde im Rahmen der hydraulischen Betrachtungen ermittelt (Heft 2) und beträgt bis zur Mündung 43,26 km² (Abb. 2.7). Das Einzugsgebiet bis zum Ende des Planungsabschnitts ist 42,18 km² groß.

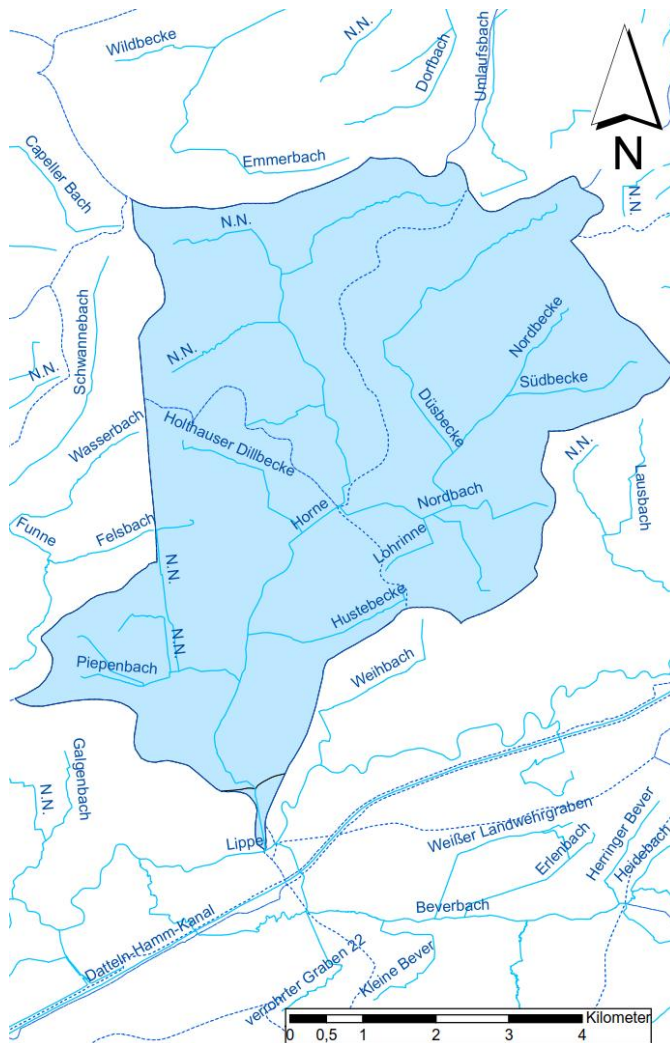


Abb. 2.7: Einzugsgebiete der Horne [3]

2.4.2. Niederschlags- und Abflussdaten

Im Zuge der Gewässerplanung wurden Niederschlags- und Einzugsgebietsdaten mit Hilfe eines hydrologischen Modells ausgewertet und die sich daraus ergebenden Abflüsse im Gewässerprofil hydraulisch, mit Blick auf Wasserstands-Abfluss-Beziehungen, berechnet (vergl. Heft 2). Die Niedrig- und Mittelwasserabflüsse sowie der 1-jährliche Hochwasserabfluss wurden anhand von Schmutzfrachtberechnungen und Messungen an der Kläranlage kalibriert. Zur Kalibrierung des 100-jährlichen Hochwasserabflusses wurden Beobachtungen und Messungen des Hochwasserereignisses von 1998 herangezogen. Die detaillierte hydrologische Betrachtung ist Heft 2 zu entnehmen. Die daraus ermittelten Abflüsse ergeben sich, wie in Tab. 2.1 aufgezeigt, zu:

Tab. 2.1: Abflussdaten im Planungsgebiet (vergl. Heft 2)

Abflussereignis	Abfluss [m³/s]
Q ₃₀	0,16
MQ	0,68
Q ₃₃₀	1,34
HQ ₁	12,68
HQ ₁₀₀	40,04

2.4.3. Grundwasserverhältnisse

Der Planungsraum liegt im Bereich des Grundwasserkörpers „Niederung der Lippe und der Ahse“. Für den südlichen Planungsbereich (km 0+850 – km 1+750) liegen Grundwassergleichen des Lippeverbandes vor (vergl. Abb. 2.8).



Abb. 2.8: Grundwassergleichen [4]

Weiterhin liegen flächige Grundwasserflurabstände des Lippeverbandes vor, die im Sohlbereich der Horne eine klare Anbindung an den Grundwasserleiter zeigen (vergl. Abb. 2.9). Das Grundwasser reicht weitgehend bis zur Gewässersohle heran, sodass der Grundwasserspiegel im Uferböschungsbereich vom Wasserstand im Gewässer beeinflusst wird. Mit zunehmender Entfernung vom Gewässer steigt der Grundwasserflurabstand bis auf 3,5 – 5 m an. Die absoluten Grundwasserspiegelhöhen nehmen zur Horne hin ab (vergl. Abb. 2.8). Das Grundwasser fließt der Horne zu.

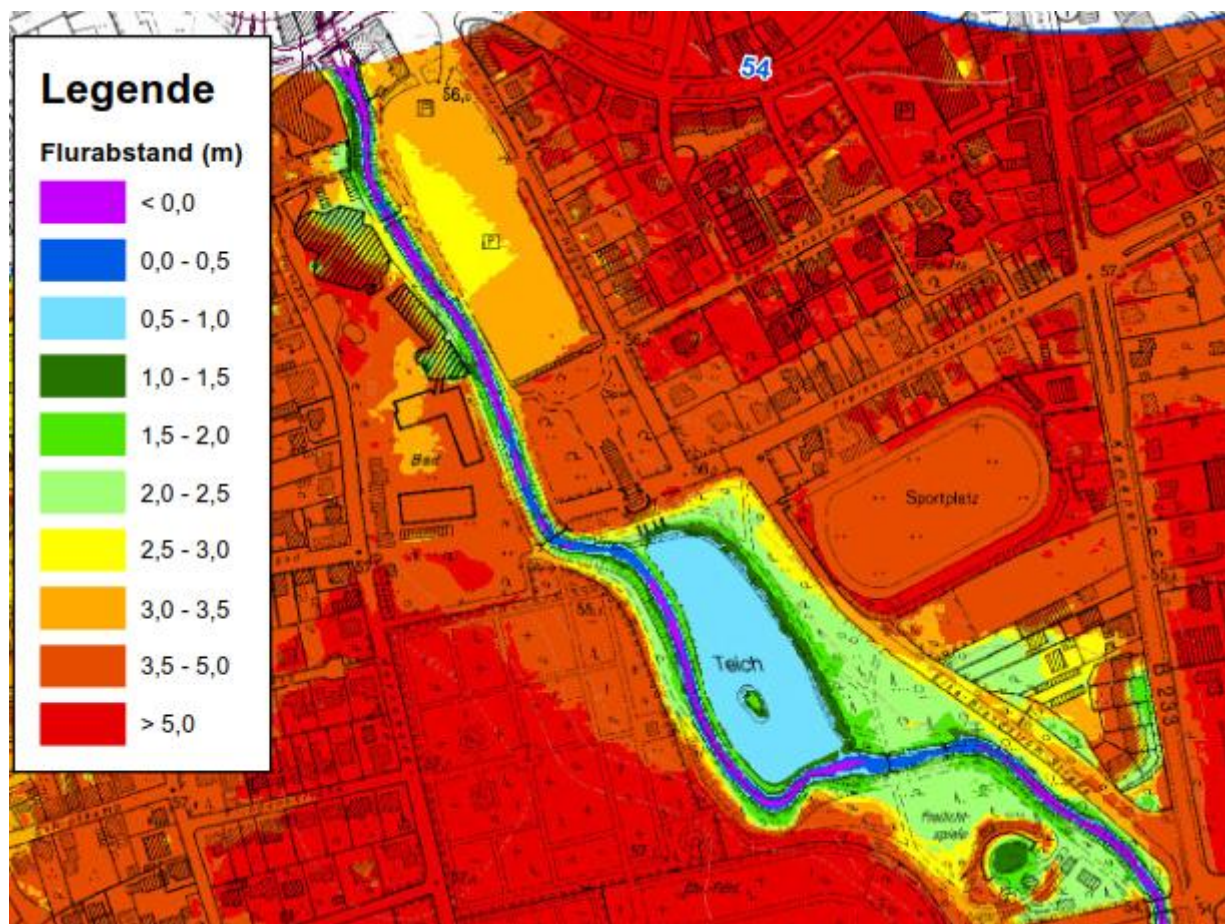


Abb. 2.9: Grundwasserflurabstand [4]

Für den nördlichen Bereich (km 1+750 – 3+360) sind 3 Grundwassermessstellen im weitläufigen Umfeld der Hone relevant, welche jedoch alle nicht mehr bestehen (vergl. Abb. 2.10). Datenaufzeichnungen sind jedoch vorhanden und in Tab. 2.2 aufgeführt.

Tab. 2.2: Relevante Grundwassermessstellen

LGD-Nummer	Niedrigster Wasserstand [mNHN]	Durchschn. Wasserstand [mNHN]	Höchster Wasserstand [mNHN]	Abstand zur Achse (Bestand) [m]	Projizierte Sohlhöhe [mNN]	Geländehöhe [mNN]
091311238	60,71	62,01	62,64	~ 1.250	53,9	62,99
091311070	57,97	59,47	60,72	~ 480	54,3	61,46
091312050	70,02	71,53	72,36	~ 2.040	55,6	72,86

Die aufgeführten Messwerte weisen einen geringen Grundwasserflurabstand von 0,35 m bis 3,49 m im umliegenden Gelände auf. Der nördliche Bereich des Planungsgebiets ist, wie der südliche Teil, stark grundwasser geprägt.



Abb. 2.10: Lage der relevanten Grundwassermessstellen für den nördlichen Bereich (km 1+750 – km 3+360) der Horne [3]

2.4.4. Überschwemmungsgebiete

Die Bezirksregierung Arnsberg hat u.a. für das Planungsgebiet Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten erstellt. Die ausgewiesenen Überschwemmungsgebiete können den Karten in Abb. 2.11 entnommen werden.

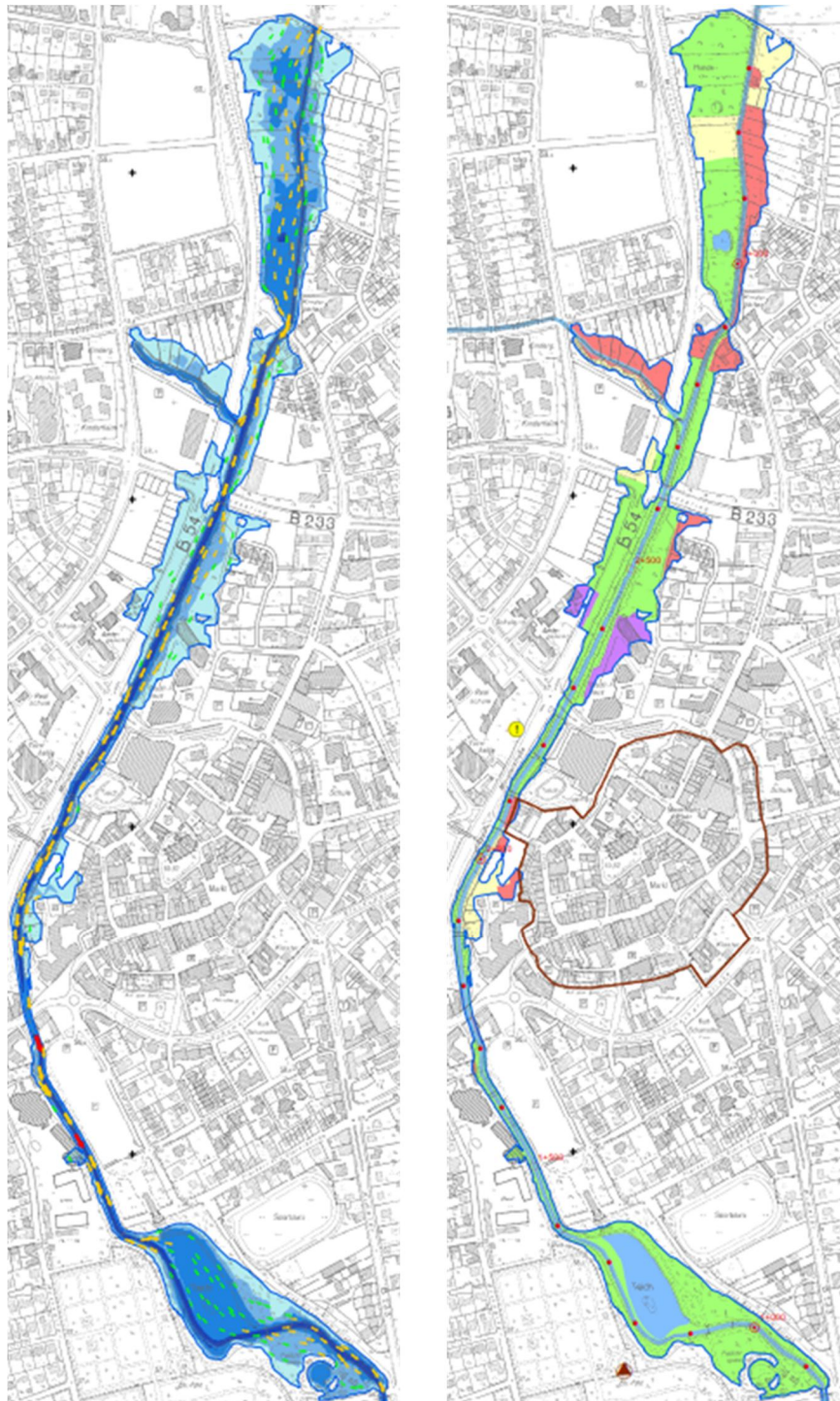


Abb. 2.11: Ausschnitte der Hochwassergefahrenkarte und Hochwasserrisikokarte der Horne im Planungsbereich (HQ100) [2]

Gemäß der Überschwemmungskarte der Bezirksregierung Arnsberg treten bei einem 100-jährlichen Hochwasserereignis lokal Ausuferungen auf. Diese begrenzen sich hauptsächlich auf das nördliche Waldgebiet sowie gewässerbegleitende Parkflächen.

Vereinzelte sind private Flächen betroffen. Die Feuerwehr sowie die Turnhalle der Volkshochschule Werne liegen teilweise im Überschwemmungsgebiet.

Mit der Planung darf die bestehende Überflutungssituation nicht verschlechtert werden.

2.4.5. Abflusstiefe Ist-Zustand

Die Niederschlags-Abflussverhältnisse wurden für die Horne, wie in Kapitel 2.4.2 erläutert, ermittelt und als Inputgrößen für eine hydraulische Modellierung der Wasserstands-Abflussverhältnisse verwendet. Hierfür wurde ein hydraulisches 1D-Modell aufgestellt. Grundlage für die abgebildete Gewässergeometrie lieferten Vermessungen vom Lippeverband für den südlichen Bereich (km 0+000 – km 1+750) sowie Vermessungen im Auftrag der Stadt Werne für den nördlichen Bereich (km 1+750 – km 3+360). Auf den Modellaufbau und die Ergebnisse wird detailliert in Heft 2 eingegangen.

2.5. **Wasserbauliche Gegebenheiten**

Entlang ihres Verlaufs münden einige Gewässer und Einleitungen in die Horne ein. Zusätzlich wird sie durch einige Brückenbauwerke gequert. Nachfolgend wird detailliert auf die wasserbauliche Situation entlang der Horne eingegangen. Angegebene Stationierungen beziehen sich auf die amtliche Gewässerstationierung GSK 3c.

2.5.1. Der Hornebach

Die Horne entspringt südlich von Herbern nahe der Horn-Bockumer Straße und fließt zunächst in Richtung Westen bis zur B54 (vergl. Abb. 2.12). Anschließend schwenkt der Verlauf nach Süden und quert die Nordlippestraße. Unterhalb der Querung mündet der Nordbach in die Horne (km 5+730). Von der Mündung des Nordbaches fließt das Gewässer in süd-westliche Richtung bis zum Eintritt in das Planungsgebiet an der Vinzenzstraße (km 3+350). Bis zum Planungsgebiet ist das Gewässerumfeld der Horne stark landwirtschaftlich geprägt.

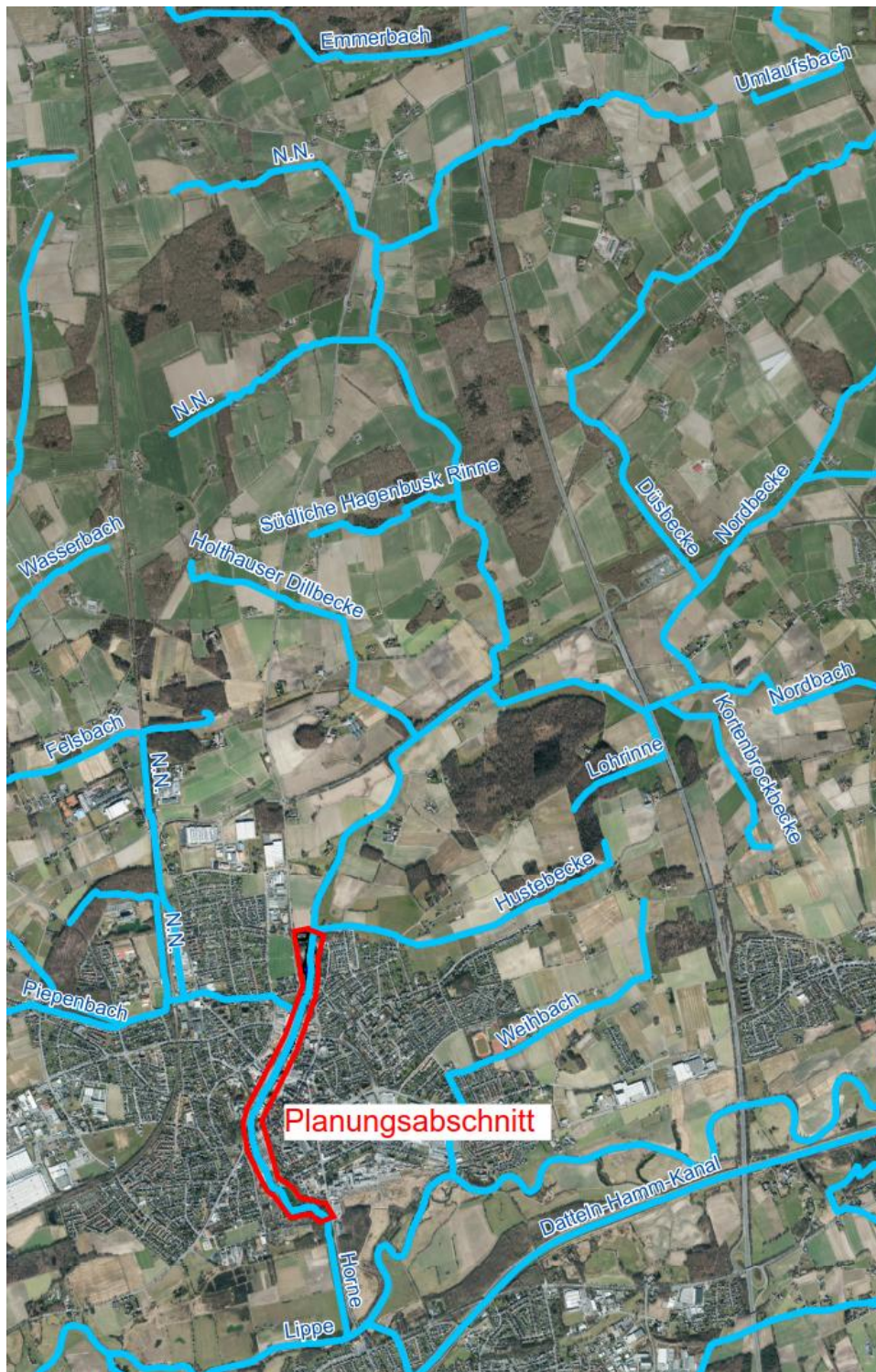


Abb. 2.12: Verlauf der Horne und Lage des Planungsgebiets

Durch das Planungsgebiet fließt das Gewässer von Norden nach Süden. Bis zur Goerdeler Straße (km 2+750) ist das Umfeld am westlichen Ufer durch Bewaldung geprägt. Östlich schließen private Gartenflächen an. Im weiteren Verlauf ist die Horne bis zum Stadtsee (km 1+400) aufgrund von Nutzungsdruck durch Siedlungsbebauung begradigt und die Sohle sowie die Ufer sind gesichert. Im weiteren Verlauf begrenzen ein Damm zum Stadtsee und die Parknutzung die Gewässerentwicklung. Auch hier ist die Sohle weitgehend durch Wasserbausteine gesichert. Südlich des Stadtsees ist das Ufer im Osten von einer Allee mit anschließender Wohnbebauung geprägt. Westlich der Horne befindet sich zwischen dem Stadtsee und dem Südring (km 0+850) ein Freilichttheater. Die Brücke des Südrings über die Horne stellt das südliche Ende des Planungsgebiets dar (vergl. Abb. 2.12). Das Gewässer ist von der Goerdeler Straße bis zur Lippermündung als HMWB ausgewiesen.

Insgesamt verläuft die Horne in einem monotonen, häufig tief ins Gelände eingeschnittenen Profil. Die Sohle und die Ufer sind über weite Strecken verbaut. Die Horne weist große morphologische und ökologische Defizite auf.

Das Gewässer weist im nördlichen Planungsbereich (Vinzenzstraße bis Goerdeler Straße) wechselnde Gefälleverhältnisse zwischen Bereichen mit bis zu 10 ‰ und Bereichen mit Gegengefälle auf. Ein Übersichtslängsschnitt kann Abb. 2.14 entnommen werden. Das Gewässerprofil verläuft geradlinig mit einer weitgehend, mit Wasserbausteinen gesicherten, 3 bis 5 m breiten Sohle auf.

Unterhalb der Goerdeler Straße schließt ein ebenfalls mit Wasserbausteinen gesichertes, steiles Stück mit bis zu 22 ‰ an, was sich bis kurz hinter der Mündung des Piepenbaches km 2+734 hinzieht. Die Gewässerbreite bleibt weitgehend konstant bei 3 - 5 m.

Im weiteren Verlauf verläuft die Horne bis zum Wehr-Hornemühle an der Kurt-Schumacher-Straße sehr flach und teilweise im Gegengefälle. Die Sohle wird durch einige Quer- und Brückenbauwerke sowie eine weitreichende Sohlsicherung mit Wasserbausteinen fixiert. Dabei weist sie ein Gefälle von 0 – 6 ‰ auf.

Das Wehr Hornemühle weist einen Betonsockel auf, der am oberen Ende ca. 1 m über die Sohle hinausragt. Dieser staut das Wasser weit zurück, sodass die Fließprozesse bei kleinen Abflussereignissen fast zum Stillstand kommen. Anschließend an das Wehr befindet sich ein ca. 2 m tiefer Absturz mit einem ausgeprägten Kolk. Der Betonsockel verläuft über eine Sohlbreite von etwa 8,5 m. Das Wehr ist ein großes Hindernis der Durchgängigkeit für aquatische Lebewesen und führt zu einem großen ökologischen Defizit. Eine Darstellung des Wehrs Hornemühle kann Abb. 2.13 entnommen werden.

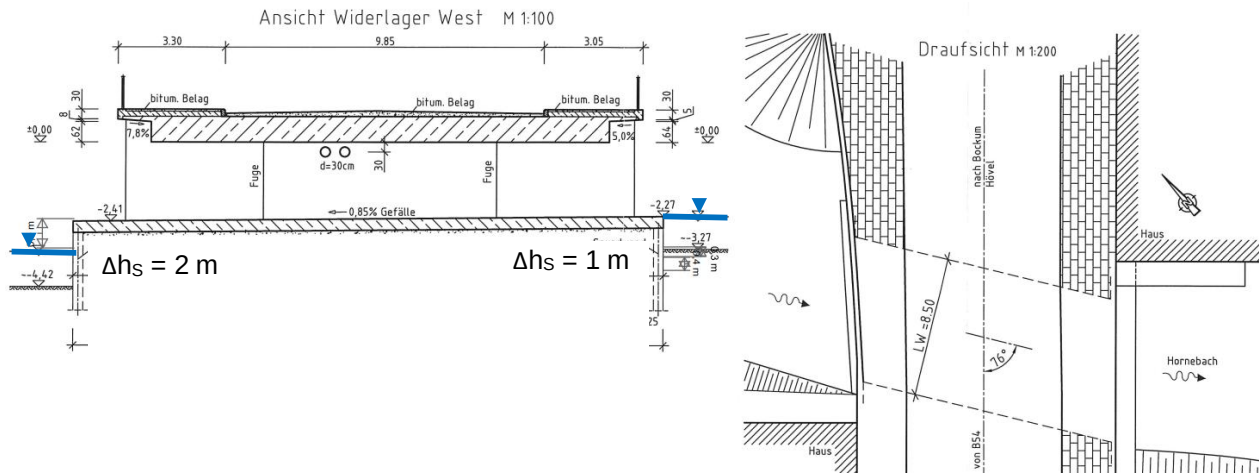


Abb. 2.13: Schnittdarstellung des Wehrs Hornemühle

Der anschließende Gewässerverlauf entlang des Solebades und des Parkplatzes am Hagen ist durchgehend mit Wasserbausteinen in der Sohle und in den Böschungsbereichen gesichert. Der Verlauf ist hier mit bis zu 22 ‰ sehr steil. Die Sohle wird zusätzlich durch Querriegel gesichert. Die Horne ist in diesem Bereich bis zu 4 m tief eingeschnitten. Die steilen Böschungen mit Neigungen von ca. 1:1 bis 1:1,5 sind am Böschungsfuß und im unteren Bereich der Böschung durch Wasserbausteine gesichert. Der obere Böschungsbereich weist starken Bewuchs mit hohen Sträuchern und einzelnen Bäumen auf. Bis zum Planungsende befinden sich in regelmäßigen Abständen Querriegel zur Sohlstabilisierung.

Das Gewässer verläuft im Bereich des Stadtsees mit einem Sohlgefälle von 1,6 – 10 ‰ flacher. Ein Damm trennt die Horne im Osten vom Stadtsee. Das Gewässer ist etwa 5 m breit und an den westlichen Ufern weniger tief eingeschnitten. Entlang der Freilichtbühne (km 0+850 - 1+050) sind die Gefälleverhältnisse mit bis zu 26 ‰ wieder steiler. Lokal treten Gegengefällepässagen auf. Die Sohlbreite entlang der Freilichtbühne beträgt etwa 3 m.

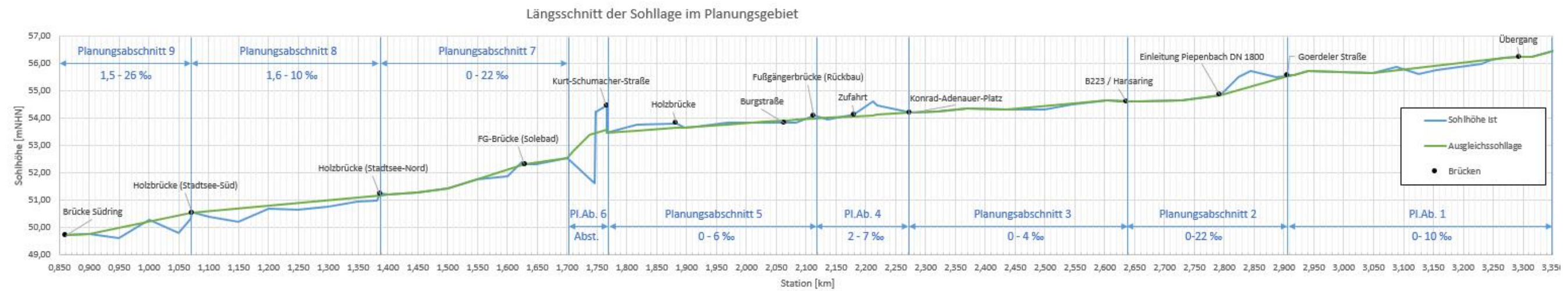


Abb. 2.14: Längsschnitt der mittleren Sohlage über das gesamte Planungsgebiet

2.5.2. Sohl- und Ufersicherungen im heutigen Horneverlauf

Im heutigen Verlauf weist die Horne, wie in Kapitel 2.5.1 beschrieben, einen sehr geradlinigen Verlauf mit teilweise sehr steilen Abschnitten auf. Daraus resultieren stärkere hydraulische Belastungen der Sohle und der Böschungen, denen auf weite Strecken mit Wasserbausteinen im Sohl- und Uferbereich entgegengewirkt wird. Auf Grundlage von Ortsbegehungen mit Fotodokumentationen im Januar und Mai 2018 wird der durch Wasserbausteine gesicherte Anteil der Sohle zu circa 80 % angesetzt. Lediglich 20 % der Sohle weisen keine sichtbare Sohlsicherung auf. Zusammenhängende Abschnitte ohne Sohlbefestigung sind maßgeblich nördlich der Goerdeler Straße zu finden. Diese sind jedoch durch Böschungsfußsicherungen und Sohlriegel unterbrochen.

2.5.3. Einleitungen

Die Horne dient zur Entlastung des Siedlungsentwässerungssystem der Stadt Werne. Hierfür finden sich an verschiedenen Stellen zahlreiche Einleitungen (vergl. Tab. 2.3). Diese werden bei der Planung berücksichtigt, sodass die Entwässerung weiterhin gegeben ist. Einleitungen, die in Betrieb sind, bleiben erhalten, bzw. werden an die neue Planung angebunden. Einleitungen, die nicht mehr im Betrieb und von der Planung betroffen sind, werden rückgebaut.

Einen Überblick über die verschiedenen Wassereinleitungen entlang der Trasse gibt Tab. 2.3.

Tab. 2.3: Einleitungen in die Horne im Betrachtungsraum

Km (GSK3)	Ufer (in Fließrichtung)	DN [mm]	Höhe Einleitung [mNN]	In Betrieb? Ja/Nein?	Von Planung betroffen, Maßnahme?
0+850	Rechts	250	52,50	Ja	Trennsystem Südring
0+910	Rechts	100	51,04	Ja	Freilichtbühne (Dach)
0+940	Rechts	125	50,14	Ja	Freilichtbühne (Ablauf Innenhof)
1+030	Links	300	50,11	Nein	Alte Soleleitung
1+360	Links	1300	51,04	Ja	BÜ 2592 Ausl. Stadtsee
1+370	Links	150	51,12	Ja	Einspeise-PW Stadtsee
1+385	Rechts	100	54,05	Nein	Solebad alt
1+450	Rechts	150	52,07	Nein	Solebad alt
1+480	Links	200	52,36 (Schacht)	Ja	Auslauf Sandfang SF/TS 2507 Parkplatz Am Hagen
1+505	Links	150	52,90	Ja	Vermutlich 1-2 Einläufe Parkplatz

1+510	Rechts	100	53,17	Nein	Solebad alt
1+520	Rechts	300		Ja	Solebad neu
1+580	Rechts	300		Ja	Solebad neu
1+620	Links	100	53,84	Ja	Aco-Drain Rinne Hornebrücke Eingang Bad
1+650	Rechts	1600	52,53	Ja	Überlauf RÜ 2628 Horneburg
1+690	Links	900	54,19	Ja	Überlauf RÜ 2507 Am Hagen
1+735	Links	400	53,50	Ja	Gaststätte Hornemühle
1+745	Links	100	54,36	Ja	Gaststätte Hornemühle
1+750	Links	600	54,36	Nein	Straßenentwässerung alt
1+765	Rechts	125	56,84	Ja	Hotel
1+870	Rechts	1200	54,43	Ja	RÜ 2720 Nachtigallenweg; An neue Böschung anbinden
2+120	Links	1000	54,73	Ja	RÜ 2554 Moormannteich
2+160	Links	150		Ja	Ablauf Moormannteich
2+170	Rechts	300		Ja	Auslauf (Notüberlauf) Versicke- rungsanlage Sekundarschule
2+170	Links	160	56,98	Ja	Straßeneinlauf Hornebrücke REWE-Markt
2+230	Rechts	700	55,07	Ja	RÜ 2531 Bahnhofstraße
2+335	Links	300	55,20	Keine Angabe	Bleibt erhalten
2+336	Links	200	Schacht	Ja	Gebäude und Parkplatz Ret- tungswache
2+545	Links	500	55,93	Ja	Graben 2619 Heckhof: An neue Böschung anbinden
2+575	Rechts	600	55,63	Ja	RÜ 2738 Penningrode: An neue Böschung anbinden
2+780	Links	900	55,03	Ja	RÜ 2610 Goerdelerstraße
2+800	Rechts	1400	55,30	Ja	RÜ 2709 Münsterstraße
2+843	Rechts	120	57,06	Ja	Überlauf Teich (privat)
2+845	Rechts	100	56,73	Keine Angabe	Bleibt erhalten
2+910	Zentral	800	56,51	Nein	Wird rückgebaut
3+175	Rechts	200	56,24	Ja	Vermutlich vom Hundeplatz
3+225	Links	150	56,44	Ja	Aus den Gärten (privat)
3+350	Rechts	1100	56,23	Ja	RÜ 2683 Lohstraße Offenlegung

2.5.4. Durchlässe und Querbauwerke

Entlang des Horneverlaufs wird das Gewässer, besonders im innerstädtischen Bereich, mehrmals von Wegen- und Straßenverbindungen gekreuzt (vergl. Tab. 2.4). Viele dieser Brücken bleiben zum Erhalt der Infrastruktur bestehen. Im Zuge des Regionalen Projektes „Werne Neu verknüpft“ werden einige Brücken erneuert bzw. zurückgebaut und an anderer Stelle neu errichtet. Tab. 2.4 gibt einen Überblick über die von der Planung betroffenen Brücken.

Für weitere Details zur Planung wird auf Kapitel 3.6.7 verwiesen.

Tab. 2.4: Kreuzende Straßen- und Wegeverbindungen im Planungsbereich

Nr.	km (GSK3)	Straße	Anmerkung
1	0+860	Südring	Bleibt erhalten
2	1+072	Fußweg Stadtsee	Holzbrücke, wird ersetzt; nicht Gegenstand der Planung
3	1+386	Fußweg Stadtsee	Holzbrücke, bleibt erhalten
4	1+629	Zugang Solebad	Fußgängerbrücke, bleibt erhalten
5	1+766	Kurt-Schumacher-Straße	Bundesverkehrsstraße; Unterbau wird angepasst
6	1+883	Fußweg am Schwanenplatz	Holzbrücke, wird ersetzt
7	2+064	Burgstraße	Zufahrt Münsterstraße, bleibt erhalten
8	2+113	Fußweg zum Moormannteich	Entfällt
9	2+180	Zufahrt Einkaufszentrum	Bleibt erhalten
10	2+274	Konrad-Adenauer-Platz	Bleibt erhalten
11	2+400	Brücke Feuerwehr	Als Fußgängerbrücke
12	2+637	B233 / Hansaring	Bleibt erhalten
13	2+906	Goerdelerstraße	Historische Brücke, bleibt erhalten
14	3+2794	Fußweg Hundewiese	Rückbau, ersetzen durch Durchlass

2.6. **Ökologische Gegebenheiten**

Die ökologischen Gegebenheiten (naturräumliche Faktoren, Biotoptypen, Flora und Fauna, etc.) sowie die aus den Planungen resultierenden Auswirkungen auf die Natur und Landschaft werden im Heft 3 ausführlich beschrieben.

2.7. Leitbild und gewässertypische Zuordnung

Nach der Fließgewässertypologie NRW (LUA 1999) ist die Horne als Gewässertyp Nr. 14 – Sandgeprägter Tieflandbach einzuordnen. Das Leitbild dieses Gewässertyps weist einen stark geschwungenen bis mäandrierenden, unverzweigten Verlauf auf (vergl. Abb. 2.15).

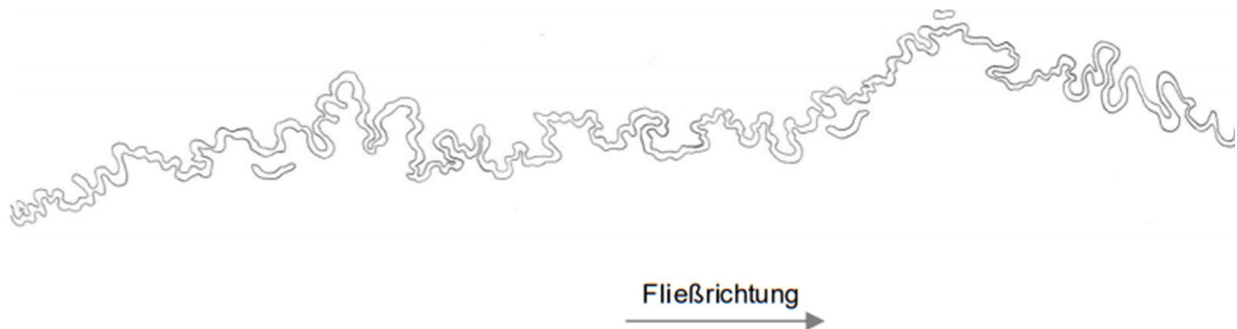


Abb. 2.15: Linienführung eines sandgeprägten Tieflandbaches [11]

Die Sohle besteht im Leitbild maßgeblich aus lagestabilem Sand sowie in Teilbereichen aus Kies. Die Bäche fließen durch ein kastenartiges Profil mit Prall- und Gleithängen. Die Ufer und Auen sind mit Erlen, Eschen, Buchen oder Eichen bewachsen. Teilweise liegen Moor- und Röhrichtflächen bis nahe an die Ufer [11]. Ein repräsentatives Querprofil des Gewässertyps zeigt Abb. 2.16. Der nördliche Bereich (km 3+050 – km 3+474) wird orientierend am Leitbild des Fließgewässertyps 14 gestaltet.

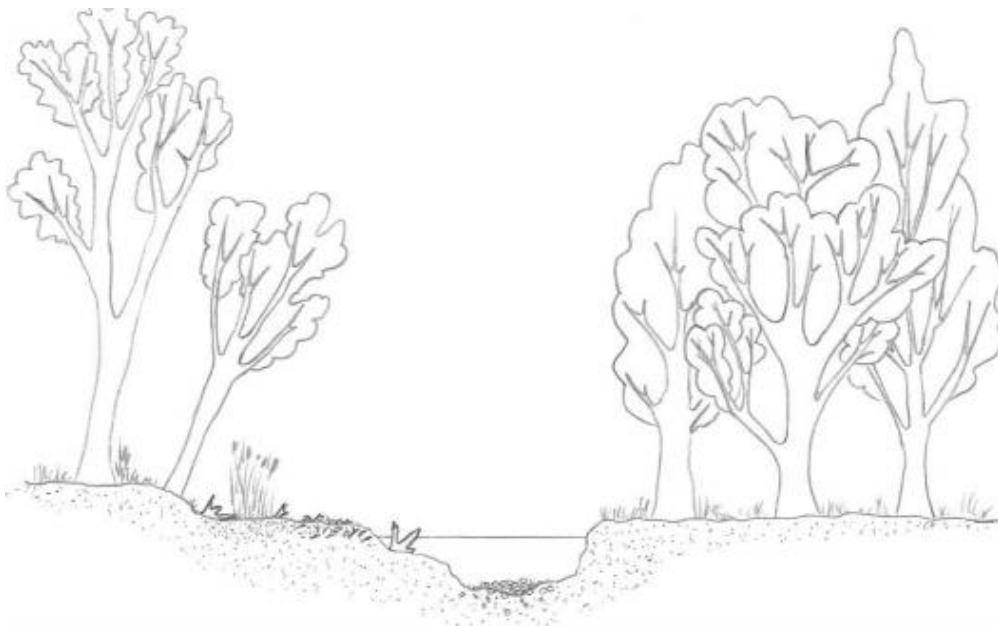


Abb. 2.16: Repräsentatives Querprofil eines sandgeprägten Tieflandbaches [11]

Die Horne ist von der Mündung in die Lippe im Süden bis zur Goerdeler Straße als Heavy modified Water Body (HMWB) kartiert. In dem entsprechenden Planungsbereich (km 0+850 – km 3+050) ist eine Erreichung des Leitbildes aufgrund von nah anstehender Nutzung und Bebauung nicht möglich. Für HMWBs sind eigene Leitbilder mit reduzierter Auenbreite als Zielzustand heranzuziehen. Das Leitbild sieht im guten ökologischen Potenzial ein unregelmäßiges Kastenprofil Sekundärauen mit einer Überflutungshäufigkeit von mindestens 30 Tagen im Jahr und einer eigendynamischen ökologischen Entwicklung vor (vergl. Abb. 2.17).

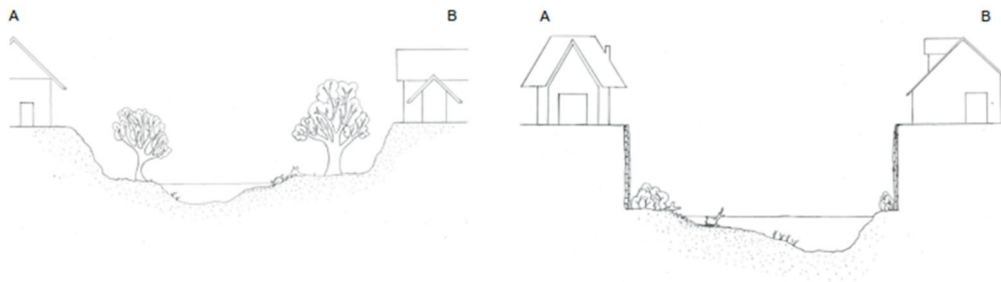


Abb. 2.17: Repräsentatives Querprofil eines Tieflandbaches im höchsten ökologischen Potenzial (HÖP) mit (links) und ohne (rechts) Vorland [15]

Das Sohlgefälle sollte leitbildgemäß zwischen 0,5 und 6 ‰ [7] liegen und eine gleichmäßige Sohlenstruktur ohne Stufenbildung bei einer Sohlbreite von 1 – 10 m aufweisen. Die leitbildgemäße Linienführung für einen sandgeprägten HMWB sind in Abb. 2.18 qualitativ abgebildet.

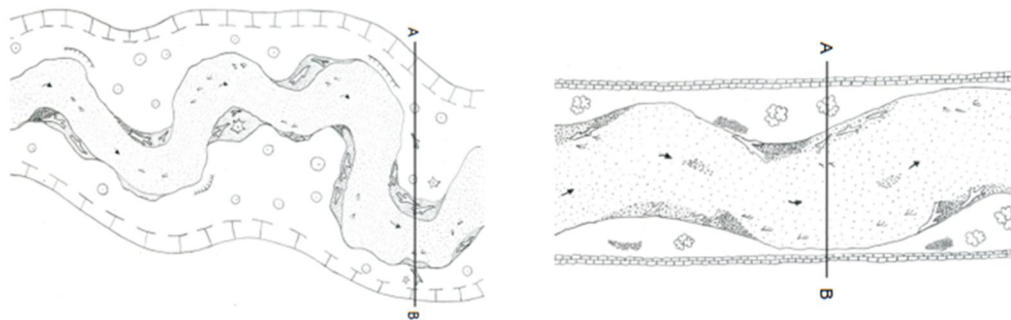


Abb. 2.18: Linienführung im höchsten ökologischen Potenzial (HÖP) bei Tieflandbächen mit (links) und ohne (rechts) Vorland [15]

2.8. Boden

Die Sohle der Horne liegt im Planungsgebiet maßgeblich in der Bodeneinheit L4310_S-G241GW3SW3 mit schluffigem Lehm mit Bachablagerungen (Holozän) und Verwitterungsbildung (Pleistozän). Unter dem schluffigen Lehm steht Festgestein (Oberkreide) an [2]. Die Uferbereiche befinden sich weitgehend in der Bodeneinheit L4310_G-B842GW4 und weisen Mittelsand und Feinsand aus Terrassenablagerungen auf [2]. Die Lage der Bodeneinheiten ist in Abb. 2.19 abgebildet.

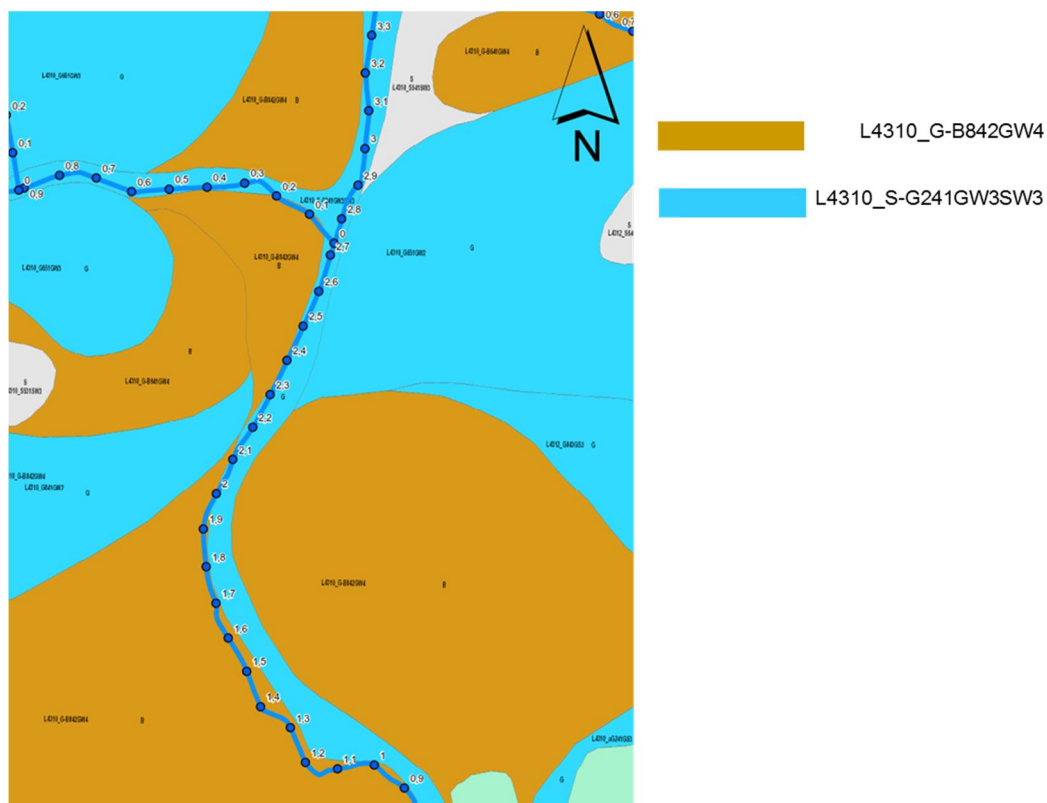


Abb. 2.19: Auszug aus der IS BK50 Bodenkarte NRW 1:50.000 [2] im Planungsraum

Im Zuge der Planung wurden entlang der Horne Bodenproben genommen, deren Ergebnisse Heft 4 entnommen werden können. Die Analyse der Proben seitens des Bodengutachtens zeigt weitgehend feinsandige bis mittelsandige Böden und Schluffe unterhalb des Oberbodens. Der Oberboden weist dabei bezüglich der chemischen Beschaffenheit weitgehend die LAGA-Klasse Z2 auf, was auf den natürlich eingebrachten TOC-Gehalt zurückzuführen ist. In der nördlichen Hälfte des Planungsgebiets (nördlich des Moormannteiches) wurden Sande und Schluffe mit LAGA-Klassen von Z0 bis Z1.2 angetroffen. Südlich des Moormannteiches stehen vermehrt Schluffe mit LAGA-Klasse Z1.2 bis Z2 an. Lokal liegen Auffüllungen vor, die je nach Lage von Z1 bis > Z2 reichen (vergl. hierzu auch Kapitel 2.9.1). Details zu den Probennahmen und den ausgewerteten Ergebnisse können dem Bodengutachten in Heft 4 entnommen werden.

2.9. Vorbelastungen

2.9.1. Altlasten

Durch die städtische Bebauung entlang der Horne stehen heute verschiedene Altlasten- und Altlastenverdachtsflächen an. Die für die Gewässerplanung relevanten Altlastenverdachtsflächen belaufen sich wie folgt (vergl. Anlage 4):

- 08/364: Verfüllung des alten Verlaufs des Hornebachs mit unbekannten Materialien
- 08/366: Verfüllung des alten Verlaufs des Hornebachs mit unbekannten Materialien
- 08/392: Verfüllung des alten Verlaufs des Hornebachs mit unbekannten Materialien
- 08/393: Verfüllung des alten Verlaufs des Hornebachs mit unbekannten Materialien
- 08/217: Möbelbearbeitung mit Chemischen Stoffen und Maschinen
- 08/220: Ehemalige Nutzungen der Erhebungsklasse II des Landesumweltamtes NRW
- 08/397: Verfüllung des alten Verlaufs des Hornebachs mit unbekannten Materialien

Zusätzlich ist eine, für die Gewässerplanung relevante, Fläche von Altlasten betroffen:

- 08/661: Moormannteich / Einkaufszentrum
 - o max. 4,7 mg/kg Benzo(a)pyren (leicht über Grenzwert für Kinderspielplatz)
 - o leicht bis stark erhöhte PAK-Konzentrationen

Im Rahmen des Bodengutachtens wurden auch im Bereich der Altlasten Proben gezogen und analysiert. Die entsprechenden Mischproben weisen LAGA-Klassen von Z0 (Sand) über Z1.2 (Schluff und Oberboden) bis Z2 (Auffüllungen) auf (vergl. Heft 4).

2.9.2. Kampfmittel

Die für den Planungsbereich angefragte Kampfmittelanfrage inklusive Luftbildauswertung ergab keine erkennbaren Belastungen. Es sind keine weiteren Maßnahmen notwendig. Die Ergebnisse sind in Anlage 5 beigelegt.

Ist jedoch bei der Durchführung des Bauvorhabens der Erdaushub außergewöhnlich verfärbt oder werden verdächtige Gegenstände beobachtet, ist unverzüglich die Ordnungsbehörde zu verständigen.

Ferner sind beim Auffinden von Kampfmitteln die folgenden Verhaltensregeln in jedem Fall zu beachten:

- Kampfmittel nicht berühren.
- Wurden diese versehentlich mit der Hand aufgenommen, vorsichtig ablegen.
- Wurde das Kampfmittel durch eine Baumaschine erfasst oder auf ein Fahrzeug verladen, dieses in der Lage belassen! Maschine abstellen und sichern.
- (Weitere) Erschütterungen vermeiden, Arbeiten am Fundort einstellen.
- Fundstelle markieren.
- Fundort räumen.
- Unbefugte vom Fundort fernhalten und warnen.

2.10. Grundeigentumsverhältnisse

Die geplanten Maßnahmen befinden sich ausschließlich auf Flächen im Eigentum der Stadt Werne.

3. Entwurfsbeschreibung

3.1. Planungsziele / Entwicklungsziele

Im Rahmen des Regionalen Projektes „Werne neu verknüpft“ soll die Horne, die im heutigen Zustand als Trennelement zwischen den Wohngebieten im Westen der Stadt und dem Stadtkern im Osten wirkt, naturnah und für die Bevölkerung erlebbar gestaltet werden.

Im Ist-Zustand ist die Horne im Planungsgebiet von der südlichen Grenze bis zur Goerdeler Straße morphologisch sehr stark verändert und als HMWB (Heavy Modified Water Body) deklariert. Mit der vorliegenden Planung wird im Sinne der Zielerreichung der EU-Wasserrahmenrichtlinie die naturnahe Gestaltung des Gewässers zum guten ökologischen Potenzial verfolgt. Das generelle Planungsziel wurde in früheren Arbeitsschritten im Zuge einer Machbarkeitsstudie ausführlich umrissen [13].

Demnach verfolgt die Planung zur naturnahen Gestaltung der Horne im Stadtgebiet Werne gemäß der Machbarkeitsstudie [13] folgende Planungs- und Entwicklungsziele:

- Ø Verbesserung der Habitatausstattung im und am Gewässer
- Ø Herstellen von Kleinsthabitaten im und am Gewässer
- Ø Schaffung von Strukturreichen Gewässerabschnitten
- Ø Herstellen / Verbessern der Durchgängigkeit für aquatische und semiaquatische wandernde Arten
- Ø Erweiterung des lateralen Entwicklungsraums der Horne
- Ø Ermöglichen einer eigendynamischen Entwicklung der Horne
- Ø Verbesserung der Einbindung der Horne in das Stadtbild
- Ø Herstellen / Aufwerten einer Wegebeziehung entlang der Horne als Gestalterisches Element

Aufgrund der sehr nah ans Gewässer reichenden Nutzung des Gewässerumfeldes steht nur lokal ausreichend Raum für eine leitbildtypische Gewässergestaltung zur Verfügung. Das Ziel der Planung ist das Erreichen des guten ökologischen Potenzials, sodass sich die Horne, sofern ausreichend freier Raum zur Verfügung steht, eigendynamisch entwickeln kann.

An einigen Stellen wird ein gewundener Verlauf mit Sekundärauen angestrebt. Die Auen werden an den Stellen und in dem Umfang angelegt, wo die gewässerbegleitende Nutzung es zulässt. Bei ausreichend verfügbarer Fläche, wird die Horne mit leitbildtypischem Verlauf Neutrassiert. Wenn keine Möglichkeit besteht, Raum für die Gewässerentwicklung zu gewinnen, sollen mit Hilfe von Totholz beruhigte Strömungsbereiche geschaffen werden.

Die Sohle weist im Ist-Zustand teils sehr steile Gefälleverhältnisse auf. An anderer Stelle verläuft sie hingegen im Gegengefälle. Im Rahmen der Planung wird das Sohlgefälle abschnittsweise angeglichen.

Über weite Strecken ist die Sohle im Bestand mit Wasserbausteinen verbaut. Der Sohlverbau wird über die gesamte Strecke entnommen und durch leitbildkonformes Sohlsubstrat ersetzt.

3.2. Kurze Beschreibung der Vorzugsvariante

Unter Berücksichtigung der Restriktionen an der Horne wurde im Rahmen einer Machbarkeitsstudie [13] eine Vorzugsvariante entworfen. Mit der Planung zu dieser Variante kann das ökologische Ziel des Erreichen eines guten ökologischen Potenzials (vergl. 3.1) mit städtebaulichen Zielen, wie die Erlebbarkeit des Gewässers und die verbesserte Anbindung westlicher Wohngebiete mit dem Stadtzentrum, erreicht werden. Die Machbarkeitsstudie sieht dabei verschiedene Maßnahmen vor (s. Abb. 3.1): In den Bereich am Solebad wird Totholz eingebracht. Das Wehr an der Kurt-Schumacher-Straße soll durch ein Profil mit anschließender rauen Gleite ersetzt werden ohne in das Brückenbauwerk einzugreifen.

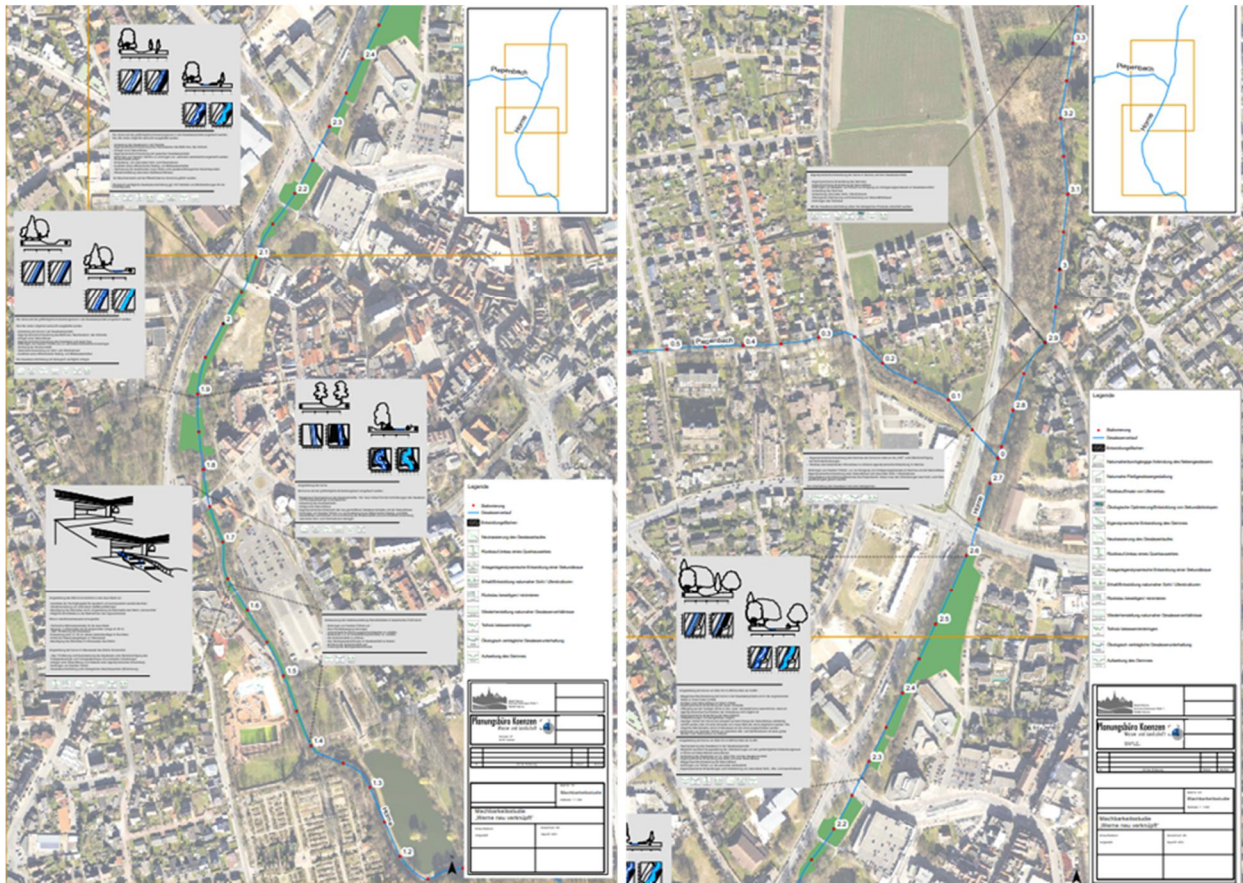


Abb. 3.1: Maßnahmen der Machbarkeitsstudie [5]

Im weiteren Verlauf sind bis zur Feuerwehr je nach Raumdargebot Sekundärauen oder lokale Gewässer aufweitungen geplant. An der Feuerwehrowiese ist bis zum Hansaring eine Neutrassierung geplant. Weiter nördlich soll die Horne bis zur Goerdeler Straße durch Einbringen von fixiertem Totholz und Rückbau des bestehenden Uferverbau die Möglichkeit zur eigendynamischen Entwicklung erlangen. Nördlich der Goerdeler Straße steht der Gewässerentwicklung mehr Raum zur Verfügung. Hier soll eine gewässertypische Auenentwicklung und eine eigendynamische Gewässerentwicklung angeregt werden. Zur Verbesserung der städtebaulichen Infrastruktur werden einige Brücken erneuert bzw. rückgebaut und an anderer Stelle neu errichtet (vergl. Kap. 2.5.4 und 3.6.7). Somit können im Planungsraum ökologische Ziele mit Städtebaulichen Belangen in Übereinstimmung realisiert werden.

Im Zuge der weiteren Planungsschritte (vorliegende Entwurfsplanung) wird diese Variante aus der Machbarkeitsstudie weiter detailliert.

3.3. Gestaltungsprinzipien nach den Grundsätzen der Machbarkeitsstudie

Um die Ziele der Machbarkeitsstudie zu erreichen, werden Gestaltungsprinzipien aufgestellt, die sich am Leitbild des Gewässers orientieren (vergl. Kapitel 2.7). Diese Prinzipien werden im Folgenden erläutert.

3.3.1. Planungsraum – Gewässerkorridor

Die Planung eines breiten Gewässerkorridors ist durch die nah an die Ufer anschließende Nutzung stark eingeschränkt. Der Entwicklungskorridor gemäß Blauer Richtlinie [1] beträgt für ein sandgeprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen (Typ 14) bei einer Ausbausohlbreite von 4 m 36 – 140 m. Die Horne fließt im Planungsraum weitgehend durch städtische Bebauung, sodass dieser Raum zur Gewässerentwicklung aufgrund von nah anstehender Bebauung und Nutzung nicht zur Verfügung steht. Der verfügbare Gewässerkorridor variiert zwischen 20 m bei eng anstehender Bebauung und 40 m in Bereichen mit ausreichend verfügbarem Raum.

3.3.2. Linienführung und Längsgefälle

Nach Möglichkeit wird die Wellenlänge und der Windungsgrad leitbildgemäß gestaltet. Aufgrund der über weite Strecken nah anstehenden Nutzung orientiert sich die Linienführung allerdings häufig dem Bestandsverlauf. Durch Einbringen von Totholz sowie der Herstellung lokaler Gewässeraufweitungen wird die Bildung eines schwach gewundenen Verlaufs innerhalb des bestehenden geraden Gerinnes ermöglicht. In Bereichen der Neutrassierung wird ein gewundener Verlauf des Mittelwassergerinnes innerhalb von links und rechts anstehenden Sekundärauen geschaffen. Dadurch wird eine eigendynamische Entwicklung des Gerinnes in einer breiten Aue ermöglicht.

Hinsichtlich des Gefälles wird die Wiederherstellung leitbildkonformer Verhältnisse angestrebt. Bereiche mit starkem Gefälle oder Gegengefälle werden angeglichen, sodass eine Relativierung von rückstaubeeinflussten und hydraulisch stark belasteten Bereichen hervorgerufen wird. Die geplanten Gefälleverhältnisse sind mit Bandbreiten von etwa 1 ‰ bis 6 ‰ leitbildkonform (vergl. Kapitel 2.7 und Tab. 3.1). Die Gefälleverhältnisse können den Längsschnitten 1 – 6 (Pläne-Nr. 9 – 14) entnommen werden.

Im Bestand weist die Horne an vielen Stellen kleinere Querbauwerke auf, die zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit rückgebaut werden. Besonders hervorzuheben ist dabei der Rückbau des Wehrs Hornemühle, das mit 1,6 m Höhenunterschied ein deutliches Hindernis der Durchgängigkeit darstellt (vergl. Kapitel 3.3.5 sowie Abb. 2.14).

An einigen Stellen wird die Horne von weiteren Brückenbauwerken überspannt. Hier verbleibt die Sohle in Lage und Höhe wie im Bestand. Zwischen den Brücken ist das Bestandsgefälle häufig sehr flach. Um leitbildkonforme Gefälleverhältnisse zu erreichen, wird in flachen Abschnitten eine geringe Lauflänge und somit ein geringer Windungsgrad gewählt. Die Windungsgrade befinden sich im Bereich von 1,02 bis 1,12 (s. Tab. 3.1).

Tab. 3.1: geplantes Längsgefälle und geplanter Windungsgrad

km (Plan)	Talbodenlänge [-]	Lauflänge gepl. [m]	Windungsgrad gepl. [-]	Sohlgefälle gepl. [‰]
3+077 - 3+474	352	397	1,13	2,0
2+960 – 3+077	109	117	1,07	1,7
2+685 – 2+960	269	275	1,02	3,2
2+465 – 2+685	197	220	1,12	1,5
2+080 – 2+465	370	385	1,04	0,8
1+775 – 2+080	295	305	1,03	2,0
1+400 – 1+775	365	375	1,03	5,8
0+850 – 1+400	452	535	1,03	

3.3.3. Profilgestaltung

Die Gestaltung der Profile variiert je nach verfügbarem Entwicklungsraum.

Bei schmalen Verhältnissen wird der Sohlverbau entfernt und durch leitbildkonformes Sohlsubstrat ersetzt. An einigen Stellen werden zusätzliche naturnahe Sicherungsmaßnahmen unter der natürlichen Sohle eingebracht (vergl. Kapitel 3.6.1). Das Bestandsprofil bleibt weitgehend bestehen. Die Sohlbreite bleibt unverändert und beträgt ca. 4 m. Die Böschungen verbleiben im Bestand und werden nur am Böschungsfuß durch die, unter der Sohle eingebrachten, naturnahen Sicherungsmaßnahmen gesichert. Durch das Einbringen von fixiertem Totholz werden lokal strömungsberuhigte Bereiche und somit Strömungsvielfalt geschaffen. Abb. 3.2 zeigt ein exemplarisches Profil der naturnahen Gestaltung an engen Bereichen mit naturnaher Sohlisierung, Beibehaltung der Bestandsböschung und Einbringung von Totholz.

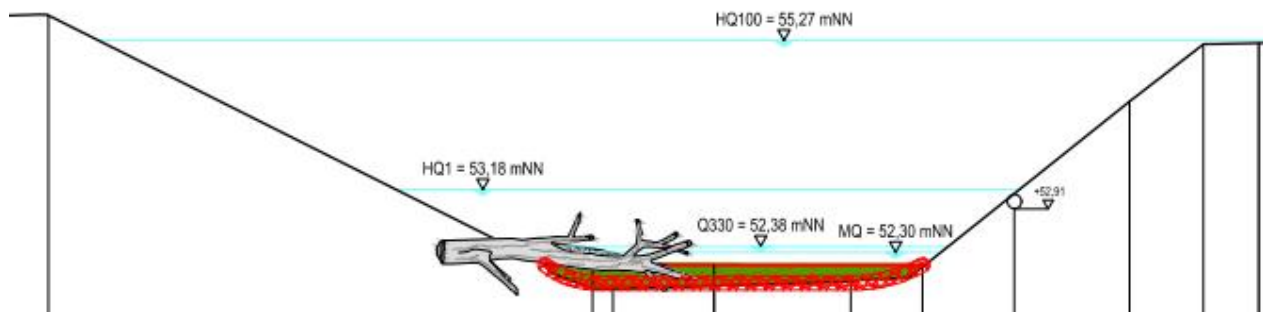


Abb. 3.2: Profilgestaltung bei schmalen Verhältnissen mit naturnaher Sohlsicherung, die mit Sohlsubstrat angedeckt wird.

In anderen Bereichen steht teilweise einseitig Raum für die Gewässerumgestaltung zur Verfügung, sodass Sekundärauen gestaltet werden können, die an mindestens 30 Tagen im Jahr überflutet werden. Nach Möglichkeit werden die Auen etwas weiter abgesenkt, ohne auf eine kompakte Mittelwasserführung zu verzichten. Durch die häufige Überflutung kann sich eine auentypische Lebensgemeinschaft einstellen. Zusätzlich kann sich das Gewässer innerhalb der Aue frei entwickeln. Die Sekundärauen unterliegen keiner Nutzung und sind der Sukzession überlassen. Die umgebenden Flächen verbleiben in einer gewässervertäglichen Nutzung. Die Sohlbreite beträgt in den aufgeweiteten Abschnitten bis zu 7 m. Die Sohlsicherung mit Wasserbausteinen des Bestands wird rückgebaut. An der Sohle wird naturnahes Substrat eingebracht. Auf neue Sohlsicherungsmaßnahmen wird soweit wie möglich verzichtet. Bei starken hydraulischen Belastungen wird unter dem Sohlsubstrat ein naturnaher Erosionsschutz als schlafende Sohlsicherung eingebracht (vergl. Kapitel 3.6.1 und 4.3). Eingebrachtes Totholz sorgt für Strömungsdiversität und begünstigt eine laterale Entwicklung. Durch das Einbringen des Sohlsubstrats und der großzügigen Sohlbreite sowie dem eingebrachten Totholz sind eigendynamische, morphologische Prozesse zu erwarten (s. Abb. 3.3).

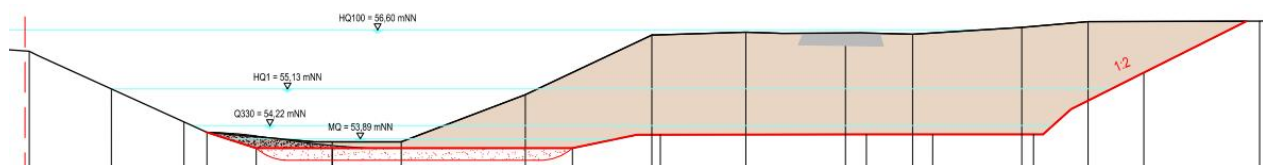


Abb. 3.3: Profilgestaltung bei breiten Verhältnissen mit großzügiger, einseitiger Sekundäraue

An anderen Stellen steht ausreichend Raum für eine Neutrassierung zur Verfügung. Hier verläuft eine Mittelwasserrinne durch links und rechts anschließende Sekundärauen. Diese werden an mindestens 30 Tagen im Jahr geflutet und mit lokalen Muldenstrukturen versehen. In Neutrassierungsbereichen werden naturnahe, morphologische Prozesse zugelassen. Eine Sicherung gegen Tiefenerosion der Sohle ist nicht erforderlich. Abb. 3.4 zeigt eine Prinzipskizze eines neugestalteten Profils mit Sekundärauen.

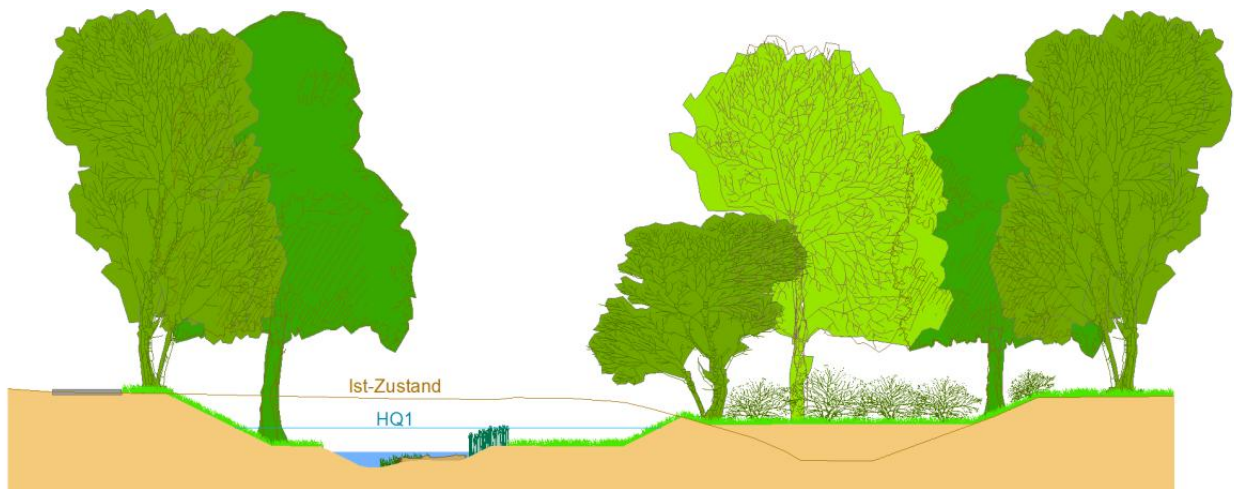


Abb. 3.4: Prinzipskizze eines Profils im Bereich einer Neutrassierung [Heft 3]

3.3.4. Sohlsubstrat / Sohl- und Ufergestaltung

Im heutigen Zustand ist die Sohle der Horne über weite Strecken mit großen Wasserbausteinen verbaut, um die Sohle gegen starke hydraulische Belastungen zu schützen und somit ein Eintiefen des Gewässers und eine Schädigung der Ufer zu verhindern.

In Sinne der Ziele der Wasserrahmenrichtlinien soll die Gewässersohle mit leitbildkonformen Sohlsubstrat gestaltet werden. Hierfür wird sandiges Material in die Sohle eingebaut, welches vorher im Zuge der Maßnahmen an anderer Stellen ausgehoben wurde. Das Material entstammt somit dem direkten Gewässerumfeld und entspricht dem Leitbild eines sandgeprägten Tieflandbaches (vergl. Kapitel 2.7). Zusätzlich wird Totholz in die Sohle eingebracht um unterschiedliche Strömungsbereiche zu schaffen und eigendynamische, morphologische Entwicklungen zu fördern.

Die geplanten Maßnahmen wie beispielsweise Profilaufweitungen und das Anlegen von Sekundärauen führen neben der morphologischen Verbesserung zu einer lokalen Reduzierung der Fließgeschwindigkeit und somit zu einer Senkung der hydraulischen Belastung (vergl. Kapitel 4.3), so daß sich Bereiche ergeben werden, bei denen das sandige Sohlsubstrat im Hochwasserfall zwar mobilisiert wird, aber bei geringeren Abflussverhältnissen wieder abgelagert wird. So werden an der Horne mehrere Erosions- und Auflandungsstrecken alternierend entstehen, wie es für sandführende Gewässer typisch ist. Die Herstellung dieser eigendynamischen Entwicklung ist das Hauptziel der vorliegenden Planung und explizit gewünscht, so daß Sohlenerosionen bis zu einem gewissen Grad toleriert werden – soweit diese für das benachbarte Umfeld nicht zu Gefährdungen führen können.

Aus diesem Grund wird grundsätzlich auf den Einbau von Sohl- und Uferbefestigungen verzichtet.

Trotz der vorgesehenen Gewässeraufweitungen sind an einigen Stellen die hydraulischen Belastungen auch nach Umsetzung der Maßnahmen weiterhin verhältnismäßig hoch (s. Kapitel 4.3). Zur Verhinderung des Auftretens einer fortschreitenden übergeordneten Tiefenerosion sieht die Planung daher an diesen kritischen Stellen den Einbau von naturnahen Sohlsicherungsmaßnahmen vor. Diese werden in Form von Kammerdeckwerk unter dem sandigen Sohlsubstrat als schlafende Ufersicherungen eingebracht. Die Strecken, die mit schlafenden Sohlsicherungen versehen werden sollen, wurden mittels einer qualitativen Betrachtung zum Geschiebetransport sowie mehreren planerischen Kriterien festgelegt. Weitere Details zu dieser Betrachtung sind in Kapitel 4.3 enthalten.

Als naturnahe Sicherungsmaßnahmen sind hierzu Steinmatratzen vorgesehen. Dabei handelt es sich um mit Wasserbausteinen gefüllte Netze. Aufgrund des Netzverbundes kann die Widerstandsfähigkeit gegen die hydraulische Belastung auch mit deutlich kleineren Wasserbausteinen (CP 45 / 125), als die heute vorhandenen großen Wasserbausteine hergestellt werden. Zwischen den kleinen Steinen entstehen Hohlräume als Lebensraum für aquatische Organismen. Die Steinmatratzen werden mit Sohlsubstrat eingeschlämmt. Die Hohlräume reichern sich mit Sohlsubstrat an, sodass das hyporheische Interstitial nicht unterbrochen wird. Die Steinmatratzen werden mit Sohlsubstrat überdeckt. Die Substratschicht weist dabei je nach hydraulischer Belastung (vergl. Kapitel 4.3) Mächtigkeiten zwischen 15 und 30 cm auf (vergl. Kapitel 3.6.1). Abb. 3.5 zeigt einen exemplarischen Steinmatratzenverbund, der unter natürlichem Sohlsubstrat eingebracht wurde. Diese naturnahen Sicherungselemente schützen die Sohle gegen Tiefenerosion, ermöglichen jedoch gleichzeitig die Wiederherstellung der ökologischen Längsdurchgängigkeit am Gewässer.



Abb. 3.5: Beispielhafte naturnahe Sohlsicherung durch mit Sohlsubstrat angedeckte Steinmatratzen

Die Steinmatratzen sichern neben der Sohle auch den Böschungsfuß. Die Matratzen liegen am Böschungsfuß höher als im Sohlbereich und schließen die Substratschicht an den Seiten ein. Die äußeren Abschnitte der Steinmatratzen (Böschungsfußsicherungen) werden mit Röhricht bepflanzt.

3.3.5. Sohlgestaltung unter Brücken

Die Horne wird im Planungsgebiet von einigen Brücken gequert. In diesen Bereichen ist das Gewässer stark verbaut. Die Böschungen der Brücken sind weitgehend mit Steinschüttungen bzw. Pflasterungen gesichert. Gleiches gilt für den Sohlbereich. Die Sohlbefestigungen unter den Brücken behindern in großem Maß die Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit. Im Sinne der Ziele der Wasserrahmenrichtlinie wird eine naturnahe, durchgängige Gestaltung der Horne auch im Bereich der Brücken angestrebt. Hierfür sieht die Planung den Rückbau der Sohlsicherungen und das Einbringen von mindesten 15 cm Sohlsubstrat unter den Brücken vor.

Gleichzeitig ist sicherzustellen, dass die Standsicherheit der Brücken durch die geplanten Maßnahmen nicht gefährdet wird. Dazu werden unter dem Sohlsubstrat naturnahe Sohlsicherungen (vergl. Kap. 3.6.1) eingebracht, die die Sohle sowie die Böschungsfüße gegen Erosion sichern.

3.3.6. Umgestaltung Wehr Hornemühle

Ein großes Querbauwerk steht am Wehr Hornemühle (Kurt-Schumacher-Straße). Hier verhindert eine große Sohlschwelle mit einer Sohlhöhendifferenz von 1 m im Oberlauf und 2 m im Unterlauf die Durchgängigkeit (vergl. Abb. 3.6 und Abb. 2.13). Die Sohlschwelle hat einen weitreichenden Rückstau zur Folge, welcher ebenfalls ein wichtiger Hindernis der Durchgängigkeit darstellt.

Die rückstauende Wirkung der Sohlschwelle wird durch eine Absenkung der Sohlhöhen unterhalb der Brücke beseitigt. Hierfür wird die Sohlschwelle rückgebaut und durch ein Betongerinne mit tiefer liegender Sohlage ersetzt. Weiterhin wird die Sohle unter der Brücke mit einer 20 cm mächtigen Substratschicht versehen (vergl. Kapitel 3.6.5), um eine durchgängige Sohlgestaltung zu erzielen. Die Sohlage in Abb. 3.6 ist im Bestand (blau) und im Planzustand (grün) dargestellt.

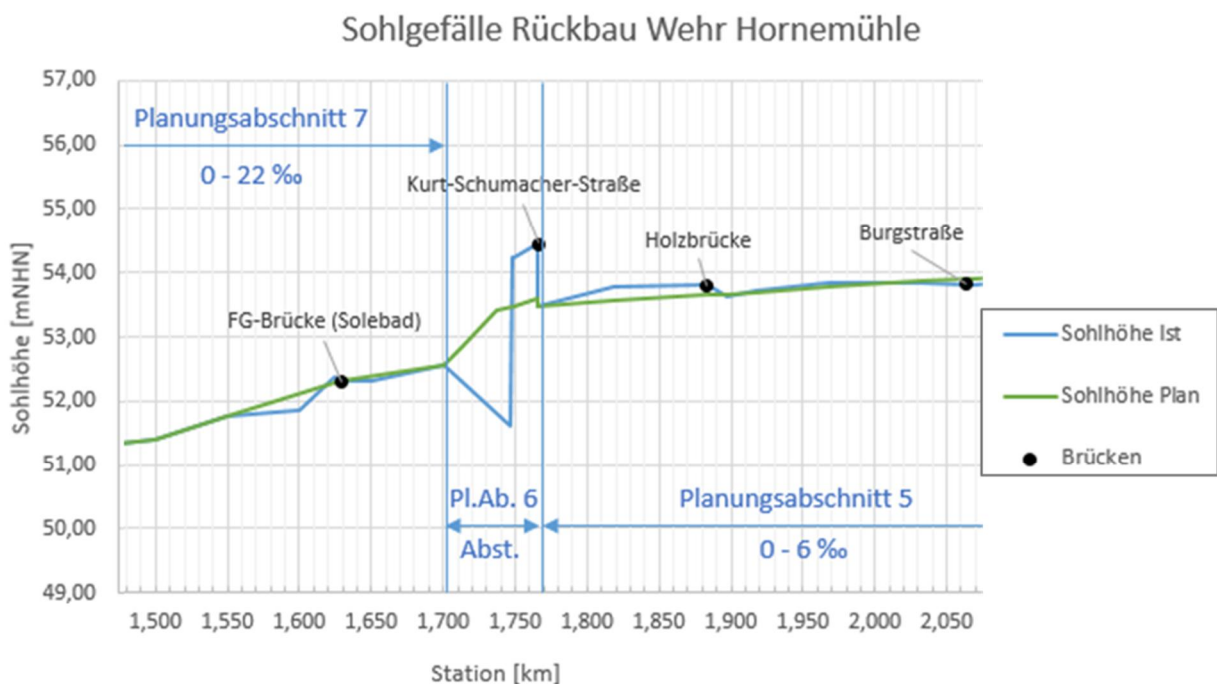


Abb. 3.6: Sohlage vor (blau) und nach (grün) dem Rückbau des Wehrs Hornemühle

Alternativ zum Umbau des Wehres wurde die Anschüttung der Sohle im Oberlauf auf das Niveau der heutigen Sohlschwelle geprüft. Das Ergebnis der Prüfung zeigte, dass dieses keine alternative Lösung zur Herstellung der Durchgängigkeit darstellt, da sich aufgrund der hohen Lage der Schwelle ein Gegengefälle im Oberlauf einstellen würde. Eine durchgehende Sohlhebung ist ebenfalls aus Gründen der Standsicherheit und der hydraulischen Leistungsfähigkeit nicht möglich. Zur Herstellung der Durchgängigkeit ohne

mögliche Verschlechterung der hydraulischen Situation an der Horne sowie der Standsicherheiten der Brücken ist lediglich möglich, wenn das Wehr Hornemühle umgebaut wird.

3.3.7. Gewässerbegleitender Weg

Entlang des naturnah gestalteten Gewässers wird am östlichen Ufer ein barrierefreier Fußweg gemäß RAST [14] und H BVA [8] geplant. Der geplante Weg verläuft im Bereich des Stadtsees über den Damm, der den Stadtsee von der Horne trennt. Im weiteren Verlauf verbleibt teilweise der Bestandsweg. An anderer Stelle wird er neu geplant. Details hierzu können den Lageplänen 1 – 6 (Pläne-Nr. 3 – 8) sowie Kapitel 3.5 entnommen werden.

3.4. **Stationierung – Entwurfsbeginn und –ende**

In der Planung wurde als Grundlage für die Stationierung des Gewässers die amtliche Stationierungskarte des Landes (GSK3C) verwendet. Diese Stationierung (alt) bezieht sich auf die vorhandene Gewässerachse. Nach Umsetzung der Entwicklungsmaßnahmen wird sich auf Grund von Neutrassierungen eine veränderte, längere Gewässerachse einstellen, welche in den Lageplänen 1 – 6 (Pläne-Nr.: 3 – 8) dargestellt ist (km neu). Die folgende Beschreibung der geplanten Maßnahmen bezieht sich auf die neue Stationierung. Die Planung beginnt im Süden auf Höhe des Südrings (km neu 0+850; km alt 0+850) und endet nördlich des Stadtgebietes an der Vinzenzstraße (km neu 3+474; km alt 3+367) (vergl. Abb. 1.1).

3.5. **Abschnittsweise Erläuterung der Gestaltungsmaßnahmen**

Im Folgenden werden die für die Horne vorgesehenen Maßnahmen abschnittsweise erläutert. Die Abschnitte beschreiben zusammenhängende Bereiche, in denen die Umgestaltung durch weitgehend gleichbleibende Maßnahmen erzielt wird. Eine vollständige Erfassung der Umgestaltungsmaßnahmen liefern die Lagepläne 1 – 6 (Pläne-Nr. 3 – 8).

Abschnitt 9: km 0+850 – km 1+075

Der Planungsabschnitt 9 beginnt an der südlichen Planungsgrenze (Südring) bei km 0+850. Er wird im Westen durch die Freilichtbühne und im Osten durch eine Allee mit Baumbesatz begrenzt. Zwischen Allee und Horne befinden sich bis km 0+950 wertvolle Höhlenbäume, weshalb sich die Planung hier auf die Umgestaltung der Sohle beschränkt. Hier wird an mehreren Stellen Totholz parallel zur Böschung eingebracht. So werden unterschiedliche Strömungsbereiche geschaffen.

Im gesamten Planungsabschnitt werden die Sohlbefestigung sowie kleinere Querbauwerke entfernt. An der Sohle wird natürliches Sohlsubstrat eingebracht. An hydraulisch kritischen Stellen werden naturnahe Sicherungsmaßnahmen unterhalb des eingebrachten Substrats angelegt (vergl. Kapitel 3.6.1). Im Zuge des Einbaus des Sohlsubstrats und der naturnahen Sicherungsmaßnahmen wird das Sohlgefälle angeglichen (vergl. Längsschnitt 1, Plan-Nr. 9 und Kapitel 3.3.2).

Zwischen km 0+950 und km 1+050 wird eine schmale Ersatzauze hergestellt, die bei Q_{330} überflutet wird. Im Norden des Planungsabschnittes wird ein Umgehungsgerinne auf Höhenniveau der Sekundärauen realisiert, welches um einen wertvollen Höhlenbaum herumführt. Hierfür wird eine stillgelegte Einleitung im Bereich des Umgehungsgerinnes zurückgebaut, wobei die Einleitung im Bereich der Insel mit dem Höhlenbaum in der Bestandslage verbleibt und verdämmt wird. So muss der Baum für einen Rückbau des Rohres nicht entfernt werden. An der Sekundäraue sowie im Bereich des Umgehungsgerinnes werden die Uferbefestigungen entfernt, um eine eigendynamische morphologische Entwicklung zu ermöglichen. Weiterhin werden strömungslenkende Totholzelemente eingebracht, die die morphologische Entwicklung unterstützen.

Am nördlichen Ufer des neugeplanten Gerinnes (km 1+020 – km 1+050) wird ein neuer Weg angelegt. Der Wegeaufbau wird in Kapitel 3.6.8 erläutert. Der Weg bindet im Osten an den Bestandsweg parallel zur Elsa-Brandström-Straße und im Westen an die Brücke 2 (km 1+075) an.

Die nördliche Abschnittsgrenze bildet eine Holzbrücke über die Horne am südlichen Ende des Stadtsees. Im Zuge der Planung wird die Sohle unterhalb der Brücke durchgängig gestaltet (vergl. Kapitel 3.6.8). Die Brücke soll zu einem späteren Zeitpunkt erneuert werden. Die Brückenerneuerung ist nicht Bestandteil der Planung.

Alle Maßnahmen dieses Planungsabschnittes sind in Abb. 3.7 sowie im Lageplan 1 – Plan-Nr. 03 dargestellt.

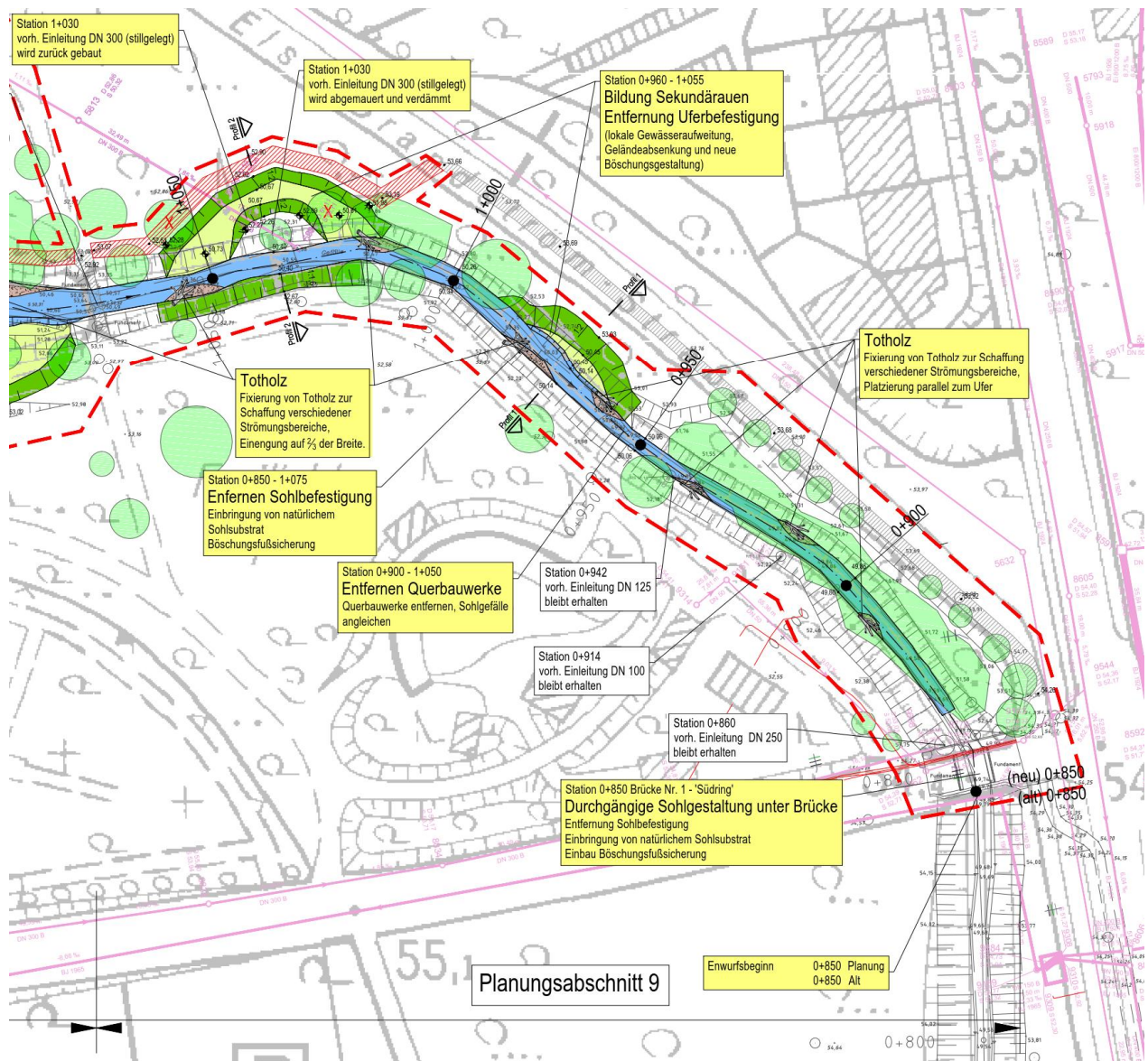


Abb. 3.7: Geplante Maßnahmen im Abschnitt 9 (Lageplan 1 – Plan-Nr. 3)

Abschnitt 8: km 1+075 – km 1+400

Östlich wird der Planungsabschnitt 8 vom Stadtsee und westlich von einem Friedhof begrenzt. Der Stadtsee ist durch einen Damm (km 1+080 – km 1+370) von der Horne getrennt. Der knapp 290 m lange Damm wird seeseitig angeschüttet und breiter gestaltet, um einen 2,5 m breiten Fußweg auf dem Damm zu verlegen (vergl. Kapitel 3.6.4 sowie den Detailplan Damm Stadtsee Plan-Nr. 35). Der Standsicherheitsnachweis für den angeschütteten Damm kann dem Bodengutachten in Heft 4 entnommen werden. Von km 1+075 bis km 1+225 wird am süd-westlichen Ufer eine breite Sekundäraue angelegt, welche an 30 Tagen im Jahr überflutet wird. Im unteren Bereich wird zusätzlich die Sohle aufgeweitet, sodass sich morphologische Strukturen wie Sandbänke bilden können. Totholz und das Entfernen der Uferbefestigung an der Sekundäraue führen zu einer eigendynamischen Entwicklung in Auenrichtung.

Eine weitere Sekundäraue wird zwischen km 1+250 und km 1+360 am westlichen Ufer realisiert. Dazu wird eine flach abfallende Wiese tiefer gelegt, sodass sich häufigere Überschwemmungen einstellen.

Die Sohlbefestigung wird im gesamten Planungsabschnitt entfernt und mit naturnahem Sohlsubstrat ersetzt. Die Böschungfußsicherung des Trenndamms bleibt dabei erhalten. Sohlsicherungen werden in diesem Bereich nicht vorgesehen. Bei Hochwasserabflüssen wird hier zwar voraussichtlich Sohlmaterial erodiert, jedoch kann Substrat aus dem Oberlauf bei geringen und Mittelwasserabflüssen voraussichtlich wieder sedimentieren (s. Kapitel 4.3).

Der Planungsabschnitt 8 endet im Norden an einer Brücke bei km 1+400. Die Gewässersohle unter der Brücke wird durchgängig gestaltet (vergl. Kapitel 2.5.2 und 3.6.1). Alle Maßnahmen dieses Abschnittes können der Abb. 3.8 sowie im Detail dem Lageplan 1 (Plan-Nr. 03) entnommen werden.

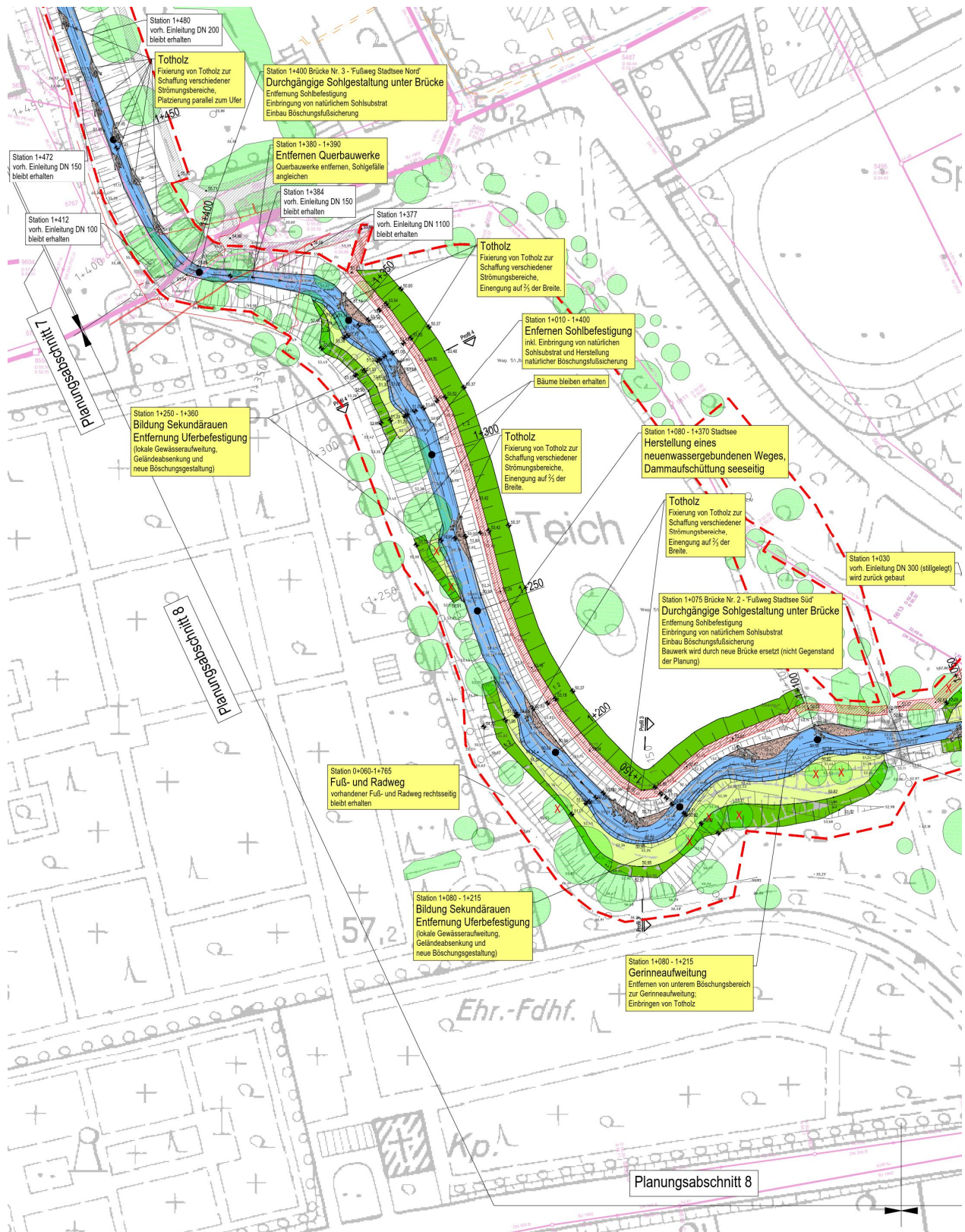


Abb. 3.8: Geplante Maßnahmen im Abschnitt 8 (Lageplan 1 – Plan-Nr. 3)

Die Planung beschränkt sich im Abschnitt 7 auf eine naturnahe Gestaltung der Sohle (vergl. Abb. 3.9 sowie Lageplan 2 – Plan-Nr. 4). Die Sohlbefestigung wird entfernt und das steile Gefälle, welches im Ist-Zustand durch mehrere Querbauwerke abgebaut wird, gleichmäßig angeglichen. Die Wasserbausteine der Bestandsbefestigung werden entfernt und entsorgt. Zur Sicherung gegen Eintiefung der Sohle werden naturnahe Sohlsicherungen eingebracht (vergl. Kapitel 3.3.4 und 3.6.1). Diese werden zur Herstellung der Durchgängigkeit mit 15 cm Sohlsubstrat angedeckt. Die Böschungen verbleiben im Bestand.

Das Gewässer wird bei km 1+650 durch eine Zugangsbrücke des Solebads gequert. Die Sohle unter der Brücke wird durchgängig gestaltet (vergl. Kapitel 3.6.1).

Alle vorhandenen Einleitungen in diesem Bereich bleiben erhalten und werden durch die Planung nicht in ihrer Funktion beeinträchtigt (km 1+377, km 1+384, km 1+412, km 1+472, km 1+512, km 1+525, km 1+531, km 1+552, km 1+582, km 1+645, km 1+667, km 1+715). Die Lage der Einleitungen kann Lageplan 2 (Plan-Nr. 4 oder dem Bauwerksverzeichnis (Anlage 3) entnommen werden.

Abschnitt 6: km 1+730 – km 1+785

Oberhalb von Planungsabschnitt 7 schließt im IST-Zustand ein tiefer Kolk an (km 1+150 – km 1+765), welcher durch den Absturz am Wehr Hornemühle unterhalb der Brücke der Kurt-Schumacher-Straße hervorgerufen wird (vergl. Abb. 3.10). Das Wehr besteht aus einer Konstruktion aus Spundwänden vorne und hinten, auf welchen eine Betonplatte gelagert ist. Die Konstruktion ist mit Schotter in unbekannter Beschaffenheit aufgefüllt. Die Höhendifferenzen zwischen Sohle und der Betonplattenoberkante betragen ca. 1 m im Ober- und ca. 2 m im Unterlauf (vergl. Abb. 2.13).

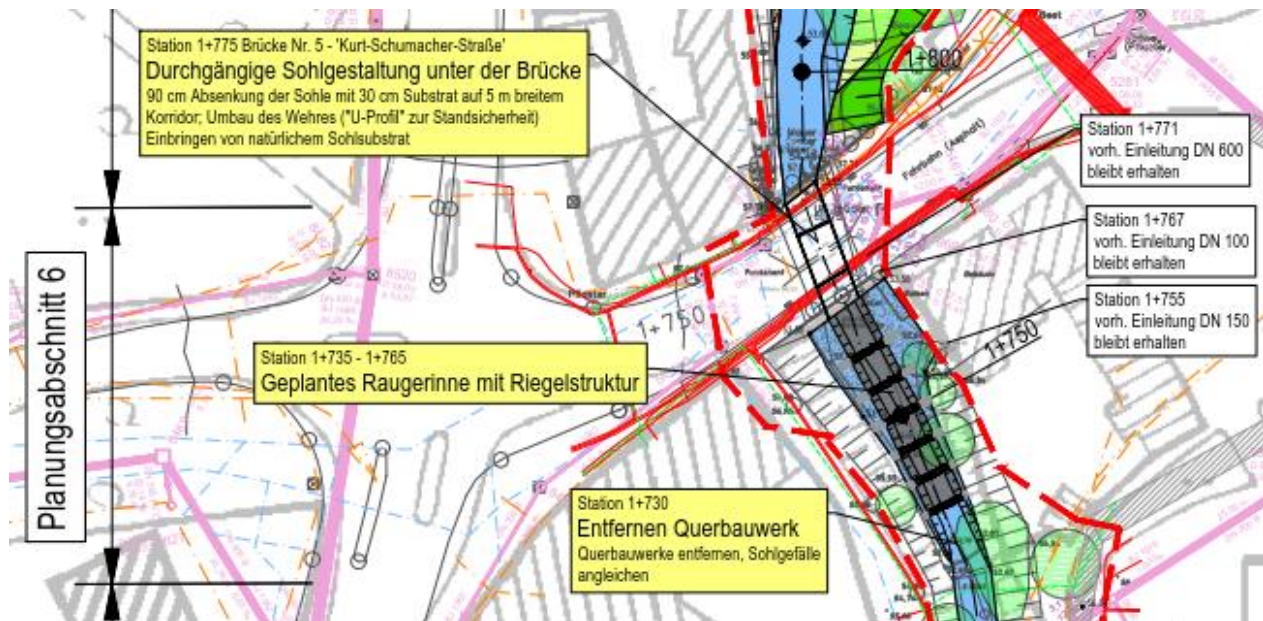


Abb. 3.10: Geplante Maßnahmen im Abschnitt 6 (Lageplan 2 – Plan-Nr. 4)

Um eine, für aquatische Biozönosen durchgängige, Sohle zu schaffen, wird die Konstruktion aus Spundwänden und der Betonplatte zurückgebaut und durch ein Betonprofil mit tieferer Sohllage ($\Delta h = 90$ cm) ersetzt.

Das Profil wird im Sinne der ökologischen Durchgängigkeit mit einer 15 cm mächtigen Substratschicht ausgekleidet. Eine darunter liegende Steinmatratze wirkt einer möglichen Verdriftung des Substrats entgegen. Die Substratschicht schließt mit gleicher Sohlhöhe an die Sohle im Oberlauf an (vergl. Abb. 3.21 und Kapitel 3.6.5). Details zum Betonprofil sind dem Kapitel 3.6.5 sowie Detailplan Brücke 5 – Wehr Hornemühle (Plan-Nr. 27) zu entnehmen.

Der noch verbleibende Sohlhöhenunterschied im Unterlauf des Wehres wird mit einer Auffüllung des Kolks mit sandigem Aushubmaterial und einem Raugerinne in Beckenstruktur abgebaut (vergl. Abb. 3.22 und Kapitel 3.6.6). Das Raugerinne ist im Detailplan Raugerinne (Plan Nr. 34) dargestellt.

Abschnitt 5: km 1+775 – km 2+100

Parallel zur Münsterstraße verläuft der Planungsabschnitt 5 zwischen der Brücke Kurt-Schumacher-Straße (km 1+775) und der Brücke Burgstraße (km 2+080). Der Bereich am Schwanenplatz ist zwischen km 1+775 und km 1+820 auf der westlichen Seite durch ein direkt am Wasser stehendes Hotel begrenzt. Gegenüberliegend wird am Schwanenplatz eine Sekundäraue hergestellt. Hierfür wird ein Fernmeldekabel der Tele-

kom gedükert. Daran anschließend wird zwischen km 1+850 und km 1+900 eine Sekundäraue am westlichen Ufer gestaltet. Hierfür wird eine Einleitung bei km 1+893 teilweise rückgebaut und an die neuen Böschungsverhältnisse angepasst.

Die Uferbefestigungen an den Auen werden entfernt, sodass morphologische Prozesse innerhalb der Aue möglich sind. Zur Initiierung einer Pendelströmung wird Totholz eingebracht. Die direkt aneinander anschließende Lage der Auen begünstigt diese Pendelströmung.

Entlang der Auen verläuft ein Bestandsfußweg am östlichen Ufer, welcher beibehalten wird. Bei km 1+910 quert eine Holzbrücke die Horne. Diese wird zurückgebaut und durch eine barrierefreie Fußgängerbrücke ersetzt (Kap. 3.6.7). Die neue Brücke überspannt das Gewässerprofil und führt nicht zu einer Einschnürung des hydraulischen Querschnitts. Die Bestandssohlsicherung wird entfernt und durch natürliches Sohlsubstrat ersetzt. Zur Sicherung der Sohle gegen Eintiefung bei sehr großen Hochwasserereignissen unter des Substrats werden naturnahe Sicherungsmaßnahmen in die Sohle eingebracht (vergl. Kapitel 3.3.4 und 3.6.1).

Im weiteren Verlauf des Planungsabschnittes (km 1+905 – km 2+080) soll der vorhandene Weg am östlichen Ufer neu weitergeführt werden. Aufgrund direkt anschließender, privater und nicht verfügbarer, Flächen wird das Gewässer bzw. die rechte Böschung ca. 4 m nach Westen verlegt, sodass an der heutigen Böschung am östlichen Ufer der neue Weg mit einer Breite von ca. 3 m neu angelegt werden kann.

Die neugestalteten Böschungen an beiden Ufern weisen eine Böschungsneigung von 1 : 2 auf und bedürfen keiner zusätzlichen Böschungssicherung.

Der Sohlverlauf wird geschlängelt entlang der Anschüttung geführt. Lokal (km 1+920 – km 1+950 und km 2+045 – km 2+060) werden kleinere Sekundärauen am westlichen Ufer hergestellt.

Nahe der Brücke kann die rechte Böschung nicht angeschüttet werden, um den hydraulischen Querschnitt nicht zu verringern. Eine Verlegung des Weges in Richtung Osten kommt aufgrund der privaten Eigentümerverhältnisse nicht in Frage.

Zur Weiterführung des neuen Weges entlang des Gewässers ist an dieser Stelle eine andere Planungslösung vorgesehen. Hier wird ein auf Stahlträgern gelagerter GFK-Gitterrost erstellt. So entsteht ein aufgeständertes Podest, über das der Anschluss der Brücke an den gewässerbegleitenden Weg möglich ist. Die Gründung der Stahlträger wird mit bewehrten Betonpfählen hergestellt. (vergl. Kapitel 3.6.3). Die Entwurfsstatik der Trägerkonstruktion kann der Anlage 8 entnommen werden.

Über die gesamte Teilstrecke wird der vorhandene Sohlverbau entfernt und natürliches Sohlsubstrat eingebracht. An den hydraulisch kritischen Stellen werden naturnahe Sohlsicherungen unterhalb des Substrats eingebaut (vergl. Kapitel 3.3.4 und 3.6.1).

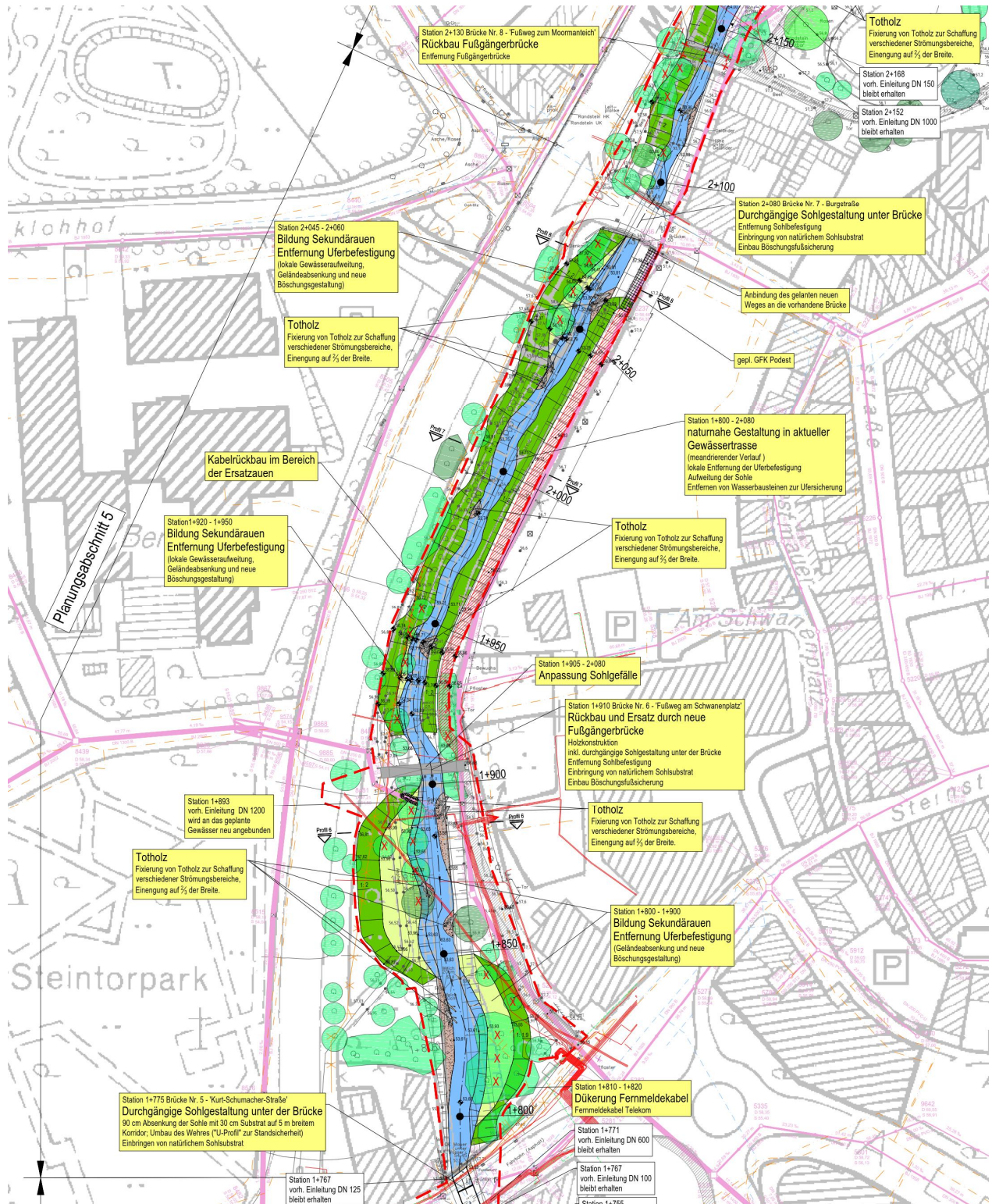


Abb. 3.11: Geplante Maßnahmen im Abschnitt 5 (Lageplan 3 – Plan-Nr. 5)

Abschnitt 4: km 2+100 – km 2+300

An die Burgstraße schließt im Norden ein durch die Münsterstraße im Westen und ein ehemaliges Möbelhaus im Osten eng begrenzter Gewässerabschnitt (km 2+100 – km 2+130) an (vergl. Abb. 3.12). Maßnahmen am Ufer sind nicht möglich, sodass sich die Planung auf eine naturnahe Gestaltung des Gewässerbettes beschränkt. Hierfür wird das Sohlgefälle durch Einbringen von ausgehobenem, sandigem Substrat und durch das Einbringen von Totholz angeglichen. An den hydraulisch kritischen Stellen wird eine naturnahe Sicherungsmaßnahme unterhalb des Substrats zur Sicherung der Sohle gegen Tiefenerosion vorgesehen (vergl. Kapitel 3.3.4 und 3.6.1).

Bei km 2+130 quert eine Fußgängerbrücke die Horne, welche im Zuge der Planung rückgebaut wird. Daran anschließend liegt der Moormannteich am östlichen Ufer. Hier findet ein Gestaltungswettbewerb zur Herstellung eines erlebbaren Gewässers statt, welcher nicht Gegenstand der Planung ist.

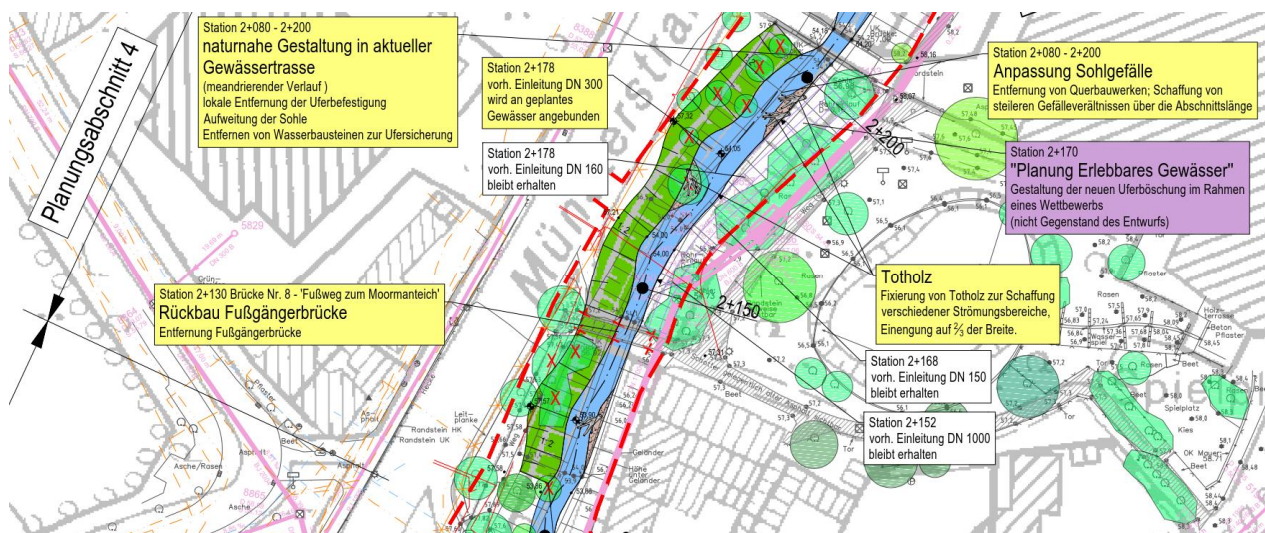


Abb. 3.12: Geplante Maßnahmen im Abschnitt 4 (Lageplan 4 – Plan-Nr. 6)

Bei km 2+205 kreuzt eine Zulieferungsbrücke des im Osten ans Gewässer anschließenden Kaufhauses an. Die Gewässersohle unter der Brücke wird durchgängig gestaltet (vergl. Kapitel 3.6.7). Zwischen der Zulieferungsbrücke und der Brücke „Konrad-Adenauer-Platz“ werden die vorhandenen Querbauwerke entfernt. Sohlsubstrat wird an der Sohlenoberfläche eingebracht (vergl. Kapitel 3.6.1). An den hydraulisch kritischen Stellen wird eine naturnahe Sohlssicherung unterhalb des Substrats eingebracht. Das Sohlgefälle wird im Zuge des Einbringens von Sohlsubstrat und der Sicherungsmaßnahmen ausgeglichen (vergl. Abb. 3.13).

Bei km 2+263 wird eine Einleitung an die neuen Böschungsverhältnisse angepasst. Diese wird hierzu teilweise rückgebaut und mit Steinstickungen versehen. Eine, mit einer Steinschüttung ausgekleidete Einlauf-
rinne führt von der Rohr- zur Gewässersohle. Die Brücke „Konrad-Adenauer-Platz“ wird an der Sohle durch-
gängig gestaltet (vergl. 3.6.1).

Detaillierte Informationen zu den geplanten Maßnahmen innerhalb dieses Abschnittes können Lageplan 3
– Plan-Nr. 5 entnommen werden.

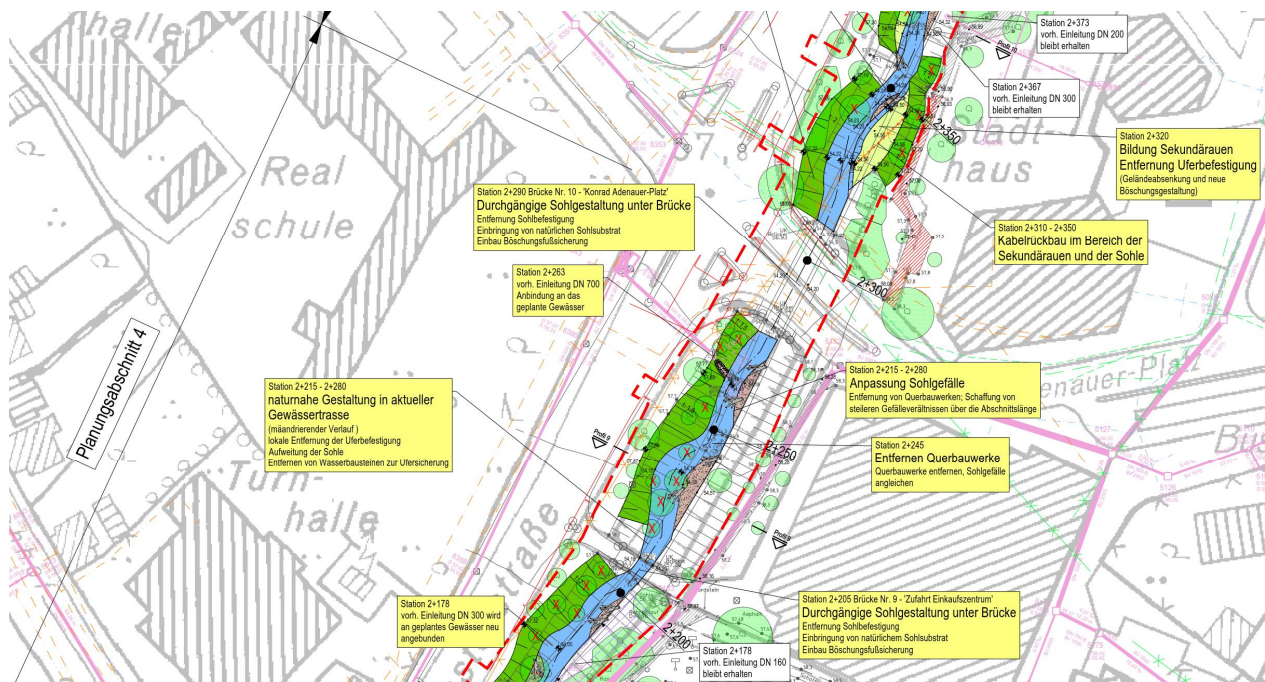


Abb. 3.13: Geplante Maßnahmen im Abschnitt 4 (Lageplan 3 – Plan-Nr. 5)

Abschnitt 3: km 2+300 – km 2+685

Der Planungskorridor im Planungsabschnitt 3 wird im Süd-Osten durch das anstehende Stadthaus sowie die Feuerwehr und im Westen durch die Münsterstraße begrenzt. Entlang des Gewässers werden zwischen km 2+300 und km 2+465 kleinere, alternierende Sekundärauen und Gewässeraufweitungen hergestellt, welche durch das Entfernen von Uferbefestigungen und Einbringen von Totholz einen gewundenen Verlauf mit Potenzial zur eigendynamischen Entwicklung im Bereich der Sekundärauen ermöglichen.

Bei km 2+305 müssen Kabel der Telekom und Unitymedia gedükt werden. Innerhalb der geplanten Sekundäraue bei km 2+310 bis km 2+350 sowie in der Sohle zwischen km 2+410 und km 2+445 liegen stillgelegte Fernmeldekabel. Die stillgelegten Kabel werden rückgebaut (vergl. Abb. 3.13).

Auf Höhe der Feuerwehr wird eine neue Fußgängerbrücke (km 2+465) geplant, welche einen schnellen Zugang der Feuerwehr von einem Parkplatz am westlichen Ufer zur Wache am östlichen Ufer ermöglicht. Die Brücke wird mit ausreichender Spannweite geplant, sodass diese nicht zu einer Einengung des Gewässers führt (Kap. 3.6.7). Zur Sicherung der Sohle gegen Eintiefung bei sehr großen Hochwasserereignissen werden naturnahe Sicherungsmaßnahmen unterhalb der Substratschicht unter der Brücke hergestellt (vergl. Kapitel 3.3.4 und 3.6.1).

Nördlich der Feuerwehr wird die Horne in einer neuen Trasse naturnah umgestaltet. Die neue Trassenführung verläuft leitbildgemäß mäandrierend mit anschließenden Sekundärauen an beiden Ufern. Zwischen km 1+470 – km 2+550 wird der alte Gewässerverlauf bis auf Sekundärauenniveau verfüllt, sodass eine Altarmstruktur mit Mulden hergestellt wird, welche an mindestens 30 Tagen im Jahr überflutet wird. Der restliche Bestandsverlauf der Horne (km 2+550 – km 2+650) wird vollständig verfüllt, wobei anstehende Gehölze an der westlichen Böschung im Wurzelbereich nicht stark überdeckt werden. Im Bereich der Neutrassierung werden keine Sohl- oder Ufersicherungsmaßnahmen vorgesehen.

Entlang des östlichen Ufers der Neutrassierung wird ein neuer gewässerbegleitender Fuß- und Radweg angelegt, der im Süden an den Bestandsweg bei km 2+465 und im Norden an den Hansaring (km 2+660) anschließt.

Bei km 2+609 befindet sich eine Einleitung, welche teilweise rückgebaut und an die Böschung der Neutrassierung angebunden wird. Eine weitere Einleitung befindet sich bei km 2+638. Das einleitende Rohr wird verlängert und auf Sekundärauenniveau an die Böschung der Neutrassierung angebunden. Eine Steinstückung von der Rohr- bis zur Gewässersohle sichert eine geregelte Einleitung (vergl. Abb. 3.13).



Abb. 3.14: Geplante Maßnahmen im Abschnitt 3 (Lageplan 4 – Plan-Nr. 6)

Der Planungsabschnitt 3 schließt im Norden an die Brücke „Hansaring“ (km 2+685) an. Die Brücke wird an der Sohle durchgängig gestaltet (vergl. Kapitel 3.6.7 und 4.3.3.2).

Abschnitt 2: km 2+685 – km 2+960

Innerhalb des Planungsabschnitts 2 mündet der Piepenbach bei km 2+800 in die Horne. Der Mündungsbe-
reich wird großzügig verbreitert und mit Sandbänken und Totholz als strömungslenkende Elemente verse-
hen. Bei km 2+775 wird eine Sandbank als Inselstruktur angeschüttet, welche mit Totholz stabilisiert wird.

Somit bilden sich 2 Strömungsbereiche, die auf kurzem Weg parallel fließen, bevor sie sich hinter der Insel vereinen. Die Uferbefestigungen und Querbauwerke in der Sohle werden im Mündungsbereich entfernt.

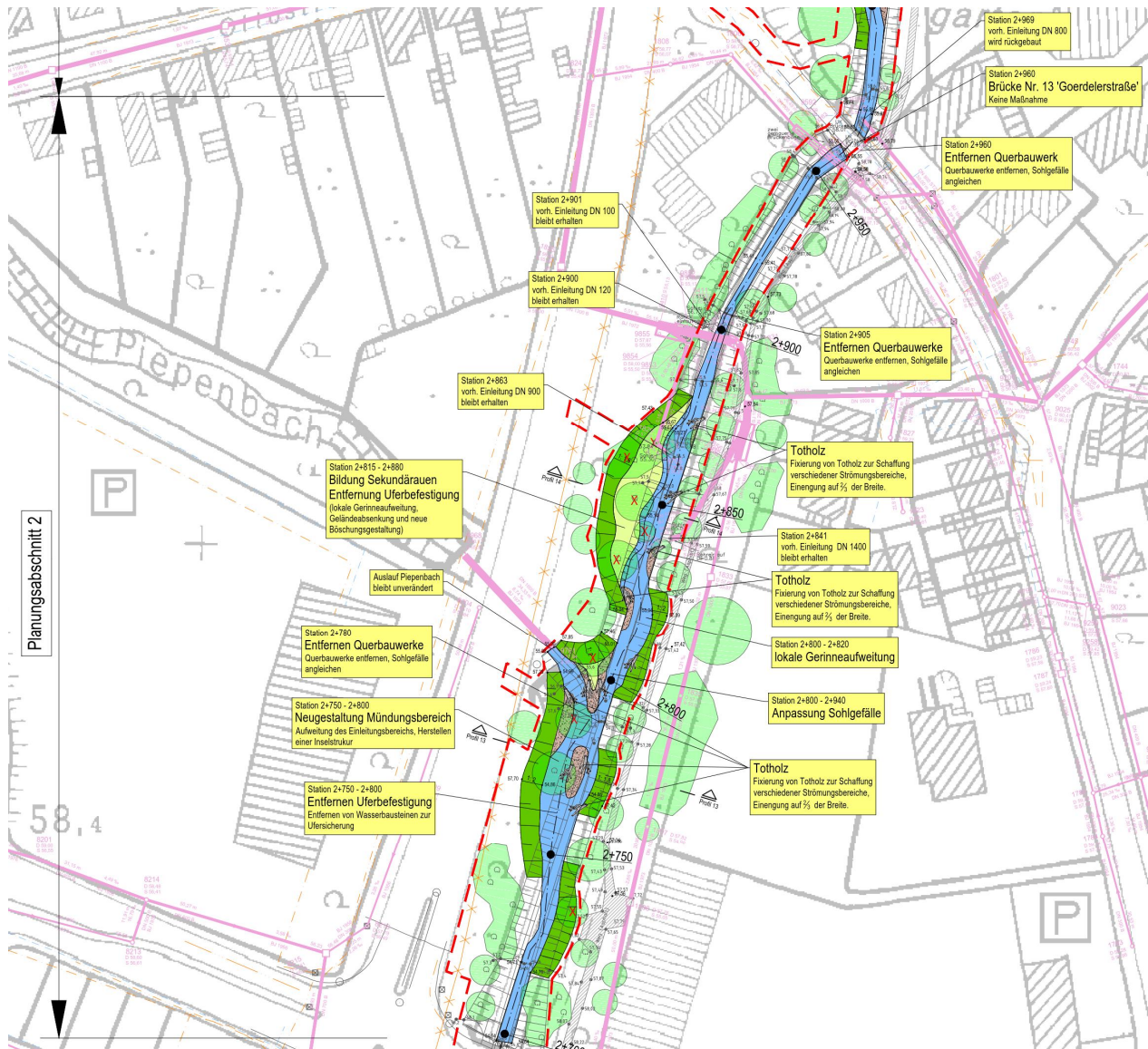


Abb. 3.15: Geplante Maßnahmen im Abschnitt 2 (Lageplan 6 – Plan-Nr. 8)

Nördlich der Piepenbachmündung wird am westlichen Ufer eine großzügige Sekundäraue (km 2+815 – km 2+880) gestaltet. Durch das Entfernen der Uferbefestigung und das Einbringen von Totholz wird das Potenzial zur eigendynamischen Entwicklung innerhalb der Aue hergestellt. Eine Einleitung (km 2+863) wird in die neugestaltete Böschung der Sekundäraue mit einer Steinstückung angebunden. Das Sohlgefälle wird entlang der Aue durch Einbringen von leitbildkonformen Sohlsubstrat angeglichen.

Im weiteren Verlauf ist der verfügbare Gewässerkorridor aufgrund anstehender Bebauung zu beiden Uferseiten stark begrenzt. Die Planung sieht zwischen km 2+880 und km 2+960 die Angleichung des Sohlgefälles durch Einbringen von sandigem Substrat vor (vergl. Längsschnitt 5 –Plan-Nr. 13). Aufgrund erhöhter Sohlschubspannungen (vergl. Kapitel 4.3 und Heft 2) im Abschnitt von km 2+880 bis zur Brücke Goerdeler Straße bei km 2+950 werden naturnahe Sicherungsmaßnahmen zum Schutz gegen Eintiefung in die Gewässersohle eingebracht. Diese werden mit 15 cm Sohlsubstrat angedeckt um die Durchgängigkeit zu gewährleisten.

Die historische Brücke „Goerdelerstraße“ ist denkmalgeschützt und verbleibt im Bestand.

Abschnitt 1: km 2+960 – km 3+474

Nördlich der Goerdeler Straße schließt ein Waldstück an das westliche Ufer der Horne an. Im Osten reichen Wohnbebauung und private Flächen nah an die Ufer heran. Im ersten Abschnitt (km 2+960 – km 3+070) stehen im Waldstück nahe der Horne schützenswerte Gehölze. Das Gewässer wird am westlichen Ufer aufgeweitet, um -unterstützt durch Sandbänke und Totholzeintrag- einen gewundenen Verlauf auszubilden. Im Zuge dessen wird ein Querbauwerk bei km 3+000 entfernt.

Im weiteren Verlauf steht westlich des Bestandsgerinnes ausreichend Raum für eine Neutrassierung von km 3+070 bis km 3+450 zur Verfügung. Diese wird leitbildgemäß mäandrierend innerhalb beidseitig anschließender Sekundärauen ausgeprägt. Entlang des Gerinnes wird an verschiedenen Stellen strömungslenkendes Totholz eingebracht, sodass sich das Gewässer innerhalb der Auen eigendynamisch entwickelt. Sohlsicherungen werden in diesem Bereich nicht vorgesehen, sodass sich die Sohle eigendynamisch morphologisch entwickeln kann. Das Bestandsgerinne wird verfüllt ohne die Wurzelbereiche schützenswerter Gehölze an den Böschungen stark zu überdecken. Auf die Verfüllung wird ein neuer Fußweg verlegt, welche die Vinzenzstraße im Norden und die Goerdeler Straße im Süden verbindet.

Im Zuge der Neutrassierung entfällt zukünftig der Übergang über die Horne im Bereich der Hundewiese. Ein neuer geplanter Zugang führt von der Vinzenzstraße von Norden zur Hundewiese.

Bei km 3+145 und km 3+375 kreuzen Fernmeldeleitungen die Gewässerplanung. Die Leitungen werden gedükert. Eine Einleitung wird bei km 3+258 verlängert und an die neugeplante Gewässerböschung angebunden.

58

Zwischen km 3+150 und km 3+225 ist die Errichtung eines Pufferraums für die Einleitung von Mischwasserentlastungen aus einem geplanten Neubaugebiet vorgesehen (Abb. 3.17).



Abb. 3.17: Pufferraum zwischen km 3+150 und km 3+240

Der Ablauf in die Horne wird durch eine Rohrdrossel DN 120 auf 25 l/s gesteuert. Bei einem Füllvolumen von über 550 m³ entlastet der Puffer über eine, mit einer Steinschüttung gesicherten, 10 m breite Überlaufschwelle.

Bei km 3+460 ist ebenfalls die Errichtung eines Pufferraums zur Sammlung der Einleitmengen aus dem RÜ Lohstraße vorgesehen. Hier werden bis zu 3.100 m³ gespeichert über eine Rohrdrossel DN 250 in die Horne eingeleitet. Die Entlastung erfolgt über eine 6,10 m breite und 10 m lange Überlaufschwelle, die mit einer Steinschüttung gesichert ist.

Die Bemessung beider Pufferräume sowie der Entlastungsanlagen kann Anlage 6 entnommen werden. Die Genehmigung dieser Puffermengen bedarf eines separaten Verfahrens und ist nicht Bestandteil des vorliegenden Genehmigungsantrags zur naturnahen Umgestaltung der Horne.

3.6. Geplante bauliche Anlagen

3.6.1. Sohlsicherungen

Die Gewässersohle der Horne ist im heutigen Zustand an vielen Stellen erhöhten Sohlschubspannungen ausgesetzt und dementsprechend mit Wasserbausteinen gesichert. In Sinne der Wasserrahmenrichtlinie bzw. der Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit sollen diese Sicherungen entfernt und die Sohle mit leitbildkonformem sandigem Substrat angereichert werden, welcher bei einem Hochwasserereignis immer wieder mobilisiert und bei geringeren Abflussverhältnissen umgelagert wird.

Die geplanten Maßnahmen (Aufweitungen und Anlegen von Sekundärauen) haben neben morphologischen Effekten auch eine Reduzierung der hydraulischen Belastungen zur Folge. Dennoch treten an einigen Stellen auch im Planungszustand erhöhte Sohlschubspannungen auf (vergl. Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen in Kapitel 4.3 bzw. dem Heft 2), sodass eine Tiefenerosion der neuen Sohle nicht ausgeschlossen werden kann. An diesen Stellen sind deshalb zusätzliche Sohlsicherungsmaßnahmen (Steinmatratzen) vorgesehen, die unter dem sandigen Sohlsubstrat eingebracht werden (s. Kap. 3.3.4). Ebenfalls sind solche Erosionsschutzmaßnahmen grundsätzlich in Bereichen unter den Brücken vorgesehen.

Zur Festlegung der Strecken, die mit schlafenden Sohlsicherungen vorgesehen sind, wurden mittels einer qualitativen Betrachtung mehrere Kriterien definiert. Weitere Details zu dieser Betrachtung sind in Kapitel 4.3 enthalten.

Die Bereiche, bei denen Steinmatratzen als schlafende Sohlsicherungen unter dem natürlichen Sohlsubstrat eingebracht werden, sind in der Tab. 3.2 aufgeführt.

Tab. 3.2: Bereiche mit Sohlsicherung im Planungsraum

Station (km)	Sohlsicherung	Substrat- mächtigkeit	Anmerkung
0+850	Steinmatratzen CP 45/125	15 cm	Brücke 1
0+860 - 1+075	Steinmatratzen CP 45/125	15 cm	Freilichtbühne
1+075	Steinmatratzen CP 45/125	15 cm	Brücke 2
1+400	Steinmatratzen CP 45/125	15 cm	Brücke 3
1+400 – 1+645	Steinmatratzen CP 45/125	15 cm	Solebad
1+645	Steinmatratzen CP 45/125	15 cm	Brücke Solebad
1+645 – 1+730	Steinmatratzen CP 45/125	15 cm	Solebad
1+770	Steinmatratzen CP 45/125	15 cm	Brücke 5
1+900	Steinmatratzen CP 45/125	15 cm	Brücke 6
1+910 – 2+070	Steinmatratzen CP 45/125	30 cm	Gerinneverlagerung
2+080	Steinmatratzen CP 45/125	15 cm	Brücke 7
2+130 – 2+200	Steinmatratzen CP 45/125	15 cm	Moormannplatz
2+205	Steinmatratzen CP 45/125	15 cm	Brücke 9
2+205 – 2+285	Steinmatratzen CP 45/125	30 cm	Einkaufszentrum
2+290	Steinmatratzen CP 45/125	15 cm	Brücke 10
2+450	Steinmatratzen CP 45/125	15 cm	Brücke 11
2+685	Steinmatratzen CP 45/125	15 cm	Brücke 12
2+885 – 2+950	Steinmatratzen CP 45/125	15 cm	Südl. Goerdeler Straße

In Tab. 3.2 nicht aufgeführte Bereiche werden ohne Sohlsicherung der eigendynamischen Entwicklung überlassen.

3.6.2. Böschungfußsicherungen

Die in den Kapiteln 3.3.4, 3.3.5 und 3.6.1 beschriebenen naturnahen Steinmatratzen liegen nicht nur unterhalb des Substrates, sondern werden bis zum Böschungsfuß hochgezogen. Dadurch wird in hydraulisch stark belasteten Bereichen nicht nur die Sohle, sondern auch der Böschungsfuß gesichert.

Im Süden des Planungsraums, im Bereich des Stadtsees, fließt die Horne zwischen km 1+140 und km 1+180 mit einem ausgeprägten Prallufer durch eine geplante Sekundäraue. Innerhalb der Aue sind eigendynamische Entwicklungen erwünscht. Durch die Erosion am Prallufer kann es zu einer Gewässerverlagerung in Richtung Böschungsfuß kommen. Um eine Entwicklung über die Grenzen der Sekundäraue hinaus

zu unterbinden wird im Böschungsfußbereich eine schlafende Böschungsfußsicherung mit Steinwalzen vorgesehen (vergl. Abb. 3.18).

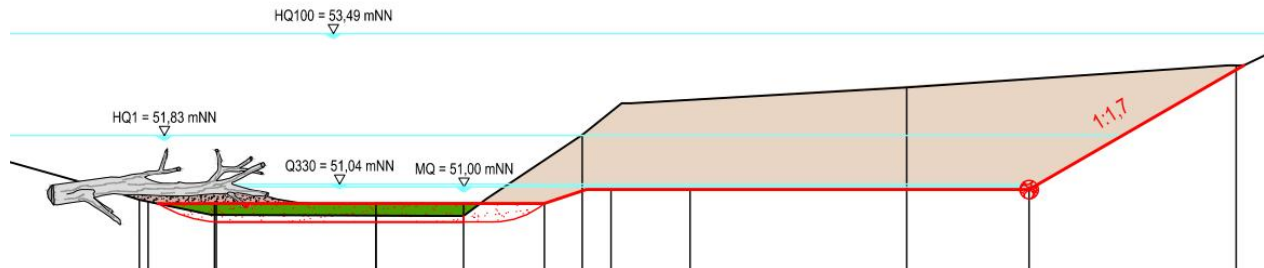


Abb. 3.18: Schlafende Böschungsfußsicherung im Bereich des Stadtsees (km 1+140 – km 1+180)

3.6.3. Podest auf Stahlträgern

Entlang des Gewässers wird ein Fußweg auf der östlichen Gewässerseite geplant. Wie in Kapitel 3.5 erläutert, wird hierfür zwischen km 1+0910 und km 2+060 die östlich vorhandene Böschung angeschüttet, um keine privaten Flächen in Anspruch zu nehmen. Bei km 2+060 bis km 2+080 kann die Böschung nicht angeschüttet werden ohne den hydraulischen Querschnitt der Brücke 7 – Burgstraße zu verringern. Um die hydraulische Situation nicht negativ zu beeinflussen, wird ein Podest auf einem GFK-Gitterrost an die Bestandsböschungsoberkante angeschlossen, auf dem der geplante Weg verlaufen kann.

Der Gitterrost wird dabei auf Stahlträgern gelagert, die an die vorhandene Böschung gegründet werden müssen. Der anstehende Boden ist in diesem Bereich nicht tragfähig, sodass eine Gründung bis zu einer tragfähigen Bodenschicht erforderlich ist. Hierfür werden die Stahlträger in bewährte Betonpfähle eingespannt.

Aufgrund des nahe verlaufenden Sammlers kann allerdings keine ausreichend tiefe Baugrube zur Herstellung der Betonpfähle hergestellt werden. Durch die beengten Platzverhältnisse auf der Böschung ist die Herstellung von Bohrpfählen ebenso wenig möglich. Das Einbringen der Pfähle über Rütteln entfällt, da die Standsicherheit des Sammlers nach einem Rüttelvorgang in dessen Nähe nicht garantiert werden kann. Daher werden zur Herstellung der Betonpfähle Schachtringe mit einem Nenndurchmesser von DN 1000 mit Hilfe eines Greifbaggers durch Ausheben des anstehenden Bodens innerhalb der Schachtringe in den Boden eingelassen. Die Schachtringe dienen der Aussteifung der Baugrube. Sie werden zur Herstellung der Betonpfähle mit bewehrtem Beton verfüllt. Die Podestkonstruktion kann mit entsprechender Betonpfahlgründung dem Querprofil 8 und dem Detailplan Brücke 7 (Pläne-Nr. 19 und 29) entnommen werden. Die Entwurfsstatik der Trägerkonstruktion kann der Anlage 8 entnommen werden.

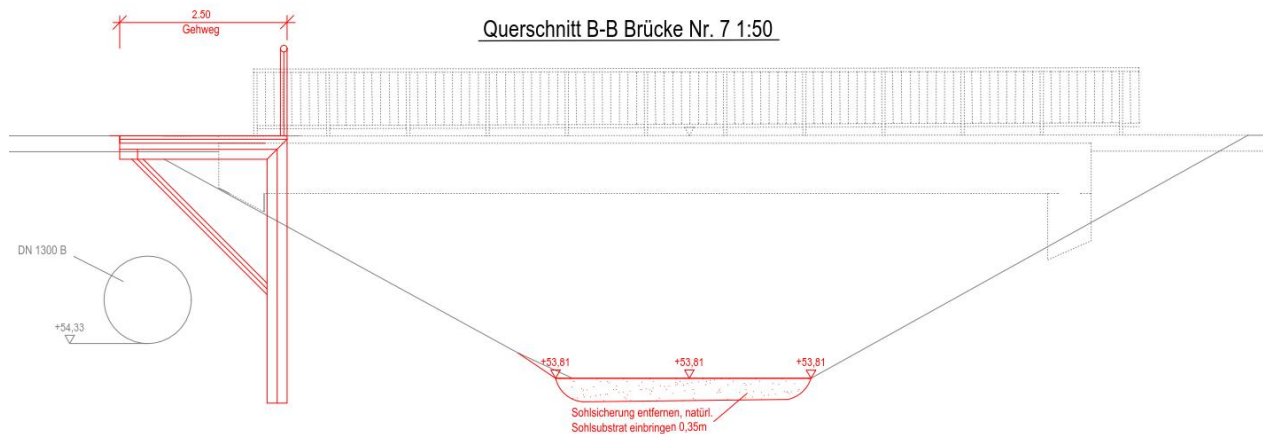


Abb. 3.19: Gehwegführung auf einem auf Stahlträgern gelagerten Podest (km 2+060)

3.6.4. Damm-Stadtsee

Der Stadtsee ist über einen Damm von der Horne getrennt. Zur Herstellung eines Fußweges auf der Dammkrone wird dieser breiter gestaltet, indem er seeseitig angeschüttet wird. Die zukünftige Dammkrone weist eine Breite von 2,90 m auf, wobei in der Mitte ein 2,50 m breiter Weg verläuft. Der Weg ist nach RAST 06 [14], bzw. HBVA 2011 [8] bemessen und ist breit genug, dass sich 2 Personen in Rollstühlen bequem begegnen können. Die Querneigung des Weges beträgt 2,5 % zum Abführen von Niederschlag. Links und rechts des Weges sind 20 cm Grünstreifen vorgesehen. Anschließend beginnt die Böschung mit einer Neigung von 1 : 2.

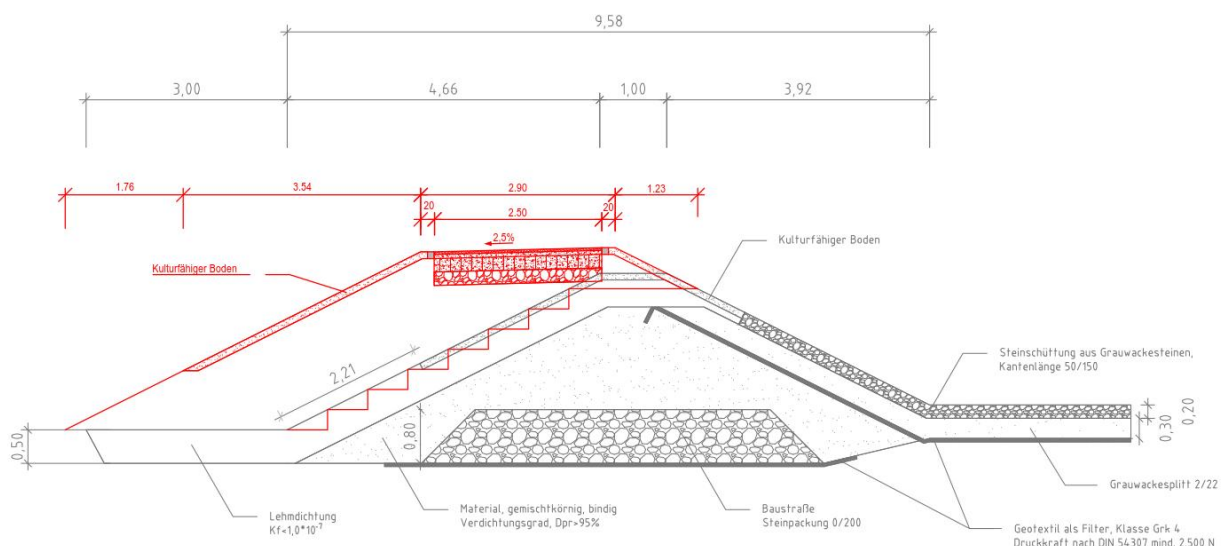


Abb. 3.20: Geplante Dammanschüttung am Stadtsee (Detailplan Damm Stadtsee km 1+100 – km 1+380 - Plan-Nr. 35)

Um die Dichtheit des Dammes nicht einzuschränken wird die Anschüttung mit bindigem Material hergestellt. Hierzu wird eine Verzahnung am Bestandsdeich hergestellt, auf der die Anschüttung kraftschlüssig erfolgt. Die obere Bodenschicht wird mit 10 cm Oberboden abgedeckt. Der Standsicherheitsnachweis zum geplanten Damm kann dem Bodengutachten in Heft 4 entnommen werden.

3.6.5. Wehr Hornemühle / Betonprofil mit Sohlsubstrat

Unter der Brücke „Kurt-Schumacher-Straße“ befindet sich das „Wehr Hornemühle“. Hierbei handelt es sich um eine Konstruktion, bestehend aus Spundwänden vorne und hinten, auf denen eine Betonplatte lagert. Der Höhenunterschied zwischen der Sohle der Horne im Oberlauf und der Oberkante der Betonplatte beträgt etwa 0,95 m. Im Unterlauf hat sich ein großer Kolk gebildet, sodass ein Absturz mit einer Sohlhöhen-differenz von 2 m jegliche aquatische Durchgängigkeit unterbindet.

Die Betonplatte wurde auf ihre statische Wirkung geprüft. Dem entsprechenden Gutachten von Wesselmann und Brune [7] zufolge kann eine aussteifende Wirkung der Betonplatte auf die Brückenwiderlager nicht ausgeschlossen werden.

Um die Durchgängigkeit wiederherzustellen, werden die Betonplatte sowie die Spundwände rückgebaut. Um eine mögliche Aussteifung der Betonplatte auf die Widerlager der Brücke beizubehalten wird ein neues Betongerinne hergestellt. Das Betongerinne wird Trapezförmig gestaltet und mit natürlichem Sohlsubstrat abgedeckt. Das Substrat wird durch eine naturnahe Steinmatratze vor Verdriftung geschützt. Links und rechts werden 80 cm bzw. 1 m breite Bermen für die Unterhaltung belassen. Als Betreiber der Brücke ist Straßen NRW in die Planung eingebunden worden.

Das Profil ist in Abb. 3.21 dargestellt. Details können dem Detailplan Brücke 5 – Wehr Hornemühle – Plan-Nr. 27 entnommen werden. Die zugehörige Entwurfsstatik ist in Anlage 8 beigefügt.

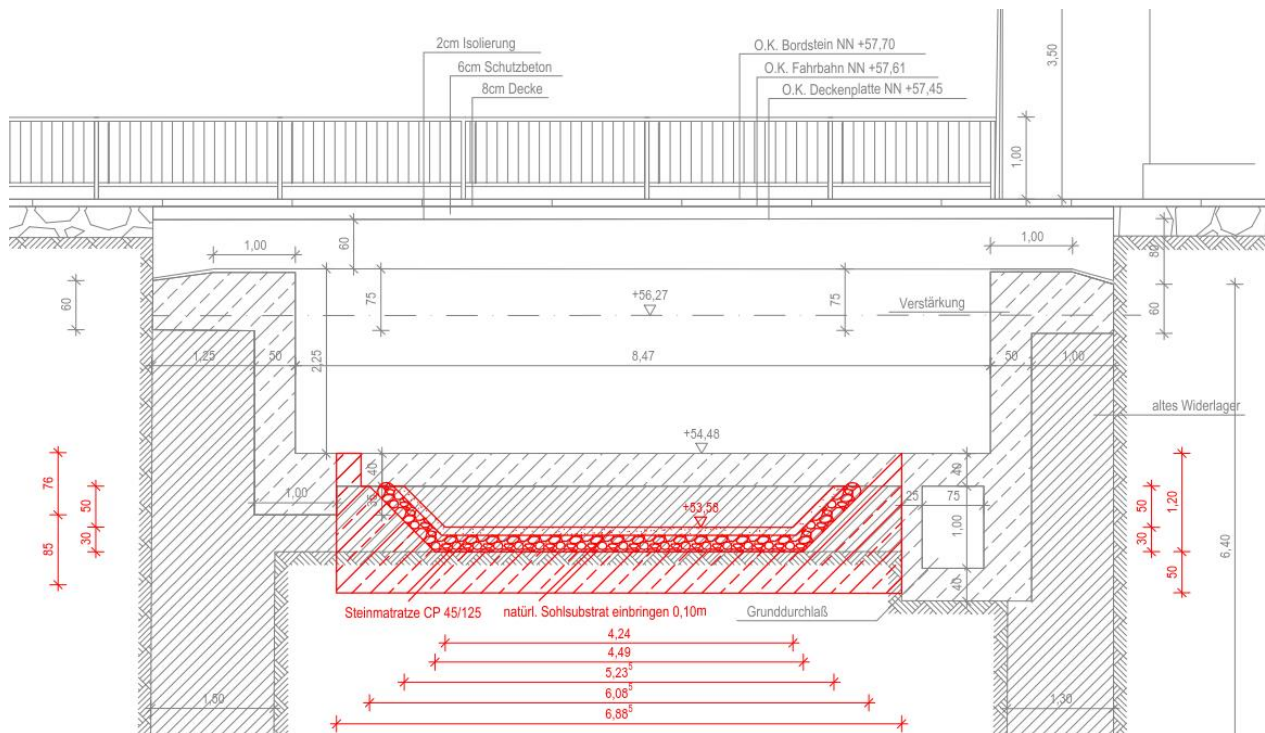


Abb. 3.21: Betonprofil mit Sohlsubstrat am Wehr Hornemühle

3.6.6. Raugerinne km 1+750

Im Unterlauf der Brücke „Kurt-Schumacher-Straße“ wird zur Überwindung des vorhandenen Höhenunterschiedes von 72 cm ein Raugerinne mit Beckenstruktur hergestellt, welches nach DWA-M 509 bemessen wurde. Die hydraulische Bemessung des Raugerinnes ist vom Fischgewässertyp und den entsprechenden Leitfischarten abhängig. Die Horne entspricht dem Fischgewässertyp 06 – unterer Forellentyp Tiefland. Als typischer Leitfisch wird die Bachforelle als bemessungsrelevanter Fisch herangezogen.

Nach Berücksichtigung der Sicherheitsbeiwerte sowie den Angaben der Fließgewässerregion ergeben sich die in Tab. 3.3 aufgeführten Bemessungswerte.

Tab. 3.3: Bemessungswerte des Raugerinnes

Parameter	Kürzel	Wert	Anmerkung
Bemessungsbeckenlänge	$L_{LB,bem}$	1,88 m	
Bemessungswassertiefe	$h_{u,bem}$	0,31 m	Im Becken
Bemessungswassertiefe	$H_{D,bem}$	0,25 m	Im Durchlass
Bemessungsschlitzweite	$b_{s,bem}$	0,19 m	
Absturzhöhe	Δh_{bem}	0,12 m	Zwischen den Becken
Max. Leistungsdichte	$p_{D,bem}$	135 W/m ³	
Mittlere Fließgeschwindigkeit	$v_{m,bem}$	0,5 m/s	Im Becken
Max. Fließgeschwindigkeit	v_{max}	1,53 m/s	$\sqrt{(2 \cdot 9,81 \cdot \Delta h)}$

Das Raugerinne ist auf eine Durchgängigkeit an mindestens 300 Tagen im Jahr zu dimensionieren. Als untere Randbedingung ist das Abflussereignis Q_{30} mit 0,16 m³/s und als obere Randbedingung Q_{330} mit 1,34 m³/s maßgebend.

Unter Berücksichtigung der einzuhaltenden hydraulischen Randbedingungen werden die geometrischen Kenndaten des Raugerinnes, wie in Tab. 3.4 aufgeführt, ermittelt. Weitere Details können der Bemessung des Raugerinnes in Anlage 7 entnommen werden.

Tab. 3.4: Geometrische Kenndaten des Raugerinnes am Wehr Hornemühle

Parameter	Kürzel	Wert	Anmerkung
Lichte Beckenlänge	L_{LB}	4,00 m	
Riegelbreite	B_R	5,40 m	
Sohlbreite	B_{So}	3,26 m	
Schlitzweite	b_s	0,30 m	
Absturzhöhe	Δh	0,12 m	zwischen den Becken
Steinbreite	B_s	0,70 m	
Steinhöhe	$h_{s,so}$	0,50 m	
Steinhöhe gesamt	$h_{s,ges}$	1,00 m	
Steintiefe	T_s	0,70 m	

Die ermittelte Geometrie kann dem Detailplan Raugerinne – Plan-Nr. 34 entnommen werden. Abb. 3.22 zeigt einen Auszug des Aufbaus im Längsschnitt.

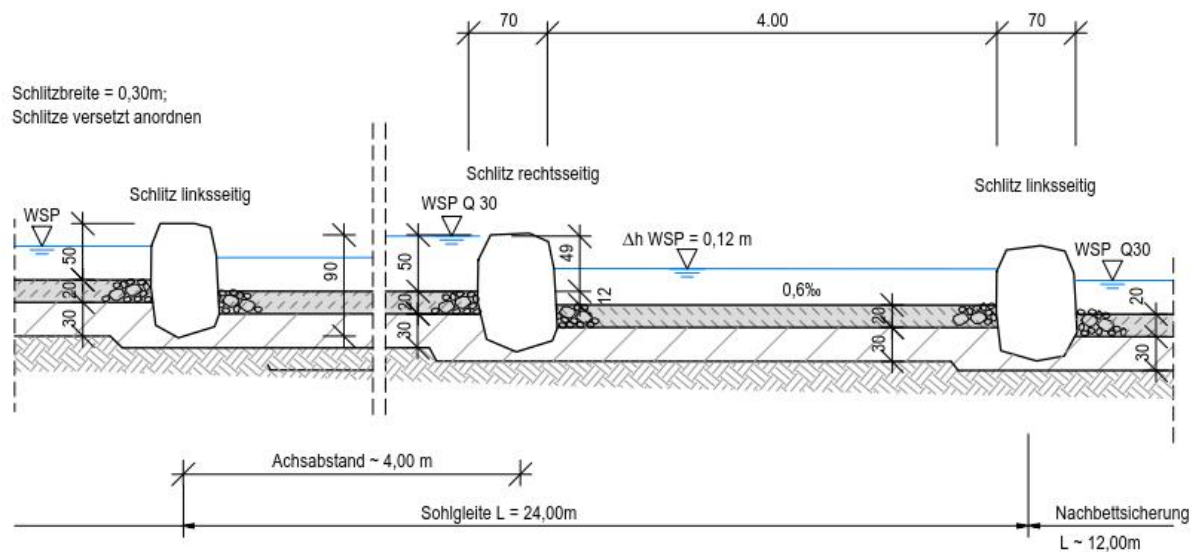


Abb. 3.22: Aufbau des Raugerinnes im Längsschnitt

3.6.7. Brückenplanung

Neue Fußgängerbrücken

Die Gewässerplanung an der Horne sieht den Ersatz einer Fußgängerbrücke bei Station 1+910 im Bereich des Schwanenplatzes vor. Bei der Bestandsbrücke handelt es sich um eine gewölbte Holzbrücke. Um den Fußgängerweg barrierefrei zu gestalten, wird die Brücke rückgebaut und durch eine neue, barrierefreie Brücke ohne Wölbung ersetzt. Die neue Brücke überspannt das gesamte Gewässer, sodass kein Einschnitt in den Fließquerschnitt hervorgerufen wird. Die Sohlbefestigung der Brücke wird entfernt und durch eine 15 cm mächtige Substratschicht ersetzt. Die Sohle und die Böschungsfüße an beiden Ufern werden mit Steinmatratzen unterhalb des Substrats gesichert (vergl. Abb. 3.23). Detaillierte Informationen liefert der Detailplan Brücke 6 – Plan-Nr. 28.

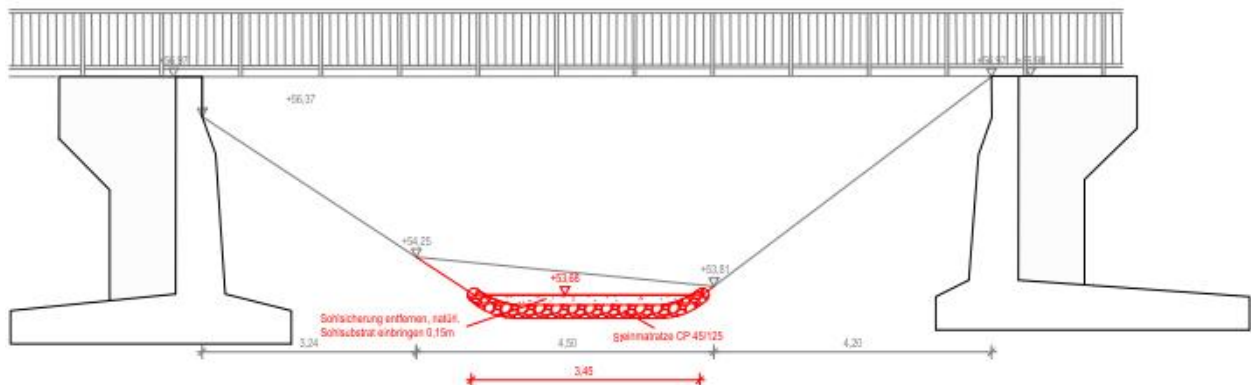


Abb. 3.23: Querschnitt der neugeplanten Brücke bei Station 1+910

Eine weitere neue Brücke wird bei Station 2+465 geplant. Hierbei handelt es sich um eine Fußgängerbrücke, mit der Feuerwehreute im Einsatzfall die Horne überqueren können um schnell von einem Parkplatz am westlichen Ufer zur Feuerwache am östlichen Ufer zu gelangen. Die Brücke überspannt das gesamte Gewässer und engt den Fließquerschnitt nicht ein. An der Sohle wird eine Sohlschicht von 15 cm eingebracht. Die Sohle sowie die Böschungsfüße werden durch naturnahe Sicherungsmaßnahmen unterhalb des Substrats gesichert. Details hierzu können Abb. 3.24 sowie dem Detailplan Brücke 11 – Plan-Nr. 32 entnommen werden.

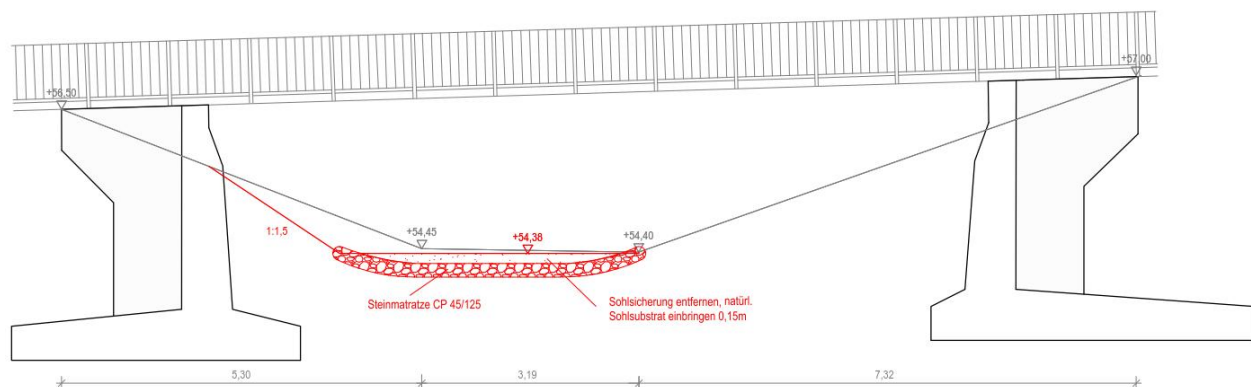


Abb. 3.24: Geplanter Brückenquerschnitt der Brücke 11 an der Feuerwehr (km 2+465)

Die Entwurfsstatik der neugeplanten Widerlager beider Brücken wird im Zuge der weiteren Planungsschritte detailliert.

Rückbau Bestandsbrücke

Der Moormannteich ist im Bestand bei Station 2+130 über eine Fußgängerbrücke von der Münsterstraße erreichbar. Diese Brücke wird rückgebaut. Die Planung sieht eine vollständige Verlegung des Fußweges auf die östliche Uferseite der Horne vor. Die Lage der Brücke kann dem Lageplanausschnitt (Abb. 3.25) entnommen werden.



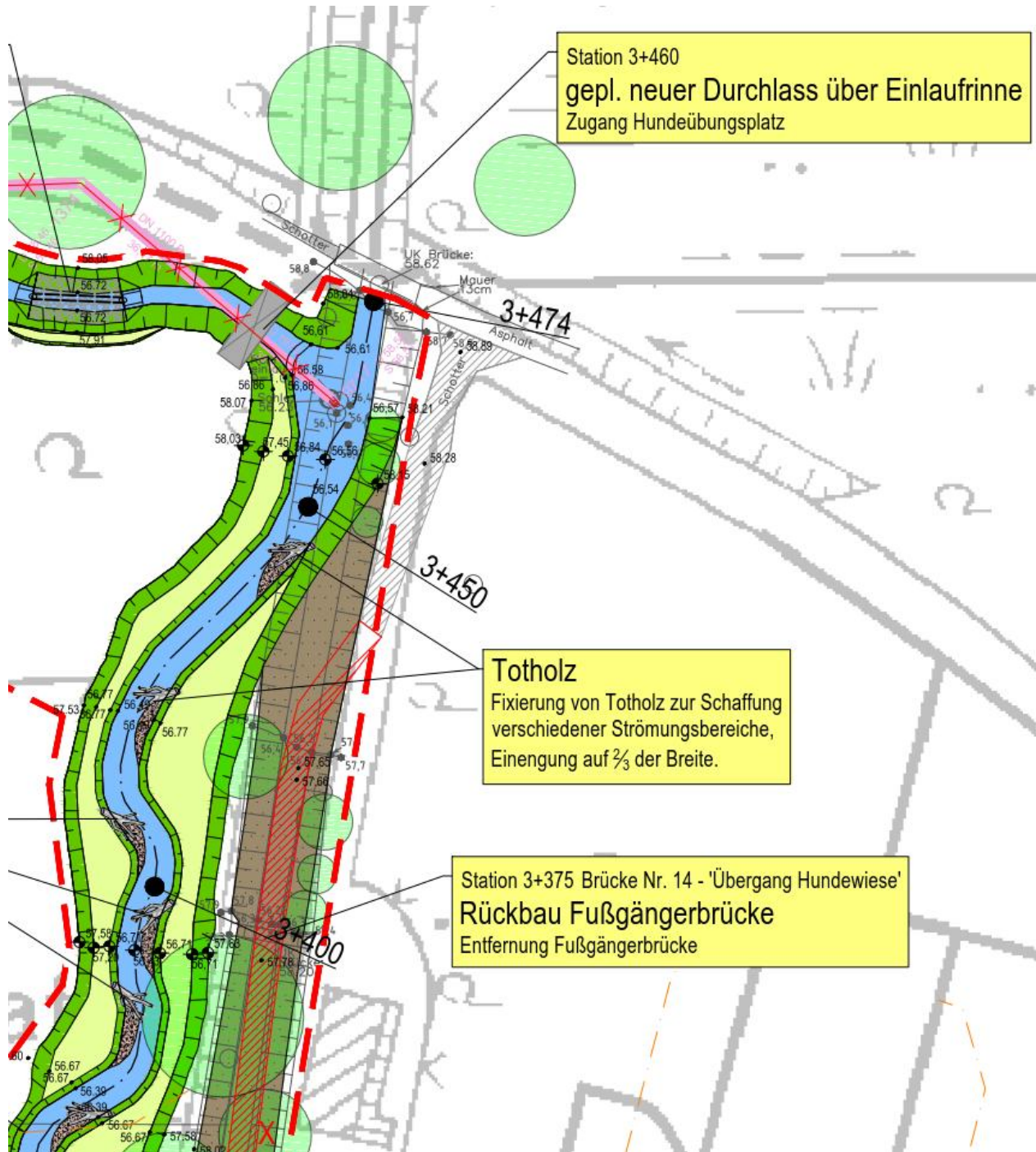


Abb. 3.26: Übergang über die Horne an der Hundewiese

Alle weiteren Brücken bleiben unverändert erhalten und werden, bis auf die denkmalgeschützte Brücke an der Goerdeler Straße, nur durchgängig gestaltet. Hierfür wird die Sohlbefestigung entfernt und Substrat

eingebraucht. Unterhalb des Substrates werden naturnahe Sicherungsmaßnahmen zum Schutz vor Tiefenerosion vorgesehen. Ein exemplarischer Querschnitt kann Abb. 3.27 entnommen werden. Detaillierte Informationen liefern die Detailpläne Brücke 1 (Plan-Nr. 20) bis Detailplan Brücke 12 (Plan-Nr. 30).

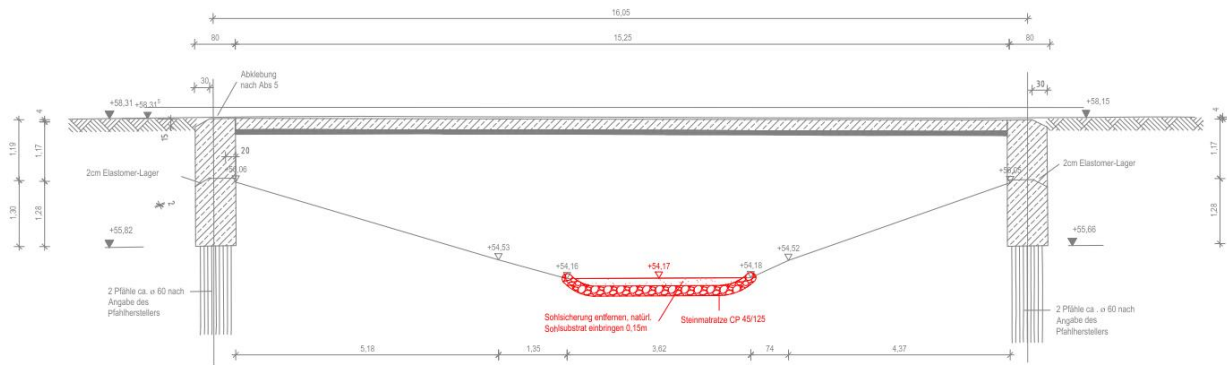


Abb. 3.27: Exemplarischer Brückenquerschnitt – Umgestaltung der Sohle unter der Brücke (eingebraachte Sohlsubstratschicht und naturnahe Sicherungsmaßnahme)

3.6.8. Gewässerbegleitender Weg

Entlang des neugestalteten Gewässers wird ein Fußgängerweg geplant. Dieser erstreckt sich von Beginn des Planungsgebiets im Süden bei km 0+850 bis zum Ende des Gebietes bei km 3+474 im Norden. Der Weg verläuft entlang des östlichen Ufers des Gewässers.

Die Bemessung erfolgt gemäß RAST 06 [14] und H BVA [8] über eine Breite von 2,50 m, sodass sich Fußgänger und Personen mit Kinderwagen oder Rollstühlen bequem begegnen können. Der Wegaufbau erfolgt gemäß ZTV SoB-StB 04 [18] mit dem in Tab. 3.5 und Abb. 3.28 aufgezeigten Schichtaufbau.

Tab. 3.5: Aufbau des gewässerbegleitenden Weges

Mächtigkeit	Material
4 cm	Kalksteinsplitt 0/5
6 cm	Natursteinschotter 0/16
20 cm	Schottertragschicht 0/45
20 cm	Frostschuttschicht 0/32

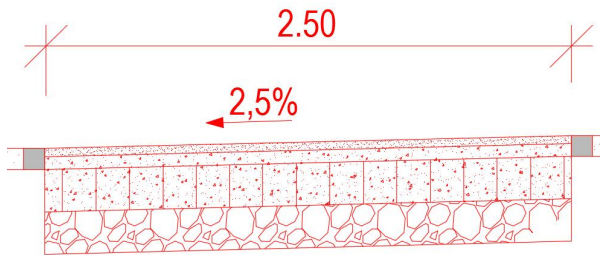


Abb. 3.28: Wegeaufbau des Gehweges im Querschnitt

3.7. Monitoring / Gewässerunterhaltung

In Sinne der Ziele der Wasserrahmenrichtlinien wird die Gewässersohle mit leitbildkonformen sandigem Sohlsubstrat gestaltet. Durch die geplanten Maßnahmen werden sich Bereiche ergeben, in denen das sandige Sohlsubstrat im Hochwasserfall mobilisiert und umgelagert wird. So werden alternierend mehrere Erosions- und Auflandungsstrecken entstehen, wie es für sandführende Gewässer typisch ist. Die Herstellung dieser eigendynamischen Entwicklung ist das Hauptziel der vorliegenden Planung und explizit gewünscht.

Im Sinne dieser gewünschten eigendynamischen Entwicklung werden Erosionsprozesse an vielen Stellen toleriert und es wird auf den durchgehenden Einbau von Sohlbefestigungen verzichtet (Kap. 3.3.4). Nur an den äußersten kritischen Stellen ist zur Verhinderung des Auftretens einer fortschreitenden übergeordneten Tiefenerosion der Einbau von naturnahen Sohlbildungsmaßnahmen unter dem sandigen Sohlsubstrat vorgesehen (Kap. 3.6.1). Insofern bildet die geplante Maßnahme einen Kompromiss aus geforderten und gewünschten Freiheitsgraden für das Gewässer einerseits und ebenso erforderlichen – weil in der Regel sicherheitsrelevanten – Beschränkungen dieser Freiheitsgrade ab.

Gewässermorphologische Prozesse lassen sich aufgrund der Vielzahl der Einflussfaktoren und Wechselwirkungen (Inhomogenitäten des Untergrundes, Häufigkeit und Intensität der Abflussereignisse, Bewuchs etc.) nicht exakt in ihrer räumlichen Erstreckung und ihrem Umfang vorherbestimmen. Vor diesem Hintergrund empfehlen wir nach Umsetzung der baulichen Maßnahmen ein Gewässermorphologisches Monitoring durchzuführen. Aus regelmäßigen Gewässerbegehungen und Vermessungen der Sohlage lässt sich erkennen, in welchen Bereichen Erosionsvorgänge / Anlagerungen stattfinden. Anhand der zur Überprüfung des Hochwasserschutzes durchgeführten hydraulischen Berechnungen sowie den benachbarten Nutzungen ist dann zu bewerten, ob diese Erosion / Ablagerung zugelassen werden können, oder nicht. Entsprechend der Ergebnisse des Monitorings sind ggf. Maßnahmen zur Begrenzung bzw. Lenkung dieser Prozesse zu konzipieren und umzusetzen.

In der Anfangszeit nach Umsetzung der Maßnahme wird eine halbjährliche Begehung bzw. eine Begehung nach bettbildenden Abflussereignissen empfohlen. Mit zunehmender Kenntnis über die gewässermorphologischen Prozesse und deren Geschwindigkeit können die Intervalle des Monitorings weiter gestreckt werden.

4. Hydraulische Berechnungen

Die Horne fließt im Planungsraum zum größten Teil durch Stadt- und Wohngebiete. Die Hochwassersituation der Anlieger darf sich durch die Planungsmaßnahmen nicht verschlechtern. Häufigeres Ausufernd und eine Vergrößerung der Überschwemmungsgebiete ist zu vermeiden.

Weiterhin ist der ökologische Erfolg der Maßnahme, besonders das Anlegen von Sekundärräuen, stark von den sich einstellenden Fließtiefen und Fließgeschwindigkeiten abhängig. Eine Überflutung der Sekundärräuen bei Q_{330} wird angestrebt.

Aus den oben genannten Gründen wurden hydraulische Berechnungen durchgeführt.

Zur hydraulischen Betrachtung der Maßnahmen wurde ein 1D-Modell erstellt und kalibriert. Die Ergebnisse der Berechnung sind detailliert in Heft 2 beschrieben.

4.1. Lastfälle

Bei dem Gebiet rund um die Horne handelt es sich zum größten Teil (km 1+400 – km 2+960) um einen Bereich mit gewässernaher Bebauung und wichtigen Verkehrswegen. Dementsprechend gilt entlang der betrachteten Gewässerstrecke das Schutzziel $T_n = 100$ Jahre bei bordvollem Abfluss.

Nördlich der Goerdeler Straße (km 2+960 – km 3+474) verläuft die Horne durch eine bewaldete Fläche, in der es früher zu Ausuferungen kommen kann. Die Überflutungssituation der anliegenden B54 im Westen sowie der angrenzenden Bebauung im Osten darf durch die Planung nicht schlechter gestellt werden.

Im Süden (km 0+850 – km 1+400) liegt ein Parkbereich an, der häufiger überflutet werden kann. Dennoch sollte die Überflutungshäufigkeit im Planzustand im Vergleich zum Ist-Zustand aufgrund der an den Park angrenzenden Bebauung nicht verschlechtert werden.

Neben dem 100-jährlichen Schutzziel sind für die ökologische Entwicklung weitere hydraulische Betrachtungen von Bedeutung. Zum einen sollte die Horne bei Mittelwasserabflüssen (MQ) eine ausreichende

Wassertiefe für einen Fischdurchgang aufweisen. Zum anderen müssen die Sekundärauen für eine ökologische Entwicklung mindestens an 30 Tagen im Jahr (Q_{330}) überflutet werden. Unter Berücksichtigung der natürlichen Zuflüsse sowie Einleitungen entlang des Gewässers (vergl. Heft 2) wurden die Bemessungsabflüsse für die Lastfälle MQ, Q_{330} und HQ_{100} ermittelt. Die Zusammenstellung der bei den verschiedenen Lastfällen zu berücksichtigenden ist in Tab. 4.1 gegeben. Die Herleitung der Abflussgrößen kann Heft 2 entnommen werden.

Tab. 4.1: Lastfälle für die hydraulischen Berechnungen

Abflussereignis	Abfluss [m^3/s]
MQ	0,68
Q_{330}	1,34
HQ_{100}	40,04

4.2. Wasserspiegelberechnungsverfahren und Ergebnisse

Zur Beurteilung der hydraulischen Verhältnisse nach dem Gewässerumbau wurden die im Planzustand bei mittleren und Hochwasserabflussverhältnissen zu erwartenden Wasserspiegellagen ermittelt. Hierfür wurde eine 1-dimensionale hydraulische Betrachtung mit dem Programm JABRON 7.1 durchgeführt. Eine detaillierte Beschreibung der Berechnungsverfahren und Ergebnisse können Heft 2 entnommen werden.

Die Ergebnisse der durchgeführten hydraulischen Betrachtung können wie folgt zusammengefasst werden:

- Bei mittleren Abflussverhältnissen ($MQ = 680 \text{ l/s}$) weist das Gerinne eine mittlere Fließtiefe von ca. 23 cm auf. Lokal kann der Wasserspiegel auf bis zu 9 cm herabsinken. Der maximale Wasserstand bei MQ beträgt 37 cm. Durch eine eigendynamische Profilentwicklung wird sich voraussichtlich eine Niedrigwasserrinne ausbilden, in denen die Wassertiefe einige Zentimeter größer sind als im Rest der Sohle.
- Die geplanten Sekundärauen werden bei einem Q_{330} -Ereignis mit einer Mindestwassertiefe von 2 cm überflutet. Lokal liegen die Wassertiefen bei bis zu 30 cm, sodass die Auen schon vor einem Q_{300} überflutet werden. Die ökologische Anforderung von einer Mindestüberflutung der Auen bei Q_{330} ist erfüllt.
- Durch die Aufweitungen und die Herstellung der Sekundärauen wird der Wasserspiegel bei großen Abflussereignissen abgesenkt. Bei einem 100-jährlichem Hochwasserereignis sind die Wasserstände in aufgeweiteten Abschnitten im Plan-Zustand einige cm niedriger als im Ist-Zustand. So kann die Hochwassersicherheit durch die geplanten Maßnahmen lokal verbessert werden. Eine

Verschlechterung der Überflutungssituation findet nicht statt. Nördlich der Goerdeler Straße kommt es im Plan-Zustand wie im Ist-Zustand zu einem starken Rückstau bzw. Rückhalt.

Die Ergebnisse für die Lastfälle MQ, HQ₁ und HQ₁₀₀ können den Längsschnitten 1 – 6 (Pläne-Nr. 09 – 14) entnommen werden. In den Querprofilen 1 – 15 werden die Wasserspiegellagen der Lastfälle MQ, Q₃₃₀, HQ₁ und HQ₁₀₀ dargestellt. Im Detail können die Berechnungen sowie die Ergebnisse Heft 2 entnommen werden.

4.3. Qualitative Sedimenttransportbetrachtung

Die Horne ist aufgrund des geraden und schmalen Gewässerverlaufs im heutigen Zustand erhöhten Sohlschubspannungen ausgesetzt, weshalb die Sohle über weite Bereiche mit Wasserbausteinen technisch gegen Tiefenerosion gesichert ist. Die geplanten Maßnahmen geben dem Gewässer an vielen Stellen durch Profilerweiterungen und das Anlegen von Sekundärräuen mehr Raum und führen zu einer Verringerung der Sohlschubspannungen. Im Sinne der erwünschten eigendynamischen Entwicklung sowie der Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit werden Erosions- und Sedimentationsprozesse bis zu einem gewissen Grad toleriert. Dennoch gibt es im Planungsgebiet mehrere Stellen, an denen eine Tiefenerosion ohne weiteres nicht in Kauf genommen werden kann. An diesen Stellen sieht die Planung das Einbringen von naturnahen Sicherungsmaßnahmen in Form von Steinmatratzen (s. Kapitel 3.6.1) vor.

Die Strecken, die mit schlafenden Sohlsicherungen versehen werden sollen, wurden mittels einer qualitativen Betrachtung zum Geschiebetransport sowie mehreren planerischen Kriterien festgelegt. Dabei bilden diese Kriterien einen Kompromiss aus geforderten und gewünschten Freiheitsgraden für das Gewässer einerseits und ebenso erforderlichen – weil in der Regel sicherheitsrelevanten – Beschränkungen dieser Freiheitsgrade ab.

Zur Beurteilung der kritischen Erosionsstellen wurde also eine qualitative Sedimenttransportbetrachtung auf Grundlage eines Schubspannungsvergleichs durchgeführt. Um die Auswirkungen der Planung auf die hydraulische Belastung der Gewässersohle und somit auf die zu erwartenden Erosionsprozesse und notwendigen Sicherungsmaßnahmen beurteilen zu können, wurde die Sohlschubspannung für die Lastfälle MQ, HQ₁ und HQ₁₀₀ berechnet. Neben der auftretenden Schubspannung im Gewässer ist die kritische Schubspannung des Sediments Grundlage für die Betrachtung der zu erwartenden Geschiebetransportprozesse im Gewässer.

Eine weitere Grundvoraussetzung für eine eigendynamische Entwicklung des Gewässers ist das Vorhandensein von Sedimenteintrag im Gewässersystem. Aufgrund der beobachteten Verlandungen im Bereich

der Brücke an der Goerdeler Straße (s. Abb. 4.1) sowie weiterer vor Ort festgestellte Anlandungen in strömungsberuhigten Bereichen und Innenbögen (s. Abb. 4.2), ist an der Horne grundsätzlich mit ausreichend Sedimenteintrag für eine eigendynamische Entwicklung zu rechnen. Hinzu kommen neue Uferbereiche, die im Plan-Zustand keine Uferbefestigung mehr aufweisen (beispielsweise bei den Neutrassierungen), und somit als Geschiebequelle zusätzlich zur Verfügung stehen.



Abb. 4.1: Verlandeter Innenboden der Goerdeler Straße



Abb. 4.2: Sandige Ablagerungen am Gleithang im Bereich des Stadtsees

4.3.1. Kritische Sohlschubspannungen

Ob es in einem Gewässer zu lokalen Erosionsprozessen und somit zum Sedimenttransport kommt, ist für nichtbindige Sande und Kiese gemäß DIN 19661 – Teil 2 von der kritischen Schubspannung des vorliegenden Substrates sowie der Schwebstoffführung abhängig (vergl. Heft 1 - Anlage 9). Diese lässt sich in Abhängigkeit der Korndurchmesser des Sedimentes bestimmen. Auf Grundlage der vorhandenen Bodenproben wurden die maßgebenden Korndurchmesser d_m der Kiese und Sande ermittelt und die kritische Sohlschubspannung τ_{krit} gemäß DIN 19661 – Teil 2 bestimmt. Das entsprechende Berechnungsverfahren und die Ergebnisse können Heft 1 - Anlage 9 entnommen werden.

Die sich aus der Berechnung ergebene Verteilung der Korndurchmesser d_m und die kritischen Schubspannungen τ_{krit} können Tab. 4.2 entnommen werden.

Tab. 4.2: Maßgebende Korndurchmesser mit zugehörigen kritischen Sohlschubspannungen

Mischprobe	Maßgebende Korndurchmesser d_m [mm]	Kritische Sohlschubspannung τ_{krit} [N/m²]
1	0,27	2,70 – 3,80
2	Keine Siebanalyse vorhanden	Keine Siebanalyse vorhanden
3	0,45	2,80 – 4,00
4	0,22	2,50 – 3,70
5	0,20	2,50 – 3,70
6	0,26	2,70 – 3,80
7	0,24	2,60 – 3,70
8	0,23	2,60 – 3,70
9	0,35	2,60 – 4,00
10	0,30	2,50 – 4,00
11	0,25	2,70 – 3,80
12	0,25	2,70 – 3,80

Die ermittelten kritischen Sohlschubspannungen liegen im Bereich zwischen $\tau_{krit} \geq 2,5 \text{ N/m}^2$ und $\tau_{krit} \leq 4,0 \text{ N/m}^2$. Diese Spanne wurde als kritische Sohlschubspannung für den Bewegungsbeginn des Sedimentes in den weiteren Betrachtungen angesetzt. Im Sohlsubstrat der Horne treten bindige Böden in vernachlässigbar geringen Massenanteilen auf, welche in der oberen Tabelle nicht betrachtet wurden. Erfahrungsgemäß weisen nichtbindige Böden aufgrund Ihrer kohäsiven Eigenschaften eine deutlich höhere Grenzschleppspannung auf. Da die bindigen Bestandteile wegen ihres geringen Massenanteils im Substrat

nicht berücksichtigt wurden, ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse aus Tab. 4.2 auf der sicheren Seite liegen.

4.3.2. Beurteilung der Erosions- und Sedimentationsstrecken

Der in Kapitel 4.3.1 erläuterten kritischen Schubspannung wirkt die im Gewässer auftretende Sohl-schubspannung entgegen. Im Zuge der hydraulischen Untersuchung an der Horne wurden die sich einstel-lenden Sohlschubspannungen für die Lastfälle MQ, HQ₁ und HQ₁₀₀ Lastfälle mittels 1D-Modell (vergl. Heft 1 Kapitel 4.2 und Heft 2) berechnet. Die Sohlschubspannung im Gewässer ist maßgeblich von der Fließtiefe abhängig und wird im 1D-Modell zu

$$\tau = \rho * g * h * I$$

berechnet, wobei ρ die Dichte von Wasser, g die Erdbeschleunigung, h die Fließtiefe und I das Energiege-fälle abbilden. Die Ergebnisse sind im Heft 2 im Detail beschrieben.

Durch den Vergleich der kritischen und der auftretenden Schubspannung wurde qualitativ festgelegt, welche Strecken bei welchen Abflussverhältnissen als transportaktive Strecken oder eher als Sedimentationsstrec-ken fungieren. Dabei bilden Abschnitte, an denen die für einen Abfluss auftretende Sohlschubspannung größer ist als die kritische Sohlschubspannung des Sediments von $\tau_{krit,max} = 4,0 \text{ N/m}^2$ (vergl. Kapitel 4.3.1), Erosionsstrecken. Bereiche mit Schubspannungen unterhalb der unteren Grenze der kritischen Schubspan-nung des Sediments von $\tau_{krit,min} = 2,5 \text{ N/m}^2$ (vergl. Kapitel 4.3.1) bilden Sedimentationsstrecken.

MQ

Die Ergebnisse der Sohlschubspannungsberechnung für Mittelwasserabflüsse (MQ) sind in Abb. 4.3 gra-fisch dargestellt. Zu vermutende Erosionsstrecken mit Sohlschubspannungen über $\tau_{krit,max} = 4,0 \text{ N/m}^2$ (vergl. Kapitel 4.3.1) sind in rot dargestellt. Zu erwartende Sedimentationsstrecken mit einer auftretenden Sohl-schubspannung unter $\tau_{krit,min} = 2,5 \text{ N/m}^2$ (vergl. Kapitel 4.3.1) sind in grün dargestellt. Eine gelbe Markierung zeigt auftretende Sohlschubspannungen zwischen $\tau_{krit,min}$ und $\tau_{krit,max}$.

Die Karte in Abb. 4.3 zeigt eine abschnittsweise Verteilung der Sohlschubspannung mit der erwünschten Variabilität. So treten in einigen Bereichen lokale Erosionsstrecken auf. Dort wird bereits bei Mittelwasser-abflüssen Substrat mobilisiert und transportiert. In anderen Bereichen, in denen die Schubspannung gerin-ger als $\tau_{krit,min} = 2,5 \text{ N/m}^2$ ist, kommt es hingegen zu Sedimentationsstrecken. Wie es bei naturnahen Ge-wässern typisch ist, verteilen sich die die Erosions- und Sedimentationsstrecken unregelmäßig entlang der Planungsstrecke.

HQ₁

Die Auswertung der Sohlschubspannungen eines jährlich auftretenden Hochwassers HQ₁ ist in Abb. 4.4 dargestellt. Die roten und grünen Abschnitte weisen analog zu Abb. 4.4 eine Über- bzw. Unterschreitung der minimalen bzw. maximalen zum Sedimenttransport benötigten Schubspannungen $\tau_{krit,min}$ bzw. $\tau_{krit,max}$ auf.

Bei HQ₁ überschreiten die auftretenden Sohlschubspannungen weitestgehend $\tau_{krit,max}$ mit Werten $< 4 \text{ N/m}^2$. Nur an wenigen Stellen, an denen die Horne ein weitläufiges Profil zur Verfügung hat wie beispielsweise an der Neutrassierung an der Feuerwehrwiese oder des aufgeweiteten Einleitungsbereiches des Piepenbachs, kommt es zu geringeren hydraulischen Belastungen, die lokal $\tau_{krit,min}$ unterschreiten (vergl. Abb. 4.4). Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass es, wie bei sandführenden Gewässern zu erwarten ist, schon bei kleinen Hochwasserabflüssen nahezu über die gesamte Länge des Planungsraums zu Erosionsprozessen kommen kann.

HQ₁₀₀

Neben den Lastfällen MQ und HQ₁ wurden auch für ein 100-jährliches Hochwasserereignis die Sohlschubspannungen berechnet. Die Ergebnisse können Abb. 4.5 entnommen werden. Die großen Abflusstiefen eines derartigen Ereignisses (vergl. Heft 1 Kapitel 4.2 und Heft 2) haben über nahezu den gesamten Planungsbereich erhöhte Schubspannungen an der Sohle zu Folge. Lediglich im Bereich der nördlichen Neutrassierung zwischen km 2+960 und km 3+474 liegen die auftretenden Schubspannungen unter $\tau_{krit,min}$. Wie in Heft 1 - Kapitel 4.2 und Heft 2 erläutert, kommt es in diesem Bereich durch die Brücke an der Goerdeler Straße zu einem starken Rückstau, was eine Reduzierung des Energiegefälles und somit auch der Sohlschubspannung bewirkt.

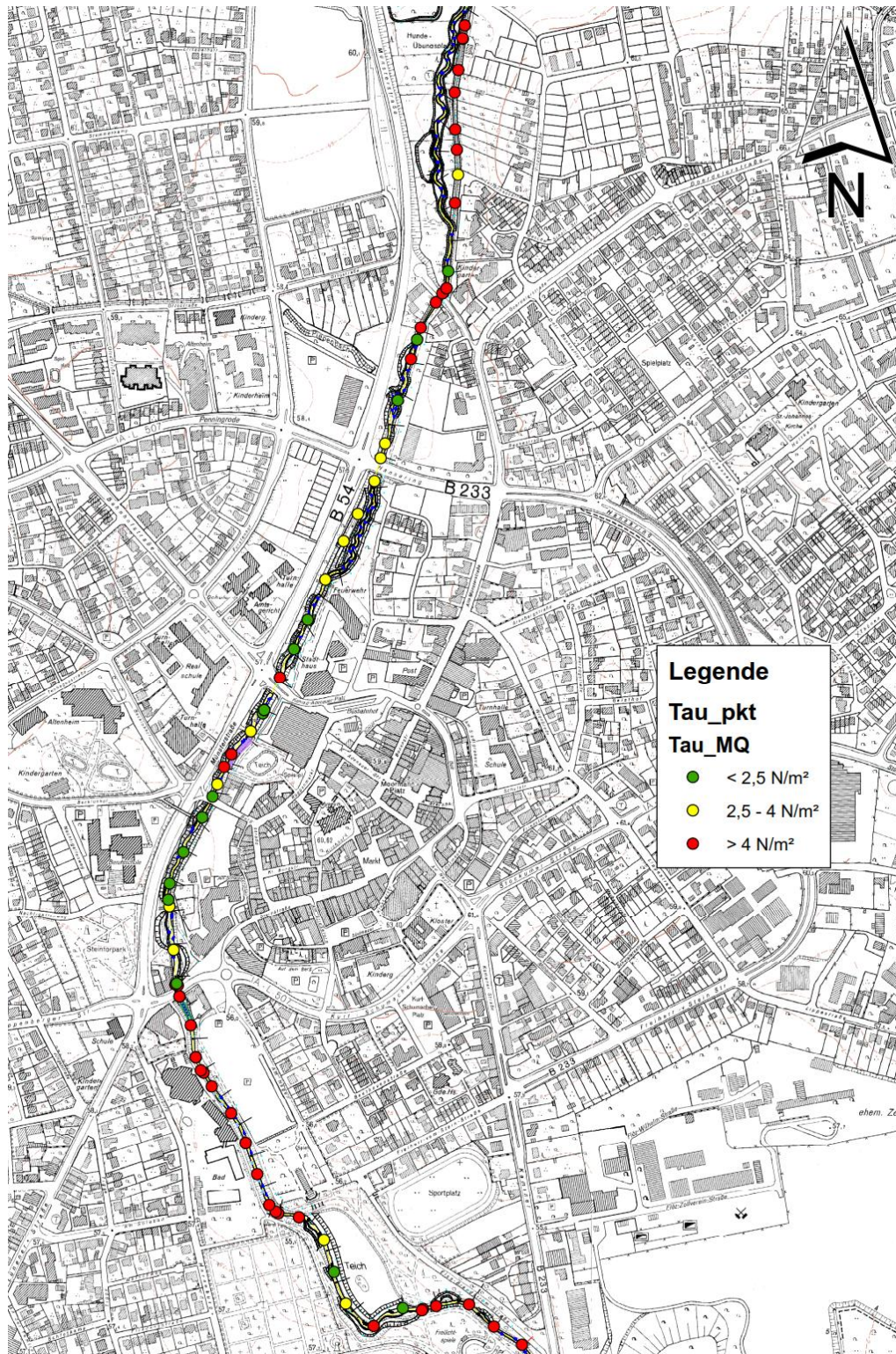


Abb. 4.3: Auftretende Sohlschubspannungen an der Horne bei mittleren Abflussverhältnissen (MQ)

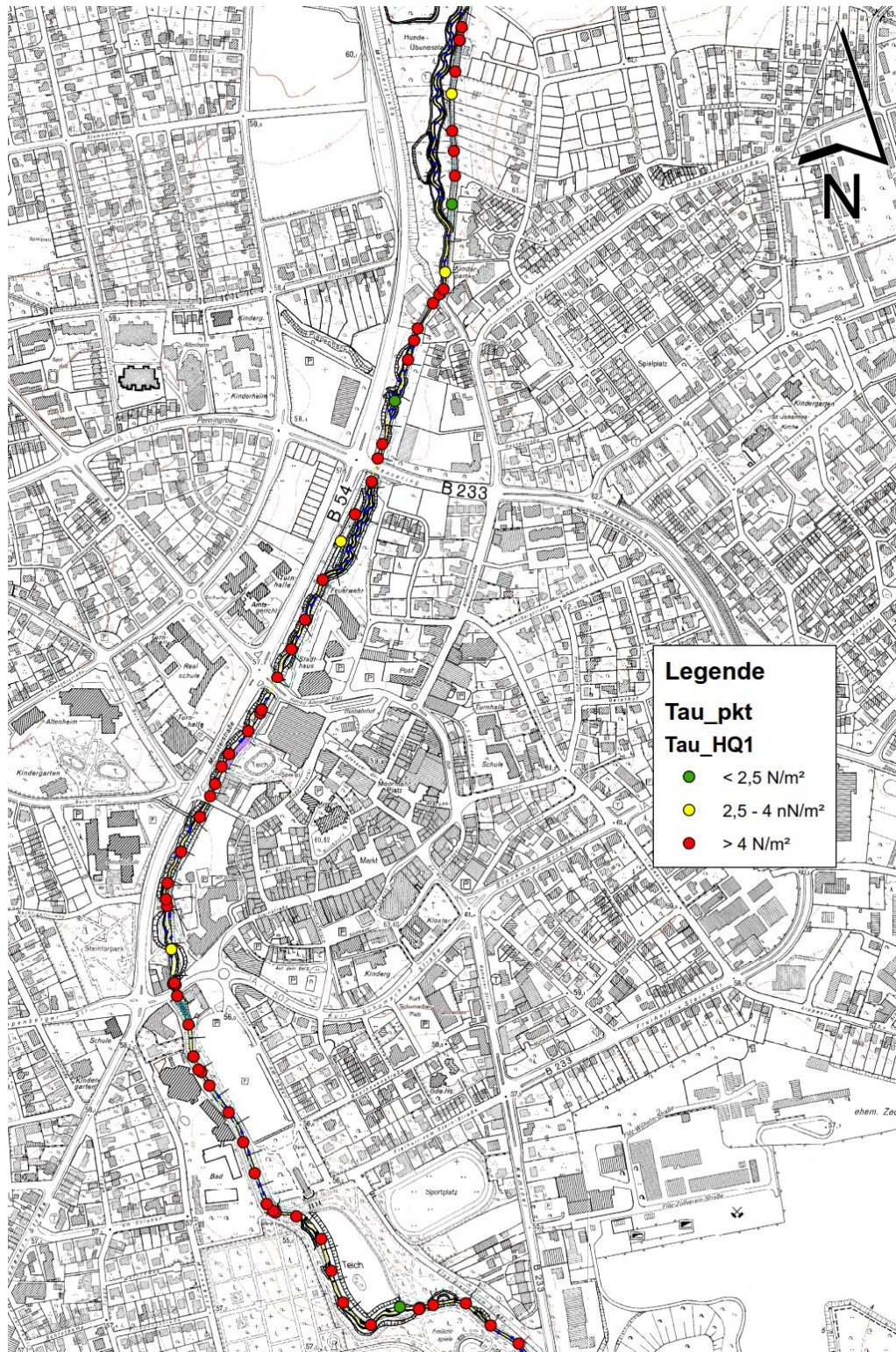


Abb. 4.4: Auftretende Sohlschubspannungen an der Horne bei einem 1-jährlichen Hochwasserereignis (HQ₁)

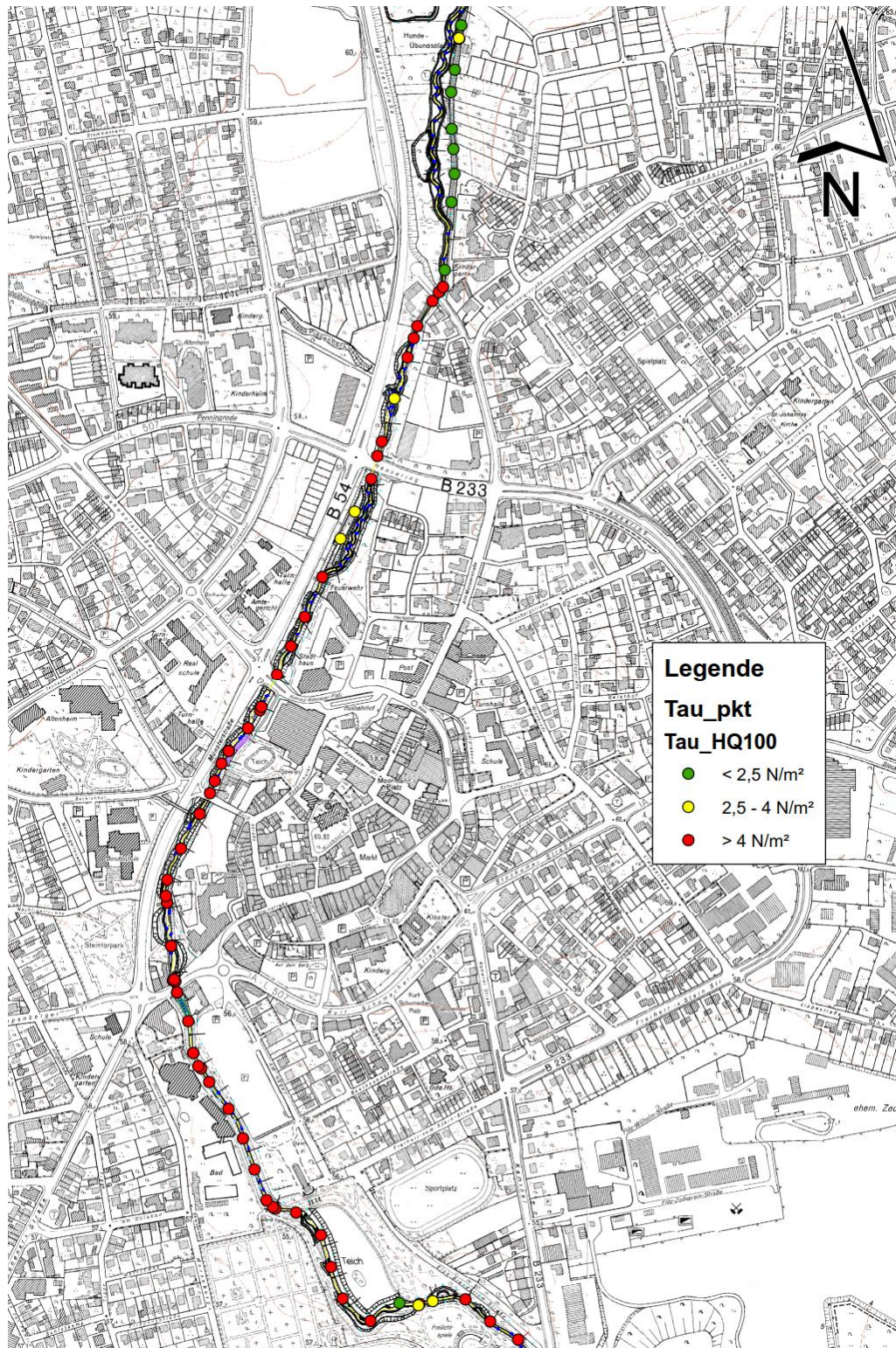


Abb. 4.5: Auftretende Sohlschubspannungen an der Horne bei einem 100 - jährlichen Hochwasserereignis (HQ₁₀₀)

4.3.3. Qualitative Festlegung der Strecke mit Erosionsschutzmaßnahmen

In den vorangegangenen Kapiteln 4.3.1 und 4.3.2 wurden die kritische Schubspannung des Sediments mit der auftretenden Sohlschubspannung für verschiedene Lastfälle miteinander verglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass an einigen Stellen Erosionsstrecken zu verzeichnen sind, bei welchen bereits bei Mittelwasserabflüssen mit einer Überschreitung der für den Transportbeginn benötigten Schubspannung τ_{krit} zu rechnen ist. An anderen Stellen wird die kritische Schubspannung erst bei Hochwasserabflüssen überschritten.

Im Sinne der erwünschten eigendynamischen Entwicklung werden Erosions- und Sedimentationsprozesse bis zu einem gewissen Grad toleriert, solange diese nicht zur Fortschreitung einer übergeordneten Tiefenerosion führen. Vor diesem Hintergrund ist der Einbau von naturnahen Erosionsschutzmaßnahmen zwar auf das Minimum einzuschränken, aber an den kritischen Stellen auf jeden Fall vorzusehen. Hierfür wurde auf Grundlage der im Kap. 4.2 beschriebenen Ergebnisse ein Konzept erarbeitet, um qualitativ festzulegen, an welchen Stellen Erosionsschutzmaßnahmen einzuplanen sind. Entscheidendes Kriterium dabei ist, ob die Gewässerstrecke bereits bei Mittelabflussverhältnissen hydraulisch stark belastet ist oder nicht.

An dieser Stelle sei anzumerken, dass es sich bei dem hier vorliegenden Konzept um eine rein qualitative Betrachtung handelt, die auf Grundlage der Ergebnisse der Schubspannungsbetrachtung durchgeführt wurde. Diese basiert zwar auf unserer fachlichen fundierten Erfahrung, hat jedoch keine fachtechnischen Berechnungen im Hintergrund. Vertiefte Kenntnisse könnten durch eine Geschiebemodellierung, bzw. Sedimenttransportbetrachtung im Rahmen einer Geschiebehaushaltstudie gewonnen werden.

4.3.3.1. Strecken mit Sohlschutzmaßnahmen

Die Ergebnisse in der Abbildung 4.1 zeigen in welchen Bereichen bereits bei mittleren Abflussverhältnissen aufgrund der hohen hydraulischen Belastung mit starken Transport- bzw. Erosionsprozesse zu rechnen sind. Dabei handelt es sich um folgende Abschnitte:

- km 0+850 – km 1+075 im Bereich der Freilichtbühne
- km 1+400 – km 1+730 im Bereich des Solebades
- km 2+130 – km 2+220 im Bereich des Moormannplatzes
- km 2+480 – km 2+660 im Bereich der Neutrassierung der Feuerwehrwiese
- km 2+885 – km 2+950 südlich der Goerdeler Straße
- km 3+000 – km 3+460 im Bereich der nördlichen Neutrassierung

Aufgrund der schon bei Mittelwasserabflüssen erhöhten Schubspannungen ist hier langfristig mit einer fortschreitenden Tiefenerosion zu rechnen. Um diese zu vermeiden und um das Sohlniveau langfristig zu sichern, sieht die Planung hier naturnahe Sicherungsmaßnahmen aus Steinmatratzen vor (vergl. Kapitel 3.3.4 und 3.6.1). Diese werden eingeschlämmt und mit 15 cm Sohlsubstrat abgedeckt, um ein durchgängiges Sohlsubstrat bei Niedrigwasserabflüssen herzustellen. Nach Hochwasserereignissen kann es zum Freispülen der Steinmatratzen kommen, was sie in Ihrer Wirkung als Sicherungsmaßnahme jedoch nicht beeinträchtigt. Bei kleineren Abflussereignissen kommt es voraussichtlich wieder zu Sedimentationsprozessen, sodass sich die Substratschicht wieder auflagern und langfristig die Ausbildung einer durchgängigen Sohle erwartet werden kann.

Aus den oben genannten Strecken werden an zwei Strecken jedoch keine Sicherungsmaßnahmen geplant. Es handelt sich um die Strecken der Neutrassierungen zwischen km 2+480 – km 2+660 und km 3+000 – km 3+460, wo das Gewässer viel Platz für eine eigendynamische Entwicklung hat. Hier zeigen die Berechnungen bei großen Abflüssen kleine Sohlschubspannungen (vergl. Kapitel 4.3.2), sodass eine fortschreitende Tiefenerosion nicht zu erwarten ist, selbst wenn bei mittleren Abflüssen höhere Sohlschubspannungen auftreten. An diesen Stellen werden ausnahmsweise keine Erosionsschutzmaßnahmen vorgesehen.

4.3.3.2. Sohlsicherung unter Brückenbauwerken

Unabhängig von den Ergebnissen der hydraulischen Berechnungen werden ebenfalls die Bereiche unter den Brückenbauwerken zur Erhaltung der Bauwerkssicherheit mit naturnahen Erosionsschutzmaßnahmen versehen. Die Wasserbausteine der Bestandssicherung werden entfernt und durch Steinmatratzen und natürliches Sohlsubstrat ersetzt. Um die Höhenlage der Gewässersohle möglichst wenig zu verändern und somit nachteilige Effekte auf die Standsicherheit der Bauwerke möglichst auszuschließen, wird die Substratschicht über den Matratzen mit 15 cm verhältnismäßig gering gewählt.

4.3.3.3. Strecken ohne Sohlschutzmaßnahmen

An folgenden Bereichen ist bei Mittelwasserabflüssen die Sohlschubspannung in etwa so hoch wie die kritische Schubspannung für den Transportbeginn der Sedimente (gelb markierte Strecken in Abb. 4.1) oder sogar geringer (grün markierte Strecken in Abb. 4.1):

- km 1+075 – km 1+400 im Bereich des Stadtsees
- km 1+775 – km 1+900 im Bereich des Schwanenplatzes
- km 2+480 – km 2+660 im Bereich der Neutrassierung der Feuerwehrwiese
- km 2+300 – km 2+450 nahe des Stadthauses

- km 2+700 – km 2+900 im Bereich der aufgeweiteten Mündung des Piepenbachs
- km 1+910 – km 2+070 südlich der Burgstraße
- km 2+205 – km 2+285 im Bereich des Einkaufszentrums

Hier sind bei Mittelwasserabflüssen die erwünschten dynamischen Umlagerungsprozesse im Sohlbereich in geringem Umfang zu erwarten. Bei stärkeren Abflüssen ($> MQ$) werden Erosionsprozesse in einer Größenordnung stattfinden, wie es bei sandführenden Gewässern zu erwarten ist. Bei geringeren Abflüssen als MQ kommt es hingegen wiederum zu Sedimentationsprozessen. Insgesamt werden über viele Tage im Jahr Sedimentationsprozesse dominieren, die den möglicherweise aufgetretenen Erosionen entgegenwirken. Mittel- und langfristig ist an diesen Stellen das Auftreten einer übergeordneten Tiefenerosion nicht zu erwarten.

Zusätzlich bilden die Brücken oberhalb und unterhalb der oben beschriebenen Bereiche, die mit Sohlsicherungsmaßnahmen versehen sind (vergl. Kapitel 4.3.3.2), Sohlfixpunkte dar, die im schlimmsten Fall eine fortschreitende Tiefenerosion stoppen können.

Im Sinne der erwünschten eigendynamischen Entwicklung werden solche Erosionsprozesse an diesen Stellen toleriert und auf den Einbau von Sohlbefestigungen verzichtet. Sollten im Zuge des Monitorings bzw. der Gewässerunterhaltung unerwünschte Erosionsstellen festgestellt werden, können immer noch lokale Schutzmaßnahmen zum späteren Zeitpunkt im Rahmen der Gewässerunterhaltung in die Wege geleitet werden.

Allerdings wird bei folgenden Bereichen nicht auf einen Einbau von Sohlsicherungsmaßnahmen verzichtet:

- km 1+910 – km 2+070 südlich der Burgstraße
- km 2+205 – km 2+285 im Bereich des Einkaufszentrums

Hier ist zwar die hydraulische Belastung bei Mittelwasserabflüssen verhältnismäßig gering (vgl. Ab. 4.1), sodass die auftretende Schubspannung unter der kritischen Schubspannung für den Bewegungsbeginn des Sediments liegt. Aufgrund ihrer Nähe zur Münsterstraße bzw. des Einkaufszentrums und deren erforderlichen Schutz werden hier ebenfalls Steinmatratzen in die Gewässersohle eingebracht (vergl. Kapitel 3.6.1). Diese werden allerdings großzügig mit natürlichem Sohlsubstrat abgedeckt (30 cm Substratschicht), um naturnahe, morphologische bettbildende Prozesse in großen Aufmaß zu ermöglichen.

5. Grundwasser

Die Horne ist im Planungsgebiet ein grundwassergeprägter Fluss (vergl. 2.4.3). Der Grundwasserspiegel im Planungsbereich liegt in weiten Teilen des umliegenden Geländes deutlich oberhalb der Sohle. Das Grundwasser fließt der Horne zu. Lokal werden durch die Planung Rückstaubereiche entfernt (Wehr Hornemühle) und somit der Wasserstand in der Horne reduziert. Der dadurch vergrößerte Gradient zwischen dem Grundwasserstand im Vorland und der Wasserspiegellage der Horne führt lokal zu einer geringen Absenkung des Grundwasserspiegels. Aufgrund des anstehenden sandig-schluffigen Bodens mit einem kleinen k_f -Wert ist von einer geringen Reichweite der Absenkung auszugehen. Es ist davon auszugehen, dass die Auswirkungen nur die ufernahen Bereiche betreffen. Weiterhin wird der Grundwasserspiegel an der Horne nur kleinräumig und auch nur in geringem Maße abgesenkt. Nachteilige Konsequenzen auf umstehende Bebauung sind nicht zu erwarten. Weiterhin sind keine negativen Einflüsse auf die Standsicherheit der Böschungen zu erwarten (vergl. Bodengutachten Heft 4).

6. Bodenmanagement

Bei der naturnahen Umgestaltung der Horne werden durch das Ausheben von Sekundärauen sowie Neutrassierungen Aushubmassen generiert.

Ferner wird Material als naturnahes Sohlsubstrat sowie zur Anschüttung der Böschungen oder zur Verfüllung der alten Trasse erforderlich.

Im Rahmen des Bodengutachtens (Heft 4) wurde ein Bodenmanagementkonzept erstellt, welches unter Berücksichtigung der Bodenuntersuchungen die Vorgehensweise zum Umgang mit den Abtragsböden festlegt. Details können Heft 4 entnommen werden. Den folgenden Abschnitten kann eine Zusammenfassung des Bodenmanagementkonzeptes entnommen werden.

Grundsätzlich wurde mit Hinblick auf das Bodenmanagement (Heft 4) folgende generelle Vorgehensweise festgelegt:

- Ausgehobenes sandiges Material wird als Sohlsubstrat in die neue Gewässersohle eingebracht, sofern es die Belastungswerte zulassen.
- Ausgehobenes schluffiges Material wird im Bereich der geplanten Erdbauwerke (Anhebung des Dammes im Bereich des Stadtsees, im Bereich der Böschungsanschüttung zur Wegeverlagerung und im Bereich der geplanten Pufferräume) wieder eingebaut, sofern es die Belastungen zulassen.

- In Bereichen mit einer Neutrassierung der Horne wird das Bestandsgerinne mit dem vor Ort ausgehobenem Bodenmaterial verfüllt, sofern es die Belastungen zulassen.
- Überschüssiges Bodenmaterial sowie Bodenmaterial, welches sich auf Grund seiner Belastung nicht zum Wiedereinbau eignet, wird extern verwertet.

6.1. Bodenabtrag

Bei der Umsetzung der geplanten Maßnahmen wird Bodenaushub generiert. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchung der Bodenproben seitens des Bodengutachters zeigt, dass der Großteil dieser ausgehobenen Massen der LAGA-Klasse Z0 (38,5 Ma.-%) bis Z1.2 (49,9 Ma.-%) zuzuordnen ist. Ein geringerer Massenanteil (9,9 Ma.-%) entspricht der LAGA-Klasse Z2. Etwa 1,7 % des Aushubmaterials überschreiten die Grenzwerte der LAGA-Klasse Z2 (s. Heft 4).

Um die Bodenbelastungen räumlich zuordnen zu können, wurden gemäß des Bodengutachtens (Heft 4) Bereiche mit ähnlicher Bodenmechanik und chemischer Belastung gebildet. Insgesamt 14 Bereiche bilden die Belastungsverteilung des anstehenden Bodens ab. Die Bereiche sind mit der entsprechenden Kilometrierung und der entsprechenden Aushubmenge in Tab. 6.1 erfasst. Sandiger Aushub ist dabei gelb, schluffiger Aushub grün und Aushub von Mischböden blau markiert. Die Zusammensetzung der Aushubmassen geht aus den Mischproben und Rammkernsondierungen des Bodengutachtens – Heft 4 hervor.

Tab. 6.1: Kilometrierung der Homogenbereiche des Bodenaushubes

Abschnitt	Kilometer von	Kilometer bis	Aushub Z0 [m³]	Aushub Z1.2 [m³]	Aushub Z2 [m³]	Aushub > Z2 [m³]
1	0+850	1+075	609	116	334	0
2	1+075	1+200	1.892	430	633	0
3	1+200	1+400	0	389	497	777
4	1+400	1+650	0	0	381	0
5	1+750	1+850	0	11.456	154	0
6	1+850	2+080	1.952	2.928	612	0
7	2+080	2+290	0	643	1.279	0
8	2+290	2+470	1.284	198	351	0
9	2+470	2+690	3.070	2.412	439	0
10	2+690	2+800	1.178	0	406	0
11	2+800	2+950	873	276	229	0
12	2+950	3+130	1.242	0	848	0

13	3+130	3+474	1.974	0	3.506	0
14	Offenlegung Einleitung 3+474	Offenlegung Einleitung 3+474	2.993	4.190	104	0
Hornemühle	1+650	1+750	0	0	273	0
Summe Sand	0+850	3+474	9.544	276	5.613	0
Summe Schluff	0+850	3+474	7.523	10.663	3.000	777
Summe Misch- boden	0+850	3+474	0	12.099	1.433	0

6.2. Bodenauftrag

Für die geplanten Maßnahmen werden zur Einbringung des Sohlsubstrats, der Verfüllung des Bestandsgerinnes im Bereich der Neutrassierungen, der Anschüttung des Dammes am Stadtsee sowie der Böschungsanschüttung südlich der Burgstraße (km 1+800 – km 2+080) Bodenmaterial benötigt. Ebenfalls wird im Bereich nördlich der Goerdeler Straße zur Herstellung zweier Pufferräume (km 3+150 – km 3+240 und km 3+470) Material benötigt.

Sandiger Boden der LAGA-Klasse Z0 wird zum Einbringen des Sohlsubstrats (4.300 m³) sowie zum Auffüllen des Bestandsgerinnes im Bereich von Neutrassierungen (660 m³) benötigt. Es wird ausreichend Z0-Material ausgehoben, um den Bedarf an sandigem Boden zu decken. Der restliche sandige Boden wird entsorgt. Zur Anschüttung des Dammes am Stadtsee werden ca. 2.340 m³ bindiges Bodenmaterial benötigt. Um eine Wegeführung am östlichen Ufer zwischen km 1+905 und km 2+080 herzustellen, wird die Böschung mit ca. 1.000 m³ Schluff angeschüttet. Weitere 350 m³ Schluff werden zur Herstellung kleinerer Verwallungen an den Pufferbecken im Bereich der nördlichen Neutrassierung (km 3+150 – km 3+460) benötigt. Es wird genug Schluff mit Z0-Belastung ausgehoben, um die benötigten Bodenmassen zu decken (vergl. Tab. 6.1).

Im Bereich der Neutrassierungen (km 2+480 – 2+660 und km 3+070 – 3+450) wird das Bestandsgerinne mit ausgehobenem Bodenmaterial verfüllt. Das Bestandsgerinne im Bereich der südlichen Neutrassierung wird mit Schluff verfüllt. Im nördlichen Bereich wird zum Teil sandiges und zum Teil schluffiges Material ins Bestandsgerinne eingebracht.

Die ausgehobenen und benötigten Bodenmengen sind in Tab. 6.2 zusammengefasst.

Tab. 6.2: Bodenmassenbewegungen nach Bodenart

	Aushub [m³]	Entsorgung [m³]	Wiedereinbau		
			Bestands-auffüllung	Sohlsubstrat	Erdbauwerke*
Oberboden	5.370	5.370	0	0	0
Sand	15.430	10.470	660	4.300	0
Schluff	21.960	15.650	2.620	0	3.690
Misch-boden	13.530	13.530	0	0	0
*Bodeneinbau am Damm Stadtsee, im Bereich der Wegeanschüttung und den Verwallungen der Pufferräume					

Das ausgehobene Bodenmaterial wird, sofern möglich, vor Ort wieder eingebaut. An einigen Stellen wird Bodenmaterial zwischen den Abschnitten transportiert um lokale Defizite an Sand, bzw. Schluff zu decken.

Tab. 6.3 zeigt für jeden Abschnitt die benötigten Auftragsmassen an Sand und Schluff. Dabei wird ebenfalls aufgezeigt aus welchem Abschnitt die einzubauenden Auftragsmassen stammen.

Tab. 6.3: Auftragsmengen logistisch unterteilt in Bodenart und Homogenbereiche

Abschnitt	Kilometer von	Kilometer bis	Auftrag Sand [m³]	Aus Abschnitt	Auftrag Schluff [m³]	Aus Abschnitt
1	0+850	1+075	80	13	0	-
2	1+075	1+200	130	13	610	2
3	1+200	1+400	200	13	1.730	1 und 2
4	1+400	1+650	220	13	0	-
5	1+750	1+850	380	13	0	-
6	1+850	2+080	360	8	1.000	6
7	2+080	2+290	320	8	0	-
8	2+290	2+470	430	8	0	-
9	2+470	2+690	510	10	880	9
10	2+690	2+800	150	10	0	-
11	2+800	2+950	440	11	0	-
12	2+950	3+130	450	12	0	-
13	3+130	3+474	990	13	1740	6
14	3+474	3+474	0	-	350	9
Wehr Hornemühle	1+650	1+750	300	13	0	-
Summe	-	-	4.960	-	6.310	-

7. Bauablauf/Baustellenlogistik

Die geplante Gewässermaßnahme erstreckt sich über eine Lauflänge von 2,6 km.

7.1. Baustellenzufahrten

Das Baufeld kann von Norden und Süden über die Münsterstraße (B54) erreicht werden. Von dort aus führen insgesamt 7 Baustellenzufahrten (Vinzenzstraße, km 3+474; Goerdeler Straße, km 2+960; Hansaring, km 2+685; Konrad-Adenauer-Platz, km 2+290; Burgstraße km 2+080; Kurt-Schumacher-Straße km 1+775 sowie Südring, km 0+850) zum eigentlichen Baufeld. Die Baustellenzufahrten sind in den Baustraßen- und Arbeitsflächenplänen 1 und 2 (Pläne-Nr. 36 und 37) zu entnehmen.

7.2. Baustraßen

Von den Baustellenzufahrten gehen an verschiedenen Stellen Stichstraßen ab. Die Baustraßen bestehen aus mobilen Elementen und werden auf den Oberboden aufgebracht. Sie verlaufen weitgehend entlang der bestehenden Gewässerböschung.

Bei der Herstellung größerer Sekundärauen (km 2+850, km 2+750, km 1+860) verlaufen die Baustraßen im Bereich der geplanten Auen. Die geplanten Auen werden vor Kopf hergestellt. In diesem Zug werden die Baustraßen rückschreitend rückgebaut.

Die Lage der Baustraßen kann im Detail den Baustraßen- und Arbeitsflächenplänen Plan-Nr. 36 und Plan-Nr. 37 entnommen werden.

7.3. BE-Flächen

Für die Baustelleneinrichtung und die Zwischenlagerung von Aushubböden stehen über das gesamte Planungsgebiet verteilt 6 BE-Flächen zur Verfügung. Für die Arbeiten im südlichen Planungsgebiet (km 0+850 bis km 1+850) steht im Bereich des Stadtsees eine BE-Fläche mit ca. 670 m² zur Verfügung (vergl. Abb. 7.1).



Abb. 7.1: BE-Fläche im südlichen Planungsgebiet

Zusätzlich wird im Bereich des Schwimmbades eine große BE-Fläche mit 2.500 m² geplant (vergl. Abb. 7.2).



Abb. 7.2: BE-Fläche im Bereich des Schwimmbades

Zwischen km 1+920 und km 2+090 wird die rechtsseitige Böschung zur Verlegung eines Fußweges angeschüttet. Um die benötigten Bodenmassen lagern zu können, stehen auf den Flächen der Aue zwischen km 1+850 und km 1+900 ca. 750 m² als Zwischenlagerfläche zur Verfügung (vergl. Abb. 7.3).



Abb. 7.3: BE-Fläche im Auenbereich zwischen km 1+850 und km 1+900

Bei der Herstellung der Neutrassierungen zwischen km 2+480 und km 2+660 wird Aushub generiert, der für die Verfüllung des Bestandsgerinnes sowie für die Gewinnung von Sohlsubstrat zwischengelagert werden muss. Im Bereich der Feuerwehr steht hierfür eine Fläche von 975 m² zur Verfügung (vergl. Abb. 7.4).



Abb. 7.4: BE-Fläche im Bereich der Feuerwehrwiese

Zur Herstellung der Neutrassierung nördlich der Goerdeler Straße wird auf der Fläche des geplanten Pufferbeckens eine BE-Fläche angelegt. Hier stehen ca. 2.940 m² zur Verfügung.



Abb. 7.5: BE-Fläche im Bereich der nördlichen Neutrassierung

7.4. Abbrucharbeiten

Im Zuge der naturnahen Gestaltung der Horne müssen insgesamt ca. 210 m stillgelegte Versorkabel rückgebaut werden. Weiterhin wird eine stillgelegte Einleitung DN 300 bei km 1+030 teilweise rückgebaut, abgemauert und verdämmt. Zusätzlich werden bei km 1+893, km 2+263, km 2+609, km 2+863, und km 2+969 Einleitungen teilweise rückgebaut und an die neue Gewässerplanung angepasst. Bei km 3+474 wird eine Mischwasserentlastungseinleitung offengelegt. Dafür wird ein 140 m langes Rohr DN 1100 rückgebaut.

Unter der Brücke Kurt-Schumacher-Straße wird ein Wehr mit einer Betonsohlplatte und Spundwänden vorne und hinten rückgebaut.

Am Moormannteich wird eine Fußgängerbrücke aus Beton rückgebaut. Im Bereich des Schwanenplatzes wird eine Fußgängerbrücke aus Holz rückgebaut und durch eine neugeplante Brücke ersetzt.

7.5. Bauablauf

Die naturnahe Umgestaltung der Horne erstreckt sich insgesamt über 2,6 km. Um das Bodenmanagementkonzept aus Kapitel 6 umzusetzen, werden insgesamt 3 Bauabschnitte in Abhängigkeit vom Auf- und Abtrag des Bodenmaterials gebildet. Dabei beginnt die Nummerierung im Süden der Maßnahmen (km 0+850) mit dem Bauabschnitt 1 und endet im Norden (km 3+474) mit dem Bauabschnitt 3. Grundsätzlich sind die Bauabschnitte getrennt voneinander umsetzbar. Für einen möglichst reibungslosen Bauablauf ist die direkt nacheinander folgende Bauausführung der Abschnitte zu empfehlen.

Die durchzuführenden Arbeiten innerhalb der einzelnen Bauabschnitte sind im Folgenden stichpunktartig beschrieben:

7.5.1. Bauabschnitt 1 km 0+850 – km 1+850 und km 3+000 – km 3+474

Der Bauabschnitt 1 umfasst den Bereich der nördlichen Neutrassierung (km 3+00 – km 3+474) sowie den südlichen Planungsbereich vom Südring (km 0+850) bis zum Schwanenplatz im Oberlauf des Wehrs Hornemühle (km 1+850). Diese Bauabschnitte hängen eng zusammen, da Bodenmaterial, welches im Zuge der Herstellung der nördlichen Neutrassierung gewonnen wird, im südlichen Planungsgebiet wieder eingebaut werden kann (vergl. Bodengutachten Heft 4 und Kapitel 6).

Im Einzelnen sind folgende Arbeitsschritte notwendig:

- Bäume fällen und Bewuchs beseitigen
- Herstellung einer temporären Wasserhaltung (vergl. Kapitel 7.6)
- Dükerung von Versorgerkabeln
- (Ober-) Bodenabtrag im Böschungsbereich
- Herstellung der Neutrassierung (km 3+070 – km 3+474)
- Herstellung zweier Pufferbecken zur Mischwasserentlastung mit Rohrdrossel und Überlaufschwelle
- Abbruch- und Rückbauarbeiten:
 - o Rückbau stillgelegter Versorgerkabel
 - o Rückbau / Verdämmen stillgelegter Leitungen / Schächte im Böschungsbereich
 - o Rückbau von Fußgängerbrücken
 - o Rückbau von Wasserbausteinen im Sohlbereich
 - o Rückbau von Wasserbausteinen im Böschungsbereich
- Anpassung von Einleitungen an die neue Gewässerplanung
- Einbau von naturnahen Sicherungsmaßnahmen in hydraulisch kritischen Bereichen
- Einbau von Sohlsubstrat
- Anschütten eines Dammes zwischen der Horne und dem Stadtsee
- Rückbau einer Betonsohlplatte inklusive Unterfüllung und Ersatz durch Stahlbetonprofil
- Herstellen eines Raugerinnes mit Beckenstruktur
- Herstellung neuer Fußgängerbrücken
- Einbringen von Totholz
- Herstellen eines gewässerbegleitenden Fußweges
- Bepflanzung / Ansaat / Begrünung

7.5.2. Bauabschnitt 2 km 1+845 – km 2+465

Der Bauabschnitt 2 umfasst den Planungsraum von der geplanten Sekundäraue am westlichen Ufer bei km 1+845 – km 1+900 bis zur geplanten Fußgängerbrücke an der Feuerwehr. Im Nördlichen Bereich des Bauabschnittes von km 2+300 bis km 2+470 wird beim Herstellen der lokalen Sekundärauen sandiges Material generiert. Dieses wird, nach Entfernen des Bestandssohlverbaus im gesamten Bauabschnitt, als Sohlsubstrat wieder ins Gewässer eingebracht (vergl. Bodengutachten - Heft 4 und Kapitel 6).

Zur Umsetzung der Gewässerbaumaßnahmen sind folgende Arbeiten notwendig:

- Bäume fällen und Bewuchs beseitigen
- Herstellung einer temporären Wasserhaltung (vergl. Kapitel 7.6)
- Dükerung von Versorgerkabeln
- (Ober-) Bodenabtrag im Böschungsbereich
- Abbruch- und Rückbauarbeiten:
 - o Rückbau stillgelegter Versorgerkabel
 - o Rückbau von Fußgängerbrücken
 - o Rückbau von Wasserbausteinen im Sohlbereich
 - o Rückbau von Wasserbausteinen im Böschungsbereich
- Anpassung von Einleitungen an die neue Gewässerplanung
- Einbau von naturnahen Sicherungsmaßnahmen in hydraulisch kritischen Bereichen
- Einbau von Sohlsubstrat
- Herstellen eines Podestes aus einem GFK-Gitterrost und Stahlträgern
- Herstellung neuer Fußgängerbrücken
- Herstellen eines gewässerbegleitenden Fußweges
- Einbringen von Totholz
- Bepflanzung / Ansaat / Begrünung

7.5.3. Bauabschnitt 3 km 2+465 – km 3+000

Der dritte Bauabschnitt verläuft von der Neutrassierung im Bereich der Feuerwehr (km 2+450), über die Mündung des Piepenbachs bis zur Goerdeler Straße (km 2+960).

Zur Herstellung der geplanten Maßnahmen sind dabei die folgenden Arbeitsschritte durchzuführen:

- Bäume fällen und Bewuchs beseitigen
- Herstellung einer temporären Wasserhaltung (vergl. Kapitel 7.6)
- (Ober-) Bodenabtrag im Böschungsbereich
- Abbruch- und Rückbauarbeiten:
 - o Rückbau / Verdämmen stillgelegter Leitungen / Schächte im Böschungsbereich
 - o Rückbau von Wasserbausteinen im Sohlbereich
 - o Rückbau von Wasserbausteinen im Böschungsbereich
- Anpassung von Einleitungen an die neue Gewässerplanung
- Einbau von naturnahen Sicherungsmaßnahmen in hydraulisch kritischen Bereichen

- Einbau von Sohlsubstrat
- Herstellen eines gewässerbegleitenden Fußweges
- Einbringen von Totholz
- Bepflanzung / Ansaat / Begrünung

7.6. Wasserhaltung

Über weite Strecken der Sohle sowie im Bereich der Brücken wird sandiges Substrat eingebracht. Damit das Material beim Einbringen nicht weggespült wird, ist eine temporäre Wasserhaltung notwendig. Hierfür wird mit Hilfe von Bigbags ein temporärer Damm hergestellt. Das aufgestaute Gerinne dient als Pumpensumpf, sodass die Abflussmengen der Horne bis zum Mittelwasserabfluss über eine Druckleitung entlang der geplanten Böschungsoberkante am Baufeld vorbeigefördert werden können.

7.7. Bauzeit

Die Ausführung der Baumaßnahme ist möglichst bei Niedrigwasser bzw. in den Sommer-/ Herbstmonaten anzustreben, um weitgehend im Trockenen arbeiten zu können.

Bei der zeitlichen Planung der Arbeiten sind die naturschutzrechtlichen Vorgaben bzgl. Pflanzungen, Vogel- und Reptilienschutz, etc. zu berücksichtigen.

Für die Herstellung der Maßnahme wird, unter Berücksichtigung der teilweise stark beengten Verhältnisse, eine Bauzeit von ca. 36 Monaten veranschlagt.

8. Flächenverfügbarkeit / Grunderwerb

Die Maßnahme befindet sich vollständig auf städtischen Flächen. Es ist daher kein Grunderwerb oder Inanspruchnahme von Flächen notwendig.

9. Baukosten und Projektabwicklung

Die vorliegenden Genehmigungsunterlagen werden der Behörde zur Genehmigung nach § 68 WHG vorgelegt. Mit der Bauausführung soll nach dem Vorliegen des Genehmigungsbescheides voraussichtlich im Frühjahr 2020 begonnen werden.

Für die geplanten Maßnahmen werden die Baukosten mit ca. 7 Mio. € bzw. die Herstellungskosten mit rund 8,3 Mio. € brutto gerechnet. Die Kosten für weitere Ingenieurleistungen und Grunderwerb sind dabei nicht enthalten. Eine detaillierte Übersicht über der Kostenberechnung ist in der Anlage 2 zu finden.

10. Literaturverzeichnis

- [1] Blaue Richtlinie – Richtlinie für die Entwicklung naturnaher Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen - Ausbau und Unterhaltung – MUNLV NRW, Düsseldorf 2010
- [2] Digitale Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen 1 : 50.000; Geologischer Dienst NRW, Krefeld 2018
- [3] DIN 19661 Richtlinien für Wasserbauwerke – Sohlenbauwerke – Teil 2: Abstürze, Absturztreppe, Sohlenrampen, Sohlengleiten, Stützschrwellen, Grundschrwellen, Sohlenschrwellen
- [4] Elwas-Web - <https://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/index.jsf> ; Zugriff: Dezember 2018
- [5] EGLV: Emschergenossenschaft – Lippeverband
- [6] Bezzola, G. – Vorlesungsskript Flussbau, Fassung FS 2010, ETH Zürich Professur für Wasserbau, Zürich 2010
- [7] Fischgewässertyp 06 – Unterer Forellentyp Tiefland; NZO-GmbH & IFÖ, 2007, Instrumente Fisch-fauna gemäß EG-WRRL
- [8] H BVA - Hinweise für barrierefreie Verkehrsanlagen ; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Ver-kehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe „Straßenentwurf“; Köln 2011
- [9] <https://www.flussgebiete.nrw.de/region-page/gefahren-und-risikokarten-tezg-lippe-6089> - BezReg Arnsberg 2013
- [10] http://www.werne.de/sessionnet/buergerinfo/vo0050.asp?__kvonr=2818 02.03.18
- [11] Hydromorphologische Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen, Anhang 1; Umweltbundes-amt, 2014
- [12] LANUV 2001 – Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept in der Planungspraxis, Arbeitsblatt 16
- [13] Machbarkeitsstudie „Werne neu verknüpft“ – Koenzen; Hilden 2016
- [14] RAST 06 – Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.; Köln 2007
- [15] Scopingtermin – Regionale 2016 – Vorhaben „Werne neu verknüpft“ – ökologische Verbesserung der Horne; Henter 2016

- [16] Untersuchung der Brücke i.Z.d. L 507 über den Hornebach – Diplomingenieure Wesselmann und Brune Gesellschaft für Ingenieurplanung mbH Beratende Ingenieure VBI, 11.09.2009

- [17] Verkehrsuntersuchung – Ortsdurchfahrt Münsterstraße im Rahmen der Regionale „Werne neu verknüpft“)

- [18] ZTV SoB-StB 04 – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Gesteinskörnungen, Ungebundene Bauweisen; Ausgabe 2004 / Fassung 2007

Anlage 1
Massenermittlung

Bodenmanagement Horne



Abtrag

		Abtrag Auenbereiche							Abtrag Sohle	
Abschnitt	km	Abtrag Z0	Abtrag Z1	Abtrag Z1.1	Abtrag Z1.2	Abtrag Z2	Abtrag > Z2	Rest z. Ents.	Abtrag Z2	Einheit
1	0+850 - 1+075	609	0	0	116	0	0	609	334	m³
2	1+075 - 1+200	1.892	0	0	430	258	0	1.892	375	m³
3	1+200 - 1+400	0	0	0	389	0	777	0	497	m³
4	1+400 - 1+650	0	0	0	0	0	0	0	381	m³
5	1+750 - 1+850		0	0	11.456	0	0	0	154	m³
6	1+850 - 2+080	1.952	0	0	2.928	0	0	1.952	612	m³
7	2+080 - 2+290		0	0	643	840	0	0	439	m³
8	2+290 - 2+470	1.284	0	0	198	0	0	174	351	m³
9	2+470 - 2+690	3.070	0	0	2.412	0	0	3.070	439	m³
10	2+690 - 2+800	1.178	0	0	0	0	0	518	406	m³
11	2+800 - 2+950	873	0	0	276	0	0	433	229	m³
12	2+950 - 3+130	1.242	0	0	0	452	0	792	396	m³
13	3+130 - 3+474	1.974	0	0	0	2.961	0	-326	545	m³
14	3+474	2.993	0	0	4.190	0	0	2.993	104	m³
Hornemühle	1+650 - 1+750	0	0	0	0	0	0	0	273	m³
Summe		17.067	0	0	23.038	4.511	777	12.107	5.535	m³
Summe Abtrag Sand Z0		9.544 m³					+ Aush. f. Steinmat.		1.185 m³	
Summe Abtrag Sand bis Z0		56 %					Abtrag Sohle ges.		6.720 m³	
Summe Abtrag Schluff bis Z0		7.523 m³								
Summe Abtrag Schluff bis Z0		44 %								
Farblegende:										
Sand		Schluff		Sa. und Schl.		Entsorgung				

Farblegende:			
Sand	Schluff	Sa. und Schl.	Entsorgung

Auftrag

Abschnitt	km	Sand		Schluff		Einheit	Anmerkung
		Auftrag	Aus Abschn.	Schluff	Aus Abschn.		
1	0+850 - 1+075	80	13			m³	Sohnivellierung
2	1+075 - 1+200	130	13	610	2	m³	Damm Stadtsee
3	1+200 - 1+400	200	13	1730	1 und 2	m³	Damm Stadtsee
4	1+400 - 1+650	220	13			m³	Sohnivellierung
5	1+750 - 1+850	380	13			m³	Sohnivellierung
6	1+850 - 2+080	360	8	1.000	6	m³	Wegeanschüttung
7	2+080 - 2+290	320	8			m³	Sohnivellierung
8	2+290 - 2+470	430	8			m³	Sohnivellierung
9	2+470 - 2+690	510	10	880	9	m³	Sohnivellierung, Bestandsauffüllung
10	2+690 - 2+800	150	10			m³	Sohnivellierung
11	2+800 - 2+950	440	11			m³	Sohnivellierung
12	2+950 - 3+130	450	12			m³	Sohnivellierung
13	3+130 - 3+474	990	13	1740	6	m³	Sohnivellierung, Bestandsauffüllung
14	3+474	0	13	350	9	m³	Verwallung Puffer
Hornemühle	1+650 - 1+750	300	13			m³	Sohnivellierung
Summe		4.960		6.310		m³	

Sohnivellierung (Sand)		
Auftrag Z0	2460	gleicher Bauabschnitt
Auftrag Z0	2.500	anderer Bauabschnitt
Gesamtauftrag	4.960	Sohle

Erdbauwerke (Schluff)		
Auftrag Z0	2.490	gleicher Bauabschnitt
Auftrag Z0	3.820	anderer Bauabschnitt
Gesamtauftrag	6.310	

Rest zur Entsorgung	Einheit	Anmerkung
Z0	5.797 m³	
Z1	0 m³	
Z1.1	0 m³	
Z1.2	23.038 m³	
Z2	11.231 m³	
> Z2	777 m³	inkl. Sohlaushub

Farblegende:			
Sand	Schluff	Sa. und Schl.	Entsorgung

Anlage 2
Kostenberechnung

Auftraggeber: Stadt Werne
Baumaßnahme: Ökologische Verbesserung der Horne in Werne
Abschnitt: km 0+850 bis km 3+367 (GSK3C)

KG/LB	Bezeichnung der Kostengruppe / Gewerke	Menge	Einheit	Einheitspreis in € (netto)	Gesamtpreis in € (netto)
300	Bauwerk - Baukonstruktionen				5.836.815,17
300.204	Baustelleneinrichtung und -räumung				1.180.040,00
1	Baustelle einrichten	1	psch	90.000,00	90.000,00
2	Baustelle räumen	1	psch	35.000,00	35.000,00
3	Baustelle vorhalten	1	psch	340.000,00	340.000,00
4	Bürocontainer für AG stellen	30	Mon	2.000,00	60.000,00
5	Bauschild aufstellen und beseitigen	8	St	1.500,00	12.000,00
6	Bauzaun 2 m, einschl. Tore	2.519	m	10,00	25.190,00
7	BE-Flächen und Bodenzwischenlagerflächen, herstellen und beseitigen	7.470	m²	45,00	336.150,00
8	Baustraße herstellen, mobile Elemente, Breite = 4,0 m, Länge = 2890 m, Unterbau für gepl. Wege verwenden, inkl. Rückbau	2.890	m	60,00	173.400,00
9	Baustellenzufahrten, Sicherung, Genehmigung, Verkehrsicherung etc.; inkl. Sperrung Kurt-Schumacher-Straße	19	St	3.000,00	57.000,00
10	Baumschutz	70	St	90,00	6.300,00
11	Absteckung, Vermessung etc.	1	psch	15.000,00	15.000,00
12	Herstellen eines temporären Behelfsdurchlasses (4 Kastenprofile 1 x 1 m); Auffüllung Neutrassierung Nord	1	psch	10.000,00	10.000,00
13	Straßenreinigung	1	psch	20.000,00	20.000,00
300.080	Straßen, Wege, Plätze				94.800,00
1	Durchlassprofil; offengelegte Einleitung; Hundeplatz; Traglast 19 t; Lieferung, Montage und Typenstatik; Durchlassbreite 10 m;	6	m	4.800,00	28.800,00
2	Herstellen GFK-Ballustrade auf Hohlstahlträgern mit Betonfundament	1	psch	66.000,00	66.000,00
300.084	Abbruch- und Rückbauarbeiten				288.626,70
1	Baugelände (Bodendecker, Sträucher, Bewuchs bis 1m) abräumen, in Böschungen u. Vorland	35.800	m²	2,50	89.500,00
2	Baum fällen; D >= 10 - 30 cm	280	St	40,00	11.200,00
3	Baum fällen; D >= 30 - 50 cm	280	St	80,00	22.400,00
4	Baum fällen; D >= 50 - 80 cm	140	St	160,00	22.400,00
5	Wurzelwerke entfernen	700	St	60,00	42.000,00
6	Rückbau Stillgelegte Fernmeldeleitung Unitymedia km 1+850 - 1+880	37	m	10,00	370,00
7	Rückbau Stillgelegte Fernmeldeleitung Unitymedia km 1+910 - 1+960	45	m	10,00	450,00
8	Rückbau Stillgelegte Fernmeldeleitung Unitymedia km 2+035 - 2+350	37	m	10,00	370,00
9	Rückbau Stillgelegte Fernmeldeleitung Unitymedia km 2+410 - 2+500	91	m	10,00	910,00
10	Vorhandenen Kanal DN 300 schneiden und rückbauen km 1+030 (Im Bereich des neuen Gerinnes); Annahme: Beton	15	m	160,00	2.400,00
11	Verdämmen Einleitung DN 300 km 1+030 (Zwischen neuem Gerinne und Bestandsgerinne)	0,6	m³	300,00	190,85
12	Abmauern, beidseitig, Einleitung DN 300 km 1+030 (Zwischen neuem Gerinne und Bestandsgerinne)	1	Stck	100,00	100,00
13	Abmauern, Einleitung DN 300 km 1+030 (vor neuem Gerinne)	1	Stck	100,00	100,00
14	Abmauern, Einleitung DN 300 km 1+030 (Schacht 5813)	1	Stck	100,00	100,00
15	Verdämmen, Einleitung DN 300 km 1+030 (Zwischen Schacht 5813 und neuem Gerinne)	2,3	m³	300,00	688,97
16	Abbrechen, Einleitung DN 1200 km 1+893; Annahme: Beton	8	m	200,00	1.600,00
17	Abbrechen, Einleitung DN 700 km 2+263; Annahme: Beton	4	m	200,00	800,00
18	Abbrechen, Einleitung DN 500 km 2+609; Annahme: Beton	20	m	185,00	3.700,00
19	Abbrechen, Einleitung DN 900 km 2+863; Annahme: Beton	16	m	205,00	3.280,00
20	Abbrechen, Einleitung DN 800 km 2+969; Annahme: Beton	6	m	205,00	1.230,00
21	Vorhandene Bodenplatte abbrechen, Stahlbeton, Wehr Hornemühle km 1+775	63	m³	300,00	18.774,38
22	Vorhandene Spundwand abbrechen, Wehr Hornemühle km 1+775; Annahme Tiefe = 5 m	74	m²	250,00	18.562,50
23	vorhandene Einleitung DN 1100 rückbauen, km 3+470	140	m	150,00	21.000,00
24	vorhandene Schächte rückbauen, km 3+470, Schächte: 1373, 1374	2	Stck	1.000,00	2.000,00
25	Rückbau Fußgängerbrücke Moormannteich	1	psch	12.000,00	12.000,00
26	Rückbau Fußgängerbrücke Schwanenplatz	1	psch	6.000,00	6.000,00
27	Rückbau temporäre Behelfsbrücke (4 Kastenprofile 1 x 1 m)	1	psch	2.000,00	2.000,00
28	Rückbau Brücke Hundewiese	1	psch	4.500,00	4.500,00
300.205	Erdarbeiten				3.011.676,00
1	Oberboden D: bis 15 cm abtragen und entsorgen; Neutrassierung und Sekundärauen	5.370	m³	50,00	268.500,00
2	Uferbefestigung (Wasserbausteine) aufnehmen und entsorgen; Auenbereiche	1.300	m²	25,00	32.500,00
3	Sohlbefestigung (Wasserbausteine) aufnehmen und entsorgen	10.100	m²	25,00	252.500,00
4	Bodenaushub Z0 inkl. Lagerung, Wiederaufnahme und Einbau vor Ort (gleicher Bauabschnitt); Einbau in der Sohle inkl. Modellierung von Sandbänken; Auffüllung Bestandstrasse	7.150	m³	30,00	214.500,00
5	Bodenaushub Z0 inkl. Lagerung, Wiederaufnahme und Einbau vor Ort (anderer Bauabschnitt); Einbau in der Sohle inkl. Modellierung von Sandbänken; Auffüllung Bestandstrasse	5.030	m³	35,00	176.050,00
6	Bodenaushub Z0 aufnehmen und entsorgen	5.797	m³	40,00	231.880,00
6	Bodenaushub bis einschl. Z1.2 inkl. Abfuhr und Entsorgung; Sand und Schluff	23.000	m³	45,00	1.035.000,00
7	Bodenaushub Z2 inkl. Abfuhr und Entsorgung; Auen- und Sohlbereiche; inkl. zusätzlichem Aushub im Bereich der Steinmatratzen und der Sohlsubstrateinbringung	9.180	m³	50,00	459.000,00
8	Bodenaushub > Z2 inkl. Abfuhr und Entsorgung	2.059	to	60,00	123.546,00

KG/LB	Bezeichnung der Kostengruppe / Gewerke	Menge	Einheit	Einheitspreis in € (netto)	Gesamtpreis in € (netto)
9	Füllmaterial Wehr Hornemühle aufnehmen und entsorgen (Schotter; Annahme: Auffüllungen mit Bauschutt; Anahme > Z2)	1.600	to	65,00	104.000,00
10	Oberboden abtragen und entsorgen, Damm Stadtsee; D = 15 cm	100	m³	50,00	5.000,00
11	Verzahnung im Böschungsbereich, Damm Stadtsee	1.200	m²	15,00	18.000,00
12	vorhandener bindiger Boden Anschütten inkl. Einbindung in Teichsohle, Damm Stadtsee	1.300	m³	30,00	39.000,00
13	Oberboden liefern und einbauen, Damm Stadtsee D: 10 cm	1.500	m³	25,00	37.500,00
14	Entfernen Querriegel (Wasserbausteine aufnehmen und entsorgen)	21	Stck	700,00	14.700,00
300.207	Landschaftsbau (Büro Koenzen)				45.697,65
1	Totholz liefern und einbauen	100	St	200,00	20.000,00
2	Begrünung Auffüllungsbereiche	900	m²	0,50	450,00
3	Gehölzpflanzungen: Gehölze (Pflanzliste s. LBP Heft 4), Pflanzabstand 2,5 x 2,5 m	266	Stck	10,50	2.793,00
4	Gehölzpflanzungen: Sträucher (Pflanzliste s. LBP Heft 4), Pflanzabstand 1,5 x 1,5 m	533	Stck	16,10	8.581,30
5	Einsaat einer blütenreichen Grasmischung (Regiosaatgut-Mischung, "Grundmischung" und "feuchte Ufer" 5 g/m²)	1763	m²	0,85	1.498,55
6	Einsaat einer blütenreichen Grasmischung (Regiosaatgut-Mischung, "Grundmischung" 5 g/m²)	3680	m²	0,85	3.128,00
7	Wiederherstellen temporär in Anspruch genommener Eingriffsflächen, Rasenansaat: RSM 7.1.2, 20 g/m²	1966	m²	0,80	1.572,80
8	Einsaat Rasenmischung Rasenansaat RSM 7.3; 20 g/m²	6330	m²	0,80	5.064,00
9	Aufhängen von Fledermauskästen (Material- und Arbeitskosten)	21	Stck	50,00	1.050,00
10	Aufhängen von Nisthilfen (Material- und Arbeitskosten)	26	Stck	30,00	780,00
11	Jährliche Funktionskontrolle und Reinigung der Nisthilfen	26	Stck	30,00	780,00
300.208	Wasserhaltung				590.000,00
1	Pumpe 140 KW zur Reinwasserüberleitung vorhalten (km 2+680 - 2+950)	1.080	d	280,00	302.400,00
2	Ortsveränderliches Antriebsmittel zum Pumpenantrieb vorhalten (Alle Abschnitte)	1080	d	220,00	237.600,00
3	Bigbags Ober- / Unterwasserseitig aufbauen, vorhalten, beseitigen	20	Stck	2.500,00	50.000,00
300.014	Natur-, Betonwerksteinarbeiten				16.020,00
1	Wasserbausteine Querriegel Raugerinne L/B/H = 70/70/100 cm; 6 Riegel	54	m	280,00	15.120,00
2	Wasserbausteine; Schwellen Riegel Raugerinne 6 Stck; L/B/H = 70/30/60 cm; 2900 kg/m³	4	m	250,00	900,00
300.210	Böschungs- und Sohlensicherung				525.826,60
1	Sohlendeckwerk Becken Raugerinne; CP63/180; D: 30 cm	78	m²	90,00	7.041,60
2	Deckwerk Berme Raugerinne; LMB 60/300; D: 40 cm; 2900 kg/m³	168	to	125,00	21.025,00
3	Vorbettsicherung Raugerinne; CP 90/250; D: 30 cm	18	m²	240,00	4.320,00
4	Nachbettsicherung Raugerinne; CP 90/250; D: 30 cm	36	m²	240,00	8.640,00
5	Böschungsfußsicherung vegetative Steinwalzen (Füllung: CP 45/125); je 1 m Länge liefern und einbauen; 2 Walzen pro Böschungsabschnitt	50	Stck	40,00	2.000,00
6	Sohlsicherung; Steinmatratzen (Füllung: CP 45/125)mit Substrat angedecktt; Einbau mit Schreitbagger	5.950	m²	80,00	476.000,00
7	Steinmatratze Überlaufschwelle Offenlegung Einleitung Lohstraße	65	m²	80,00	5.200,00
8	Steinmatratze Überlaufschwelle Einleitung Fürstenhoff	20	m²	80,00	1.600,00
300.009	Entwässerungskanalarbeiten				10.940,00
1	vorhandene Einleitungen DN 1200 an das Gewässer anbinden km 1+893, Steinsatz; Ablaufrinne CP 45/125	1	St	800,00	800,00
2	vorhandene Einleitungen DN 300 an das Gewässer anbinden, km 3+309, Steinsatz; Ablaufrinne CP 45/125	1	St	500,00	500,00
3	vorhandene Einleitungen DN 700 an das Gewässer anbinden, km2+263, Steinsatz; Ablaufrinne CP 45/125	1	St	600,00	600,00
4	vorhandene Einleitungen DN 500 an das Gewässer anbinden, km 2+609; Steinsatz; Ablaufrinne CP 45/125	1	St	650,00	650,00
5	vorhandene Einleitungen DN 600 PE verlängern, km 2+638; Steinsatz	5	m	200,00	1.000,00
6	vorhandene Einleitungen DN 600 an das Gewässer anbinden, km 2+638; Steinsatz; Ablaufrinne CP 45/125	1	St	670,00	670,00
7	vorhandene Einleitungen DN 900 an das Gewässer anbinden, km 2+863; Steinsatz; Ablaufrinne CP 45/125	1	St	750,00	750,00
8	vorhandene Einleitungen DN 150, PE verlängern, km 3+309	20	m	150,00	3.000,00
9	Herstellen Rohrdrossel; offengelegte Einleitung Lohstraße; DN 250	15	m	150,00	2.250,00
10	Herstellen Rohrdrossel; Einleitung Fürstenhoff; DN 120	6	m	120,00	720,00
300.215	Wasserbauwerke aus Beton und Stahlbeton				73.188,22
1	Sauberkeitsschicht C12/15, U-Profil Wehr Hornemühle	55	m²	25,00	1.370,25
2	Herstellen Profil Wehr Hornemühle Stahlbeton; Beton	67	m³	700,00	46.728,64
3	Herstellen Profil Wehr Hornemühle Stahlbeton; Betonstahl	10.681	kg	1,60	17.089,33
4	Herstellen Profil Wehr Hornemühle Stahlbeton; temporäre Aussteifung, bauzeitlich	1	psch	8.000,00	8.000,00
400	Bauwerk - Technische Anlagen				203.100,00
400.051	Kabelleitungstiefbauarbeiten				17.100,00
1	Dükerung der Fernmeldeleitung (Telekom),km 1+800 - 1+900, begleitende Arbeiten für den Betreiber	35	m	100,00	3.500,00
2	Verlegung Fernmeldeleitung Unitymedia km 2+305	97	m	100,00	9.700,00
3	Verlegung Fernmeldeleitung Unitymedia km 3+145	10	m	100,00	1.000,00
4	Verlegung Fernmeldeleitung Telekom km 3+370	29	m	100,00	2.900,00
	Oberflächenarbeiten, Sonstiges				186.000,00
1	Infotafeln, Bänke, Mülleimer, etc., Einrichtungsgegenstände, je Abschnitt	9	St	15.000,00	135.000,00
2	Füllstabgeländer liefern und setzen; km 1+910 - km 2+080	170	m	300,00	51.000,00

KG/LB	Bezeichnung der Kostengruppe / Gewerke	Menge	Einheit	Einheitspreis in € (netto)	Gesamtpreis in € (netto)
300+400 - Summe Bauwerkskosten					6.039.915,17
Baukosten (netto)					6.039.915,17
10 % Unvorhergesehenes					603.991,52
Zwischensumme (netto)					6.643.906,69
19 % Mehrwertsteuer					1.262.342,27
Baukosten (brutto)					7.906.248,96
15 % weitere Ingenieurleistungen					1.185.937,34
Herstellungskosten					9.092.186,31

Stand: 06.05.2019

Anlage 3
Bauwerkverzeichnis

Bauwerksverzeichnis Horne

Station [km] alt	Station [km] neu (AP)	Lage	Bauwerks-typ	Rohr-DN	Bei "Leitungen": Medium	ggf. Name	Gestattung / Unterhaltung	Bemerkung/H inweis	Anordnung nach der Ausführungs- planung	Akten-Nr.
0+850	0+850	kr	Brücke	-	-	Südring	Stadt Werne		bleibt erhalten	
0+855	0+855	kr	Leitung	-	Strom	Südring	Westnetz	NY 10	bleibt erhalten	
0+855	0+855	kr	Leitung	-	Strom	Südring	Westnetz	NAY 150	bleibt erhalten	
0+855	0+855	kr	Leitung	-	Strom	Südring	Westnetz	T-00195	bleibt erhalten	
0+860	0+860	re	Rohr	250	Wasser	Südring	Stadt Werne	52,5	bleibt erhalten	
0+858 - 0+910	0+858 - 0+908	re	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NAY 150	bleibt erhalten	
0+910	0+910	re	Rohr	100	Wasser	-	Stadt Werne	51,04	bleibt erhalten	
0+940	0+942	re	Rohr	125	Wasser	-	Stadt Werne	50,14	bleibt erhalten	
1+032	1+032	li	Rohr	300	Wasser	-	Stadt Werne	50,11	wird zurück gebaut	
1+073	1+075	kr	Brücke	-	-	Fußweg Stadtsee Süd	Stadt Werne		nicht Gegenstand der Planung	
1+348	1+370	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	10 NA2XS2Y 500	bleibt erhalten	
1+357	1+377	li	Rohr	1100	Wasser	-	Stadt Werne	51,16	bleibt erhalten	
1+363	1+384	li	Rohr	150	Wasser	-	Stadt Werne	51,12	bleibt erhalten	
1+371	1+388	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	T-00478	bleibt erhalten	
1+371	1+388	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	PE-HD	bleibt erhalten	
1+380	1+400	kr	Brücke	-	-	Stadtsee Nord	Stadt Werne		bleibt erhalten	
1+382	1+402	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NY 10	bleibt erhalten	
1+382 - 1+703	1+402 - 1+719	re	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NY 10	bleibt erhalten	
1+392	1+412	re	Rohr	100	Wasser	-	Stadt Werne	54,05	bleibt erhalten	
1+453	1+472	re	Rohr	150	Wasser	-	Stadt Werne	52,07	bleibt erhalten	
1+481 - 1+495	1+500 - 1+515	li	Leitung		Strom	-	Westnetz	NY 10	bleibt erhalten	
1+493	1+512	li	Rohr	200	Wasser	-	Stadt Werne	52,36	bleibt erhalten	
1+503	1+522	re	Rohr	300	Wasser	-	Stadt Werne	52,06	bleibt erhalten	
1+506	1+525	li	Rohr	150	Wasser	-	Stadt Werne	52,9	bleibt erhalten	
1+512	1+531	re	Rohr	100	Wasser	-	Stadt Werne	53,17	bleibt erhalten	
1+537 - 1+757	1+555 - 1+779	re	Leitung	-	Trinkwasser	-	Gelsenwasser		bleibt erhalten	
1+562	1+582	re	Rohr	300	Wasser	-	Stadt Werne	52,06	bleibt erhalten	
1+565 - 1+705	1+577 - 1+726	li	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NY 10	bleibt erhalten	

1+618 - 1+663	1+639 - 1+683	re	Leitung	-	Fernmeldnetz	-	Telekom		bleibt erhalten
1+624	1+645	li	Rohr	100	Wasser	-	Stadt Werne	53,84	bleibt erhalten
1+624	1+645	kr	Brücke	-	-	Zugang Solebad			nicht Gegenstand des Entwurfs
1+626 - 1+757	1+647 - 1+779	re	Leitung	-	Trinkwasser	-	Gelsenwasser		bleibt erhalten
1+631	1+652	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NYN 10	bleibt erhalten
1+631 - 1+703	1+652 - 1+723	li	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NYN 10	bleibt erhalten
1+632	1+653	kr	Leitung	-	Fernmeldnetz	-	Unitymedia		bleibt erhalten
1+634	1+655	kr	Leitung	-	Fernmeldnetz	-	Telekom		bleibt erhalten
1+646	1+667	re	Rohr	1600	Wasser	-	Stadt Werne	52,53	bleibt erhalten
1+658 - 1+763	1+679 - 1+783	re	Leitung	-	Gas	-	Westnetz	VGN 200 St, VGN 63 PERC, VGN 50 PE	bleibt erhalten
1+660	1+681	kr	Leitung	-	Fernmeldnetz	-	Unitymedia		bleibt erhalten
1+662	1+683	kr	Leitung	-	Fernmeldnetz	-	Telekom		bleibt erhalten
1+665 - 1+753	1+686 - 1+771	re	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	T-00048, T- 00049	bleibt erhalten
1+695	1+715	li	Rohr	900	Wasser	-	Stadt Werne	54,19	bleibt erhalten
1+704	1+724	kr	Leitung	-	Gas	-	Westnetz	VGN 200 St	bleibt erhalten
1+735	1+755	li	Rohr	150	Wasser	-	Stadt Werne	53,5	bleibt erhalten
1+740 - 1+767	1+760 - 1+786	li	Leitung	-	Gas	-	Westnetz	VGN 200 St	bleibt erhalten
1+747	1+767	li	Rohr	100	Wasser	-	Stadt Werne	54,36	bleibt erhalten
1+747	1+767	re	Rohr	125	Wasser	-	Stadt Werne	56,84	bleibt erhalten
1+750 - 1+791	1+768 - 1+812	li	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	T-00432, T- 00443	bleibt erhalten
1+750 - 1+791	1+768 - 1+812	li	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NYN 10	bleibt erhalten
1+750 - 1+791	1+768 - 1+812	li	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NA2XY150	bleibt erhalten
1+753	1+770	kr	Leitung	-	Trinkwasser	-	Gelsenwasser		bleibt erhalten
1+753	1+770	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NYN 10	bleibt erhalten
1+753	1+770	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NA2XY150	bleibt erhalten
1+753	1+770	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NA2XY185	bleibt erhalten
1+752 - 1+770	1+770 - 1+783	re	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NYN 10	bleibt erhalten
1+753	1+771	li	Rohr	600	Wasser	-	Stadt Werne	54,36	bleibt erhalten

1+755	1+775	kr	Brücke	-	-	Kurt-Schumacher strasse	Straßen NRW		Umbau des Wehres
1+757	1+779	kr	Leitung	-	Trinkwasser	-	Gelsenwasser		bleibt erhalten
1+761	1+782	kr	Leitung	-	Fernmeldnetz	-	Telekom		bleibt erhalten
1+761	1+782	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	T-00083	bleibt erhalten
1+761	1+782	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NYN 10	bleibt erhalten
1+761	1+782 - 1+880	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NAKLEY95/10 7	bleibt erhalten
1+771	1+784	kr	Leitung	-	Fernmeldnetz	-	Unitymedia		bleibt erhalten
1+780 - 1+824	1+780 - 1+824	li	Leitung	-	Fernmeldnetz	-	Telekom		wird an Planung angepasst
1+843	1+866	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	FTTX	bleibt erhalten
1+843	1+866	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	T-00432	bleibt erhalten
1+843	1+866	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	T-00443	bleibt erhalten
1+867 - 1+897	1+889	re	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	T-00211, T- 00223	bleibt erhalten
1+865 - 1+905	1+890	li	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NA2XY95	bleibt erhalten
1+869	1+891	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	T-00211, T- 00223	bleibt erhalten
1+870	1+893	re	Rohr	1200	Wasser	-	Stadt Werne	54,43	wird ans geplante Gewässer angebunden
1+887	1+908	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	A60254 A0	bleibt erhalten
1+888	1+910	kr	Brücke	-	-	Fußweg am Schwanenplatz	Stadt Werne		Rückbau und Ersatz durch neue Fußgängerbrücke
2+032 - 2+075	2+058 - 2+105	re	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NYN 5 * 10	bleibt erhalten
2+052	2+080	kr	Brücke	-	-	Burgstraße	Stadt Werne		bleibt erhalten
2+062	2+090	kr	Leitung	-	Fernmeldnetz	-	Unitymedia		bleibt erhalten
2+063	2+091	kr	Leitung	-	Trinkwasser	-	Gelsenwasser		bleibt erhalten
2+065	2+094	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NAKBA 70	bleibt erhalten
2+065	2+094	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NKBA 10	bleibt erhalten
2+065 - 2+128	2+094 - 2+145	re	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NYN 10	bleibt erhalten
2+097 - 2+250	2+126 - 2+282	re	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NYN 10	bleibt erhalten
2+101	2+130	kr	Brücke	-	-	Fußweg zum Moormanteich	Stadt Werne		Entfernung Fußgängerbrücke

2+108 - 2+162	2+137 - 2+191	li	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NY 10	bleibt erhalten
2+123	2+152	li	Rohr	1000	Wasser	-	Stadt Werne	54,73	bleibt erhalten
2+127	2+156	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NY 10	bleibt erhalten
2+160	2+189	li	Rohr	150	Wasser	-	Stadt Werne	56,98	bleibt erhalten
2+170	2+198	re	Rohr	300	Wasser	-	Stadt Werne		bleibt erhalten
2+176	2+205	kr	Brücke	-	-	Zufahrt Einkaufszentrum	Stadt Werne		bleibt erhalten
2+231	2+263	re	Rohr	700	Wasser	-	Stadt Werne	55,07	wird ans geplante Gewässer angebunden
2+240 - 2+243	2+271 - 2+274	re	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	HA Kabel	bleibt erhalten
2+242 - 2+257	2+273 - 2+285	re	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NY 10	bleibt erhalten
2+242 - 2+617	2+273 - 2+685	re	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NY 10	bleibt erhalten
2+250 - 2+618	2+282 - 2+677	li	Leitung	-	Fernmeldnetz	-	Versatel		bleibt erhalten
2+253	2+286	kr	Leitung	-	Fernmeldnetz	-	Unitymedia		bleibt erhalten
2+254	2+287	kr	Leitung	-	Fernmeldnetz	-	Unitymedia		bleibt erhalten
2+258	2+290	kr	Brücke	-	-	Konrad Adenauer-Platz	Stadt Werne		bleibt erhalten
2+268	2+301	kr	Leitung	-	Gas	-	Westnetz		bleibt erhalten
2+268	2+301	li	Leitung	-	Gas	-	Thyssengas_stillig		bleibt erhalten
2+271	2+304	kr	Leitung	-	Gas	-	Westnetz	VGN 250 St	bleibt erhalten
2+271	2+304	kr	Leitung	-	Gas	-	Thyssengas		bleibt erhalten
2+271	2+304	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NY 10	bleibt erhalten
2+271	2+304	kr	Leitung	-	Trinkwasser	-	Gelsenwasser		bleibt erhalten
2+272	2+305	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	A60243 1.1	bleibt erhalten
2+272 - 2+365	2+305 - 2+400	re	Leitung	-	Trinkwasser	-	Gelsenwasser		bleibt erhalten
2+272 - 2+597	2+305 - 2+657	re	Leitung	-	Trinkwasser	-	Gelsenwasser		bleibt erhalten
2+273 - 2+568	2+306 - 2+629	li	Leitung	-	Trinkwasser	-	Gelsenwasser		bleibt erhalten
2+280	2+313	kr	Leitung	-	Fernmeldnetz	-	Unitymedia		bleibt erhalten
2+319 - 2+483	2+338 - 2+518	re	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NY 10	bleibt erhalten
2+333	2+367	li	Rohr	300	Wasser	-	Stadt Werne	55,2	bleibt erhalten
2+339	2+373	li	Rohr	200	Wasser	-	Stadt Werne	Schacht	bleibt erhalten

2+380 - 3+090	2+420 - 3+150	re / kr	Leitung	-	Fernmeldnetz	-	Unitymedia stillg.		bleibt erhalten
2+428	2+465	kr	Brücke	-	-	Zugang Feuerwehr	Stadt Werne		geplante neue Füßgängerbrücke
2+479 - 2+590	2+534 - 2+650	re	Leitung	-	Trinkwasser	-	Gelsenwasser		bleibt erhalten
2+556	2+609	li	Rohr	500	Wasser	-	Stadt Werne	55,93	wird ans geplante Gewässer angebunden
2+578	2+638	re	Rohr	600	Wasser	-	Stadt Werne	55,63	wird ans geplante Gewässer angebunden
	2+667	kr	Leitung	-	Trinkwasser	-	Gelsenwasser		bleibt erhalten
2+610	2+667	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	T-00008	bleibt erhalten
2+617	2+675	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	YYY 10	bleibt erhalten
2+617	2+675	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NAKLEY95/10 7	bleibt erhalten
2+619	2+677	kr	Leitung	-	Fernmeldnetz	-	Unitymedia		bleibt erhalten
2+626	2+685	kr	Brücke	-	-	B233/Hansaring	Straßen NRW		bleibt erhalten
2+638	2+696	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	YYY 10	bleibt erhalten
2+638	2+696	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	T- 00491	bleibt erhalten
2+638	2+696	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	T- 00398	bleibt erhalten
2+641	2+700	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	FMK Kabel	bleibt erhalten
2+641	2+700	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	T-00015	bleibt erhalten
2+642 - 2+755	2+701- 2+810	re	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	YYY 10	bleibt erhalten
2+650 - 2+905	2+707 - 2+963	re	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	YYY 10	bleibt erhalten
2+653 - 2+915	2+706 - 2+979	re	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	T- 00491, T - 00398	bleibt erhalten
2+653 - 2+915	2+706 - 2+979	re	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	FTTX	bleibt erhalten
2+741	2+800	re	Leitung	-	Trinkwasser	-	Gelsenwasser		bleibt erhalten
2+782	2+841	li	Rohr	1400	Wasser	-	Stadt Werne	55,3	bleibt erhalten
2+804	2+863	re	Rohr	900	Wasser	-	Stadt Werne	55,03	bleibt erhalten
2+841	2+900	re	Rohr	120	Wasser	-	Stadt Werne	57,06	bleibt erhalten
2+842	2+901	re	Rohr	100	Wasser	-	Stadt Werne	56,73	bleibt erhalten
2+895	2+957	kr	Leitung	-	Fernmeldnetz	-	Unitymedia		bleibt erhalten
2+897	2+960	re	Brücke	-	-	Goerdelerstraße	Stadt Werne		keine maßnahme
2+902	2+964	kr	Leitung	-	Wasser	-	Gelsenwasser		bleibt erhalten
2+902	2+964	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	NAKLEY95/10 7	bleibt erhalten

2+902	2+964	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	A60300A	bleibt erhalten
2+903	2+965	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	T -00164	bleibt erhalten
2+903	2+965	kr	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	T -00104	bleibt erhalten
2+903	2+965	kr	Leitung	-	Gas	-	Westnetz	VGN 150 St	bleibt erhalten
2+907	2+969	kr (Zentral)	Rohr	800	Wasser	-	Stadt Werne	56,51	wird zurückgebaut
2+988 -	3+048 - 3+474	re	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	T- 00491	bleibt erhalten
2+975 - 3+380	3+048 - 3+474	re	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	FTTX	bleibt erhalten
2+985 - 3+050	3+055 - 3+117	re	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	A60300A	bleibt erhalten
2+985 - 3+050	3+055 - 3+117	re	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	T -00164	bleibt erhalten
	3+144 - 3+416	re	Leitung	-	Fernmeldnetz	-	Telekom		wird gedükert
2+985 - 3+050	3+055 - 3+117	re	Leitung	-	Strom	-	Westnetz	T -00104	bleibt erhalten
3+178	3+258	re	Rohr	200	Wasser	-	Privat	56,24	wird ans geplante Gewässer angebunden
3+221	3+309	li	Rohr	150	Wasser	-	Privat	56,44	wird ans geplante Gewässer angebunden
3+280	3+355	kr	Leitung	-	Fernmeldnetz	.	Telekom		wird gedükert
3+353	3+461	re	Rohr	1100	Wasser	-	Stadt Werne	56,23	Wird rückgebaut und offengelegt

Anlage 4

Ergebnisse der Altlastenuntersuchung



DER LANDRAT

Kreis Unna • Postfach 21 12 • 59411 Unna

kbw
Kommunalbetrieb Werne
Betriebszweig Straßen und Verkehr
Herrn Christian Stephan
Konrad-Adenauer-Platz 1
59368 Werne

**Natur und Umwelt
Wasser und Boden**

Auskunft
Ulrike Oldenkott
Fon 02303 27-2569
Fax 02303 27-1297
ulrike.oldenkott@kreis-unna.de

Mein Zeichen
69.2/707001-15-10-332
09.09.2015

**Auskunft aus dem Altlastenkataster zu den Flächen 08/010, 08/035, 08/153,
08/173, 08/217, 08/220, 08/364, 08/392, 08/393, 08/397, 08/661 zusätzlich
08/366**

Sehr geehrter Herr Stephan,

für die von Ihnen angefragten Altlastenverdachtsflächen ergibt sich folgendes:

08/010:

Es handelt sich bei dieser Altablagerung um eine Geländeanfüllung die ab dem Jahr 1950 durchgeführt wurde. Laut meinen Unterlagen wurden dort Boden und Hausmüll abgelagert.

Im Rahmen der Aufstellung eines Bebauungsplanes wurden u.a. Untersuchungen auf dem Flurstück 386 (alte Bezeichnung) durchgeführt. Mir liegen dazu 3 Untersuchungsberichte vor.

Im Rahmen der Untersuchungen wurden auf dem Flurstück 386 (alte Bezeichnung) Sondierungen abgeteuft. Die Untersuchungen ergaben, dass das Gelände hier bis zu einer Mächtigkeit von 2,0 m mit feinsandigen bis schluffigen Bodenmaterialien, welche geringe Beimengungen an Asche, Schlacke und Ziegelbruch enthalten, angefüllt ist. Hausmüllbeimengungen wurden in keiner Sondierung angetroffen.

Zum damaligen Untersuchungszeitraum wurde das Flurstück als Kleingartenanlage genutzt und ist jetzt im gültigen Bebauungsplan 6 Bn (Heckhof / Heckgeist) als Mischgebiet (MI) ausgewiesen. Die Planung sieht auf dem betreffenden Flurstück eine Wohnbebauung vor. Der Bereich ist im B-Plan als Fläche, deren Böden mit umweltgefährdenden Stoffen belastet ist, gekennzeichnet. Weitere textliche Festsetzungen sind nicht verfasst worden.

Öffnungszeiten
mo. - do. 08.00 - 16.30 Uhr
fr. 08.00 - 12.30 Uhr
und nach Vereinbarung

Dienstgebäude
Platanenallee 16
59425 Unna
Etage 2, Raum 223

Bus und Bahn
Servicezentrale fahrtwind
Fon 01806 504030
(20 Ct./Anruf im Festnetz,
max. 60 Ct./Anruf mobil)
www.fahrtwind-online.de

Zentrale Verbindungen
Fon 02303 27-0
Fax 02303 27-1399
post@kreis-unna.de
www.kreis-unna.de

Bankverbindung
Sparkasse UnnaKamen
BLZ 443 500 60 | Kto.-Nr. 75 00
IBAN: DE69443500600000007500
SWIFT: WELADED1UNN

Aus den mir vorliegenden Untersuchungsberichten aus den Jahren 1997 und 2000 ist zu entnehmen, dass die oberflächennahen Bodenschichten von 0 bis 0,35 m (Untersuchung von 1997) nur sehr geringe Gehalte an PAK aufweisen. Der ermittelte Benzo(a)pyren-Gehalt der MP 386 (Nachuntersuchung in 1997) wurde mit 0,18 mg/kg ermittelt, der PAK-Gehalt liegt bei 2,3 mg/kg.

Der Gehalt an Benzo(a)pyren liegt unterhalb des Prüfwertes der BBodSchV sowohl für Wohngebiete als auch für Kinderspielflächen.

Die ermittelten Gehalte an Schwermetallen (Untersuchung im Jahr 2000) liegen noch unterhalb der Vorsorgewerte der BBodSchV.

In tieferen Schichten unterhalb von 0,35 m wurde in der untersuchten Mischprobe 386 ein PAK-Gehalt von 47 mg/kg (Benzo-a-pyren 2,9 mg/kg) ermittelt. Aufgrund der Mischprobenbildung ist nicht auszuschließen, dass lokal begrenzt auch noch höhere PAK-Gehalte anzutreffen sind.

Ein Schadstofftransfer über den Gefährdungspfad Boden-Pflanze ist aufgrund der ermittelten PAK-Gehalte in den tieferen Bodenschichten beim Anbau von Nutzpflanzen im Rahmen einer kleingärtnerischen Nutzung der Fläche nicht auszuschließen. Der Prüfwert für den Benzo-a-pyren-Gehalt beträgt hierbei 1 mg/kg.

Bei einer geplanten uneingeschränkten Nutzung einer Wohnbebauung mit Haus- und Nutzgärten und ggf. Kinderspielflächen ist ein Verbleib der belasteten Materialien in einer Tiefe von > 0,35 m aufgrund der o.g. Prüfwertüberschreitung nicht möglich.

Im Zuge der Wertermittlung in einem Zwangsversteigerungsverfahren für das genannte Grundstück sind weitere Untersuchungen im Jahr 2010 auf dem Grundstück durchgeführt worden.

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden auf dem Gelände 9 Rammkernsondierungen bis in eine Tiefe von 2-3 m durchgeführt. Dabei wurde bis in eine Tiefe von 2,45 m u. GOK ähnliches Auffüllungsmaterial wie bei den ersten Untersuchungen erbohrt.

Aus dem Probenmaterial wurden 7 Mischproben gebildet. Die Mischproben wurden anschließend im Feststoff und Eluat auf die Parameter der LAGA „Anforderungen an die stoffliche Bewertung von mineralischen Reststoffen/Abfälle- Technische Regeln- Mitteilungen der (LAGA) Tabellen II. 1.2- 2/3, Stand November 2003, untersucht.

Die MP 1 (RKS 2.1, 9.1, 9.2) beinhaltet Probenmaterial aus dem Tiefenbereich von 0,00 bis 0,80 m. Die Ergebnisse der chemischen Analysen zeigen keine Überschreitungen von Prüfwerten gemäß der gültigen Bundesbodenschutzverordnung bei einer Nutzung als Kinderspielfläche bzw. Wohngarten für den Wirkungspfad Boden-Mensch.

Bei den Mischproben ab einer Tiefe von 0,5 m bzw. 0,6 m u. GOK sind im Feststoff erhöhte Gehalte für Arsen und PAK festgestellt worden. Der Arsengehalt liegt für die MP 3 bei 29 mg/kg PAK bzw. bei der MP 5 bei 27 mg/kg.

Die Mischproben der tieferen Schichten zeigen ebenfalls erhöhte PAK- und Benzo(a)pyrengehalte an. Der höchste gemessene PAK-Gehalt findet sich in der Mischprobe MP 5 (RKS 4.2, 4.3, 5.3, 6.4) mit 112 mg/kg. Der höchste festgestellte Benzo(a)pyrengehalt findet sich ebenfalls in der MP 5 mit 5,8 mg/kg.

Der Kohlenwasserstoffindex der Mischproben aus dem Feststoffmaterial bewegt sich zwischen 79 mg/kg (MP 1) bis 770 mg/kg (MP 5).

Die Ergebnisse der Eluatuntersuchungen zeigen Auffälligkeiten beim Arsengehalt. Die MP 7 weist dabei einen Arsengehalt von 12 µg/l auf.

Der Gehalt an Kohlenwasserstoffen und PAK wurde im Eluat nicht bestimmt.

Bei den Sondierungen wurde Grundwasser in einem Bereich von 1,20 bis 1,71 m u. GOK angetroffen.

Laut der Aussage des Gutachters fließt das Grundwasser in westliche Richtung zum direkt angrenzenden Hornebach.

Die Proben zeigen auffällige Feststoffgehalte für einige Parameter (s.o.). Das erbohrte Auffüllungsmaterial liegt teilweise im grundwassererfüllten Bereich, so dass ein Austrag von Schadstoffen in das Grundwasser und damit in den angrenzenden Hornebach nach Darstellung des Gutachters nicht ausgeschlossen werden kann.

Auf dem Grundstück wurden daraufhin 3 Grundwassermessstellen mit einem Durchmesser von DN 50 bis in eine Tiefe von 3,0 u. GOK errichtet. Der gesamte quartäre Grundwasserleiter wurde mit den Messstellen nicht erfasst.

Die Messstelle GWM 3 befindet sich im Grundwasseranstrom, die Messstellen 1 und 2 sind im Abstrom errichtet worden.

An den 3 Grundwassermessstellen war auf Grund der geringen Ergiebigkeit jedoch nur die Entnahme von Schöpfproben möglich. Die Messstellen wurden am 26.05.2010 errichtet und am 11.06.2010 fand die Beprobung statt.

Die Analysenergebnisse der Wasserproben zeigen Prüfwertüberschreitungen für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser für die Parameter Arsen: 16 µg/l (GWM 1, Prüfwert: 10 µg/l) und für PAK mit 0,41 µg/l (GWM 3, Anstrom, Prüfwert: 0,2 µg/l). Für den Parameter Kohlenwasserstoffindex wird der Prüfwert (200 µg/l) an allen drei Meßstellen überschritten. Die Gehalte liegen bei 280 µg/l im Anstrom und 1.300 bzw. 2.900 µg/l im Abstrom.

Die Auswertung der Chromatogramme der Kohlenwasserstoffanalyse C10 bis C 40 zeigt eine Anhäufung von Kohlenstoffverbindungen im Bereich C22 bis C40 und weist auf einen großen Anteil von höhersiedenden Schmierölen hin, die jedoch auch PAK-Verbindungen mit beinhalten können.

Der Gutachter weist in dem mir vorliegenden Bericht auf eine Grundwassergefährdung hin.

Aus den errichteten Grundwassermessstellen konnten jedoch nur Schöpfproben entnommen werden. Bei den zu entnehmenden Wasserproben sollte es sich um gepumpte Proben handeln und nicht um Schöpfproben. Die errichteten Grundwassermessstellen sind nicht ausreichend groß dimensioniert um repräsentative Grundwasserproben zu erhalten. Bei der Errichtung der Messstellen ist offensichtlich nicht der gesamte quartäre Grundwasserleiter erschlossen worden.

Eine abschließende Beurteilung im Hinblick auf eine mögliche Grundwassergefährdung und daraus gegebenenfalls abzuleitende notwendige Sanierungsmaßnahmen ist anhand der mir vorliegenden Daten derzeit nicht möglich.

Bei der Fläche 08/010 handelt es sich um eine Altlast.

08/035:

Bei der Fläche 08/035 handelt es sich um eine sanierte Altlast. Dieser Altstandort wurde in früherer Zeit von einer Baumaschinenfabrik und später von einer Aluminiumgießerei genutzt. Im Jahr 1993 wurde auf dem Grundstück eine Gefährdungsabschätzungsuntersuchung durchgeführt. Im Rahmen eines geplanten und auch durchgeführten Bauvorhabens wurde das auf dem Gelände befindliche Auffüllungsmaterial unter gutachterlicher Begleitung ausgekoffert.

08/153:

Auf diesem Grundstück wurde laut meinen Unterlagen ab dem Jahr 1956 eine Tischlerei bzw. Schreinerei betrieben, mir ist jedoch nicht bekannt wie lange diese Nutzung dort stattfand. Ab dem Jahr 19070 war dort auch eine Kfz-Reparaturwerkstatt ansässig. Auch hier ist mir die Betriebsdauer nicht bekannt. Auf Grund der Branchenzugehörigkeit ergibt sich für diese Fläche ein Altlastenverdacht.

08/173:

Diese Fläche ist in meinem Altlastenkataster als ehemaliger Betriebsstandort einer sogenannten Lohgerberei eingetragen. Die Nutzung hat demnach ab dem Jahr 1858 stattgefunden, die genaue Betriebsdauer ist mir nicht bekannt. Ab dem Jahr 1956 war dort laut meinen Unterlagen eine chemischen Reinigung und Bekleidungsfärberei ansässig. Auch hier ist unklar wie lange der Betrieb dort tätig war. Für den Bereich des Altstandorts 08/173 besteht ein Altlastenverdacht.

08/217:

Für diesen Bereich ist in meinem Altlastenkataster die Fläche 08/217 als Altlastenverdachtsfläche erfasst. Gemäß den mir vorliegenden Unterlagen (Eintragungen in Adressbüchern und Gewerbekarteien) war hier im Jahr 1927 ein Baugeschäft und eine Baumaterialienhandlung (Heinrich Kortmann) ansässig. Seit 1954 bis Ende der 1990-er bzw. Anfang der 2000-er Jahre wurde auf den Flurstücken durch die Franz Reuter oHG ein Möbelgeschäft (Tischlerei, Schreinerei, Ausstellung, Lager und Verkauf) betrieben. In den darauffolgenden Jahren wurden die Räumlichkeiten durch ein „Second-hand“ Möbelgeschäft genutzt.

Nach der Auswertung diverser Bauakten aus dem Bauarchiv der Stadt Werne ergibt sich für den o. g. Standort folgender Sachstand:

Ein Bauschein für das an unmittelbar an der Burgstraße gelegene Wohn- und Geschäftshaus wurde im Jahre 1905 erstellt.

Im Bauplan (Möbelwerkstätten Reuter) von 1954 sind im nordöstlichen Bereich ein Beizraum und ein Maschinenraum verzeichnet. In 1955 erfolgte der Neubau einer Schreinerwerkstatt. In 1956 erfolgte ein Anbau eines Möbellagers, welches später als Werkstatt genutzt wird. In 1960 wurde ein Bauantrag für Ausstellungsräume gestellt. Im Bauantrag von 1973 für einen Umbau der bestehenden Gebäude sind lt. vorliegendem Bauplan nur noch Ausstellungs- und Lagerräume und kein Werkstatttraum verzeichnet.

Aus diesen Angaben ist zu entnehmen, dass zumindest in den 1950-er und 1960-er Jahren am Standort in der bestehenden Tischlerei und Schreinerei Möbelstücke gefertigt und bearbeitet wurden. Erst Mitte der 1970-er Jahre wurde der Standort mit erfolgtem Umbau als Möbelhaus mit entsprechenden Ausstellungs- und Lagerräumen genutzt. In kleinerem Umfang wurden ab dieser Zeit auch Reparaturarbeiten von Möbelstücken durchgeführt.

Zu dem o. a. Baugeschäft u. Baumaterialienhandlung von Heinrich Kortmann (Adressbucheintrag von 1927) finden sich in den Bauakten keine Angaben.

Nach den vorliegenden Erkenntnissen sind im Bereich der ehem. Fertigung und Bearbeitung der Möbelstücke Verunreinigungen des Untergrundes nicht auszuschließen. Daher besteht für den o. g. Standort derzeit ein begründeter Altlastenverdacht.

08/220:

Bei der Fläche 08/220 handelt es sich um einen Altstandort. Auf dieser Fläche waren in der Zeit von 1966 bis 1997 verschiedene Betriebe ansässig, die den unterschiedlichsten Branchengruppen zuzuordnen sind. Nutzungen auf dem Gelände mit Branchenbezeichnungen wie »Handel und Lagerung«, »Metallerzeugung und -verarbeitung« und »Holz und Papier« gehören gemäß der Branchenliste des Landesumweltamtes NRW zur Erhebungsklasse II an und sind damit nur bedingt, d.h. wenn weitere Anhaltspunkte vorhanden sind, altlastenrelevant.

Im Rahmen einer Ortsbegehung am 28.04.2008 wurde festgestellt, dass das Gelände brachliegt, aber mit Aushubmaterial, Bauschutt u.ä. überschüttet bzw. dieses undefinierbare Material in unterschiedlichen Haufwerken dort abgekippt wurde. Die Brachfläche liegt ca. 1 – 1,50 m tiefer als das bebaute Gelände, welches durch die unterschiedlichen Bautätigkeiten aufgeschüttet wurde.

Für das Grundstück besteht aufgrund der Vornutzung und der vorgefundenen Ablagerungen ein begründeter Altlastenverdacht.

08/364:

Bei der Altablagerung Nr. 08/364 handelt es sich um eine in den historischen Karten von 1896 erkennbare Hohlform. Vermutlich handelt es sich hierbei um den Altverlauf des Hornebaches. Anhand von Luftbildern wurde ermittelt, dass dieser Altverlauf ab dem Jahr 1944 verfüllt wurde. Mir liegen keine weiteren Daten über die Art und Qualität der verfüllten Materialien vor. Auch die Mächtigkeit der Verfüllung ist mir nicht bekannt. Für den Bereich der Altablagerung besteht ein Altlastenverdacht.

08/392 und 08/393:

Bei den Nummern 08/392 und 08/393 handelt es sich ebenfalls um Altablagerungen.

Die Fläche mit Nr. 08/392 ist eine Verlegung und anschließende Verfüllung des vermutlich ursprünglichen Hornebachverlaufs, der in der Luftbildkarte von 1939 nicht mehr erkennbar war.

Bei der Nr. 08/393 handelt es sich ebenfalls um den Hornebach, dieser wurde im Zuge der Baumaßnahme des Stadthauses im Jahre 1975 erneut verlegt, begradigt und der Altarm verfüllt.

Weitere Daten und Informationen zu Art und Qualität des Verfüllmaterials liegen mir nicht vor.

Für diese Altablagerungen besteht ein Altlastenverdacht.

08/397:

Bei dieser Altablagerung handelt es sich ebenfalls um einen Altverlauf des Hornebachs. Dies wurde anhand von historischen Karten des Jahres 1893 ermittelt. Ab dem Jahr 1939 wurde dieser ehemalige Verlauf offensichtlich verfüllt, da er auf den Karten nicht mehr sichtbar ist. Mir liegen keine weiteren Daten über die Art und Qualität der verfüllten Materialien vor. Auch die Mächtigkeit der Verfüllung ist mir nicht bekannt. Für den Bereich der Altablagerung besteht ein Altlastenverdacht.

08/661:

Die Fläche 08/661 ist ebenfalls als Altablagerung in meinem Altlastenkataster erfasst.

Bei den Baugrunduntersuchungen des Ingenieurbüros für Prüftechnik Arnsberg aus dem Jahr 2002 traf man bei den abgeteufte 16 Sondierungen auf eine bis maximal 3,5 m mächtige Anschüttung aus Sanden und Schluffen die z.T. durchsetzt sind mit Bauschutt, Aschen, Schlacke und Waschbergematerial. Im Mai 2003 wurde durch das o.g. Büro eine orientierende Altlastenerkundung für das Grundstück durchgeführt. Im Rahmen dieser Erkundung wurden erneut 16 Sondierungen bis maximal 5 m unter Geländeoberkante (u GOK) abgeteuft. Man traf auf einen ähnlichen Untergrundaufbau wie bei der vorangegangenen Untersuchung.

Bei den Sondierungen wurden keine sensorischen Auffälligkeiten festgestellt. Grundwasserführende Schichten wurden zwischen 1,9 m und 3,3 m u. GOK erreicht.

Aus den Sondierungen der orientierenden Untersuchung wurden je Meter und Schichtenwechsel Proben entnommen. Dieses Material wurde anschließend zu Mischproben zusammengestellt.

Insgesamt wurden zehn Mischproben aus verschiedenen Horizonten sowie zwei Einzelproben nach LAGA Tabelle Boden im Feststoff untersucht. Eluatuntersuchungen wurden nicht durchgeführt.

Der größte Teil der Analysedaten zeigen unauffällige Gehalte. Lediglich in zwei Mischproben und den zwei Einzelproben wurden leichte Auffälligkeiten bei den anorganischen Parametern Zink (maximal 270 mg/kg), Blei (maximal 110 mg/kg) Kupfer (maximal 43 mg/kg) und Quecksilber (maximal 0,4 mg/kg) festgestellt. Die Prüfwerte der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) für eine gewerbliche Nutzung und auch für die sensibelste anzunehmende Nutzung als Kinderspielplatz werden unterschritten.

Die Konzentrationen an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) sind in drei Mischproben leicht bis stark erhöht. Die Konzentrationen von Benz(a)pyren liegen zwar mit maximal

4,7 mg/kg deutlich unter dem Prüfwert der BBodSchV für eine gewerbliche Nutzung, aber über dem Prüfwert für einen Kinderspielplatz.

Bei einer Umnutzung der Fläche hin zu einer sensibleren Nutzung (Wohnen, Kinderspielfläche) sind im Vorfeld weitere Untersuchungen durchzuführen und eventuell Sanierungsmaßnahmen zu ergreifen. Einer gewerblichen Nutzung der Fläche steht nichts entgegen.

Der Bereich, in dem die erhöhten PAK-Konzentrationen festgestellt wurden, liegt außerhalb des Grundwasserschwankungsbereichs. Durch die vollständige Versiegelung der Oberfläche wäre eine Verlagerung der Schadstoffe mit dem Sickerwasser in das Grundwasser ausgeschlossen.

Eine Grundwassergefährdung durch erhöhte Schadstoffkonzentrationen im Grundwasserschwankungsbereich ist aufgrund der lediglich gering erhöhten Konzentrationen in dieser Tiefe nicht zu besorgen.

Bei der Fläche 08/661 handelt es sich um eine Altlast.

08/366:

Bei der Fläche 08/366 handelt es sich um eine ehemalige Hohlform die auf den historischen Karten des Jahres 1893 identifiziert wurde. Ab dem Jahr 1944 ist diese Hohlform offensichtlich verfüllt, da sie auf den Karten ab dem Jahr 1893 nicht mehr zu ermitteln war. Die Mächtigkeit der Auffüllung beträgt weniger als 1 m. Die Art und Qualität der verfüllten Materialien ist mir nicht bekannt. Für die Altablagerung 08/366 besteht ein Altlastenverdacht.

Diese Auskunft aus dem Altlastenkataster basiert ausschließlich auf dem derzeitigen Kenntnisstand. Die Vollständig- und Richtigkeit der Daten kann nicht gewährleistet werden. Rechte oder Ansprüche können hiermit nicht hergeleitet werden.

Mit freundlichen Grüßen

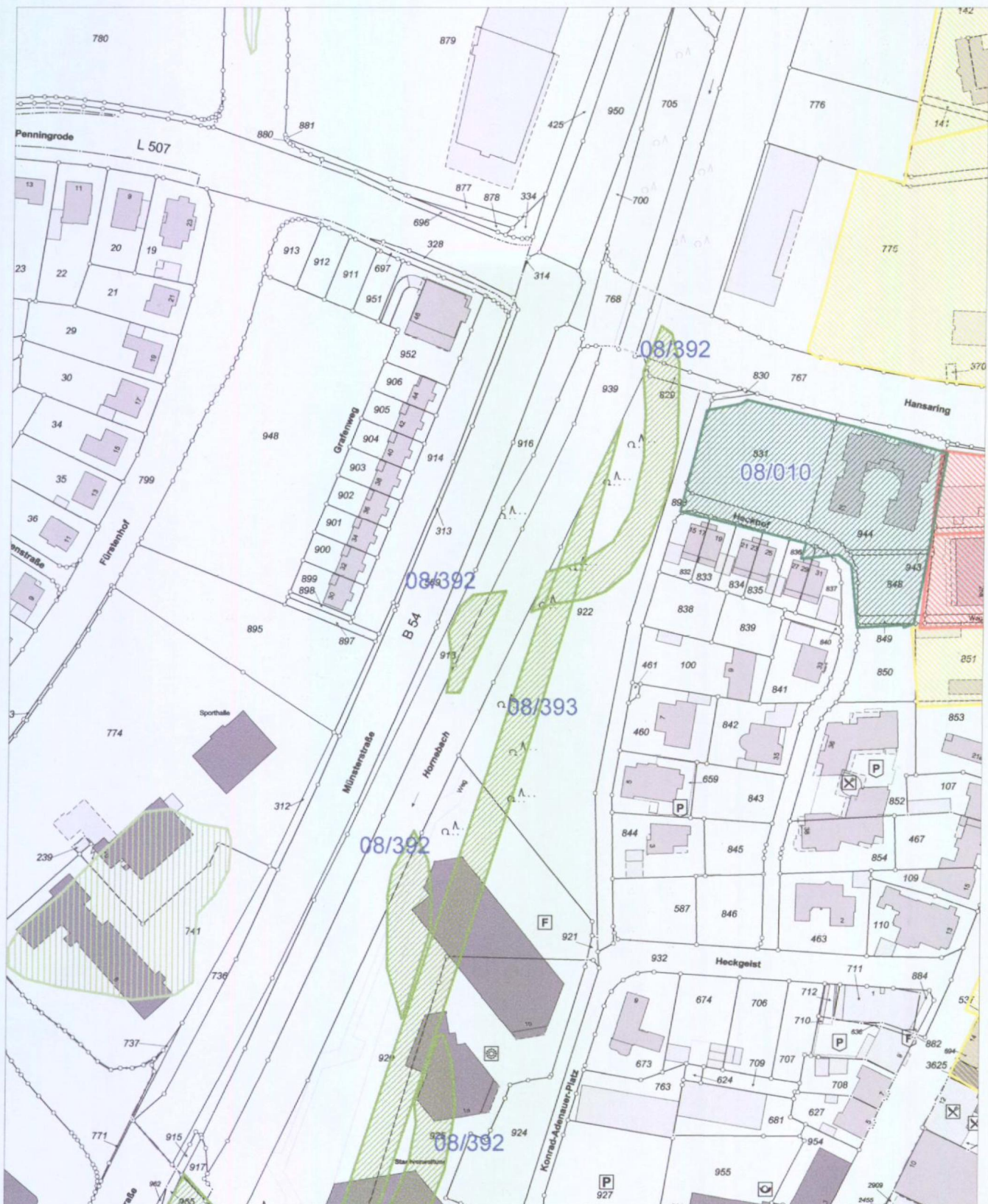
Im Auftrag

Ulrike Oldenkott



Kartenmaßstab 1:2000

Datum: 09.09.2015



Kartenmaßstab 1:2000

Datum: 09.09.2015



Kartenmaßstab 1:2000

Datum: 09.09.2015





Anlage 5

Ergebnisse der Kampfmitteluntersuchung

Jonas Brandt

Von: Sabine Weinecke
Gesendet: Freitag, 1. September 2017 10:54
An: Lisa Römer
Betreff: WG: Kampfmittelanfrage Hornebach in Werne

Von: Jaeger, Petra [mailto:P.Jaeger@werne.de]
Gesendet: Freitag, 1. September 2017 10:42
An: Sabine Weinecke <sabine.weinecke@fischer-teamplan.de>
Betreff: AW: Kampfmittelanfrage Hornebach in Werne

Sehr geehrte Frau Weinecke,

für den von Ihnen bezeichnete Bereich erfolgte bereits am 13.02.2017 eine Stellungnahme zur Luftbildauswertung des Kampfmittelbeseitigungsdienstes Westfalen-Lippe.

Da die Luftbildauswertung in den Luftbildern keine erkennbare Belastung ergab, sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich.

Die Luftbildauswertungen liegen der Abteilung Stadtentwicklung / Stadtplanung der Stadt Werne (Herrn Bülte und Herrn Frescher) vor.

Hinweis:

Ist jedoch bei der Durchführung des Bauvorhabens der Erdaushub außergewöhnlich verfärbt oder werden verdächtige Gegenstände beobachtet, ist unverzüglich die Ordnungsbehörde (Frau Jäger, s.u., oder Herr Kneip, Tel. 71-701) zu verständigen. Außerhalb der Dienstzeiten erfolgt dies über die Polizeistation Werne, Tel. 921-3420.

Zur eigenen Sicherheit sollten beim Auffinden von Kampfmittel die folgenden Verhaltensregeln in jedem Fall beachtet werden:

- Kampfmittel nicht berühren!
- Wurden diese versehentlich mit der Hand aufgenommen, vorsichtig ablegen!
- Wurde das Kampfmittel durch eine Baumaschine erfasst oder auf ein Fahrzeug verladen, dieses in der Lage belassen! Maschine abstellen und sichern!
- (Weitere) Erschütterungen vermeiden, Arbeiten am Fundort einstellen!
- Fundstelle markieren!
- Fundort räumen!
- Unbefugte vom Fundort fernhalten und warnen!

Für weitere Rückfragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen
Im Auftrag

Petra Jäger
Stadt Werne
I.3 - Öffentliche Sicherheit und Ordnung
Konrad-Adenauer-Platz 1
59368 Werne
Tel.: +49 (02389) 71-705 Fax: +49 (02389) 71-703
mailto: p.jaeger@werne.de
<http://www.werne.de>



Von: Sabine Weinecke [<mailto:sabine.weinecke@fischer-teamplan.de>]
Gesendet: Donnerstag, 31. August 2017 11:53
An: Kampfmittelanfrage
Cc: Lisa Römer
Betreff: Kampfmittelanfrage Hornebach in Werne

Projekt-Nr. 30694

Sehr geehrte Damen und Herren,
unser Ingenieurbüro plant für die Stadt Werne die ökologische Verbesserung des Hornebaches in Werne von km 0,5 bis km 3,5. Für unsere Planungen bitten wir Sie im Rahmen einer Kampfmittelanfrage um eine evtl. Luftbildauswertung.
Der betroffene Bereich ist im beigefügten Übersichtsplan rot markiert.
Vielen Dank im Voraus für Ihre Nachricht.
Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Sabine Weinecke

Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH
Wilhelmstraße 26, 42697 Solingen

Telefon: +49 212 22200-318
Telefax: +49 212 22200-301

E-Mail: sabine.weinecke@fischer-teamplan.de
Internet: www.fischer-teamplan.de

Geschäftsführer:
Dipl.-Ing Ralf Ostermann
Dipl.-Ing. Michael Hippe, Dipl.-Ing. Ralf Puderbach, Dipl.-Ing. Bernd Schumacher
Registergericht: Amtsgericht Wuppertal, HRB 14904

Anlage 6

Hydraulische Bemessungen der Entlastungen Fürstenhoff / Lohstraße

Hydraulische Bemessung Rohrdrosseln

Einleitmengen

RRB	Einleitmenge [l/s]	Anmerkung
Fürstenhoff	25	in Ersatzauße Offenlegung
Lohstraße	140	Kanal

Energiehöhe Rohrdrossel Fürstenhoff

Parameter	Kürzel	Wert	Einheit	Anmerkung
Abfluss	Q	0,025	m³/s	
Einstauhöhe	H	56,90	mNN	
Sohlhöhe, Becken	H _{s,B}	56,33	mMM	
Wassertiefe	h	0,57	m	
Rohrlänge	L	2,45	m	
Sohlhöhe Auslauf	H _{s,A}	56,32	mNN	
Sohlgfälle	I _s	0,0041	-	
	I _s	4,07	‰	
Geschwindigkeit im Becken	v _B	0	m/s	rückstaubedingt
Drossel-geschwindigkeit	v _{Dr}	2,11	m/s	
Reynolds im Rohr	Re _{Dr}	2,59E+05	-	
betriebliche Rauheit	k _b	0,25	mm	v = 10 ⁻⁶ m²/s
	k/d	2,04E-03	-	
	λ	0,028	-	nach Moody
Einlaufverlust-koeffizient	ξ _E	0,45	-	
Term 1		0,58	-	
Term 2		0,58	-	
Term 1 - Term 2		0,00	-	
Drosselrohr-durchmesser	D _{Dr}	0,12	m	
Nenndurchmesser	DN	120	mm	

Energiehöhe Rohrdrossel Lohstraße

Parameter	Kürzel	Wert	Einheit	Anmerkung
Abfluss	Q	0,14	m³/s	
Einstauhöhe	H	57,76	mNN	
Sohlhöhe,Becken	H _{S,B}	56,72	mMM	
Wassertiefe	h	1,04	m	
Rohrlänge	L	5	m	
Sohlhöhe Auslauf	H _{S,A}	56,71	mNN	
Sohlgfälle	I _S	0,002	-	
	I _S	2	‰	
Geschwindigkeit im Becken	v _B	0	m/s	rückstaubedingt
Drossel-geschwindigkeit	v _{Dr}	2,85205658	m/s	
Reynolds im Rohr	Re _{Dr}	7,13E+05	-	$\nu = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
betriebliche Rauheit	k _b	0,75	mm	
	k/d	3,00E-03	-	
	λ	0,024	-	nach Moody
Einlaufverlustkoeffizient	ξ_E	0,45	-	
Term 1		1,05	-	
Term 2		1,05	-	
Term 1 - Term 2		0,00	-	
Drosselrohr-durchmesser	D _{Dr}	0,25	m	
Nenndurchmesser	DN	250	mm	

Entlastungsmenge RÜ Fürstenhoff

Zufluss

Parameter	Kürzel	Wert	Einheit	Anmerkung
Höhe Sohle oben	$h_{s,o}$	57,49	mNN	
Höhe Sohle unten	$h_{s,u}$	56,39	mNN	
Rohrlänge	L	70	m	
Rohrdurchmesser	DN	600	mm	
Gefälle	I	0,016		
		16 ‰		
Rauheit	kb	0,75	mm	
Abfluss	Q	848,30	l/s	Vollfüllungstabellen
		0,85	m³/s	
Abluss gewählt	Q_{gew}	0,85	m/s	

Abfluss über Drossel

Parameter	Kürzel	Wert	Einheit	Anmerkung
Abfluss	Q	0,027	m³/s	
Einstauhöhe	H	57,05	mNN	
Sohlhöhe, Becken	$H_{s,B}$	56,39	mMM	
Wassertiefe	h	0,66	m	
Rohrlänge	L	2,45	m	
Sohlhöhe Auslauf	$H_{s,A}$	56,38	mNN	
Sohlgfälle	I_s	0,004	-	
	I_s	4,07	‰	
Geschwindigkeit im Becken	v_B	0	m/s	rückstaubedingt
Drosselgeschwindigkeit	v_{Dr}	2,30	m/s	
Reynolds im Rohr	Re_{Dr}	2,83E+05	-	
betriebliche Rauheit	k_b	0,25	mm	$v = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
	k/d	2,04E-03	-	
	λ	0,028	-	
Einlaufverlustkoeffizient	ξ_E	0,45	-	nach Moodydiagramm
Term 1		0,67	-	
Term 2		0,67	-	
Term 1 - Term 2		0,00	-	
Drosselrohrdurchmesser	D_{Dr}	0,12	m	
Nennndurchmesser	DN	120	mm	

Abfluss über Entlastung

Parameter	Kürzel	Wert	Einheit	Anmerkung
Schwellenhöhe	HS	56,90	mNN	
Einstauhöhe	H	57,05	mNN	
Überfallhöhe	$h_{\bar{u}}$	0,15	m	
Schwellenlänge	B	10,00	m	
Überfallbeiwert	μ	0,5	-	Breitkronig, abgerundet
Abfluss	Q	0,82	m³/s	

Gesamtabfluss

Parameter	Kürzel	Wert	Einheit	Anmerkung
Abfluss über Drossek	Q_{Dr}		0,03 m ³ /s	
Abfluss über Entlastung	Q_{Entl}		0,82 m ³ /s	
Gesamtabfluss	Q_{ges}		0,85 m ³ /s	

Entlastungsmenge RÜ Lohstraße

Zufluss

Parameter	Kürzel	Wert	Einheit	Anmerkung
Höhe Schachtdeckel	h_D	58,35	mNN	Aus Netzberechnung
Höhe WSP, Becken	h_{Becken}	58	mNN	
Wasserspiegeldifferenz	Δh	0,35	m	
Einlaufverlustkoeffizient	ξ_E	0,45	-	gem. DWA-A 111
Rohrlänge	L	4,5	m	
Nenn Durchmesser Rohr	DN	1100	mm	
	D	1,1	m	
Rohrrauheit	k_b	0,25	mm	
	k/d	2,27E-04	-	
kinematische Viskosität	ν	1,00E-06	m ² /s	
Reynoldszahl	Re	2,3E+06	-	
Reibungsverlustbeiwert	λ	0,014	-	
fließgeschwindigkeit im Rohr	v	2,13	m/s	
Fließquerschnitt	A	0,95	m ²	
Abfluss	Q	2,03	m ³ /s	

Abfluss über Drossel

Parameter	Kürzel	Wert	Einheit	Anmerkung
Abfluss	Q	0,168	m ³ /s	
Einstauhöhe	H	58,11	mNN	
Sohlhöhe, Becken	$H_{s,B}$	56,72	mMM	
Wassertiefe	h	1,39	m	
Rohrlänge	L	5	m	
Sohlhöhe Auslauf	$H_{s,A}$	56,71	mNN	
Sohlgefälle	I_s	0,002	-	
	I_s	2	‰	
Geschwindigkeit im Becken	v_B	0	m/s	rückstaubedingt
Drosselgeschwindigkeit	v	3,42	m/s	
Reynolds im Rohr	Re_{Dr}	8,55E+05	-	$\nu = 10^{-6}$ m ² /s
betriebliche Rauheit	k_b	0,75	mm	
	k/d	3,00E-03	-	
	λ	0,024	-	nach Moodydiagramm
Einlaufverlustkoeffizient	ξ_E	0,45	-	
Drosselrohrdurchmesser	D_{Dr}	0,25	m	
Nenn Durchmesser	DN	250	mm	

Abfluss über Entlastung

Parameter	Kürzel	Wert	Einheit	Anmerkung
Schwellenhöhe	HS	57,76	mNN	
Einstauhöhe	H	58,11	mNN	
Überfallhöhe	h_U	0,35	m	
Schwellenlänge	B	6,11	m	
Überfallbeiwert	μ	0,5	-	Breitkronig, abgerundet
Abfluss	Q	1,86	m ³ /s	

Gesamtabfluss

Parameter	Kürzel	Wert	Einheit	Anmerkung
Abfluss über Drossel	Q_{Dr}		0,17 m ³ /s	
Abfluss über Entlastung	Q_{Entl}		1,86 m ³ /s	
Gesamtabfluss	Q_{ges}		2,03 m ³ /s	

Anlage 7

Hydraulische Bemessung des Raugerinnes

Hydraulische Bemessung Raugerinne in Beckenstruktur

Parameter	Kürzel	Wert	Einheit	Anmerkung
Betriebsabflüsse				
Abfluss 30 d/a	Q_{30}	0,160	m ³ /s	
Abfluss 330 d/a	Q_{330}	1,340	m ³ /s	
Allgemeine Eingangsparameter				
Dichte Wasser	ρ_w	1000	kg/m ³	
Fließgewässerregion		Barbenregion		
Bemessungswerte aus DWA-M 509				
Absturzhöhe	Δh_{bem}	0,12	m	zwischen den Becken
maximale Leistungsdichte	$p_{D,bem}$	135	W/m ³	
mittlere Fließgeschwindigkeit	$v_{m,bem}$	0,5	m/s	im Becken
maximale Fließgeschwindigkeit	v_{max}	1,53	m/s	$=v(2*9,81*\Delta h)$
gewählte Bemessungswerte				
Absturzhöhe	Δh_{bem}	0,12	m	zwischen den Becken
maximale Leistungsdichte	$p_{D,bem}$	135	W/m ³	
mittlere Fließgeschwindigkeit	$v_{m,bem}$	0,5	m/s	im Becken
maximale Fließgeschwindigkeit	v_{max}	1,53	m/s	$=v(2*9,81*\Delta h)$
relevante Fischart				
Fischart	Bachforelle	-		Leitfisch
Fischlänge	L_{fisch}	0,5	m	
relative Fischhöhe	k_{hoch}	0,19	-	DWA-M 509, Tab. 15
relative Fischdicke	k_{dick}	0,1	-	DWA-M 509, Tab. 15
Absolute Fischhöhe	H_{Fisch}	0,1	m	$=k_{hoch}*L_{Fisch}$
Absolute Fischdicke	D_{Fisch}	0,05	m	$=k_{dick}*L_{Fisch}$
Geometrische Grenzwerte des Raugerinnes nach DWA-M509 Tab. 16				
Beckenlänge	$L_{LB,grenz}$	1,5	m	
Mindestwassertiefe	$h_{u,grenz}$	0,25	m	im Becken
Wassertiefe an Engstellen	$H_{D,grenz}$	0,2	m	im Durchlass
Schlitzweite	$b_{s,grenz}$	0,15	m	
Bemessungswerte des Raugerinnes				
Sicherheitsbeiwert	S_g	0,80	-	für geom. Dimensionen
Bemessungsbeckenlänge	$L_{LB,bem}$	1,88	m	
Bemessungswassertiefe	$h_{u,bem}$	0,31	m	im Becken
Bemessungswasertiefe	$h_{D,bem}$	0,25	m	im Durchlass
Bemessungsschlitzbreite	$b_{s,bem}$	0,19	m	
Prüfung auf Grundschwelle				
Grundschwelle erforderlich?		ja		
Mindestöhe der Grundschwelle	w_{min}	0,06	m	
gewählte Schwellenhöhe	w_{gew}	0,10	m	

resultierende Wasserstände bei Q30			
Wassertiefe	$h_{2,Qmin}$	0,25	in der Durchlassöffnung
Überfallhöhe	$h_{1,Qmin}$	0,37	in der Durchlassöffnung
Wassertiefe	$h_{u,Qmin}$	0,35	unterwasserseitig
Wassertiefe	$h_{o,Qmin}$	0,47	oberwasserseitig
gewählte Wasserstände bei Q30			
Wassertiefe	$h_{2,Qmin}$	0,27	in der Durchlassöffnung
Überfallhöhe	$h_{1,Qmin}$	0,39	in der Durchlassöffnung
Wassertiefe	$h_{u,Qmin}$	0,37	unterwasserseitig
Wassertiefe	$h_{o,Qmin}$	0,49	oberwasserseitig
Berechnung der Schlitzbreite			
Überfallbeiwert	μ	0,7 -	
Faktor für Spaltverluste	f	1,1 -	
Wasserstandsverhältnis	$h_{2,Qmin} / h_{1,Qmin}$	0,68 -	Unterwasser / Oberwasser
Rückstaubeiwert	σ	0,99 -	
Gesamtschlitzbreite	$b_{s,ges}$	0,3 m	erforderlich
gewählte Schitzanzahl	n_s	1 -	
gewählte Schlitzbreite	$b_{s,gew}$	0,3 m	
berechnete Schlitzbreite	$b_{s,ber}$	0,3 m	
Berechnung der Beckenbreite			
Wasserstands Differenz	d_h	0,25 m	$h_{Q330} - h_{Q30}$
Oberkante Riegel über Q30	a	0,05 m	
Höhe der Riegel über der Sohle	$h_{R,S}$	0,54 m	
Überfallhöhe über Riegel	$h_{ü,Q330}$	0,20 m	bei Q_{330}
Abflussanteil durch den Schlitz			
Überfallbeiwert	μ	0,7 -	
Faktor für Spaltverluste	f	1,1 -	
Überfallhöhe	$h_{1,Q330,S}$	0,62 m	im Schlitz
Wassertiefe	$h_{2,Q330,S}$	0,50 m	im Schlitz
Wasserstandsverhältnis	$h_{2,Q330} / h_{1,Q330}$	0,81 -	Unterwasser / Oberwasser
Rückstaubeiwert	σ	0,91 -	
Abflussanteil durch den Schlitz	$Q_{S,Q330}$	0,31 m ³ /s	erforderlich
Riegelbreite			
Überfallbeiwert	μ	0,7 -	
Faktor für Spaltverluste	f	1,1 -	
Überfallhöhe	$h_{1,Q330,R}$	0,20 m	über dem Riegel
Wassertiefe	$h_{2,Q330,R}$	0,08 m	über dem Riegel
Wasserstandsverhältnis	$h_{2,Q330} / h_{1,Q330}$	0,40 -	Unterwasser / Oberwasser
Rückstaubeiwert	σ	1,00 -	
Abflussanteil über den Riegel	$Q_{R,Q330}$	1,03 m ³ /s	erforderlich
Breite Riegelkrone	b_R	5,06 m	ohne Schlitz

Beckenbreite				
Gesamtbreite des Beckens	b_{Becken}	5,36 m	berechnet	
Gesamtbreite des Beckens	$p_{D,\text{bem}}$	1,5 m	Mindestanforderung ($5 \cdot b_s$)	
Gesamtbreite des Beckens	b_{Becken}	5,40 m	gewählt	
Böschungsneigung links 1:	m_l	2 -		
Böschungsneigung rechts 1:	m_r	2 -		
Sohlbreite	b_{Sohle}	3,26 m		
Versatz der Durchlässe				
Mindestversatz der Öffnungen	$Y_{S,\text{min}}$	0,6 m	$= 2 \cdot b_s$	
Riegelbreite an der Sohle	$b_{R,\text{Sohle}}$	2,96 m		
Versatzmaß	$Y_{S,\text{min}}$	1,63 m	$> Y_{S,\text{min}}$	
Beckenlänge				
Mindestbeckenlänge	$L_{\text{Becken},\text{min}}$	3,82 m		
gewählte Beckenlänge	$L_{\text{Becken},\text{gew}}$	4 m		
Steinmaße				
Steinhöhe über Deckschicht	h_{so}	0,5 m		
Steinhöhe unter Deckschicht	h_{su}	0,5 m		
gesamte Steinhöhe	h_s	1 m		
Steinbreite	b_s	1 m		
Steintiefe	d_s	0,7 m		
Abfluss HQ100				
Parameter	Kürzel	Wert	Einheit	Anmerkung
Abfluss HQ100	HQ_{100}	40,04	m^3/s	
Fließtiefe Gerinne	h_{RG100}	2,34 m		
Fließtiefe Berme	h_{Berme}	1,81 m		
Abfluss über Schlitz HQ100				
Parameter	Kürzel	Wert	Einheit	Anmerkung
Schlitzbreite	b_s	0,3 m		
Überfallbeiwert	μ	0,7 -		
Faktor für Spaltverluste	f	1,1 -		
Wassertiefe	$h_{1,HQ100,S}$	2,12 m		im Schlitz
Überfallhöhe	$h_{2,HQ100,S}$	2,24 m		im Schlitz
Wasserstandsverhältnis	h_2 / h_1	0,95 -		Unterwasser / Oberwasser
Rückstaubeiwert	σ	0,45 -		
Abflussanteil durch den Schlitz	$Q_{S,Q330}$	1,04	m^3/s	

Abfluss über Riegel HQ100				
Parameter	Kürzel	Wert	Einheit	Anmerkung
Riegelbreite	b_R	5,10	m	ohne Schlitz
Überfallbeiwert	μ	0,7	-	
Faktor für Spaltverluste	f	1,1	-	
Überfallhöhe	$h_{1,HQ100,R}$	1,81	m	über dem Riegel
Wassertiefe	$h_{2,HQ100,R}$	1,69	m	über dem Riegel
Wasserstandsverhältnis	h_2 / h_1	0,93	-	Unterwasser / Oberwasser
Rückstaubeiwert	σ	0,53	-	
Abflussanteil über den Riegel	$Q_{R,HQ100}$	14,93	m ³ /s	erforderlich
Abfluss über Berme HQ100				
Parameter	Kürzel	Wert	Einheit	Anmerkung
Bermenbreite	B_{be}	1	m	$b_l + b_r$ an schmalster Stelle
Böschungsneigung	$m_{B0} 1:$	2	-	
Fließtiefe	h	1,81	m	
Fließquerschnitt Berme	A_B	8,32	m ²	
Hydraulischer Radius Berme	U	9,07	m	
	R	0,92	m	
Strickler-Beiwert	k_{st}	20	m ^{1/3} /s	
Sohlhöhe oben	$h_{s,o}$	53,4	mNN	
	$h_{s,u}$	52,8	mNN	
	L	23,5	m	
	I	0,026	-	
Gefälle		25,532	‰	
Abfluss Berme	Q	25,11	m ³ /s	
Abfluss Riegel	Q_R	14,93	m ³ /s	
Abfluss Schlitz	Q_s	1,04	m ³ /s	
Gesamtabfluss	Q_{ges}	40,04	m ³ /s	

Deckschicht Berme
nach Whittaker und Jäggi

Bemessung auf HQ_{100}

Parameter	Kürzel	Wert	Einheit	Anmerkung
Abfluss über Berme	Q_S	25,11	m ³ /s	unterer Bereich
Bermenbreite	b_{Be}	1	m	
Spezifischer Durchfluss	q	25,11	m ³ /(s*m)	
Dichte Wasser	ρ_W	1000	kg/m ³	
Dichte Stein	ρ_S	2600	kg/m ³	
Rampenlänge	L_{RG}	23,5	m	
Höhendifferenz	Δh_S	0,6	m	
Gefälle	I	0,026		
	I	26	‰	
Steindurchmesser	$d_{65, Berme}$	0,49	m	
Steindurchmesser	$d_{s, Berme}$	0,52	m	=1,06*d65
gewählte Steinklasse		LMB 60/300		TWL 2003

Deckschicht Becken
nach Whittaker und Jäggi

Bemessung auf HQ_{100}

Parameter	Kürzel	Wert	Einheit	Anmerkung
Abfluss über Schlitz	Q_S	1,04	m ³ /s	ohne Riegel
Schlitzbreite	b_S	0,3	m	
Spezifischer Durchfluss	q	3,46666667	m ³ /(s*m)	
Dichte Wasser	ρ_W	1000	kg/m ³	
Dichte Stein	ρ_S	2600	kg/m ³	
Beckenlänge	L_B	4	m	
Absturzhöhe	Δh	0,12	m	
Energiegefälle im Becken	I	0,030		
	I	30	‰	
Steindurchmesser	$d_{65, Berme}$	0,15	m	
Steindurchmesser	$d_{s, Berme}$	0,16	m	=1,06*d65
gewählte Steinklasse		CP 63/180		TWL 2003

Einzelsteine Riegel
Bemessung auf HQ_{100}

Parameter	Kürzel	Wert	Einheit	Anmerkung
Wassertiefendifferenz	Δh	0,12	m	s. Hydr.Bem.
Amximale Anströmgeschwindigkeit	$v_{\max}$	1,53	m/s	
Dichte Stein	ρ_s	2650	kg/m ³	
Dichte Wasser	ρ_w	1000	kg/m ³	
Partialsicherheitsbeiwert	γ_G	0,8		
Partialsicherheitsbeiwert	γ_V	1,5		
Partialsicherheitsbeiwert	γ_h	1,3		
	c_w	1,2		
Steinhöhe über Deckschicht	h_{so}	0,5	m	
Steinhöhe unter Deckschicht	h_{su}	0,5	m	
gesamte Steinhöhe	h_s	1	m	
Steinbreite	b_s	1	m	
Steintiefe	d_s	0,7	m	
Angeströmte Fläche	A_s	0,35	m ²	
Steinvolumen	V_s	0,7	m ³	
	M_v	61,803	N/m ²	
	M_h	147,15	N/m ²	
	M_G	404,25	N/m ²	
Auslastungsgrad ($f \leq 1$)	f	0,88	-	

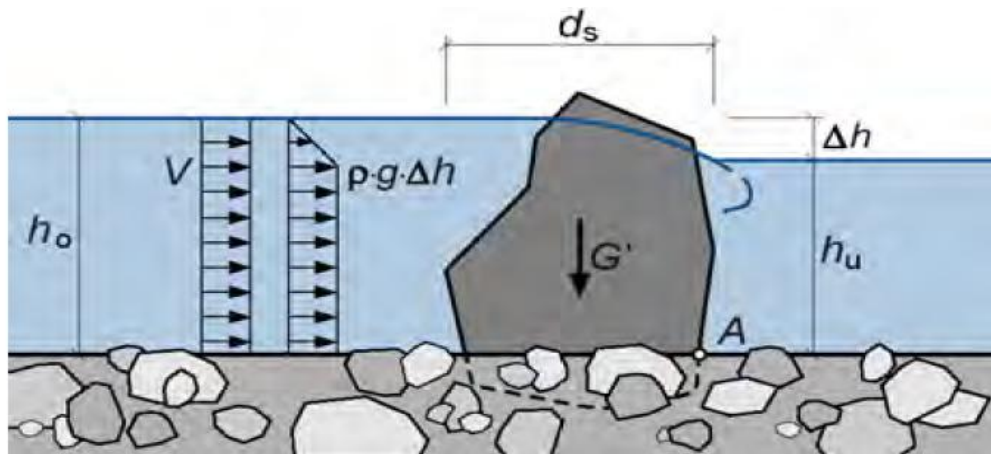


Bild 177: Skizze zur Standsicherheit von Einzelsteinen
(Grafik: KRÜGER)

Anlage 8
Entwurfsstatiken

Statische Berechnung

ENTWURFSSTATIK

Auftrags-Nr.: 30694

Bauvorhaben: Hornebach in Werne, ökolog. Verbesserung
- hier Stahlbetonsohle Brücke Kurt-Schumacher Straße -

Bauherr: Kommunalbetrieb Werne (KBW)
Konrad-Adenauer-Platz 1
59368, Werne

Tragwerksplanung: Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH - ER
Holzdammm 8, 50374 Erftstadt
Tel.: +49 2235 402 – 0
E-Mail: erftstadt@fischer-teamplan.de

Objektplanung: Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH - DUS
Merowingerstraße 71, 40225 Düsseldorf
Tel.: +49 211 984 762 - 0
E-Mail: duesseldorf@fischer-teamplan.de

Diese Statische Berechnung umfasst:

Seite 1 bis 18

Im Auftrag der

Kommunalbetrieb Werne (KBW)

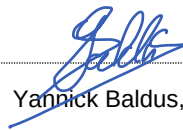
bearbeitet durch

Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH, Holzdam 8, 50374 Erftstadt



Dipl.-Ing. Thomas F. Jelen

Erftstadt, im November 2018



Yannick Baldus, M. Eng.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
INHALTSVERZEICHNIS	1
1. Allgemeines	2
1.1 Technische Vorschriften	2
1.2 Unterlagen	2
1.3 Beschreibung des Konstruktion	3
1.4 Geotechnische Grundlagen	4
1.5 Leistungsbild und Leistungsgrenzen	5
1.6 Materialien und Bauprodukte (mit Zulassung)	5
1.7 Software	5
2. Positionsübersicht	5
3. Globale Lastannahmen	6
3.1 Ständige Lasten	6
3.2 Erddruck auf die Brückenwiderlager	6
4. Bemessung: Position 1 - Sohlenplatte	10
4.1 Material	10
4.2 Statisches System	10
4.3 Einwirkungen	12
4.4 Bemessungsschnittgrößen	14
4.5 Bewehrung	15
4.6 Weitere Nachweise	17

1. Allgemeines

1.1 Technische Vorschriften

- | | | |
|-----|--------------------|--|
| [1] | DIN EN 1990/NA | Grundlagen der Tragwerksplanung |
| [2] | DIN EN 1991-1-1/NA | Einwirkungen auf Tragwerke –
Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten,
Eigengewichte und Nutzlasten im Hoch |
| [3] | DIN EN 1991-2/NA | Einwirkungen auf Tragwerke –
Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken |
| [4] | DIN EN 1992-1-1/NA | Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau |
| [5] | DIN EN 1997-1/NA | Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik –
Teil 1: Allgemeine Regeln |
| [6] | DIN 1054 | Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1 |
| [7] | DIN 4085 | Baugrund – Berechnung des Erddrucks |

1.2 Unterlagen

1.2.1 Planunterlagen

Für die statischen Berechnungen wurden die folgenden Planunterlagen verwendet:

- [a] Ökologische Verbesserung Hornebach in Werne – Lageplan 3,
Plan Nr.: 30694 / 50019330, Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH, November 2018
- [b] Ökologische Verbesserung Hornebach in Werne - Detailplan Brücke Nr. 5 Hornemühle;
Plan Nr. 30694 / 50018929 , Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH, November 2018

1.2.2 Berichte und Gutachten

- [c] Ökologische Verbesserung Hornebach in Werne – Anlage 2.1, Querschnitt A – A Brücke
Nr. 5; Bearb. Nr.: B6/18304, Ahlenberg Ingenieure GmbH, September 2018

1.3 Beschreibung des Konstruktion

Der geplante Gewässerausbau erfolgt innerhalb des Kernstadtgebietes von Werne im Umfeld bestehender Brücken. Von besonderer Bedeutung sind die Umgestaltungen im Bereich der Brücke Kurt-Schumacher Straße, da hier die Möglichkeiten des Gewässerausbaues unmittelbar von der tragenden Konstruktion der Brücke abhängen. Um hier die planerischen Ansätze für das Gewässer und damit auch die Eingriffe in das Brückenbauwerk mit den dazugehörigen Kosten sicher einschätzen zu können, werden Leistungen der Tragwerksplanung erforderlich.

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die vorhandene Stahlbetonsohle eine tragende Funktion für das Gesamtsystem der Brücke Nr. 5 hat. Daher wird die vorhandene Stahlbetonsohle mit einer neuen, dem Gewässerquerschnitt angepassten Stahlbetonsohle (Abb. 1, grün) ersetzt.

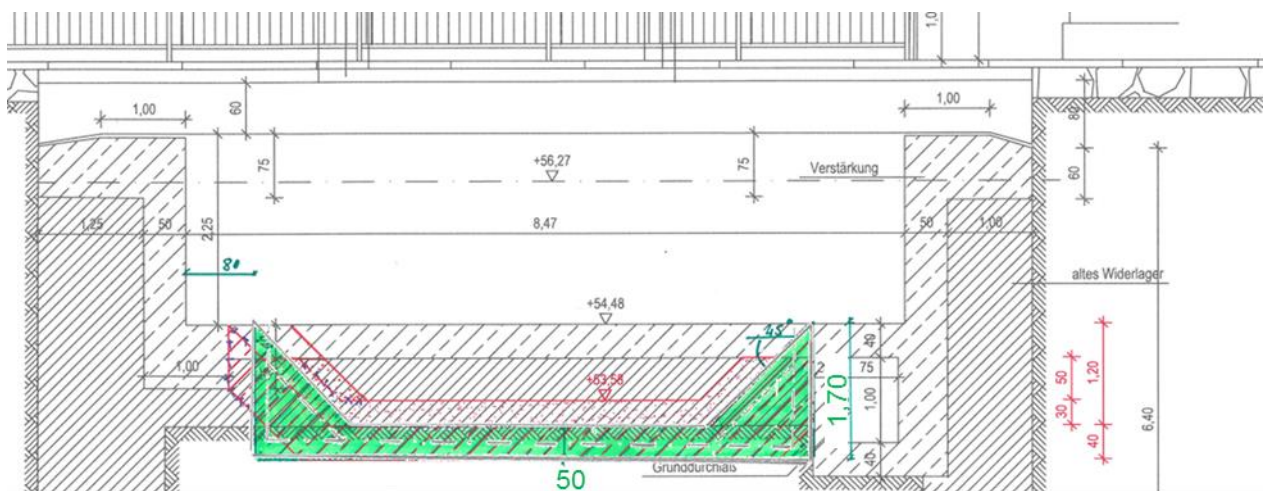


Abb. 1 Ansicht der Brücke Nr. 5 mit Querschnitt der Sohle, Auszug aus [b]

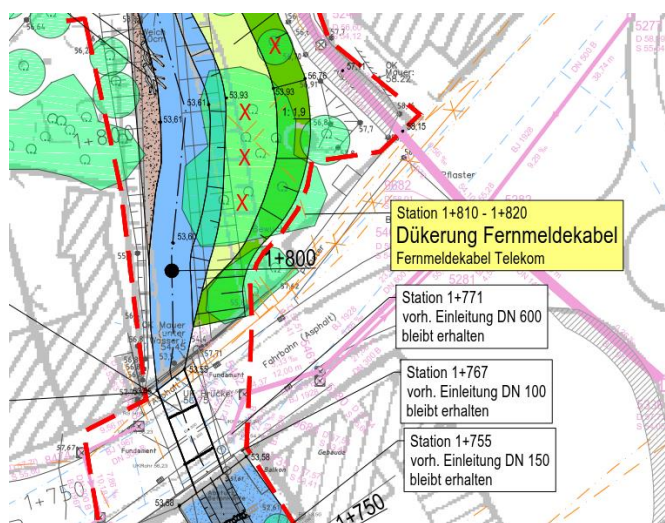


Abb. 2 Ausschnitt mit Brücke Nr. 5 aus [a]

1.4 Geotechnische Grundlagen

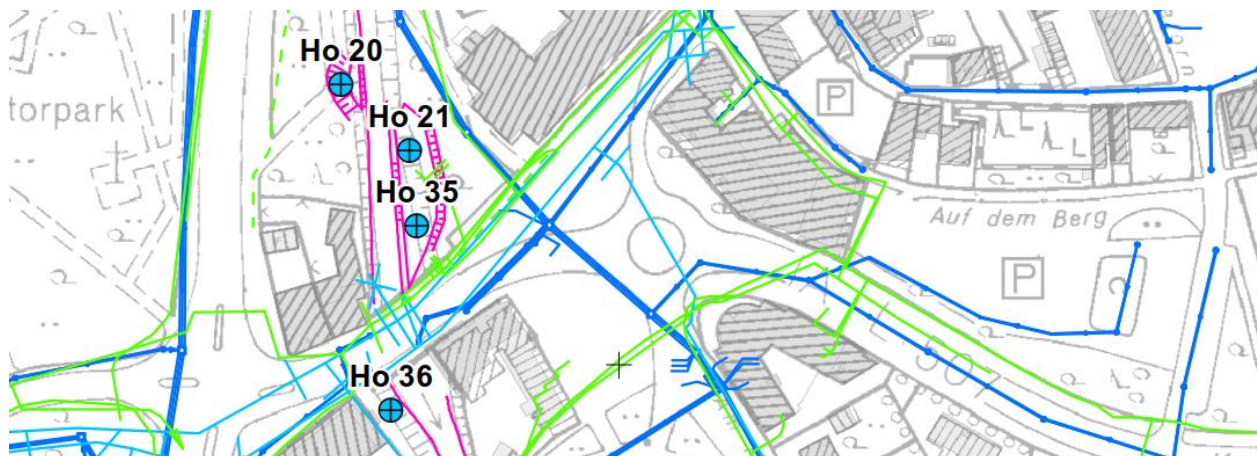


Abb. 3 Lageplan mit Lage der Aufschlüsse

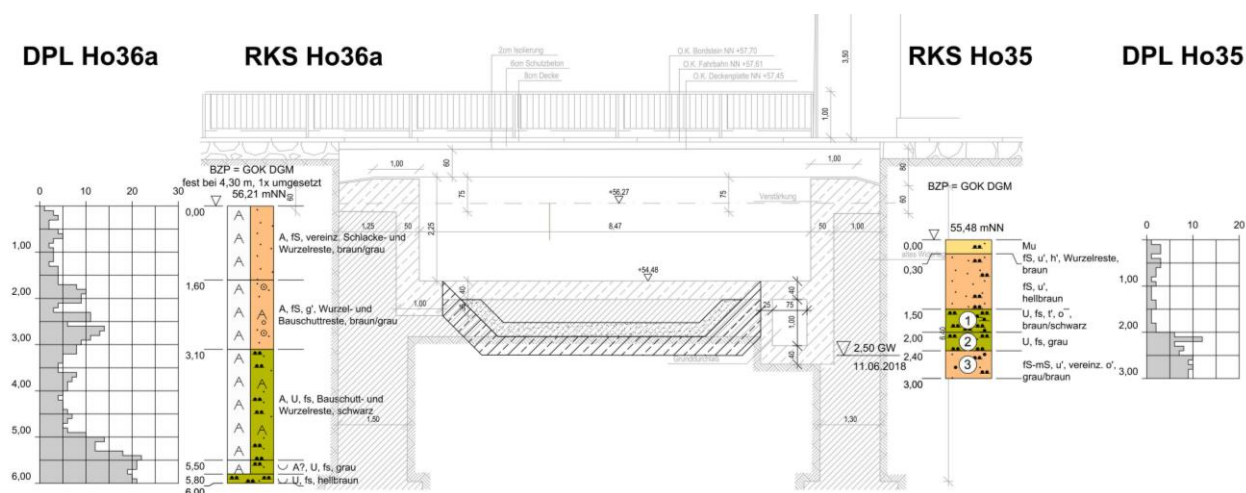


Abb. 4 Querschnitt A – A mit Rammkernsondierungen

Tabelle 1 bodenmechanische Kennwerte der gewachsenen Bodenschichten

Bodenart	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]	E_s [kN/m ²]
gewachsener Schluff (1)	20	10	25	5	1 – 3
gewachsener Schluff (2)	20	10	27,5	5 – 10	3 – 5
gewachsener Sand (3)	19	10	32,5	0 – 2	40

Bettung:

$$k_s = E_s / f \times b = 40 \text{ MN/m}^2 / (1,8 \times 6,5 \text{ m}) = 3,5 \text{ MN/m}^3$$

1.5 Leistungsbild und Leistungsgrenzen

Im Rahmen der vorliegenden Statischen Berechnung werden folgende Bauteile statisch nachgewiesen:

- Stahlbetonsohle

1.6 Materialien und Bauprodukte (mit Zulassung)

1.6.1 Baustoffe und Eignungsnachweise

Beton: C35/45, WU

Betonstahl: B500S A

1.6.2 Bauprodukte

-

1.7 Software

InfoCAD, Version 16.30a

2. Positionsübersicht

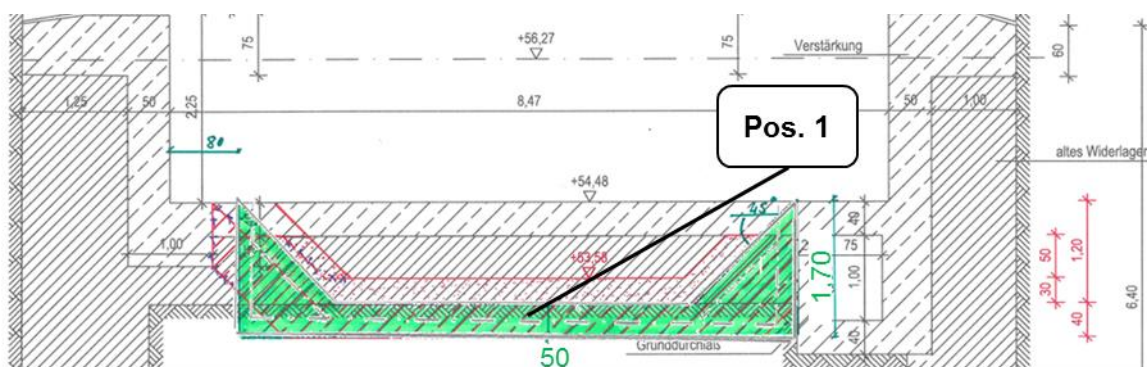


Abb. 5 Positionsübersicht, Auszug aus [b]

3. Globale Lastannahmen

3.1 Ständige Lasten

3.1.1 Eigenlasten von Baustoffen und Bauteilen

Wichten gem. DIN EN 1991-1-1/NA ([2]) von

Stahlbeton $g_k = 25 \text{ kN/m}^3$

Diese Lasten infolge Wichten werden programmintern erfasst.

3.2 Erddruck auf die Brückenwiderlager

3.2.1 Erddruck aus Hinterfüllung

Berechnung nach DIN 4085

Als Material für die Hinterfüllung der bestehenden Brückenwiderlager werden grob- bzw. gemischtkörnige Böden oder Gemische aus gebrochenen Gesteinen **angenommen**, die lagenweise eingebaut und auf einen Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 95 \%$ zu verdichtet wurden.

Sofern **grobkörnige Böden der Gruppen GW, GE oder GI** eingebaut und ordnungsgemäß verdichtet wurden, gelten die folgenden bodenmechanischen Kennwerte:

Wichte	γ_E	= 22,0 kN/m ³
Reibwinkel	φ	= 35 °
Kohäsion	c	= 0,0 [-]

Konservativ wird mit einem Reibwinkel $\varphi = 30^\circ$ gerechnet.

Es wird mit dem **Erdruchedruck** gerechnet.

3.2.2 Erddruck aus veränderlicher, großflächiger Gleichlast

Der zusätzliche Erddruck aus der Hinterfüllung am Widerlager infolge einer veränderlichen, großflächigen Gleichlast mit $p_k = 10 \text{ kN/m}^2$ wird vollflächig angesetzt und vereinfachend zu den **ständigen Einwirkungen** gerechnet.

Es wird mit dem **Erdruchedruck** gerechnet.

3.2.3 Erddruck aus angrenzender Nachbarbebauung

Entlang des Hornebachs liegen unmittelbar an der Brücke Nr. 5 folgende Gebäude:

- Hotel Am Solebad
- Pro Talis Seniorenzentrum Am Solebad
- Restaurant Hornemühle



Abb. 6 Quelle: googlemaps.com

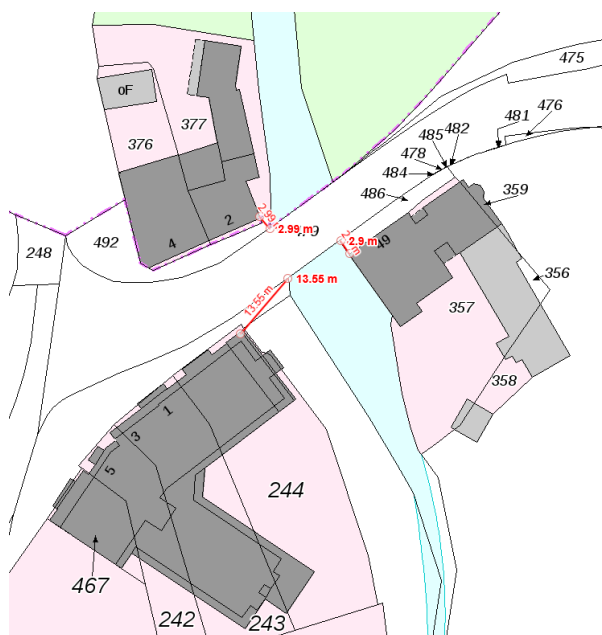


Abb. 7 Quelle: tim-online.nrw.de



Abb. 8 Ansicht auf Hotel am Solebad



Abb. 9 Ansicht auf Restaurant Hornemühle



Abb. 10 Quelle: pro-talis.de

Aufgrund der Lage und Entfernung der einzelnen Bauwerke (siehe auch Abb. 7) werden die Bauwerke nicht bei der Ermittlung des Erddrucks berücksichtigt, sondern sind mit dem Ansatz von Verkehrslasten aus Abschnitt 3.2.4 ausreichend abgedeckt.

Der Aufsteller weist darauf hin, dass die Gegebenheiten der angrenzenden Gebäude im Rahmen der Ausführung unbedingt geprüft werden müssen, da diese Entwurfsstatik ansonsten Ihre Gültigkeit verliert.

3.2.4 Erddruck aus „Lastmodell für Hinterfüllungen und Widerlager“

Beim Ansatz gem. DIN EN 1991-2, Abschnitt 4.9 [3] wird die Verwendung des Lastmodells 1 empfohlen. Zur Vereinfachung darf die Doppelachse durch eine gleichmäßig verteilte Last mit der Bezeichnung q_{eq} ersetzt werden, die über eine angemessene rechteckige Aufstandsfläche verteilt ist.

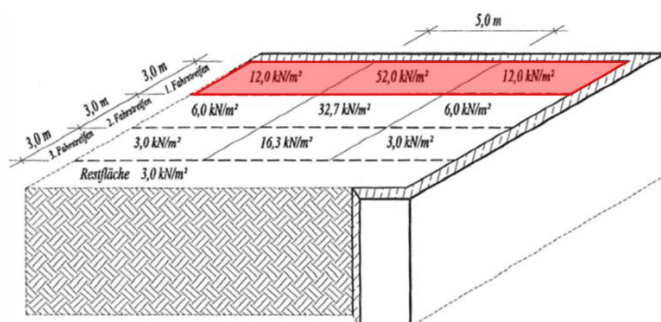


Abb. 11 Lastmodell für Hinterfüllungen und Widerlager

Vereinfachend wird für die gesamte Breite der Brücke der 1. Fahrstreifen gem. Lastmodell 1 aus [3] angesetzt.

$$q_{eq1} = 52,0 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{eq2} = 12,0 \text{ kN/m}^2$$

4. Bemessung: Position 1 - Sohlenplatte

4.1 Material

Kopfbalken: Beton C35/45, WU

XC4, XD3, XF4, XM1, WF

$c_{nom} = 60 \text{ mm}$

maximale Rissbreite $w_k = 0,15 \text{ mm}$

4.2 Statisches System

Eindimensionales Stabtragwerk mit gebetteten Stabelementen.

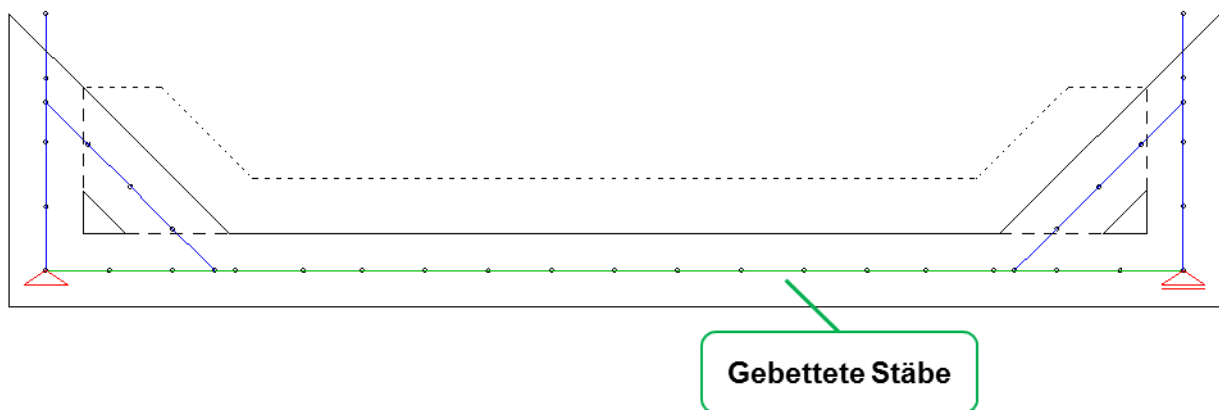


Abb. 12 Statisches System

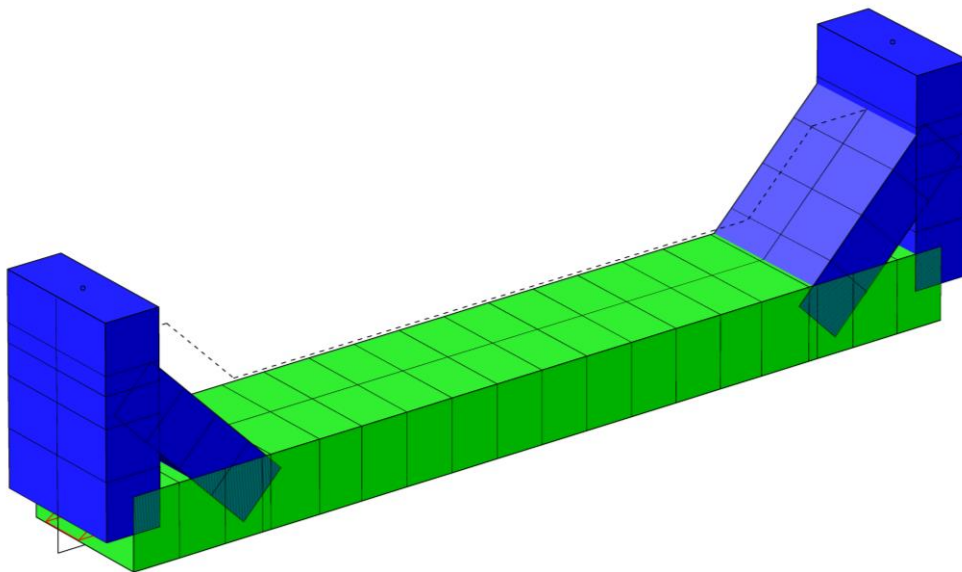
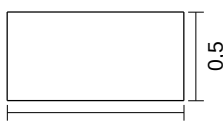


Abb. 13 Statisches System, 3-D

Querschnittswerte

1	Polygon		Wände Schwerpunkt [m] $y_s = 0,500$ $z_s = 0,200$ Fläche [m ²] $A = 4,0000e-01$ Trägheitsmomente [m ⁴] $I_y = 5,3333e-03$ $I_1 = 5,3333e-03$ $I_z = 3,3333e-02$ $I_2 = 3,3333e-02$ Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0,000$ $I_{yz} = 0,0000e+00$ Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
2	Polygon		Sohle Schwerpunkt [m] $y_s = 0,500$ $z_s = 0,250$ Fläche [m ²] $A = 5,0000e-01$ Trägheitsmomente [m ⁴] $I_y = 1,0417e-02$ $I_1 = 1,0417e-02$ $I_z = 4,1667e-02$ $I_2 = 4,1667e-02$ Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0,000$ $I_{yz} = 0,0000e+00$ Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite

Material

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m ²]	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m ³]
1	1	C35/45-EN-D	34000	1,0e-05	25,000
2	2	C35/45-EN-D	34000	1,0e-05	25,000

Bettung

	Nr.	k _{bx} Anfang [MN/m ³]	k _{bz} Anfang [MN/m ³]	k _{bx} Ende [MN/m ³]	k _{bz} Ende [MN/m ³]	b _x [m]	b _z [m]
1	1	0	0	0	0	1,000	1,000
2	2	0	3,5	0	3,5	1,000	1,000

Die Bettung wirkt in Richtung der Achsen des lokalen Stabsystems.

4.3 Einwirkungen

Die Lasten aus den vorhandenen Widerlagern werden direkt in die seitlichen Wände der Sohle als Einzellasten eingeleitet.

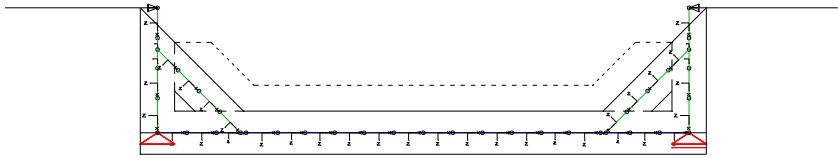


Abb. 14 Lastansatz

4.3.1 Erddruck aus Bodeneigengewicht

Wichte $\gamma_G = 22,0 \text{ kN/m}^3$

Reibwinkel $\varphi = 30^\circ$

Sonderfall: $\alpha = \beta = \delta_0 = 0^\circ \rightarrow k_{0gh} = 1 - \sin \varphi = 1 - \sin 30^\circ = 0,500$

$e_{0gh,oben} = 0,00 \text{ kN/m}^2$

$e_{0gh,unten} = 0,500 \times 22 \text{ kN/m}^3 \times 4,90 \text{ m} = 53,90 \text{ kN/m}^2$

$$E_{0gh} = H_{EK,1} = \frac{1}{2} \times 53,90 \text{ kN/m}^2 \times 4,90 \text{ m} = 132,06 \text{ kN/m}$$

4.3.2 Erddruck aus veränderlicher, großflächiger Gleichlast

$p = 10,0 \text{ kN/m}^2$

Sonderfall: $\alpha = \beta = \delta_0 = 0^\circ \rightarrow k_{0ph} = k_{0gh} = 0,500$

$e_{0ph,oben} = 0,500 \times 10,0 \text{ kN/m}^2 = 5,00 \text{ kN/m}^2$

$e_{0ph,unten} = e_{0ph,oben} = 5,00 \text{ kN/m}^2$

$$E_{0ph} = H_{EK,2} = 5,00 \text{ kN/m}^2 \times 4,90 \text{ m} = 24,9 \text{ kN/m}$$

4.3.3 Erddruck aus „Lastmodell für Hinterfüllungen und Widerlager“

Erdruehkraft infolge Streifenlasten durch proportionale Umrechnen der Erddruckkraft im aktiven Zustand:

$$e_{0vh} = e_{avh} \times (k_{ogh} / k_{agh})$$

$$k_{ogh} = 0,500$$

$$k_{agh} = 0,279$$

$$e_{0vh} = 0,279 \times 52 \text{ kN/m}^2 \times (0,500 / 0,279) = 26 \text{ kN/m}^2$$

$$e_{0vh} = 0,279 \times 12 \text{ kN/m}^2 \times (0,500 / 0,279) = 6 \text{ kN/m}^2$$

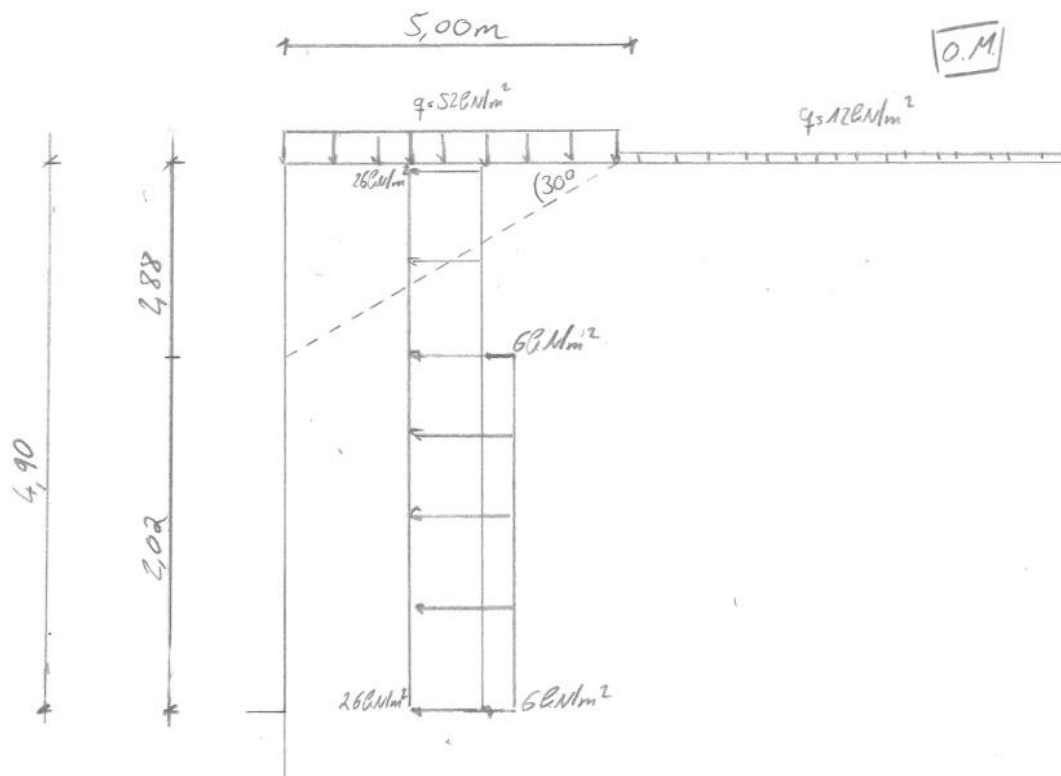
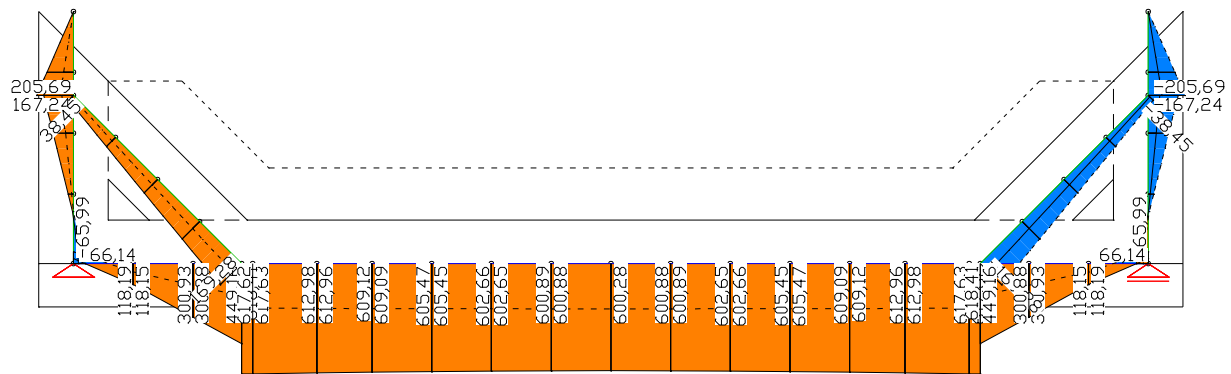


Abb. 15 Erddruckverteilung aus Verkehrslasten

$$E_{0vh} = H_{Ek,3} = 26 \text{ kN/m}^2 \times 2,88 \text{ m} + (26 \text{ kN/m}^2 + 6 \text{ kN/m}^2) \times 2,02 \text{ m} = 139,52 \text{ kN/m}$$

4.4 Bemessungsschnittgrößen

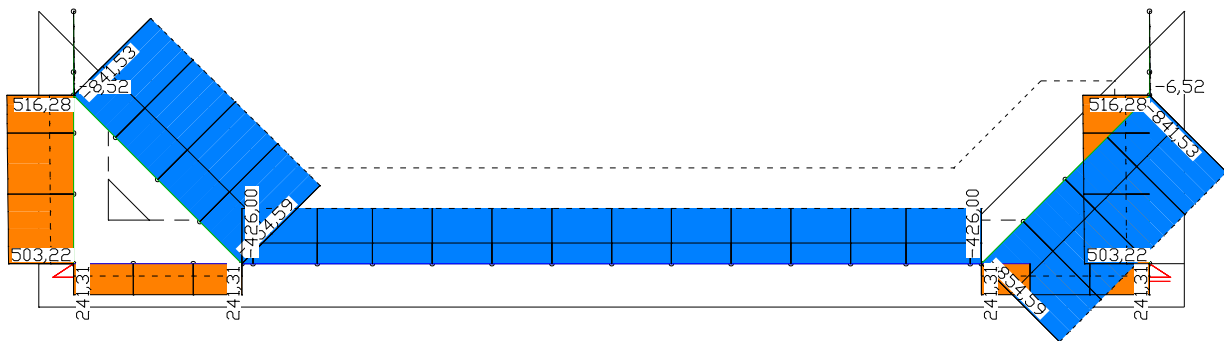


LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

Schnittgrößen min,max My. 333,15 [kNm] = $\frac{1}{2}$

Wertebereich (Gesamtsystem. min/max): -205,69/618,41 [kNm]

Schnittgrößen My min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

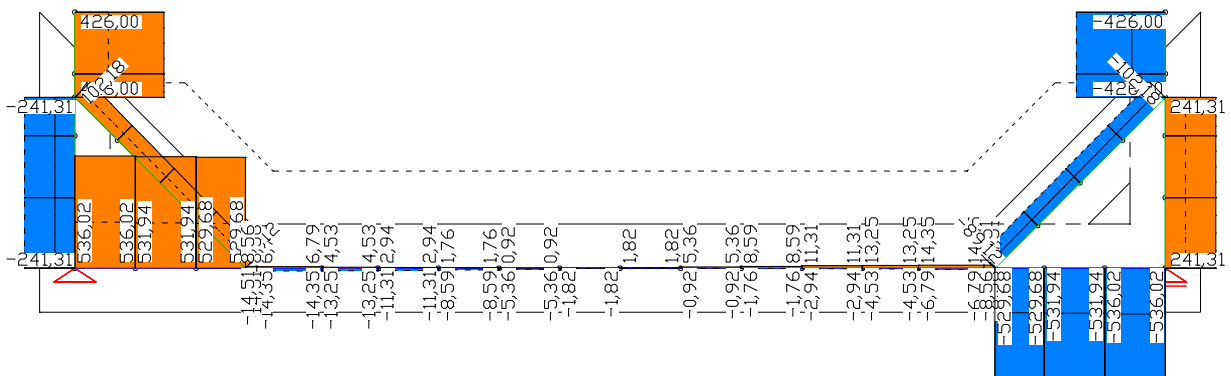


LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

Schnittgrößen min,max Nx. 460,39 [kN] = $\frac{1}{2}$

Wertebereich (Gesamtsystem. min/max): -854,59/516,28 [kN]

Schnittgrößen Nx min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



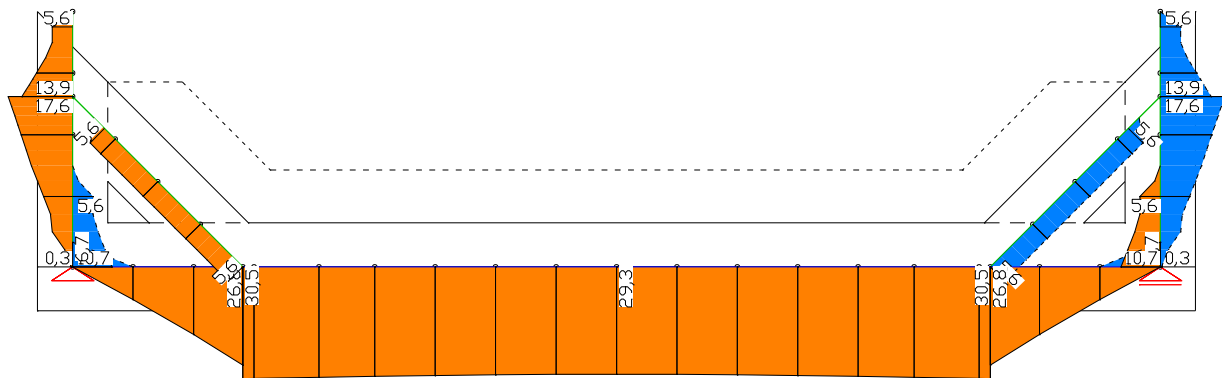
LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

Schnittgrößen min,max Qz. 288,77 [kN] = $\frac{1}{2}$

Wertebereich (Gesamtsystem. min/max): -536,02/536,02 [kN]

Schnittgrößen Qz min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

4.5 Bewehrung



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN 1992-1-1

Biegebewehrung, Stahllagen $z \geq z_s$; $z < z_s$ (strichliert). $16,42 \text{ [cm}^2\text{]} = \text{---}$

Wertebereich (Gesamtsystem. min/max): $0,00/30,47 \text{ [cm}^2\text{]}$. Gesamtaew. aus Bemessung: $0,2 \text{ t}$

Biegebewehrung A_s ; Maximum DIN EN 1992-1-1

Mindestbewehrung zur Aufnahme von Zwangseinwirkungen und Eigenspannungen (DIN EN 1992-1, 7.3.2)

Ermittlung der Mindestbewehrung nach: $A_{s,min} \cdot \sigma_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}$ (Gl. 7.1)

mit $k_c = 0,4 \cdot \left[1 - \frac{\sigma_c}{k_1 \cdot (h/h^*) \cdot f_{ct,eff}} \right] \leq 1$ (Gl. 7.2)

Betongüte, Einwirkungen und Geometrie

M.Ed =	0 [kNm]	
N.Ed =	0 [kN]	(Druck - positiv, Zug - negativ)
h =	50 [cm]	Bauteilhöhe
b =	100 [cm]	Bauteilbreite
Betongüte	C35/45	
f.ctm =	3,2 [N/mm ²]	Betonzugfestigkeit
E.cm =	34000 [N/mm ²]	
c.v =	5,5 [cm]	Verlegemaß
d =	44,0 [cm]	stat. Nutzhöhe
A.ct =	2500 [cm ²]	Zugzone vor Erstrissbildung
(Annahme: reine Biegung)		
Rissbildung inf. Zwang (z.B. infolge Hydratationswäre) binnen 28d?	Ja	
f.ct,eff =	1,6 [N/mm ²]	
f.yk =	500,0 [N/mm ²]	Betonstahl

Beiwert k und k.c zur Berücksichtigung der Spannungsverteilung:

$k_c = 0,40 [-]$ nach Gl. 7.2 $k_c = 0,4 \cdot \left[1 - \frac{\sigma_c}{k_1 \cdot (h/h^*) \cdot f_{ct,eff}} \right] \leq 1$

mit $\sigma_c = 0,00 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ inf. Zugkraft für GZG
 $h^* = 50 \text{ [cm]}$
 $k_1 = 0,67 [-]$

Zugspannungen inf. innerer Spannungen? Nein

$k = 0,68 [-]$
 mit $h = 50 \text{ [cm]}$

$k = 0,8$ für Stege mit $h \leq 300 \text{ mm}$ oder Gurte mit Höhen unter 300 mm ;
 $k = 0,5$ für Stege mit $h \geq 800 \text{ mm}$ oder Gurte mit Höhen über 800 mm ;

Begrenzung der Rissbreite ohne direkte Berechnung

w.k =	0,15 [mm]	max. Rissbreite
$\varnothing.s =$	10 [mm]	gewählter Durchmesser
$\varnothing.s^* =$	18,1 [mm]	Grenzdurchmesser $[\varnothing_s = \varnothing_s^* \cdot f_{ct,eff}/f_{ct0}]$
$\sigma.s =$	169,7 [N/mm ²]	$[\sigma_s = (w_k \cdot 3,48 \cdot 10^6 / \varnothing_s^*)^{0,5}]$

Mindestbewehrung $A_{s,min} \cdot \sigma_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}$

$A_{s,min} = 6,41 \text{ [cm}^2\text{]} \text{ bzw. [cm}^2\text{/m]}$
 vorh. $\varnothing = 10 \text{ [mm]}$

gewählt: $\varnothing 10/10,0 \Rightarrow a.s = 7,85 \text{ [cm}^2\text{/m]}$

gewählt:

$\varnothing 20/10$, unten und
oben in der Platte
(längs)

$\varnothing 10/10$, unten und
oben in der Platte
(quer)

Querkraft-Nachweis ohne rechn. erf. Querkraftbewehrung, EC2-1-1, Abschnitt 6.2.2**Geometrie:**

Querschnittsbreite b.w:	100 [cm]
Bauteilhöhe h:	120 [cm]
c.nom:	5,5 [cm]
rechn. Nutzhöhe d:	114,5 [cm]
stat. Nutzhöhe d:	[cm]
Nutzhöhe d:	114,5 [cm]
innerer Hebelarm z:	103,05 [cm]

Material & Bewehrung:

f.ck:	35 [N/mm ²]
gamma.c:	1,5 [-]
Zugbewehrung A.sl:	0 [cm ²]
A.c:	11450 [cm ²]

Einwirkungen

V.Ed:	430,0 [kN]
N.Ed:	0 [kN] (Druck positiv!)
sigma.cp:	0,00 [kN/cm ²]

Beiwerte:

Maßstabfaktor k:	1,42 [-]	
rho.l:	0,0000 [-]	
C.Rdc:	0,10 [-]	mit C.Rdc = 0,15 / γ_c gem. DIN EN 1992-1-1, NDP zu 6.2.2(1)
v.min:	0,25 [N/mm ²]	
V.Rd,c >	285,93 [kN] bzw. [kN/m]	$V_{Rd,c} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$ (6.2.b)
V.Rd,c:	0,00 [kN] bzw. [kN/m]	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$ (6.2.a)
--> V.Rd,c =	285,93 [kN] bzw. [kN/m]	

Nachweis:

V.Ed/V.Rd,c: 1,50 [-]

Nachweis nicht erbracht! --> Schubbewehrung erforderlich!**Querkraft-Nachweis mit rechn. erf. Querkraftbewehrung, EC2-1-1, Abschnitt 6.2.3**

Stahlstreckgrenze f.yk:	500 [N/mm ²]	
gamma.S:	1,15 [-]	
f.ywd:	43,5 [kN/cm ²]	
cot θ :	1 [-]	
α :	90 [°]	Neigung der Querkraftbewehrung (senkrecht = 90°)
Druckstrebenwinkel θ :	45,0 [°]	
erf. a.sw:	9,60 [cm ² /m]	
gew. Abstand s:	10 [cm]	
gew. Durchmesser:	10 [mm]	
X-schnittig:	2 [-]	
vorh. a.sw:	15,71 [cm ² /m]	

gew.: Ø10/10, 2-schnittig

V.Rd,s:	703,8 [kN]	Widerstand der Schubbewehrung
v1:	0,75 [-]	
V.Rd,max:	7664,3 [kN]	Widerstand der Druckstrebe

V.Rd = min(V.Rd,s; V.Rd,max) = **703,8 [kN]****Nachweis:**

V.Ed/V.Rd,c: 0,61 [-]

Nachweis erbracht!

4.6 Weitere Nachweise

4.6.1 Betondruckspannungen

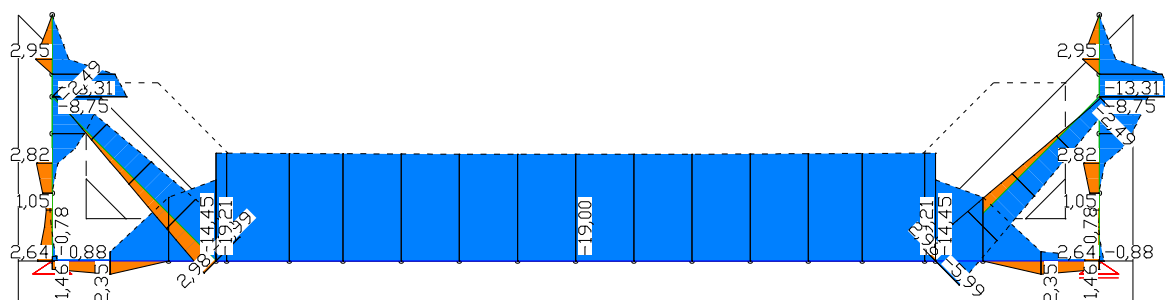
Vorgaben für den Nachweis der Betonspannungen und Betonstahlspannungen

Sigma.c Betondruckspannung im Gebrauchszustand.

Sigma.s Betonstahlspannung im Gebrauchszustand.

(CK), (QK) Charakteristische, Quasi-ständige Kombination.

Qu.	fck(t) [MN/m²]	zul.sigma.c(t) (CK, QK)	zul.sigma.c (CK)	zul.sigma.c (QK)	zul.sigma.s (CK)	Dekompression Spannung
1	.	.	0,60 fck	.	0,80 fyk	.
2	.	.	0,60 fck	.	0,80 fyk	.

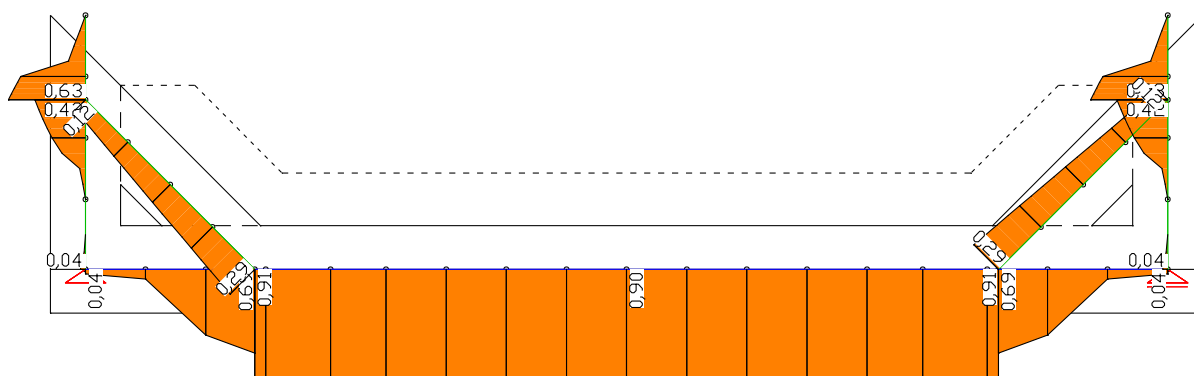


LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1

Betondruckspannungen min,max Sigma.x. 10,93 [MN/m²] =

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): $-19,21/2,98 \text{ [MN/m}^2\text{]}$

Sigma.x min, max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1



LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1

Betondruckspannungen $\sigma_{x,x}/\sigma_{x,x,zul.} = 0,52 [-] =$

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/0,91 [-]

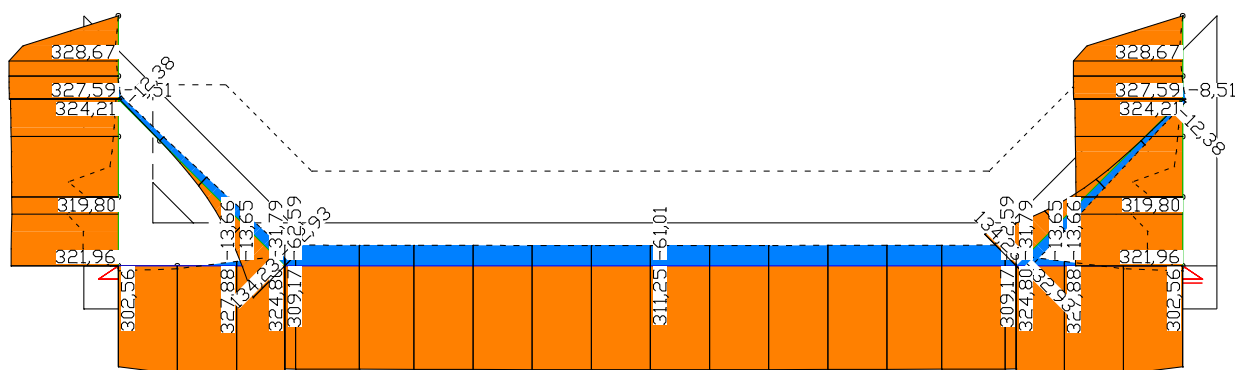
Sigma.x/Sigma.x.zul; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1

4.6.2 Betonstahlspannungen

Vorgaben für den Nachweis der Betonspannungen und Betonstahlspannungen

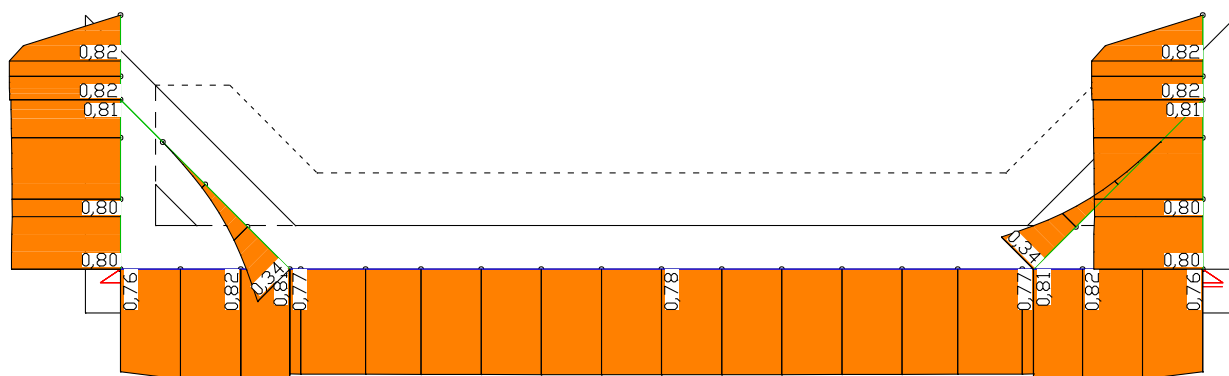
Sigma.c Betondruckspannung im Gebrauchszustand.
 Sigma.s Betonstahlspannung im Gebrauchszustand.
 (CK), (QK) Charakteristische, Quasi-ständige Kombination.

Qu.	fck(t) [MN/m ²]	zul.sigma.c(t) (CK, QK)	zul.sigma.c (CK)	zul.sigma.c (QK)	zul.sigma.s (CK)	Dekompression Spannung
1	.	.	0,60 fck	.	0,80 fyk	.
2	.	.	0,60 fck	.	0,80 fyk	.



LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
 Betonstahlspannungen min,max Sigma.s. 187,06 [MN/m²] = $\frac{187,06}{187,06}$
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -62,59/328,67 [MN/m²]

Sigma.s min, max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1



LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
 Betonstahlspannungen Sigma.s/Sigma.s,zul. 0,47 [-] = $\frac{0,47}{0,47}$
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/0,82 [-]

Sigma.s/Sigma.s,zul; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1

Statische Berechnung

ENTWURFSSTATIK

Auftrags-Nr.:	30694
Bauvorhaben:	Hornbach in Werne, ökolog. Verbesserung - hier Stahlpodest hinter Brücke 07 -
Bauherr:	Kommunalbetrieb Werne (KBW) Konrad-Adenauer-Platz 1 59368, Werne
Tragwerksplanung:	Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH - ER Holzdammm 8, 50374 Erftstadt Tel.: +49 2235 402 – 0 E-Mail: erftstadt@fischer-teamplan.de
Objektplanung:	Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH - DUS Merowingerstraße 71, 40225 Düsseldorf Tel.: +49 211 984 762 - 0 E-Mail: duesseldorf@fischer-teamplan.de

Diese Statische Berechnung umfasst:

Seite 1 bis 37

Im Auftrag der

Kommunalbetrieb Werne (KBW)

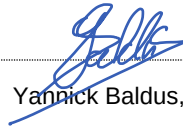
bearbeitet durch

Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH, Holzdam 8, 50374 Erftstadt



Dipl.-Ing. Thomas F. Jelen

Erftstadt, im Dezember 2018



Yannick Baldus, M. Eng.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
INHALTSVERZEICHNIS	1
1. Allgemeines	3
1.1 Technische Vorschriften	3
1.2 Unterlagen	4
1.3 Beschreibung des Konstruktion	5
1.4 Geotechnische Grundlagen	6
1.5 Leistungsbild und Leistungsgrenzen	7
1.6 Materialien und Bauprodukte (mit Zulassung)	7
1.7 Software	7
2. Positionsübersicht	8
3. Globale Lastannahmen	9
3.1 Ständige Lasten	9
3.2 Veränderliche Lasten	10
3.3 Verkehrslasten	13
3.4 Außergewöhnliche Lasten	13
3.5 Wasserstände	15
3.6 Angrenzende Nachbarbebauung	15
4. Position 1 – Bodenbelag	16
4.1 Allgemeines	16
4.2 Einwirkungen	16
4.3 Bemessungslast	16
4.4 Bemessung	16
5. Position 2 – Nebenträger	18
5.1 Allgemeines	18
5.2 Einwirkungen	18
5.3 Bemessungslast	18
5.4 Bemessungsschnittgrößen	19
5.5 Bemessung	19
6. Position 3 – Hauptträger	21
6.1 Allgemeines / Statisches System	21
6.2 Material	21
6.3 Einwirkungen	22
6.4 Bemessungslastkombination	25
6.5 Bemessungsschnittgrößen	26

6.6 Bemessung	28
6.7 Verformungen	29
6.8 Einspannung in Tiefgründung	30
7. Position 4 – Tiefgründung	32
7.1 Allgemeines	32
7.2 Baustoffe	32
7.3 Belastung	33
7.4 Bemessung	34
8. Position 5 – Absturzsicherung	36
8.1 Allgemeines	36
8.2 Anschluss Geländerpfosten (QRO 70x5) an den Hauptträger	36
8.3 Ausführung gem. RiZ-Ing	37

1. Allgemeines

1.1 Technische Vorschriften

- | | | |
|------|--------------------|--|
| [1] | DIN EN 1990/NA | Grundlagen der Tragwerksplanung |
| [2] | DIN EN 1991-1-1/NA | Einwirkungen auf Tragwerke –
Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten,
Eigengewichte und Nutzlasten im Hoch |
| [3] | DIN EN 1991-1-4/NA | Einwirkungen auf Tragwerke –
Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten |
| [4] | DIN EN 1991-2/NA | Einwirkungen auf Tragwerke –
Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken |
| [5] | DIN EN 1992-1-1/NA | Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau |
| [6] | DIN EN 1993-1-1/NA | Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten –
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau |
| [7] | DIN EN 1993-1-8/NA | Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten –
Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen |
| [8] | DIN EN 1997-1/NA | Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik –
Teil 1: Allgemeine Regeln |
| [9] | DIN 1054 | Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1 |
| [10] | DIN 4085 | Baugrund – Berechnung des Erddrucks |
| [11] | EAB 2012 | Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben |
| [12] | ZTV – ING T8 | Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten –
Teil 8: Bauwerksausstattung; Abschnitt 4: Rückhaltesysteme |
| [13] | RiZ – Ing | Richtzeichnungen für Ingenieurbauten |

1.2 Unterlagen

1.2.1 Planunterlagen

Für die statischen Berechnungen wurden die folgenden Planunterlagen verwendet:

- [a] Ökologische Verbesserung Hornebach in Werne - Lageplan 3,
Plan Nr.: 30694 / 50019330, Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH, November 2018
- [b] Ökologische Verbesserung Hornebach in Werne - Detailplan Brücke Nr. 7 Burgstraße;
Plan Nr.: 30694 / 50018930 , Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH, November 2018
- [c] Ökologische Verbesserung Hornebach in Werne – Querprofile 8 – 9;
Plan Nr.: 30694 / 50018966, Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH. November 2018

1.2.2 Berichte und Gutachten

- [d] Ökologische Verbesserung Hornebach in Werne – Anlage 2.1, Querschnitt A – A Brücke
Nr. 5; Bearb. Nr.: B6/18304, Ahlenberg Ingenieure GmbH, Oktober 2018
- [e] Ökologische Verbesserung Hornebach in Werne – Anlage 2.2, Querschnitt A – A Brücke
Nr. 7; Bearb. Nr.: B6/18304, Ahlenberg Ingenieure GmbH, Oktober 2018

1.2.3 Weitere bemessungsrelevante Unterlagen

- [f] Tragmodelle für offene und geschlossene Stahlprofile im Einspannbereich von Stahlbeton-
konstruktionen – Dissertation an der Ruhr-Universität Bochum; Andreas Wöllhardt, Feb-
ruar 2010

1.3 Beschreibung des Konstruktion

Der geplante Gewässerausbau erfolgt innerhalb des Kernstadtgebietes von Werne im Umfeld bestehender Brücken. Von besonderer Bedeutung sind die Umgestaltungen im Bereich hinter der Brücke Burgstraße (folgende nur noch Brücke Nr. 7).

Hier wird entlang der Horne ein Gehweg geplant. Um den Gewässerquerschnitt nicht unnötig zu beeinflussen wird auf einer Länge von ca. 20 m hinter der Brücke Nr. 7 eine Stahlkonstruktion als Podest mit einer Absturzhöhe von ca. 3,80 m geplant.

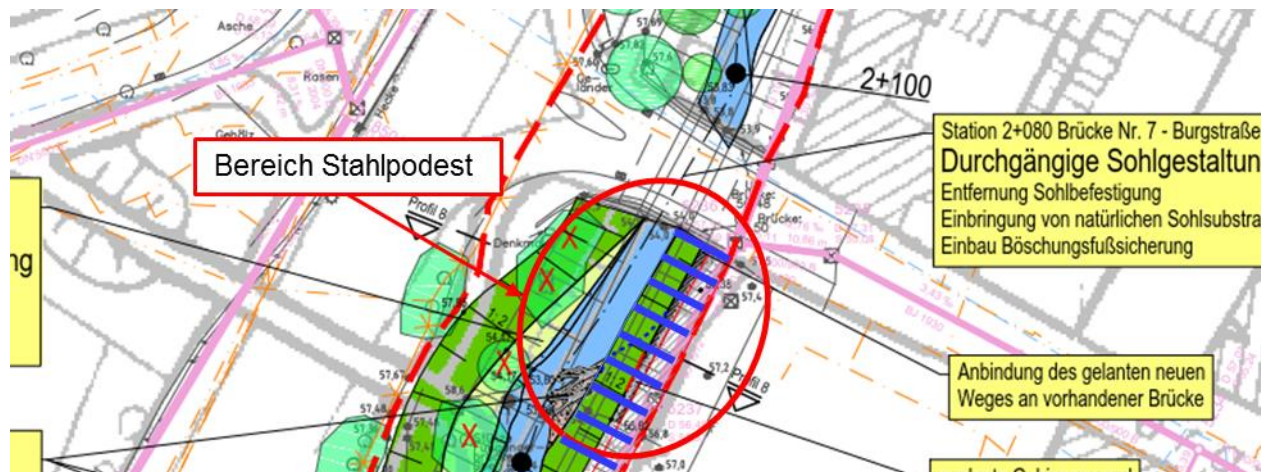


Abb. 1 Lageplan mit Bereich der Geländesicherung, Auszug aus [a]

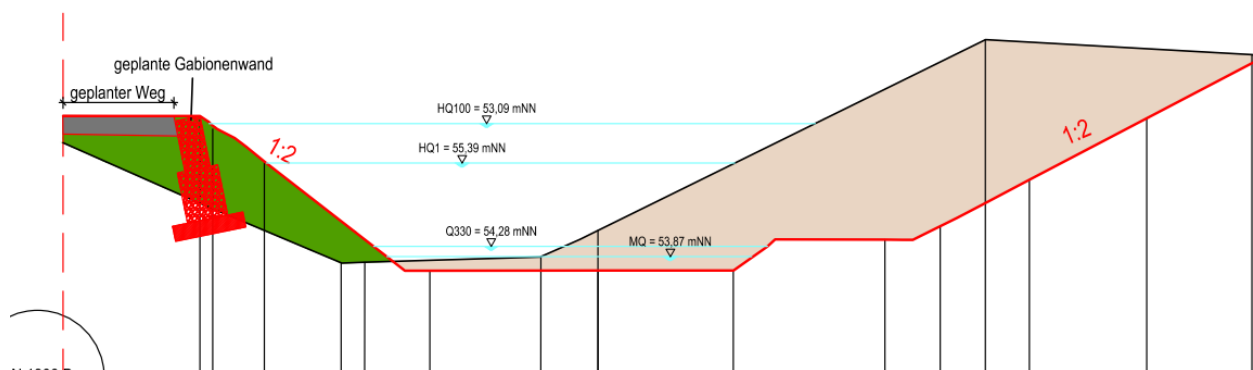


Abb. 2 Querprofil mit Gabionenwand (veraltet), Auszug aus [c]

1.4 Geotechnische Grundlagen

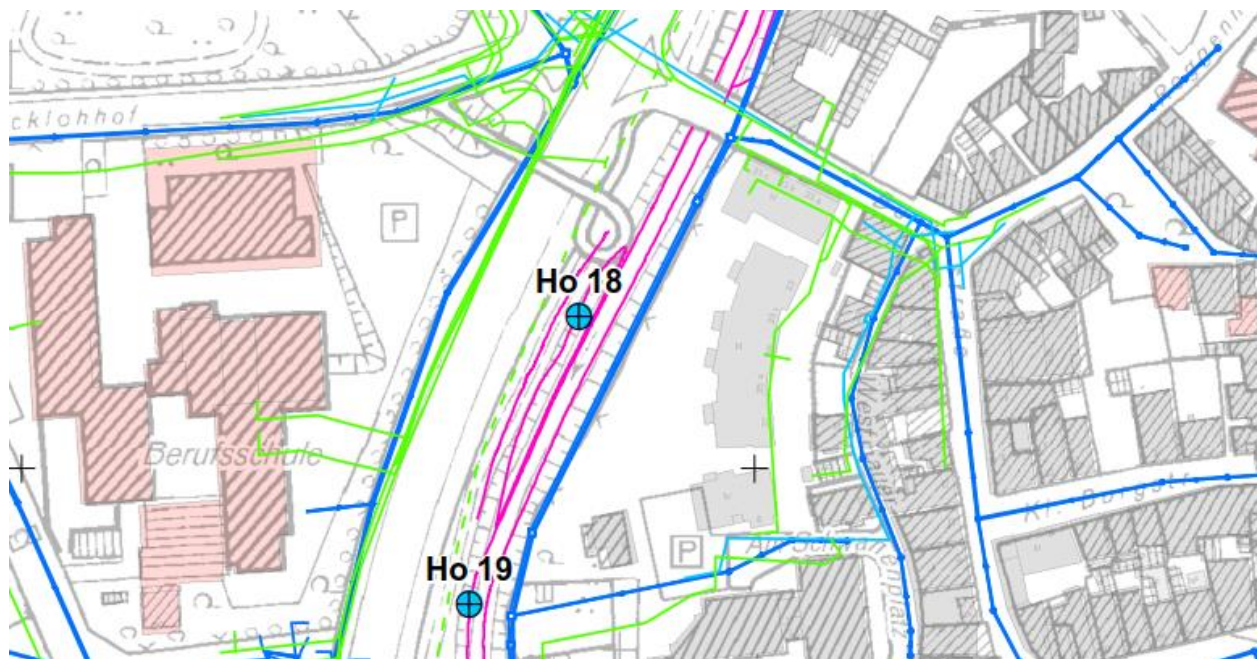


Abb. 3 Lageplan mit Lage der Aufschlüsse

Querschnitt A-A Brücke Nr. 7

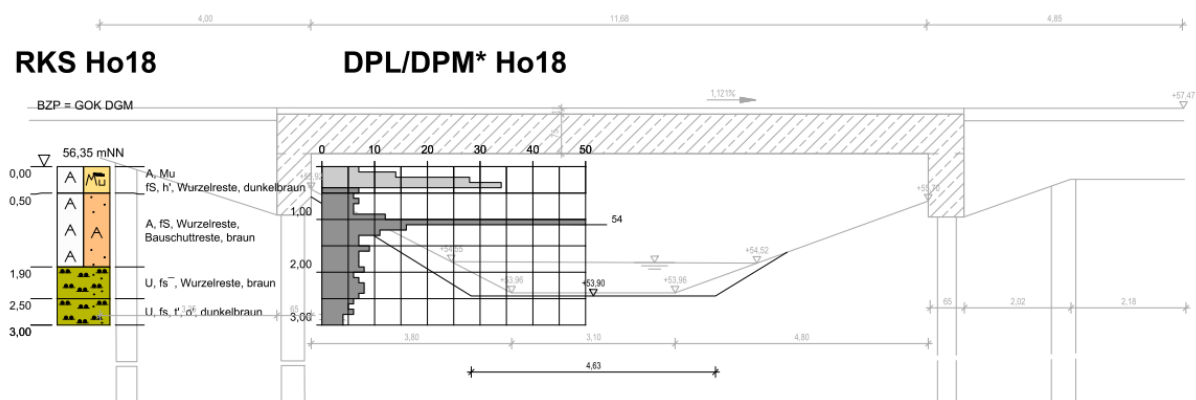


Abb. 4 Querschnitt A – A mit Rammkernsondierungen

Tabelle 1 bodenmechanische Kennwerte der gewachsenen Bodenschichten

Bodenart	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]	e_s [kN/m ²]
gewachsener Schluff (1)	20	10	25	5	1 – 3
gewachsener Schluff (2)	20	10	27,5	5 – 10	3 – 5
gewachsener Sand (3)	19	10	32,5	0 – 2	40

1.5 Leistungsbild und Leistungsgrenzen

Im Rahmen der vorliegenden Statischen Berechnung werden folgende Bauteile statisch nachgewiesen:

- Stahlpodest mit
 - Bodenbelag aus GFK – Gitterrost
 - Nebenträger
 - Hauptträger
 - Tiefgründung mit Schachtringen

1.6 Materialien und Bauprodukte (mit Zulassung)

1.6.1 Baustoffe und Eignungsnachweise

Baustahl:	S235
Beton:	C25/30
Betonstahl:	B500S A

1.6.2 Bauprodukte

1.7 Software

InfoCAD, Version 16.30a

GGU-LATPILE; Version 7.12

2. Positionsübersicht

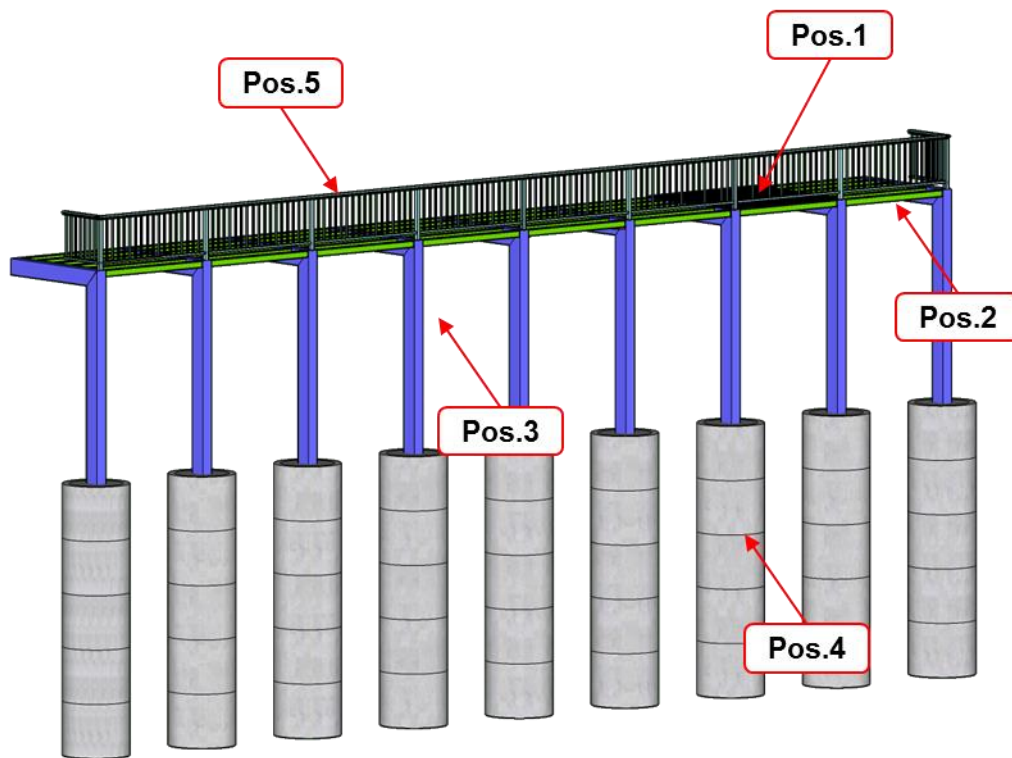
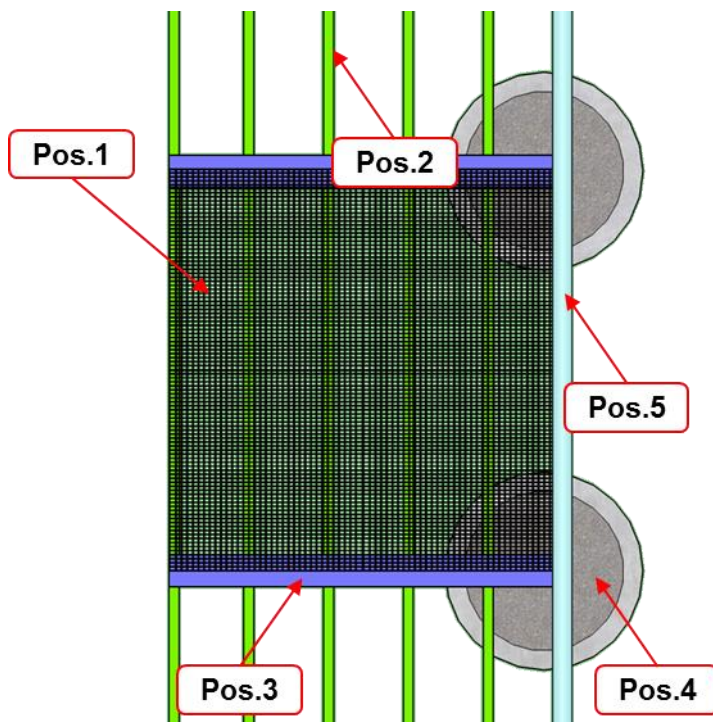


Abb. 5 Positionsübersicht Stahlpodest



- Position 1- Bodenbelag
- Position 2 – Nebenträger
- Position 3 – Hauptträger
- Position 4 – Tiefgründung
- Position 5 – Geländer gem. [13]

3. Globale Lastannahmen

3.1 Ständige Lasten

3.1.1 Eigenlasten von Baustoffen und Bauteilen

Wichten gem. DIN EN 1991-1-1/NA ([2]) von

Stahlbeton $\gamma_g = 25 \text{ kN/m}^3$

Baustahl $\gamma_g = 78,5 \text{ kN/m}^3$

Diese Lasten infolge Wichten werden programmintern erfasst.

3.1.2 Ausbaulasten

3.1.2.1 Geländer

Auf der Oberkante der Winkelstützwand wird ein Geländer als Absturzsicherung angeordnet und rechnerisch mit einer Linienlast $\Delta g_1 = 0,50 \text{ kN/m}$ berücksichtigt.

3.1.2.2 Bodenbelag

Belag aus GFK-Gitterrosten mit einer Flächenlast von $\Delta g_2 = 0,35 \text{ kN/m}^2$

3.2 Veränderliche Lasten

3.2.1 Windlasten

3.2.1.1 Allgemeines

Ermittlung der Windlasten gem. DIN EN 1991-1-4/NA [3]

Windlastzone: 1

Geländekategorie: Binnenland

Vereinfachter Böengeschwindigkeitsdruck nach Tabelle NA.B3 aus [3]

$$h < 10 \text{ m}$$

$$q_p = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

3.2.1.2 Windlast auf Geländer

Windlasten auf Geländer sind gem. [3], Abschnitt 7.4 (1) wie ebene Fachwerke nach Abschnitt 7.11 zu behandeln.

Kraftbeiwert für Fachwerke:

$$c_f = c_{f,0} \times \psi_\lambda$$

Ermittlung des Völligkeitsgrades anhand Geländerausführung **Gel 4** gem. RiZ-Ing. [13]. Für ein 2,0 m breites Feld.

Völligkeitsgrad: $\varphi = A / A_c$

Fläche A:

Pfosten: $A_1 = 2 \times \frac{1}{2} \times 70 \text{ mm} \times 1300 \text{ mm} = 91.000 \text{ mm}^2$

Füllstäbe: $A_2 = 12 \times 15 \text{ mm} \times 1300 \text{ mm} = 234.000 \text{ mm}^2$

Oberer Holm: $A_3 = 30 \text{ mm} \times 2000 \text{ mm} = 60.000 \text{ mm}^2$

Unterer Holm: $A_4 = 40 \text{ mm} \times 2000 \text{ mm} = 80.000 \text{ mm}^2$

Gesamtfläche: 465.000 mm²

Umschlossene Fläche A_c :

$$A_c = 1,30 \text{ m} \times 2,0 \text{ m} = 2,60 \text{ m}^2$$

Völligkeitsgrad

$$\varphi = 0,465 \text{ m}^2 / 2,60 \text{ m}^2 = 0,18$$

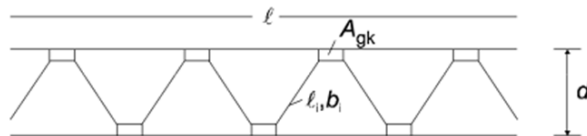
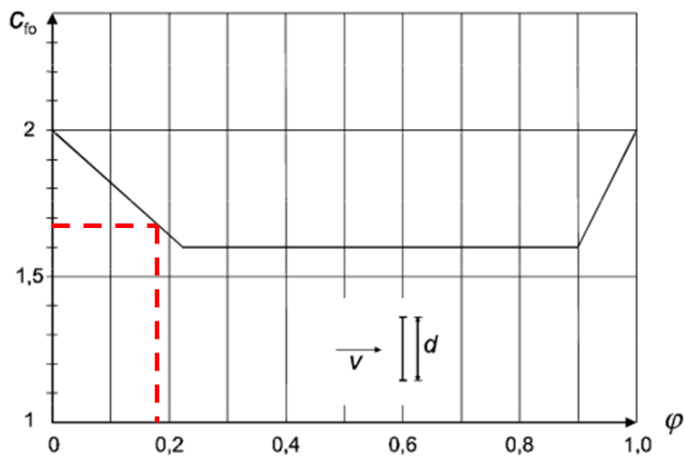


Bild 7.32 — Fachwerk, Gitter oder Gerüst



$$c_{f,0} = 1,7$$

Abb. 6 Auszug aus DIN EN 1991-1-4/NA [3]

Abminderungsfaktor zur Berücksichtigung der Schlankheit (konservativ):

$$\Psi_\lambda = 1,0$$

Windlast auf Geländer:

$$q_{w,1} = 1,7 \times 0,50 \text{ kN/m}^2 = 0,85 \text{ kN/m}^2$$

3.2.1.3 Windlast auf Kragarm

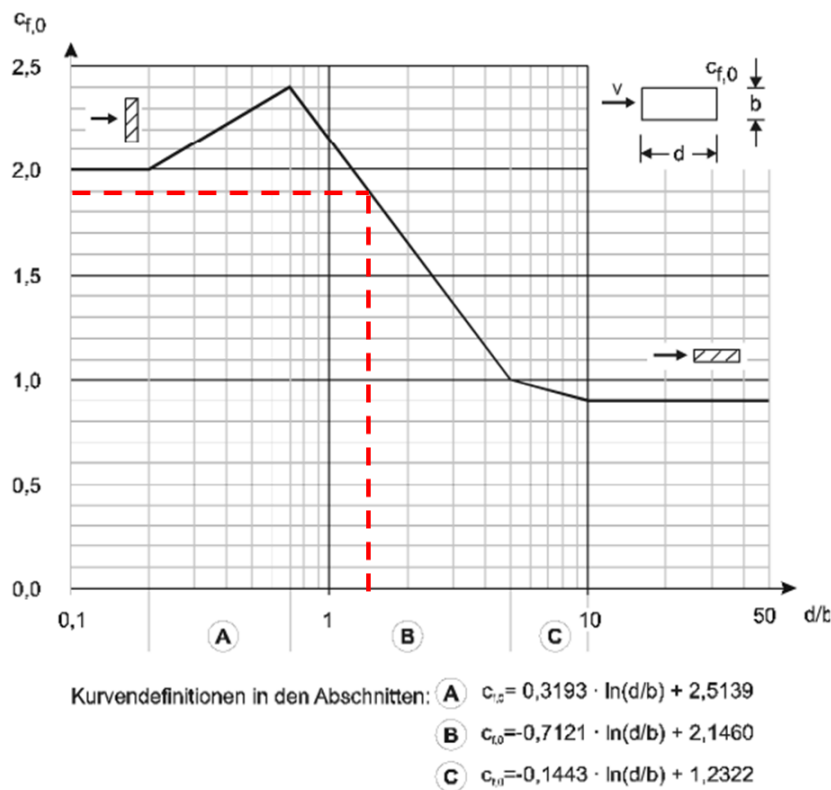
Windlasten auf Bauteile mit rechteckigem Querschnitt gem. [3], Abschnitt 7.6.

Kraftbeiwert für Bauteile mit rechteckigem Querschnitt:

$$c_f = c_{f,0} \times \Psi_r \times \Psi_\lambda$$

Grundkraftbeiwert $c_{f,0}$:

$$d/b = 300 \text{ mm} / 200 \text{ mm} = 1,50$$



$$c_{f,0} = 1,9$$

Abb. 7 Auszug aus DIN EN 1991-1-4/NA [3]

Abminderungsfaktor für Querschnitte mit abgerundeten Ecken(konservativ):

$$\Psi_r = 1,0$$

Abminderungsfaktor zur Berücksichtigung der Schlankheit (konservativ):

$$\Psi_\lambda = 1,0$$

Windlast auf Geländer:

$$q_{w,2} = 1,9 \times 0,50 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,95 \text{ kN/m}^2}$$

3.3 Verkehrslasten

3.3.1 Belastung aus Fußgängerverkehr

Oberhalb des Podestes verläuft ein Gehweg mit einer Breite von 2,30 m. Die Belastung aus Fußgängerverkehr wird nach DIN EN 1991-2, Abschnitt 5 [4] mit einer gleichmäßig verteilten Last $q_{fk} = 5,0 \text{ kN/m}^2$ berücksichtigt.

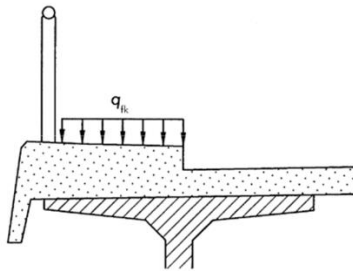


Bild 5.1 — Charakteristische Last auf Fußwegen (oder Radwegen)

Abb. 8 Lastmodell für Fußwege aus [4]

3.3.2 Einwirkungen auf Geländer

Gemäß DIN EN 1991-2, Abschnitt 4.8 [4] mit einer horizontal und vertikal wirkenden Linienlast $q = 1,0 \text{ kN/m}$.

3.4 Außergewöhnliche Lasten

3.4.1 Rettungswagen

Für den außergewöhnlichen Lastfall wird ein Rettungswagen mit einem Gesamtgewicht von **7,5 t** bzw. $F_A = 75 \text{ kN}$ berücksichtigt.

$$A_{RTW} = 2 \text{ m} \times 3,665 \text{ m} = 7,33 \text{ m}^2$$

$$q' = 75 \text{ kN} / 7,33 \text{ m}^2 = 10,23 \text{ kN/m}^2 \approx \mathbf{10,50 \text{ kN/m}^2}$$

Rettungswagen
auf Basis Mercedes-Benz Sprinter mit Kofferaufbau, 3,5 t und 3,88 t

SYSTEM STROBEL
QUALITÄT DIE LEBEN RETTET

BESONDERHEITEN

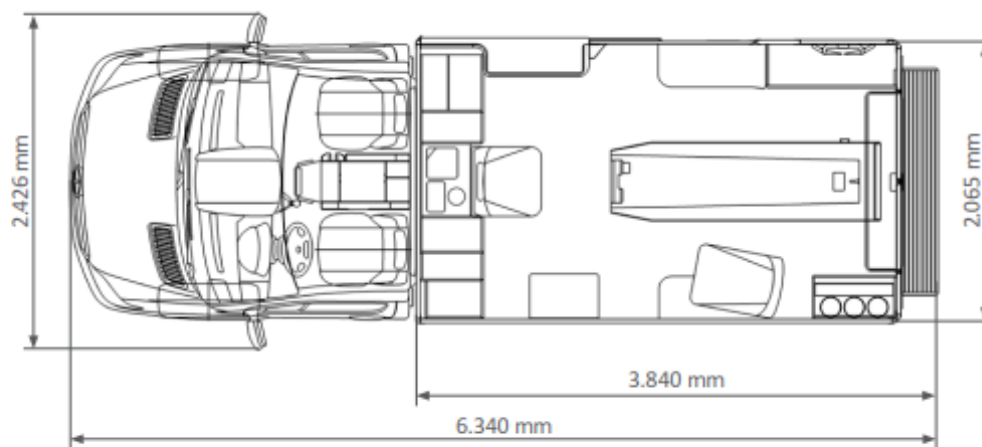
- 3,5 t / 3,88 t Gesamtgewicht
- mit Führerschein der Klasse B fahrbar bei 3,5t Gesamtgewicht
- nur 2,69 m Gesamthöhe durch integrierte Sondersignal- und Beleuchtungsanlage
- durchgängig 1,95 m Stehhöhe im Innenraum
- große Schiebetür rechts mit Schiebefenster für bequemen Zugang zum Patientenraum

AUSSENMASSE*

Länge	Breite	Höhe	Radstand	Länge Kofferaufbau
6.340 mm	2.426 mm	2.690 mm	3.665 mm	3.840 mm
inkl. Hecktritt	inkl. Spiegel			inkl. Hecktritt

INNENMASSE*

Länge	Breite	Höhe
3.460 mm	1.980 mm	1.950 mm



* alle Maße ohne Gewähr

SYSTEM STROBEL GmbH & Co. KG
Rettungs- und Notarztfahrzeuge

Schafgasse 27
73433 Aalen

Tel. +49 7361 9787-0
Fax +49 7361 9787-77

info@system-strobel.de
www.system-strobel.de

17

Abb. 9 Auszug aus Produktdatenblatt für einen RWT der Firma System Strobel GmbH & Co. KG

3.5 Wasserstände

Bei der Bemessung der Stahlkonstruktion werden **keine** Wasserstände berücksichtigt.

3.6 Angrenzende Nachbarbebauung

Entlang des Hornebachs liegen unmittelbar an der Brücke Nr. 7 folgende Gebäude:

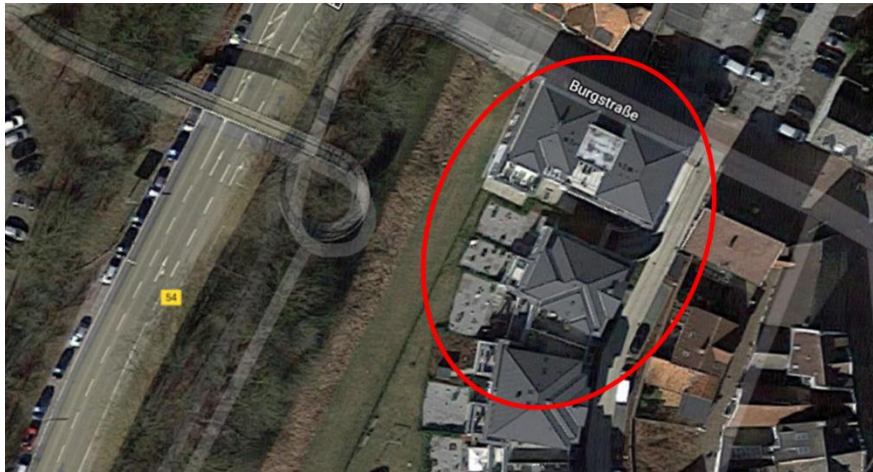


Abb. 10 Quelle: googlemaps.com

Es wird angenommen, dass die angrenzenden Bauwerke soweit unterkellert sind, dass sie keinen Einfluss auf die Statische Berechnung haben.

Der Aufsteller weist darauf hin, dass die Gegebenheiten der angrenzenden Gebäude im Rahmen der Ausführung unbedingt geprüft werden müssen, da diese Entwurfsstatik ansonsten Ihre Gültigkeit verliert.

4. **Position 1 – Bodenbelag**

4.1 **Allgemeines**

Abstand der Nebenträger unterhalb GFK Gitterrost: $a = 0,50 \text{ m}$

4.2 **Einwirkungen**

4.2.1 **Ständige Lasten**

$$g_k = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

4.2.2 **Verkehrslasten**

$$q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$$

4.2.3 **Außergewöhnliche Last**

$$q_{a,k} = 10,50 \text{ kN/m}^2$$

4.3 **Bemessungslast**

Ständige und vorübergehende Bemessungssituation

$$p_d = 1,35 \times 0,35 \text{ kN/m}^2 + 1,50 \times 5,0 \text{ kN/m}^2 = 8,00 \text{ kN/m}^2$$

Außergewöhnliche Bemessungssituation

$$p_d = 1,00 \times 0,35 \text{ kN/m}^2 + 1,00 \times 10,50 \text{ kN/m}^2 = 10,85 \text{ kN/m}^2 \quad \rightarrow \text{maßgebend!}$$

4.4 **Bemessung**

Gewähltes Gitterrost: **GFK-KS 750-38-7** mit $F_v = 21,53 \text{ kN/m}^2 > 10,85 \text{ kN/m}^2 = p_d$

Tragkrafttabelle siehe Abb. 11.

GFK Tragkrafttabelle GFK-K

Gitterroste gemäß DIN 24537-3

Typ GFK-K

Typbezeichnung	Rosthöhe	Maschenteilung	kg/m²		Stützweite mm						
					200	300	400	450	500	550	600
GFK-K 525-38-5	25 mm	38 x 38 mm	12,5	Fp	18,45	9,23	6,15	5,91	5,17	5,09	4,58
				fI	2,90	6,38	11,02	13,78	16,82	20,16	23,79
				Fv	293,86	130,60	73,46	58,05	47,02	38,86	32,65
				f	2,90	6,53	11,60	14,69	18,13	21,94	26,11
GFK-K 530-38-5	30 mm	38 x 38 mm	14,5	Fp	26,57	13,29	8,86	7,59	6,64	6,62	5,96
				fI	2,42	5,32	9,19	11,48	14,02	16,80	19,82
				Fv	423,16	188,07	105,79	83,59	67,71	55,95	47,02
				f	2,42	5,44	9,67	12,24	15,11	18,28	21,76
GFK-K 538-38-5	38 mm	38 x 38 mm	19	Fp	42,64	21,32	14,21	12,18	10,66	9,47	8,53
				fI	1,91	4,20	7,25	9,06	11,07	13,26	15,65
				Fv	678,93	301,75	169,73	134,11	108,63	89,78	75,44
				f	1,91	4,29	7,63	9,66	11,93	14,43	17,18
GFK-K 550-50-5	50 mm	50 x 50 mm	21	Fp	62,53	31,27	20,84	17,87	15,63	13,90	12,51
				fI	1,45	3,19	5,51	6,89	8,41	10,08	11,89
				Fv	893,33	397,04	223,33	176,46	142,93	118,13	99,26
				f	1,45	3,26	5,80	7,34	9,06	10,97	13,05
GFK-K 530-20-5	30 mm	20 x 20 mm	18,5	Fp	25,94	12,97	8,65	7,41	6,49	6,49	5,84
				fI	2,42	5,32	9,19	11,48	14,02	16,80	19,82
				Fv	810,70	360,31	202,68	160,14	129,71	107,20	90,08
				f	2,42	5,44	9,67	12,24	15,11	18,28	21,76
GFK-K 538-19-5	38 mm	19 x 19 mm	23,5	Fp	41,62	20,81	13,87	11,89	10,41	9,25	8,32
				fI	1,91	4,20	7,25	9,06	11,07	13,26	15,65
				Fv	650,36	289,05	162,59	128,47	104,06	86,00	72,26
				f	1,91	4,29	7,63	9,66	11,93	14,43	17,18
GFK-KS 750-38-7	50 mm	38 x 38 mm	33	Fp	86,12	43,06	28,71	24,61	21,53	19,14	17,22
				fI	1,45	3,19	5,51	6,89	8,41	10,08	11,89
				Fv	1371,35	609,49	342,84	270,88	219,42	181,33	152,37
				f	1,45	3,26	5,80	7,34	9,06	10,97	13,05
GFK-KS 950-38-9	50 mm	38 x 38 mm	40	Fp	110,73	55,36	36,91	31,64	27,68	24,61	22,15
				fI	1,45	3,19	5,51	6,89	8,41	10,08	11,89
				Fv	1763,16	783,63	440,79	348,28	282,11	233,14	195,91
				f	1,45	3,26	5,80	7,34	9,06	10,97	13,05
GFK-KS 960-38-9	60 mm	38 x 38 mm	45,5	Fp	159,45	79,72	53,15	45,56	39,86	35,43	31,89
				fI	1,21	2,66	4,59	5,74	7,01	8,40	9,91
				Fv	2538,95	1128,42	634,74	501,52	406,23	335,73	282,11
				f	1,21	2,72	4,83	6,12	7,55	9,14	10,88

Zeichenerklärung

Fv = Belastungswerte über gleichmäßig verteilte Last in kN/qm

f = Durchbiegung in mm bei Last Fv

Fp = Belastungswerte bei einer mittig angreifenden Einzellast in kN

und einer Aufstandsfläche von 200 x 200 mm

fI = Durchbiegung in mm bei Einzellast Fp

1 kN = 1000 N ~ 100 kg

Beispiel

Die in der Tabelle hinterlegten Werte geben die max. Grenzwerte an. Aufgrund des linearen Verhaltens kann daraus jeder notwendige, den Anforderungen entsprechende Zustand errechnet werden. Als Beispiel wird der Gitterrosttyp GFK-K 638-38-6 bei einer Stützweite 700 mm betrachtet.

max. Durchbiegung ÷ max. Einzellast x notwendige Einzellast = entsprechende Durchbiegung
 20,99 mm ÷ 7,97 kN x 1,5 kN = 3,95 mm

Multiplikationsfaktoren

Maschenteilung	verteilte Nutzlast	Einzellast
40 x 40	0,97	0,95

Sicherheitsfaktor

bis Bruchgrenze: 3,0

Abminderungsbeiwert

bei Durchbiegung: 1,3

Die in der Tabelle hinterlegte Anfangssicherheit beträgt 3,0. Hierbei wurden die nach DIN 24537-3 geltenden Abminderungsbeiwerte gegen Bruch und Durchbiegung berücksichtigt. Bei abweichenden Einflüssen sind die Tabellenwerte nicht anwendbar!

Die angegebenen Belastungswerte werden nach dem aktuellen Stand der Technik ermittelt. Bei neuen Erkenntnissen behalten wir uns Anpassungen vor.

Abb. 11 Auszug aus dem GFK Handbuch der Firma lichtgitter GFK GmbH & Co. KG

5. Position 2 – Nebenträger

5.1 Allgemeines

Die Nebenträger leiten die Lasten aus dem Bodenbelag als **Einfeldträger** mit einer Spannweite von $l_i = 2,50 \text{ m}$ weiter zu den Hauptträgern und werden in einem Abstand von $a = 0,50 \text{ m}$ angeordnet.

5.2 Einwirkungen

5.2.1 Ständige Lasten

Eigengewicht der Stahlträger (IPE 120):

$$g_{k1} = 0,11 \text{ kN/m}$$

5.2.2 Ausbaulasten

Eigengewicht Bodenbelag:

$$\Delta p_{2,k} = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

$$\Delta g_{2,k} = 0,35 \text{ kN/m}^2 \times 0,50 \text{ m} = 0,18 \text{ kN/m}$$

5.2.3 Verkehrslasten

$$q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2 \times 0,50 \text{ m} = 2,50 \text{ kN/m}$$

5.2.4 Außergewöhnliche Last

$$q_{a,k} = 10,50 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{a,k} = 10,50 \text{ kN/m}^2 \times 0,50 \text{ m} = 5,25 \text{ kN/m}$$

5.3 Bemessungslast

Ständige und vorübergehende Bemessungssituation

$$p_d = 1,35 \times (0,11 \text{ kN/m} + 0,18 \text{ kN/m}) + 1,50 \times 2,5 \text{ kN/m} = 4,15 \text{ kN/m}$$

Außergewöhnliche Bemessungssituation

$$p_d = 1,00 \times (0,11 \text{ kN/m} + 0,18 \text{ kN/m}) + 1,00 \times 5,25 \text{ kN/m} = 5,60 \text{ kN/m} \rightarrow \text{maßgebend!}$$

5.4 Bemessungsschnittgrößen

$$M_{Ed} = p_d \times l_i^2 / 8 = 5,60 \times 2,50^2 / 8 = 4,50 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = p_d \times l_i / 2 = 5,60 \times 2,50 / 2 = 7,00 \text{ kN}$$

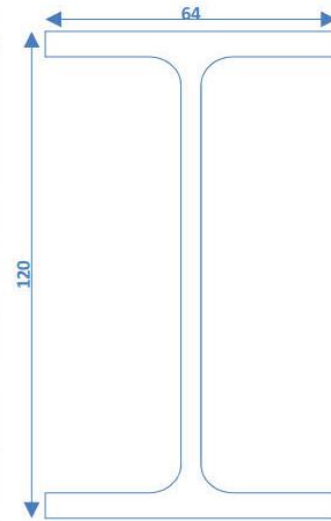
5.5 Bemessung

Bemessung mit Excel-Tools aus Schneider Bautabellen 22. Auflage

I-Profile / Stabilität für QK1 - QK3							
IPE 120							
f_y	235 N/mm ²	Tafel 8.4a					
γ_{M1}	1,1 [-]	Tafel 8.7a					
$L_{cr,y}$	2,50 m	3.3.1 a)					
$L_{cr,z}$	2,50 m	3.3.1 a)					
E	210000 N/mm ²	Tafel 8.4b					
QKL	2 [-]						
		Imperfektionsbeiwerte der Knicklinien KSL_y a 0,21 Tafel 8.24a KSL_z b 0,34 Tafel 8.24a					
		Imp. der Knickl. f. Biegedrillknicken KSL_y b 0,34					
für den Drillknicknachweis							
L_T	2,50 [m]	Im Allgemeinen sollte für L_T die Stablänge angenommen werden, außer wenn ein Verwölben an den Enden des Stabes konstruktiv verhindert wird.					
für den Biegedrillknicknachweis:							
k_c	1,00 [-]	(Korrekturbeiwert Momentenverteilung zur Abminderung von χ_{LT} , konservativ: $k_c = 1.0$)					
C_{my}	0,95 [-]	Tafel 8.40a					
C_{mz}	1 [-]	Tafel 8.40a					
☐ direkte Eingabe oder ¹⁾ ☐ Methode 1 oder ²⁾ ☒ Methode 2 siehe ³⁾							
M_{cr}	1000 kNm	$M_{cr} = \pi^2 EI_z / L^2 [I_w / I_z + L^2 GI_t / \pi^2 EI_z]^{0.5}$ M_{cr} 12,48 kNm	$M_{cr} = \xi N_{cr,z} [(c^2 + 0,25 z_p^2)^{0.5} + 0,5 z_p]$ M_{cr} 13,06 kNm				
		v 0,3 [-]	z_p -70 mm				
(Abstand der Gabelager)	L 2,50 m						
(Momentenbeiwert)		ξ 1,35 [-]	Tafel 8.34a				
☐ verdrehsteifer Stab C_{mLT} 0,9 [-] Tafel 8.40a							
Einwirkung N_{Ed} 0 kN (Druck: +) $M_{y,Ed}$ 4,5 kNm $M_{z,Ed}$ 0 kNm							
¹⁾ ideales Biegedrillknickmoment nach Elastizitätstheorie eines Bauteils mit unveränderlichem Querschnitt und gleichen Flanschen, Gabelagerung an jedem Ende, belastet im Schubmittelpunkt und mit konstantem Moment beansprucht ²⁾ siehe Kapitel 3.3.2 a) ³⁾ es gelten nur die Werte der angewandten Methode (1, 2 oder direkte Eingabe)							
☒ alle Nachweise anzeigen ☒ benötigte / gültige Nachweise sind entsprechend gekennzeichnet							
Gegebene Beanspruchungsart: Biegebeanspruchung nach EN 1993-1-1:2005 + AC:2009, 6.3.2.1							
☒	6.3.1.1	N	Biegeknicken	yy-Achse	$N_{Ed} / N_{b,Rd,y} \leq 1,0$	0,00 / 256,94 = 0,00	✓
				zz-Achse	$N_{Ed} / N_{b,Rd,z} \leq 1,0$	0,00 / 68,51 = 0,00	✓
☒	6.3.2.1	M	Drill-/Biegedrillknicken		$N_{Ed} / N_{b,Rd,T} \leq 1,0$	0,00 / 222,50 = 0,00	✓
					$M_{Ed} / M_{b,Rd} \leq 1,0$	4,50 / 8,72 = 0,52	✓
☒	6.3.3	M-N			$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + \frac{k_{yy} [M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}]}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + \frac{k_{yz} [M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}]}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = 0,490$	✓	
					$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + \frac{k_{zy} [M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}]}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + \frac{k_{zz} [M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}]}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = 0,516$	✓	

I-Profile / Querschnittswerte für QK1 - QK3

IPE 120		☐ Eigene Werte	
f_y	235 N/mm ²	Tafel 8.4a	
γ_{M0}	1,00 [-]	Tafel 8.7a	
h	120 mm	Bezeichnungen nach EN 1993-1-1:2005 + AC:2009, 5.5, Bild 1.1 und Tabelle 5.2 bzw. Kap. 8F und Tafel 8.10a Alle Querschnittswerte sind Bruttoquerschnittswerte ohne Berücksichtigung eventueller Schraubenlöcher bzw. sonstiger Öffnungen.	
b	64 mm		
c	22,8 mm		
t _w	4,4 mm		
t _f	6,3 mm		
r	7 mm		
d	93,4 mm		
A	13,21 cm ²	I _y	318 cm ⁴
G	10,37 kg/m	i _y	4,90 cm
B _k	0,10 kN/m	W _{el,y}	53 cm ³
U	0,475 m ² /m	S _y	30 cm ³
A _{Vz}	6,305 cm ²	Tafel 8.16	
A _{Vy}	8,064 cm ²	Tafel 8.16	
(b/t) _{steg}	21,23	W _{pl,y}	61 cm ³
= d/t _w		W _{pl,y,Vz}	21 cm ³
(b/t) _{flansch}	3,62	k _{My}	0,3506 [-]
= c/t _f		k _{Mz}	0,9501 [-]
I _t	2 cm ⁴	KSL _y	a
I _w	890 cm ⁶	KSL _z	b
w _m	cm ²	Die Auswahl der Knicklinie ist abhängig von der gewählten Streckgrenze. Nach DIN EN 1993-1-12 gelten die für die Stahlsorte S460 angegebenen Knicklinien auch für Stahlsorten bis S700.	
i _{zG}	cm		



Querschnittsklassifizierung:

QKL: 1

nach EN 1993-1-1:2005 + AC:2009, 5.5

Querschnitt lediglich auf Biegung um die y-Achse beansprucht

auf reinen Druck: 1

auf reine Biegung: 1

auf reine Biegung: 1

(y-Achse)

(z-Achse)

Tafel 8.9 /
Tafel 8.10a

Ergänzung 1, Ergänzung 2 sowie Ergänzung 3 nach 2.1.1 c), 2.1.1 d) und 2.1.1 e) finden hier keine Berücksichtigung

I-Profile / V-N-M-Interaktion

(nur für Querschnitte der Klasse 1-3, ausfallende Querschnittsteile werden nicht berücksichtigt)

Widerstand (ohne Interaktion)		Einwirkung		My-Vz-N	
N _{pl,Rd}	310,4 kN	2.2.2 / 2.2.3	N _{Ed}	0 kN (Druck: +)	
M _{pl,y,Rd}	14,3 kNm	2.2.4	M _{y,Ed}	4,5 kNm	
M _{el,y,Rd}	12,4 kNm	2.2.4	V _{z,Ed}	7 kN	
V _{pl,z,Rd}	85,6 kN	2.2.5	M _{z,Ed}	0 kNm	
M _{pl,z,Rd}	3,2 kNm	2.2.4	V _{y,Ed}	0 kN	
M _{el,z,Rd}	2,0 kNm	2.2.4			
V _{pl,y,Rd}	109,4 kN	2.2.5			
Gegebene Beanspruchungsart:		Beanspruchung aus Biegung und Querkraft		alle Nachweise anzeigen (nicht benötigte / gültige Nachweise sind entsprechend gekennzeichnet)	
nach EN 1993-1-1:2005, 6.2.10		sowie 6.2.6			
☒	V	6.2.6	V _{z,Ed} / V _{z,c,Rd} ≤ 1,0	7,00 /	85,55 = 0,082 ✓ ³⁾
☒	M _y -N-V _z	6.2.10	M _{y,Ed} ≤ M _{y,N,pl,y,Rd}	4,50 ≤	14,27 = 0,315 ✓

^{1a)} ohne Berücksichtigung eventuell vorhandener Schraubenlöcher, d.h. N_{pl,Rd} = N_{pl,Rd} = A f_y / γ_{M0}, siehe auch 2.2.2 a)

^{1b)} ohne Berücksichtigung eventuell vorhandener Schraubenlöcher sowie eventuell ausfallender Querschnittsteile (QKL4), d.h. N_{z,Rd} = N_{pl,Rd} = A f_y / γ_{M0}, siehe auch 2.2.3

²⁾ M_{y,Ed} / M_{el,y,Rd} + M_{z,Ed} / M_{el,z,Rd} ≤ 1,0

³⁾ ohne Berücksichtigung eventuell vorhandener Schraubenlöcher, ohne Berücksichtigung der Torsion, kein Schubbeulnachweis, V_{pl,Rd} = A_v f_y / √3 / γ_{M0}
⁴⁾ M_{y,Ed} / M_{el,y,Rd} + M_{z,Ed} / M_{el,z,Rd} ≤ 1,0

⁵⁾ N_{Ed} / N_{Rd} + M_{y,Ed} / M_{el,y,Rd} + M_{z,Ed} / M_{el,z,Rd} ≤ 1,0

⁶⁾ N_{Ed} / A + M_{y,Ed} / W_{el,y} ≤ f_y / γ_t, N_{Ed} / A + (M_{z,Ed} / I_z) (h - t_f) / 2 ≤ f_{y,z,Ed} / γ_{M0}
⁷⁾ N_{Ed} / (A - A_{vy} ρ) + M_{z,Ed} / (W_{el,z} (1 - ρ)) ≤ f_y / γ_{M0}

6. Position 3 – Hauptträger

6.1 Allgemeines / Statisches System

Die primäre Stahlkonstruktion besteht aus einem, in Bohrpfählen eingespannten Rechteckhohlprofil mit einer auskragenden Länge von ca. 3,80 m. Rechtwinklig zum vertikalen Kragarm schließt der Riegel für die Sekundärkonstruktion an. Unterhalb des Riegels befindet sich eine Abstrebung, welche mit einem Winkel von 45° zwischen Riegel und Kragarm liegt. Diese Stahlkonstruktion wird in einem Abstand von $a = 2,50$ m angeordnet. Bei einer Gesamtlänge von 20 m ergeben sich 9 dieser Konstruktion.

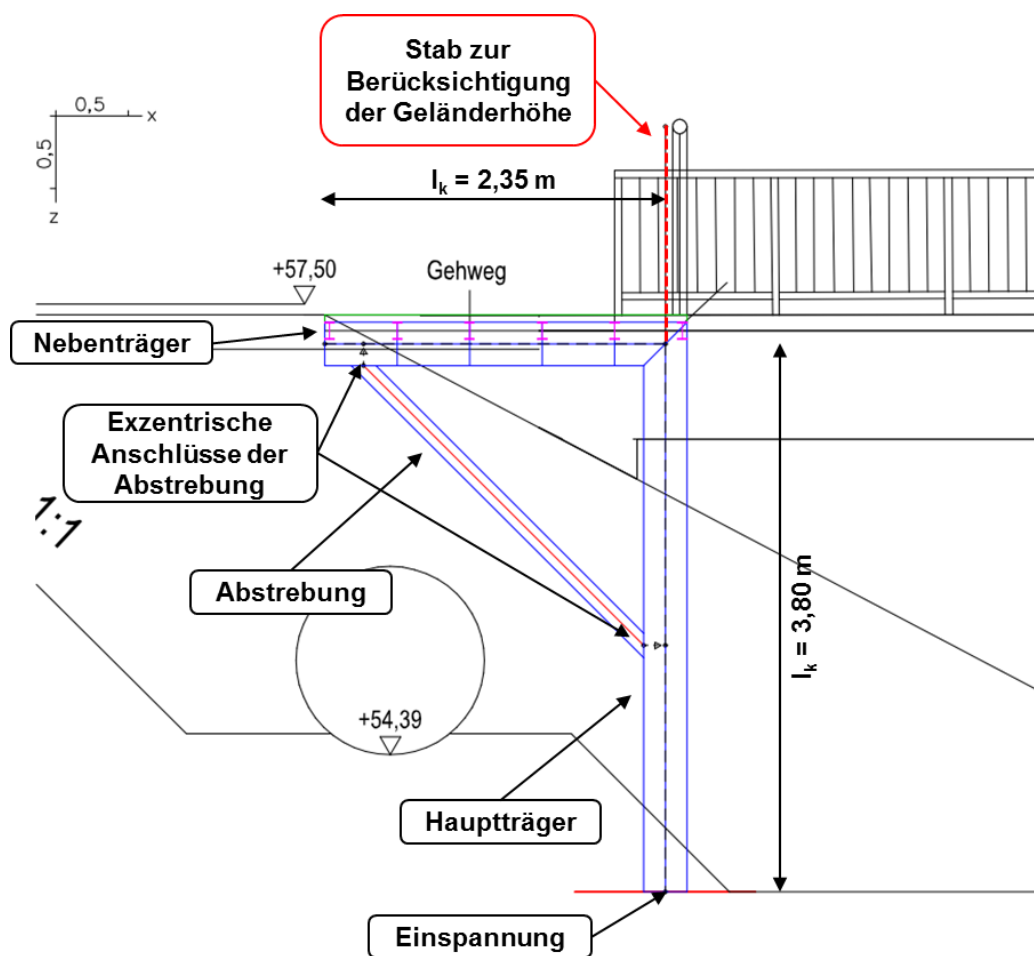


Abb. 12 Statisches System

6.2 Material

Baustahl S235

6.3 Einwirkungen

Die Lasten aus den Nebenträgern werden als Einzellasten im System aufgebracht

6.3.1 Eigengewicht (LF1)

Eigengewicht der Stahkonstruktion wird programmintern ermittelt.

Eigengewicht der Stahlträger (IPE 120):

$$g_{k1, \text{Pos 2}} = 0,11 \text{ kN/m}$$

$$G_{k1} = 0,11 \text{ kN/m} \times 2,50 \text{ m} = 0,275 \text{ kN}$$

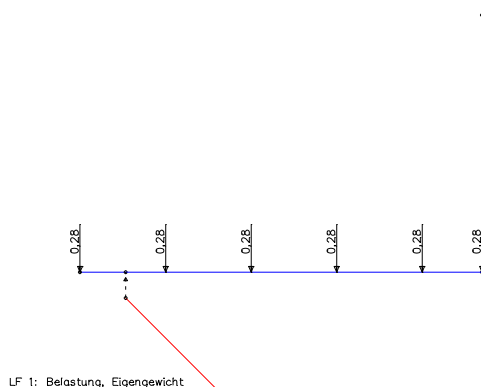


Abb. 13 Lastbild

6.3.2 Ausbaulasten (LF2)

Eigengewicht Bodenbelag:

$$\Delta g_{2,k, \text{Pos 2}} = 0,18 \text{ kN/m}$$

$$\Delta G_{2,k} = 0,18 \text{ kN/m} \times 2,50 \text{ m} = 0,45 \text{ kN}$$

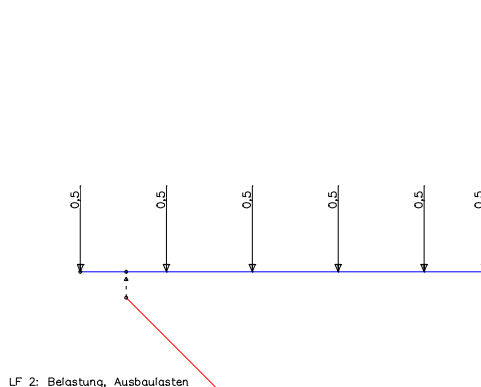


Abb. 14 Lastbild

6.3.3 Windlast (LF21)

Wind auf Geländer:

$$q_{w,1} = 0,85 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Höhe Geländer: } h_{\text{Gel}} = 1,30 \text{ m}$$

$$\text{Pfostenabstand: } a_{\text{Gel}} = 2,50 \text{ m}$$

Last auf die Holme:

$$Q_{w,1} = 0,85 \text{ kN/m}^2 \times 2,50 \text{ m} \times 1,30 \text{ m} / 2 = \mathbf{1,40 \text{ kN}}$$

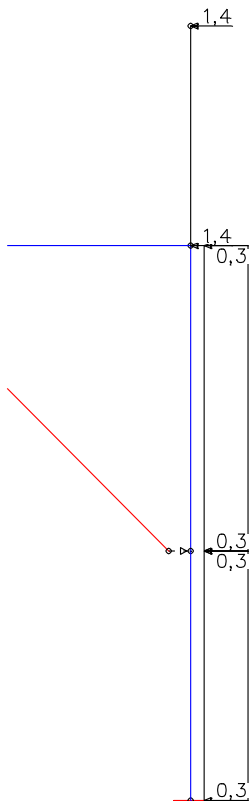
Wind auf Kragarm:

$$q_{w,2} = 0,95 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Breite: } b = 0,30 \text{ m}$$

Last auf die Kragarm:

$$q_{w,2} = 0,95 \text{ kN/m}^2 \times 0,30 \text{ m} = \mathbf{0,285 \text{ kN/m}}$$



LF 21: Belastung, Wind

Abb. 15 Lastbild

6.3.4 Verkehrslasten

Fußgängerverkehr (LF31):

$$q_{k,Pos\ 2} = 2,50 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = 2,50 \text{ kN/m} \times 2,50 \text{ m} = 6,25 \text{ kN}$$

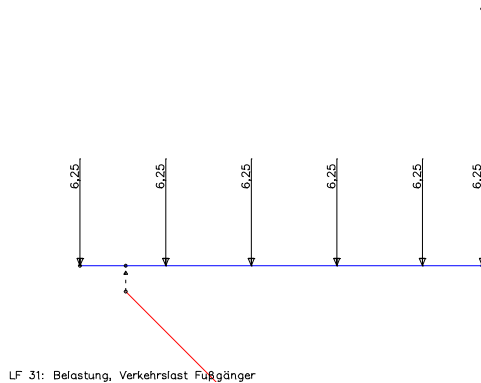


Abb. 16 Lastbild

Geländer (LF32):

$$q_k = 1,0 \text{ kN/m (horizontal und vertikal)}$$

$$\text{Pfostenabstand: } a_{\text{Gel}} = 2,50 \text{ m}$$

Last auf die Holme(horizontal **und** vertikal):

$$Q_k = 1,00 \text{ kN/m} \times 2,50 \text{ m} = 2,50 \text{ kN}$$

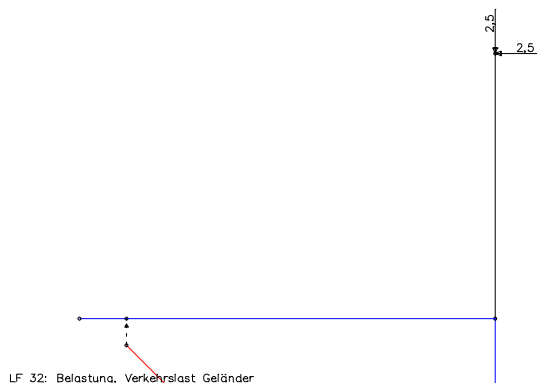


Abb. 17 Lastbild

6.3.5 Außergewöhnliche Last (LF41)

$$q_{a,k} = 5,25 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{a,k} = 10,50 \text{ kN/m}^2 \times 2,50 \text{ m} = 13,13 \text{ kN}$$

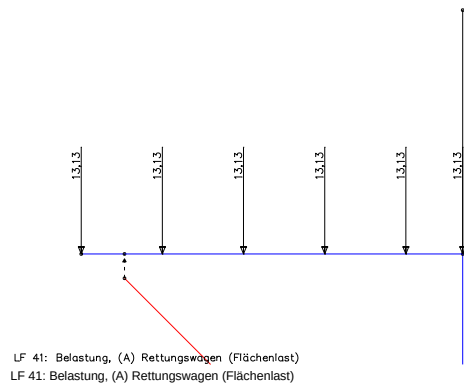


Abb. 18 Lastbild

6.4 Bemessungslastkombination

Ständige und vorübergehende Situation:

$$1,35 \times (LF1 + LF2) + 1,50 \times 0,6 \times LF21 + 1,50 \times (LF31 + LF32)$$

Außergewöhnliche Situation:

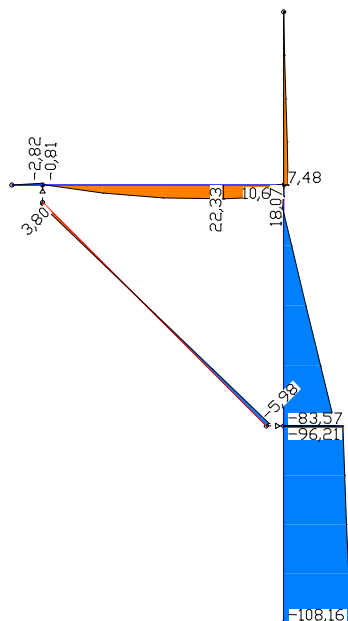
$$1,00 \times (LF1 + LF2) + 1,00 \times 0,20 \times LF21 + LF41$$

Seltene (charakteristische) Situation:

$$LF1 + LF2 + 0,60 \times LF21 + LF31 + LF32$$

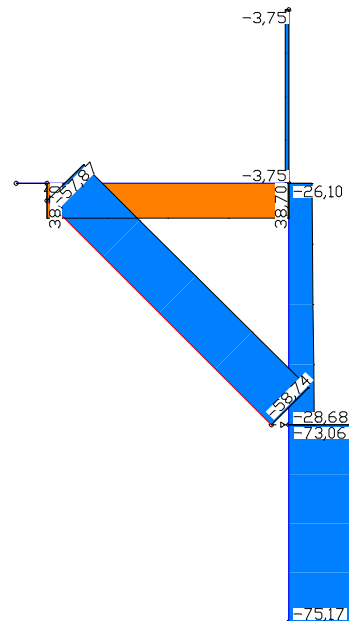
6.5 Bemessungsschnittgrößen

Ständige und vorübergehende Situation:



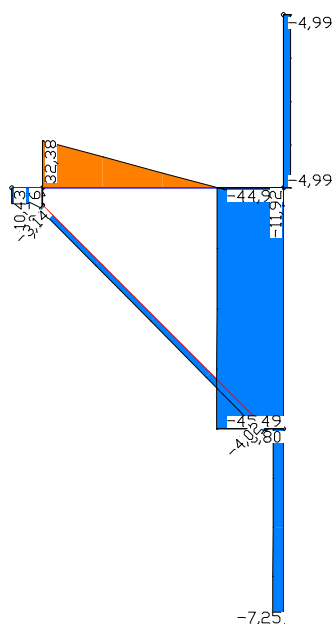
LF 101: $1,35 \times (LF1 + LF2) + 1,5 \times (LF31 + LF32) + 0,7 \times 1,5 \times LF$
Schnittgrößen My: 85,10 [kNm] = $\frac{1}{2} \times 10,6 \times 7,48$
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -108,16/22,33

Schnittgrößen My; LF 101, $1,35 \times (LF1 + LF2) + 1,5 \times (LF31 + LF32) + 0,7 \times 1,5 \times LF21$



LF 101: $1,35 \times (LF1 + LF2) + 1,5 \times (LF31 + LF32) + 0,7 \times 1,5 \times LF$
Schnittgrößen Nx: 59,14 [kN] = $\frac{1}{2} \times 10,6 \times 7,48$
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -75,17/38,70

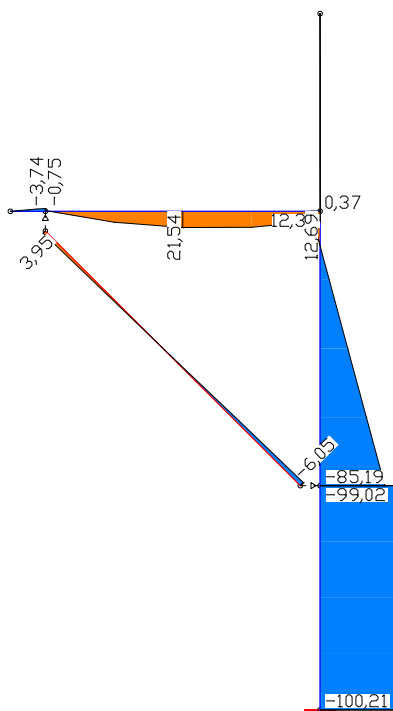
Schnittgrößen Nx; LF 101, $1,35 \times (LF1 + LF2) + 1,5 \times (LF31 + LF32) + 0,7 \times 1,5 \times LF21$



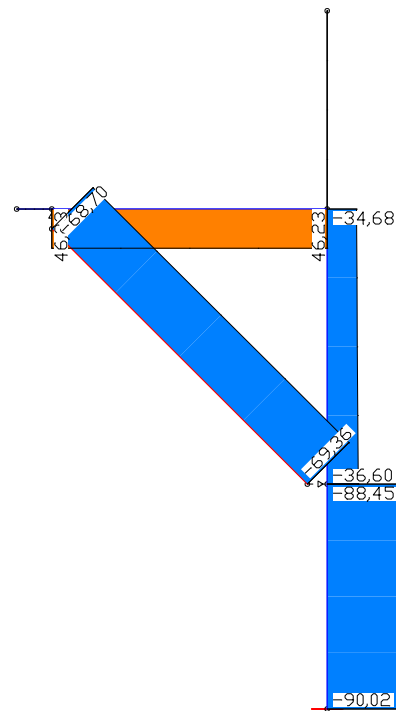
LF 101: $1,35 \times (LF1 + LF2) + 1,5 \times (LF31 + LF32) + 0,7 \times 1,5 \times LF$
Schnittgrößen Qz: 35,80 [kN] = $\frac{1}{2} \times 10,6 \times 7,48$
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -45,49/32,33

Schnittgrößen Qz; LF 101, $1,35 \times (LF1 + LF2) + 1,5 \times (LF31 + LF32) + 0,7 \times 1,5 \times LF21$

Außergewöhnliche Situation:

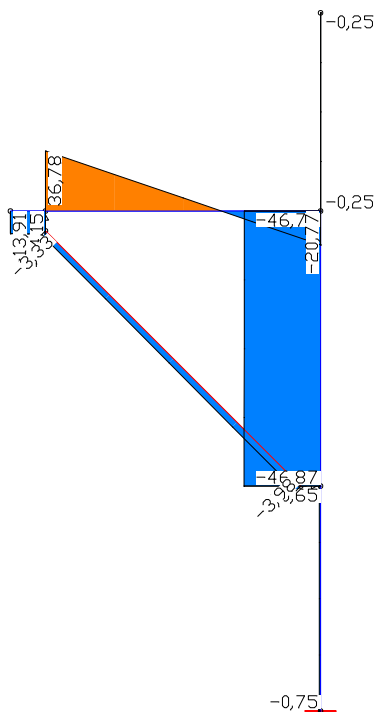


LF 102: $1,00 \times (LF1 + LF2) + 1,0 \times (LF41) + 0,2 \times LF21$
Schnittgrößen My: 78,85 [kNm] = $\frac{1}{2} \times 100,21$
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -100,21/21



LF 102: $1,00 \times (LF1 + LF2) + 1,0 \times (LF41) + 0,2 \times LF21$
Schnittgrößen Nx: 70,83 [kN] = $\frac{1}{2} \times 141,66$
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -90,02/46

Schnittgrößen My; LF 102, $1,00 \times (LF1 + LF2) + 1,0 \times (LF41) + 0,2 \times LF21$ Schnittgrößen Nx; LF 102, $1,00 \times (LF1 + LF2) + 1,0 \times (LF41) + 0,2 \times LF21$



LF 102: $1,00 \times (LF1 + LF2) + 1,0 \times (LF41) + 0,2 \times LF21$
Schnittgrößen Qz: 36,88 [kN] = $\frac{1}{2} \times 73,76$
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -46,87/36

Schnittgrößen Qz; LF 102, $1,00 \times (LF1 + LF2) + 1,0 \times (LF41) + 0,2 \times LF21$

6.6 Bemessung

Bemessung mit Excel-Tools aus Schneider Bautabellen 22. Auflage

300x200x12,5 (w)		warmgefertigt	
f_y	235	N/mm ²	Tafel 8.4a
γ_{M0}	1,00	[-]	Tafel 8.7a
$a = H$	300	mm	
$b = B$	200	mm	
$t = T$	12,5	mm	blaue Werte stammen aus
r_o	18,75	mm	Profiltafeln, die übrigen werden
r_i	12,5	mm	daraus ermittelt
A	117,07	cm ²	
I_y	14272,687	cm ⁴	
I_z	7537,006	cm ⁴	
G	91,90	kg/m	
i_y	11,04	cm	
i_z	8,02	cm	
g_k	0,90	kN/m	
$W_{el,y}$	951,51	cm ³	
$W_{el,z}$	753,70	cm ³	
U	0,968	m ² /m	
S_y	582,735	cm ³	
S_z	438,489	cm ³	
$W_{pl,y}$	1165,470	cm ³	
$W_{pl,z}$	876,978	cm ³	
$(b/t)_{st}$	21,00	[-]	
$A_{v,z}$	70,24	cm ²	
$(b/t)_{ft}$	13,00	[-]	
$A_{v,y}$	46,83	cm ²	
I_t	15676,50	cm ⁴	
KSL_y	a		
KSL_z	a		
W_t	cm ⁶	Die Auswahl der Knicklinie ist sowohl abhängig von der Fertigungsart als auch von der gewählten Streckgrenze. Nach DIN EN 1993-1-12 gelten die für die Stahlsorte S460 angegebenen Knicklinien auch für Stahlsorten bis S700.	

Grenzschnittgrößen

$N_{pl,Rd}$	2751,2	kN
$M_{pl,y,Rd}$	273,89	kNm
$M_{el,y,Rd}$	223,61	kNm
$M_{pl,z,Rd}$	206,09	kNm
$M_{el,z,Rd}$	177,12	kNm
$V_{pl,Rd,z}$	953,1	kN
$V_{pl,Rd,y}$	635,4	kN

Rechteckhohlprofile / Stabilität für QK1 - QK3

300x200x12,5 (w)		warmgefertigt	
f_y	235	N/mm ²	Tafel 8.4a
γ_{M1}	1,1	[-]	Tafel 8.7a
$L_{cr,y}$	8,00	m	3.3.1 a)
$L_{cr,z}$	8,00	m	3.3.1 a)
E	210000	N/mm ²	Tafel 8.4b
QKL	2	[-]	
Imperfektionsbeiwerte der Knicklinien			
KSL_y	a	0,21	Tafel 8.24a
KSL_z	a	0,21	Tafel 8.24a
Die Auswahl der Knicklinie ist sowohl abhängig von der Fertigungsart als auch von der gewählten Streckgrenze. Nach DIN EN 1993-1-12 gelten die für die Stahlsorte S460 angegebenen Knicklinien auch für Stahlsorten bis S700.			

Einwirkung	
N_{Ed}	80 kN (Druck: +)
$M_{y,Ed}$	110 kNm
$M_{z,Ed}$	0 kNm

für den Biegedrillknicknachweis:

C_{my}	0,9	[-]	Tafel 8.40a
C_{mz}	0,9	[-]	Tafel 8.40a

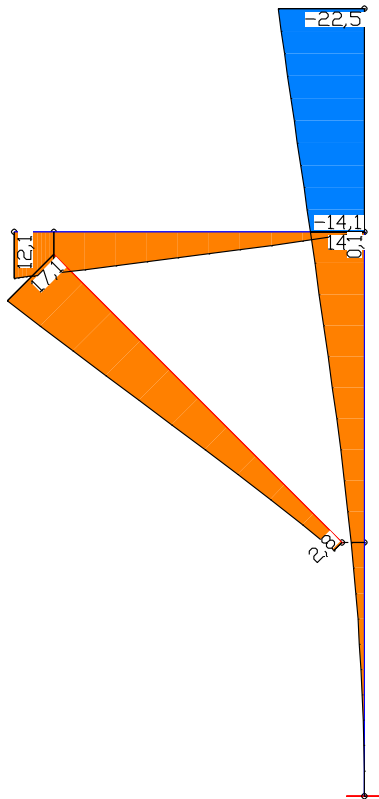
 alle Nachweise anzeigen (nicht benötigte /
☒ gültige Nachweise sind entsprechend gekennzeichnet

Gegebene Beanspruchungsart: Druck- / Biegebeanspruchung nach EN 1993-1-1:2005 + AC:2009, 6.3.3

☒	6.3.1.1	N	Biegeknicken	yy	$N_{Ed} / N_{b,Rd,y} \leq 1,0$	80,00	/	2029,84	=	0,04	☒		
				zz	$N_{Ed} / N_{b,Rd,z} \leq 1,0$	80,00	/	1556,89	=	0,05	☒		
☒	6.3.3	M-N			$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + \frac{k_{yy}[M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}]}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + \frac{k_{yz}[M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}]}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = 0,446$						☒		
					$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + \frac{k_{zy}[M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}]}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + \frac{k_{zz}[M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}]}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = 0,051$						☒		

6.7 Verformungen

Begrenzung der horizontalen Kopfverformung mit $l_k/200 = 3800 / 200 = 19 \text{ mm}$



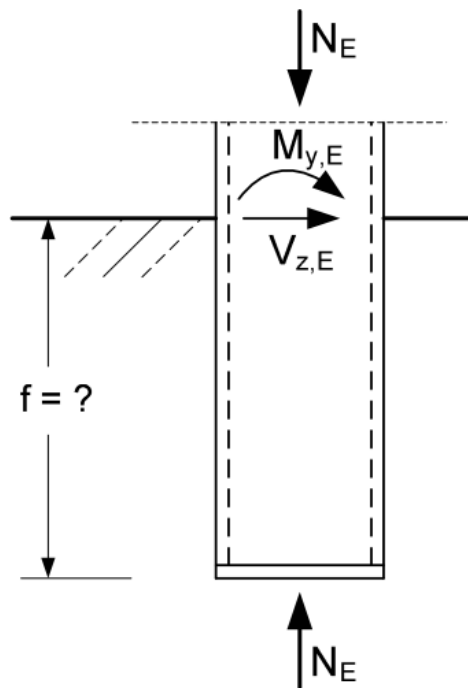
LF 103: $LF1+LF2+0,6 \times LF21+LF31+LF32$
 Komponenten z-lokal der Biegelinie. 17,73 [mm] =
 (Interpolation mit Formfunktion und 2 Stützstellen in
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -22,54/17,

Biegelinie z-lokal; LF 103, $LF1+LF2+0,6 \times LF21+LF31+LF32$

Maximale Verformung: **$w_k = 14,1 \text{ mm} < 19 \text{ mm}$**

6.8 Einspannung in Tiefgründung

Ermittlung der Einspannlänge analog [f], Abschnitt 5.4.2 Rechteckhohlprofil mit Ausrundungen.



Einwirkungen (ständig u. vorübergehend)

$$N_{Ed} = 80 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = 110 \text{ kNm}$$

Profil: RRO 300x200x12,5

$$N_{pl,d} = 2751,20 \text{ kN}$$

$$V_{pl,z,d} = 953,1 \text{ kN}$$

$$M_{pl,y,d} = 223,61 \text{ kNm}$$

Beton C25/30

$$\text{grenz } \sigma_c = f_{cd} = 1,417 \text{ kN/cm}^2$$

Hilfswerte

Außendurchmesser:

$$r_a = 1,5 \times t = 1,5 \times 1,25 = 1,875 \text{ cm}$$

Beiwert:

$$k_t = 1,5 \text{ (warmgefertigtes Hohlprofil)}$$

Plastische lokale Normalkraft:

$$n_{pl} = t \times f_y = 1,25 \times 23,5/1,1 = 26,70 \text{ kN/cm}$$

Plastisches lokales Biegemoment:

$$m_{pl} = (t^2 / 4) \times f_y = (1,25^2 / 4) \times 23,5/1,1 = 8,35 \text{ kNcm/cm}$$

Berechnung von b_{eff} und grenz p

$$c(m_{pl}) = k_t \times t + 2 \times \sqrt{(m_{pl}/\sigma_c)} = 1,5 \times 1,25 + 2 \times \sqrt{(8,35/1,42)} = 6,72 \text{ cm}$$

$$c/c(m_{pl}) = 0,941$$

$$c = 0,941 \times 6,72 = 6,32 \text{ cm}$$

$$c_2 = [c - 1,5 \times t] / \sqrt{(2)} + 1,5 \times t = [6,32 - 1,5 \times 1,25] / \sqrt{(2)} + 1,5 \times 1,25 = 5,01 \text{ cm}$$

$$b_{eff} = 2 \times c = 2 \times 6,32 = 12,64 \text{ cm}$$

$$\text{grenz } p_c = b_{\text{eff}} \times \text{grenz } \sigma_c = 12,64 \times 1,417 = 17,91 \text{ kN/cm}$$

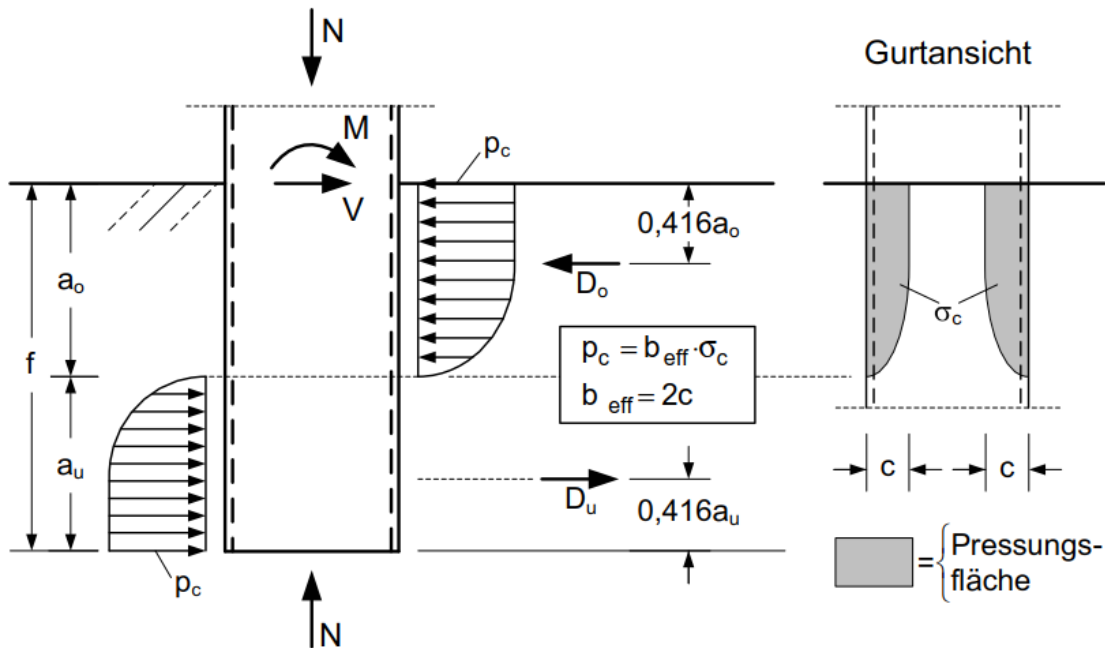


Abb. 19 Lastabtragungsmodell aus [f]

Betonversagen ($a_o + a_u = f$)

$$k_{\mu} = 1 + (c_2 - 0,43 \times r_a) / c - (c_2^2 + 0,14 r_a^2) / (c \times h)$$

$$= 1 + (5,01 - 0,43 \times 1,875) / 6,32 - (5,01^2 + 0,14 \times 1,875^2) / (6,32 \times 20) = 1,46$$

$$D_{\mu} = 0,347 \times k_{\mu} \times \mu \times p_c \times h = 0,347 \times 1,46 \times (0,5/1,5) \times 17,91 \times 20 = 60,49 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} D_u &= -0,072 \times V_{z,Ed} - D_\mu + \sqrt{[0,693p_c \times M_{y,Ed} + 0,356V_{z,Ed}^2 - D_\mu \times V_{z,Ed} + (0,072 \times V_{z,Ed} + D_\mu)^2]} \\ &= -0,072 \times 0 - 60,49 + \sqrt{[0,693 \times 17,91 \times 11000 + 0,356 \times 0^2 - 60,49 \times 0 + (0,072 \times 0 + 60,49)^2]} = 313,93 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\Delta f = k_{\mu} \times \mu \times (1 + [V_{z,Ed}/2D_{u_i}]) \times H = 1,46 \times (0,5/1,5) \times (1 + [0/2 \times 313,93]) \times 20 = 9,73 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} f &= (M_{y,Ed}/D_u) + (1,03/p_c) \times (D_u + V_{z,Ed} + 0,5 \times [V_{z,Ed}^2/D_u] - \Delta f \\ &= (11000/313,93) + (1,03/17,91) \times (313,93 + 0 + 0,5 \times [0^2/313,93] - 9,73 = 43,36 \text{ cm} \end{aligned}$$

gewählte Einspanntiefe $f = 60 \text{ cm}$

7. Position 4 – Tiefgründung

7.1 Allgemeines

Aufgrund der örtlichen geologischen Verhältnisse müssen die Hauptträger des Stahlpodestes bis auf tragfähigen Grund tiefgegründet werden. Bautechnisch ist es jedoch nicht möglich ein schweres Bohrgerät Vorort aufzustellen zur Herstellung von Bohrpfählen. Daher werden Schachtringe DN1000 (h=1 m) mithilfe eines Seilbaggers sukzessive in den Boden eingebracht und der entstehende Hohlraum wird ausbetoniert. Die Schachtringe haben eine Wandstärke von 120 mm und dienen als verlorene Schalung und Stützung des Bohrloches.

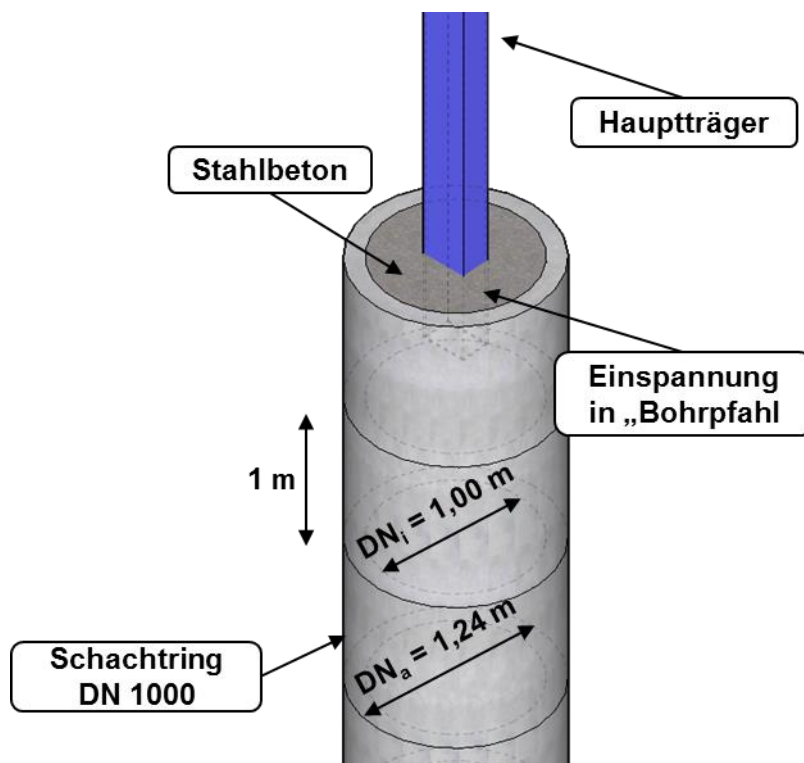


Abb. 20 Darstellung der Tiefgründung

Bettungsmodul: $E_s/DN_a = 3 \text{ MN/m}^2 / 1,24 \text{ m} = 2,50 \text{ MN/m}^3$

7.2 Baustoffe

Beton C25/30

7.3 Belastung

Tabelle 2 Auflagerkräfte aus dem Rechenmodell

Auflagerreaktionen aller Lastfälle

Knoten	Lastfall	Rx [kN]	Rz [kN]	My [kNm]
3	1	0,00	8,24	5,44
	2	0,00	3,00	3,37
	21	-3,93	0,00	14,82
	31	0,02	37,50	42,09
	32	-2,50	2,50	13,19
	41	0,03	78,78	88,43
	101	-7,25	75,17	108,15
	102	-0,75	90,02	100,20
	103	-4,84	51,24	72,98

Ständige Lasten:

$$V_{g,k} = 8,24 \text{ kN} + 3,00 \text{ kN} = 11,24 \text{ kN} = 12 \text{ kN}$$

$$H_{g,k} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{g,k} = 5,44 \text{ kNm} + 3,37 \text{ kNm} = 8,81 \text{ kNm} = 10 \text{ kNm}$$

Veränderliche Lasten:

$$V_{q,k} = 37,50 \text{ kN} + 2,50 \text{ kN} = 40 \text{ kN}$$

$$H_{q,k} = -3,93 \text{ kN} + 0,02 \text{ kN} + -2,50 \text{ kN} = -6,41 \text{ kN} = -7 \text{ kN}$$

$$M_{q,k} = 14,82 \text{ kNm} + 42,10 \text{ kNm} + 13,19 \text{ kNm} = 70,11 \text{ kNm} = 75 \text{ kNm}$$

Außergewöhnliche Lasten:

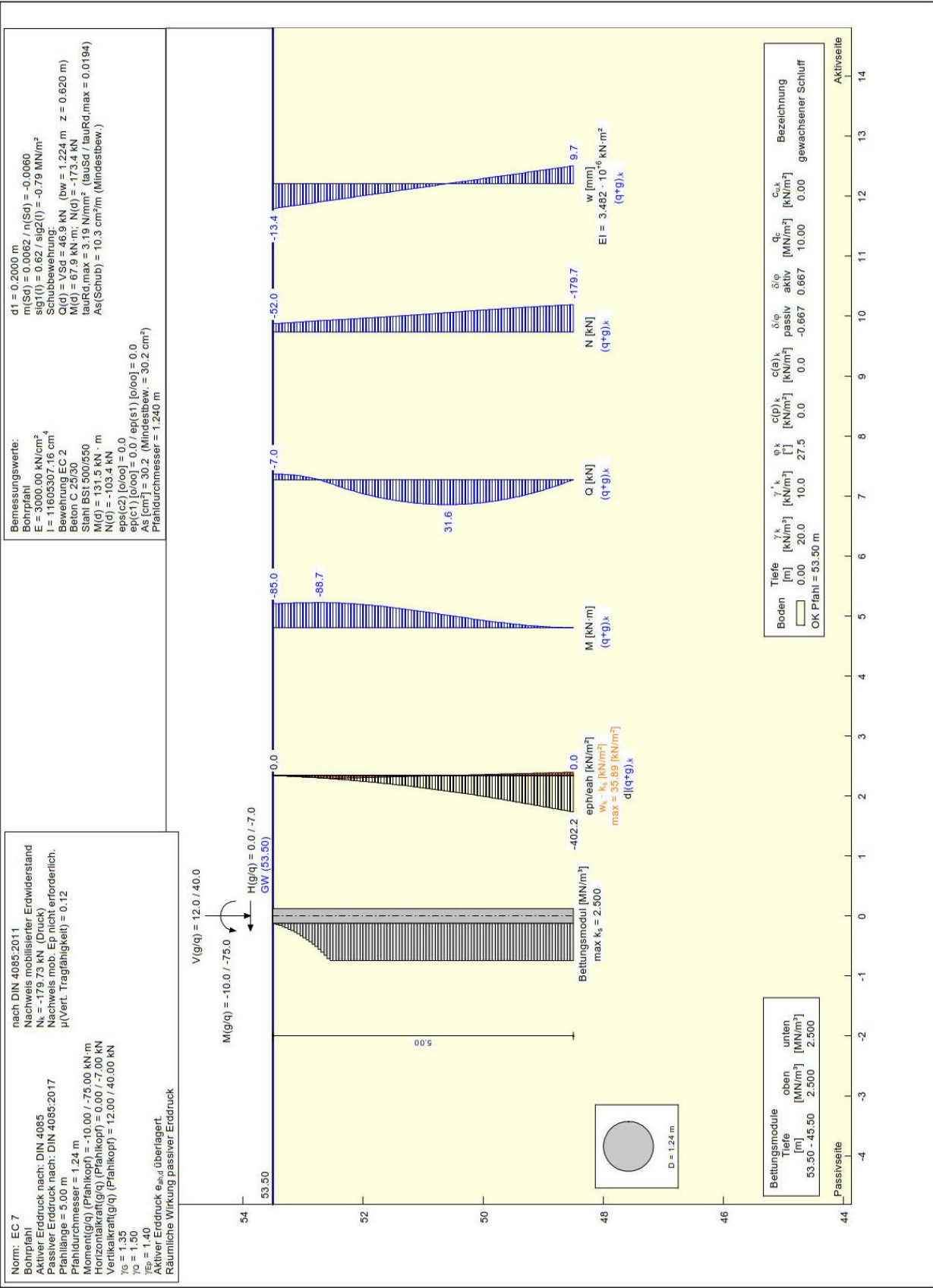
$$V_{a,k} = 78,78 \text{ kN} = 80 \text{ kN}$$

$$H_{a,k} = 0 \text{ kN}$$

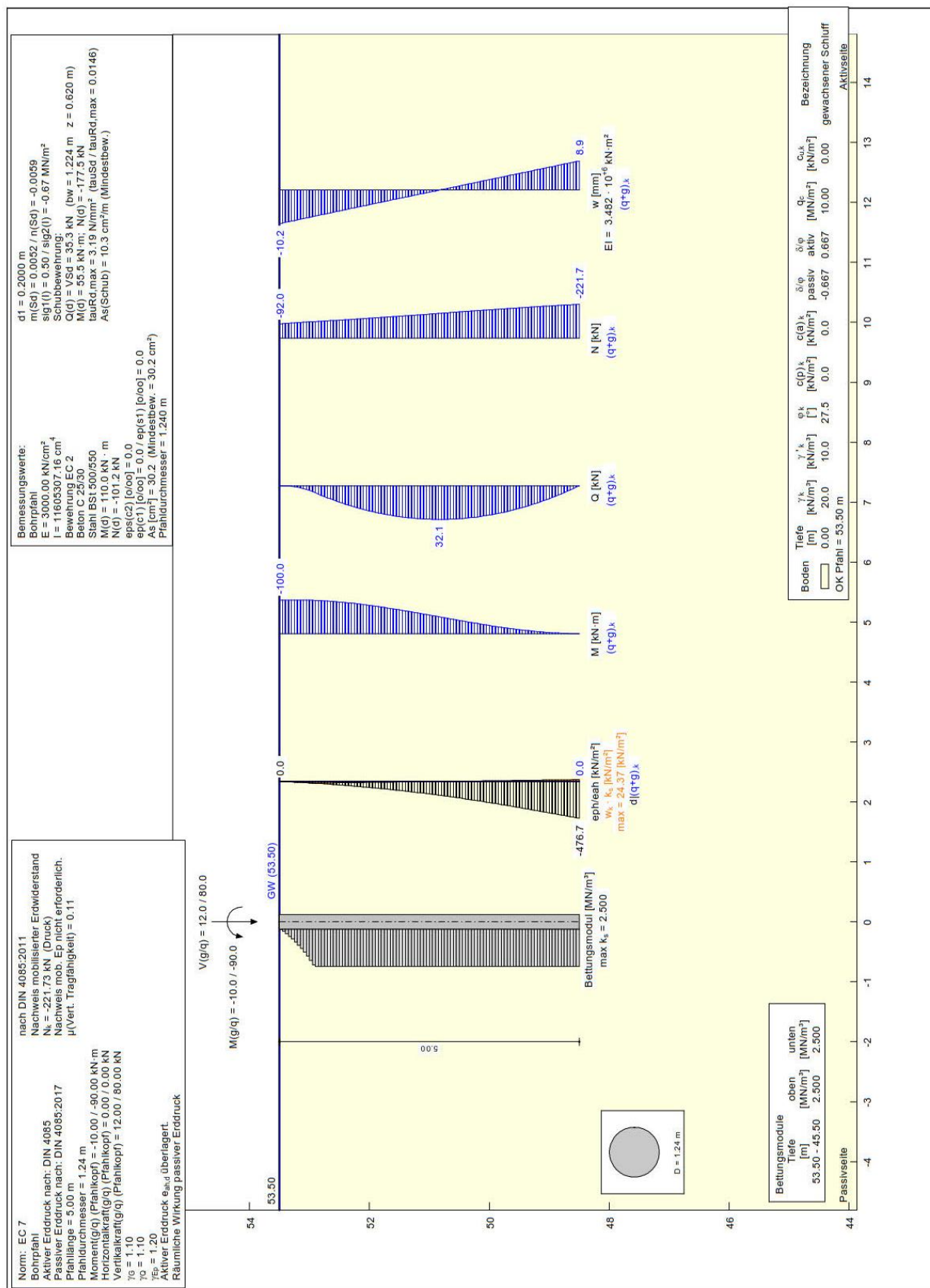
$$M_{a,k} = 88,43 \text{ kNm} = 90,00 \text{ kNm}$$

7.4 Bemessung

Ständige und vorübergehende Situation



Außergewöhnliche Situation



8. Position 5 – Absturzsicherung

8.1 Allgemeines

Absturzsicherung gem. und ZTV-Ing Teil 8, Abschnitt 4 [12].

Füllstabgeländer gem. **Gel 4**; RiZ-Ing [13]

Handlauf mit Drahtseil für Ingenieurbauwerke mit $L \geq 20$ m gem. **Gel 10**; RiZ-Ing [13]

8.2 Anschluss Geländerpfosten (QRO 70x5) an den Hauptträger

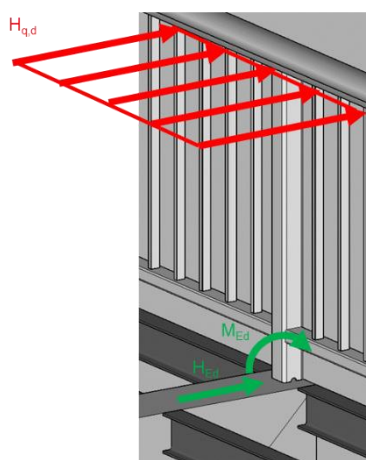


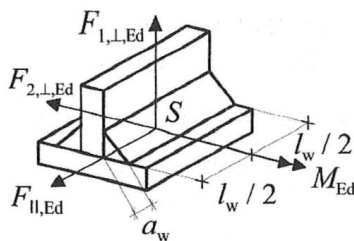
Abb. 21 Lasten auf Geländerfußpunkt

$$h_{q,d} = 1,5 \times (1,0 \text{ kN/m} + 0,6 \times 0,85 \text{ kN/m}^2 \times 1,30 \text{ m} \times \frac{1}{2}) = 1,997 \text{ kN/m} = 2 \text{ kN/m}$$

$$H_{Ed} = (2,00 \text{ kN/m} + 1,5 \times 0,6 \times 0,85 \text{ kN/m}^2 \times 1,30 \text{ m} \times \frac{1}{2}) \times 2,50 \text{ m} = \mathbf{6,25 \text{ kN}}$$

$$M_{Ed} = 2,00 \text{ kN/m} \times 2,50 \text{ m} \times 1,30 \text{ m} = \mathbf{6,50 \text{ kNm}}$$

Bemessung der Kehlnähte – Vereinfachtes Verfahren:



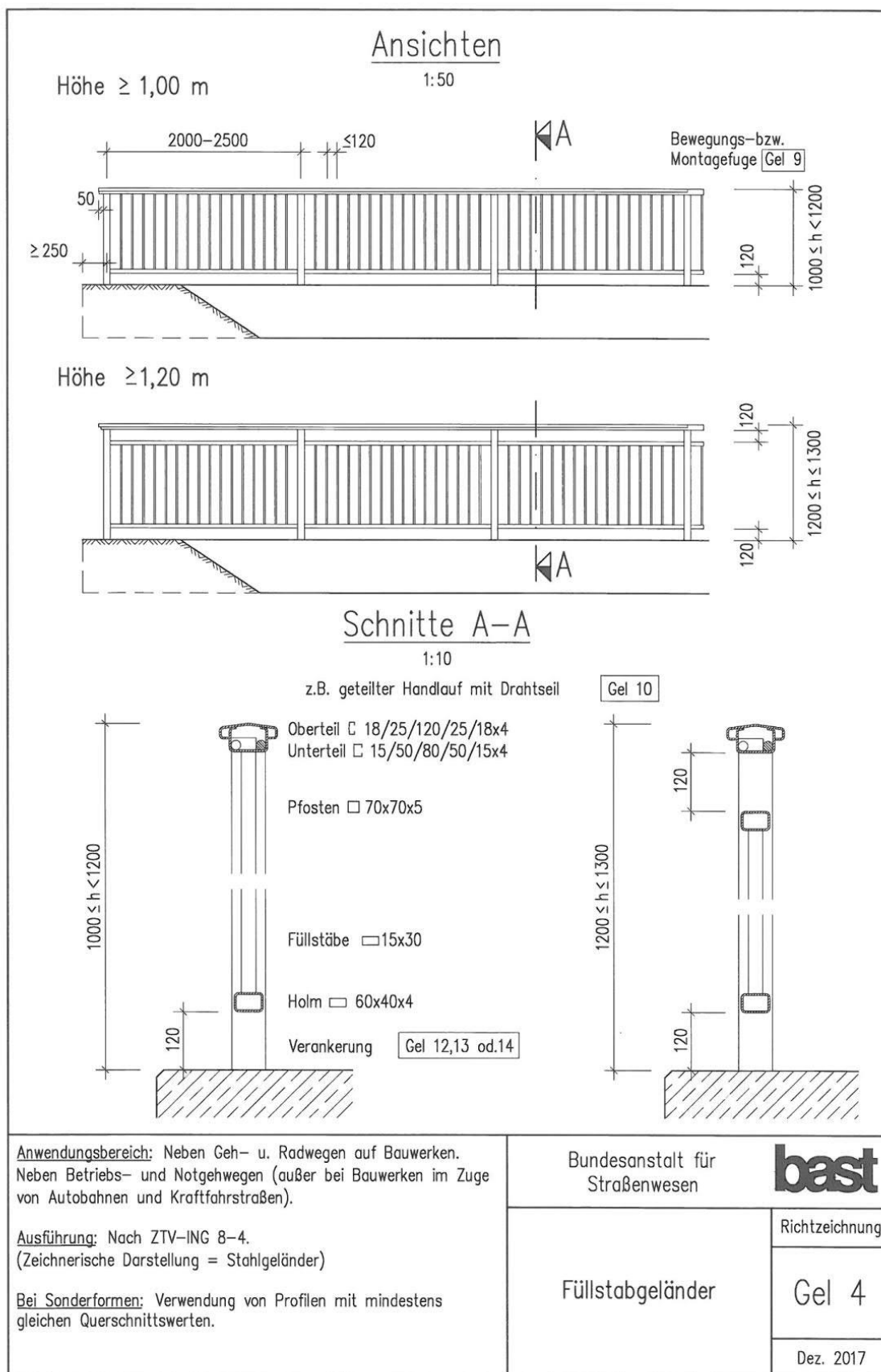
$$N_{\perp,Ed} = F_{1,\perp,Ed} = (6,50 \text{ kNm} / 0,07 \text{ m}) / 7 \text{ cm} = 13,27 \text{ kN/cm}$$

$$V_{\perp,Ed} = F_{2,\perp,Ed} = 6,25 \text{ kN} / 7 \text{ cm} = 0,89 \text{ kN/cm}$$

$$F_{w,Ed} = \sqrt{(13,27^2 + 0,89^2)} = \mathbf{13,30 \text{ kN/cm}}$$

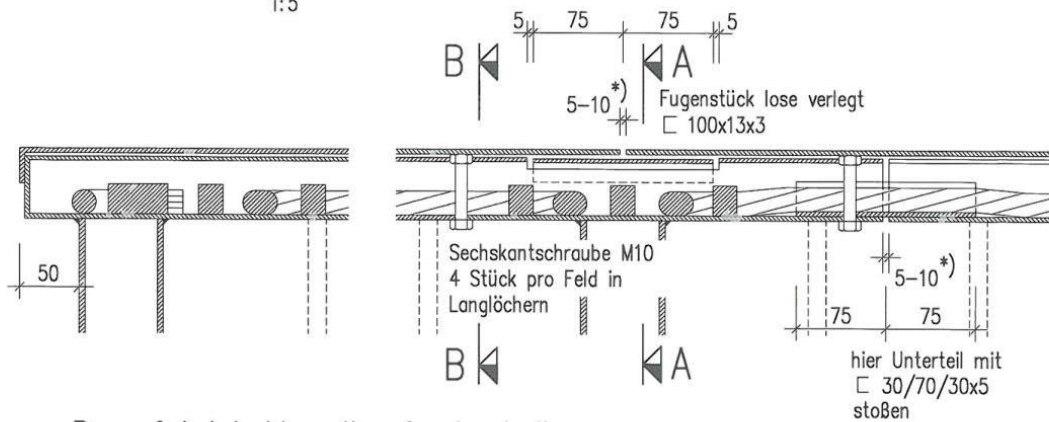
gewählte Schweißnaht: Kehlnaht, $a_w = 8$ mm, umlaufend ($F_{w,Rd} = 16,63 \text{ kN/cm}$)

8.3 Ausführung gem. RiZ-Ing



Längsschnitt Handlauf

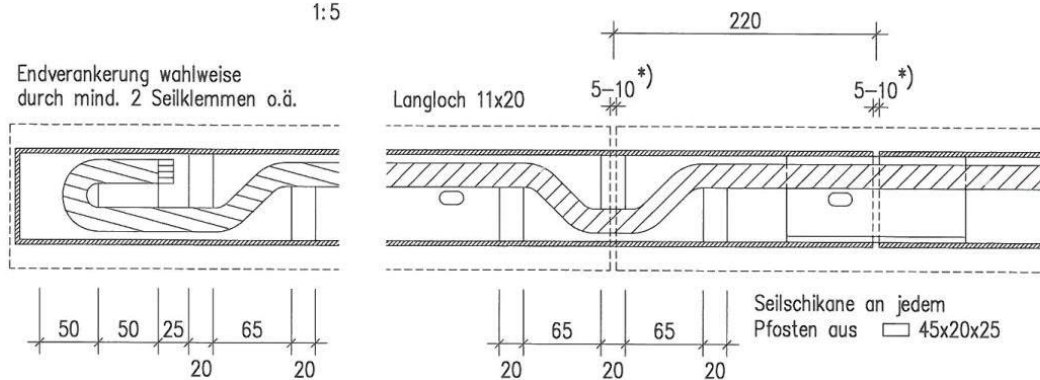
1:5



Draufsicht Handlaufunterteil

1:5

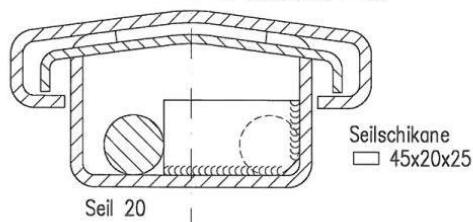
Endverankerung wahlweise durch mind. 2 Seilklemmen o.ä.



Schnitt A-A

1:2

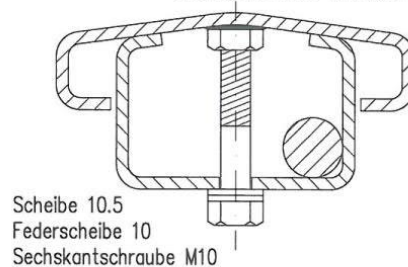
Fugenstück lose verlegt
□ 100x13x3, l=150



Schnitt B-B

1:2

Sechskantmutter M10 o.ä.



Anwendungsbereich: Bei Straßenbrücken und anderen Ingenieurbauwerken mit einer Länge von ≥ 20 m zwischen den Flügelen.

Ausführung: Nach ZTV-ING 8-4.
(Zeichnerische Darstellung = Stahlgeländer)

*) Bei Montagefugen: 5-10 mm
Bei Bewegungsfugen: 5-10 mm + Bewegungsmaß

Bei Bewegungsmaßen ≥ 20 mm **Gel 11** beachten.

Bundesanstalt für
Straßenwesen

bast

Richtzeichnung

Handlauf mit Drahtseil

Gel 10

Dez. 2009

Anlage 9

Ermittlung der kritischen Sohlschubspannungen

Anlage 9

Ermittlung der kritischen Sohlschubspannung

1. Ermittlung der kritischen Sohlschubspannung gemäß DIN 19661 – Teil 2

Ob es in einem Gewässer mit nichtbindigem Substrat (Kiese und Sande) zu Erosionsprozessen kommt, ist gemäß DIN 19661 – Teil 2 von der kritischen Sohlschubspannung des Sediments abhängig. Dabei wird zugrunde gelegt, dass das Sohlmaterial in seiner natürlichen Lagerung einer bestimmten kritischen Schubspannung τ_c widersteht. Wird diese kritische Schubspannung durch die Sohlschubspannung im Gewässer überschritten, setzt der Transportbeginn des Sohlmaterials ein und es treten Erosionsprozesse auf. Die kritische Schubspannung von nichtbindigem Sohlmaterial kann in Abhängigkeit des Korndurchmessers und der Schwebstoffführung anhand von Abb. 1.1 bestimmt werden.

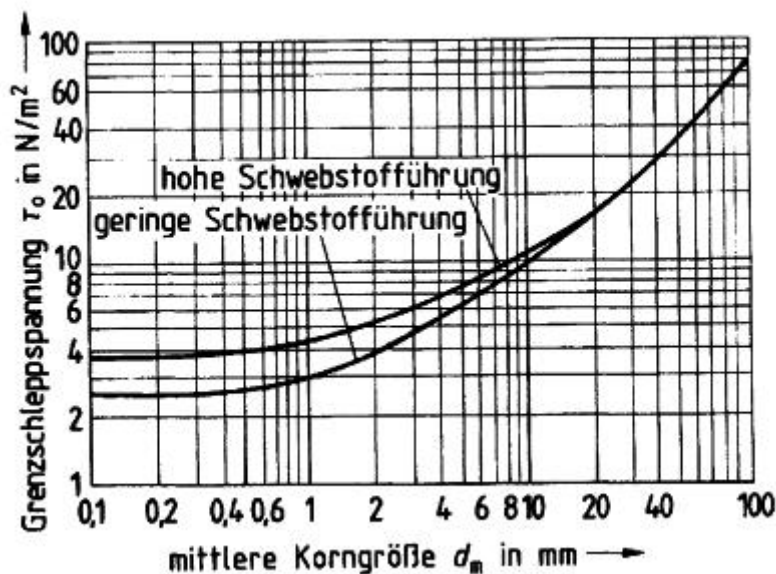


Abb. 1.1: Grenzscherpspannungen in Abhängigkeit des Korndurchmessers gem. DIN 19661 Teil 2

2. Ermittlung des maßgebenden Korndurchmessers

Zur Ermittlung der charakteristischen Korndurchmesser im Sohlsubstrat werden die Ergebnisse der an der Horne durchgeführten Rammkernsondierungen aufgegriffen (vergl. Heft 1 sowie Heft 4). Anhand der im Rahmen des Baugrundgutachtens – Heft 4 – erstellten Siebanalysen wurden die charakteristischen

Korndurchmesser der einzelnen Mischproben ermittelt. Die Proben weisen hohe Anteile an Sanden und Kiesen auf, was dem natürlichen Sediment der Horne als sandgeprägter Tieflandbach mit nichtbindigen Sedimenten entspricht. Dieses Material wird an der Horne als Substrat in die Sohle eingebracht. In untergeordneten Massenanteilen sind in den Proben auch bindige Schluffe zu finden (vergl. Heft 1 und Heft 4). Um aussagekräftige Informationen über die Sohlschubspannungen des nichtbindigen Materials treffen zu können, wurden die Massenanteile der Sande und kiesigen Sande ermittelt. Abb. 2.1 stellt exemplarisch anhand der Mischprobe LMP 3 die Massenanteile der Sande und Kiese im Vergleich zur Gesamtmischprobe dar.

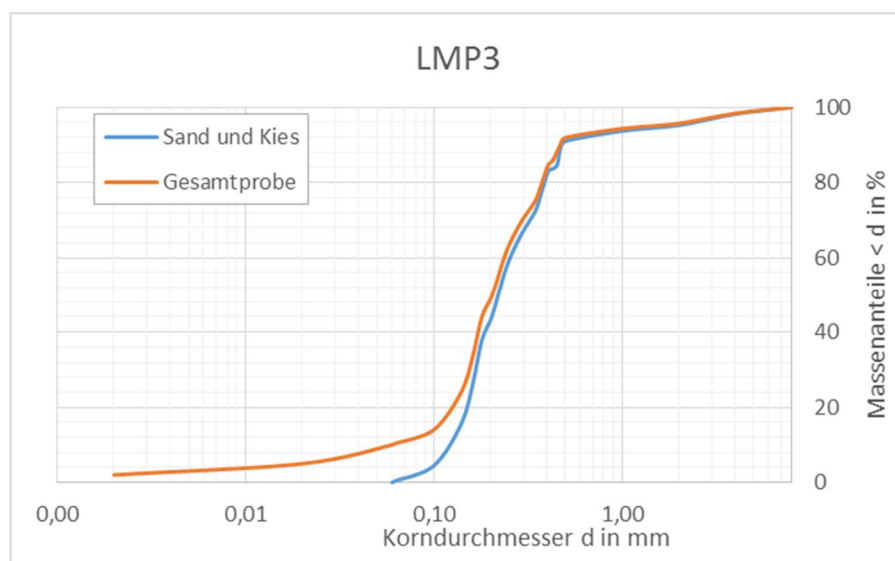


Abb. 2.1: Massenanteile der Sande und Kiese im Vergleich zur Gesamtprobe – exemplarisch an der Mischprobe LMP 3

Anhand der Massenverteilung der Sande und Kiese wurden für die jeweiligen Mischproben die maßgebenden Korndurchmesser d_m nach MEYER-PETER UND MÜLLER zu

$$d_m = \sum d_{m,i} * \Delta p_i$$

Ermittelt. Dabei bezeichnet $d_{m,i}$ den mittleren Korndurchmesser einer Fraktion i und Δp_i den zugehörigen Gewichtsanteil. Die Ergebnisse können Tab. 3.1 entnommen werden.

3. Ermittlung der kritischen Sohlschubspannung für die maßgebenden Korndurchmesser

Die zugehörige Sohlschubspannung der nicht bindigen Kornfraktionen wurde gemäß DIN 19661 – Teil 2 mittels Abb. 1.1 ausgewertet. Dabei wurden sowohl die minimale kritische Sohlschubspannung bei geringer Schwebstoffführung, als auch die maximale Sohlschubspannung bei hoher Schwebstoffführung der nicht-bindigen Kornfraktionen ermittelt. Bindige Bodenbestandteile treten nur in vernachlässigbar geringen Mengen in der Sohle auf und werden deshalb im Folgenden nicht erfasst. Erfahrungsgemäß weisen bindige Böden aufgrund ihrer kohäsiven Eigenschaften, größere kritische Sohlschubspannungen auf. Da für das hier betrachtete Sohlsubstrat nur die Sande und Kiese betrachtet wurden, ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse auf der sicheren Seite liegen. Tab. 3.1 zeigt die Ergebnisse der Korndurchmesserberechnung sowie der Bestimmung der kritischen Sohlschubspannung.

Tab. 3.1: Maßgebende Korndurchmesser mit den zugehörigen kritischen Sohlschubspannungen

Mischprobe	Maßgebende Korndurchmesser d_m [mm]	Kritische Sohlschubspannung τ_{crit} [N/m ²]
1	0,27	2,70 – 3,80
2	Keine Siebanalyse vorhanden	Keine Siebanalyse vorhanden
3	0,45	2,80 – 4,00
4	0,22	2,50 – 3,70
5	0,20	2,50 – 3,70
6	0,26	2,70 – 3,80
7	0,24	2,60 – 3,70
8	0,23	2,60 – 3,70
9	0,35	2,60 – 4,00
10	0,30	2,50 – 4,00
11	0,25	2,70 – 3,80
12	0,25	2,70 – 3,80