

1.1 Bericht zum Be- & Entwässerungs- sowie Höhenkonzept

Städtebaulicher Entwurf zum Bebauungsplan der Stadt Fulda Nr. 200

„Sportgelände Mackenrodtstraße“, Stadtteil Horas

Inhaltsverzeichnis

1	Gegenstand und Veranlassung	2
2	Örtliche Gegebenheiten und bestehende Verhältnisse	3
2.1	Bestandsleitungen und Bauwerke des Abwasserverbandes Fulda	6
2.2	Bestandsleitungen Papierfabrik Adolf Jass GmbH & Co. KG	9
2.3	Sonstige Bestandsleitungen	10
3	Geplante Maßnahme	11
4	Umverlegung Fließgewässer „Lehnerzgraben“	12
5	Höhenkonzept der einzelnen Sportplätze, Vereinsheim und Parkplatz	19
6	Entwässerungskonzept Sportplätze, Vereinsheim und Parkplatz	21
6.1	Quantitative Bewertung nach DWA-A 117/DWA-M 153	21
6.1.1	Gesamtgelände	22
6.1.2	Sportlerheim + A-Feld + C-Feld + Parkplätze	24
6.1.3	B-Feld	25
6.2	Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100	26
6.2.1	Gesamtgelände	27
6.2.2	Sportlerheim + A-Feld + C-Feld + Parkplätze	28
6.2.3	B-Feld	29
6.3	Qualitative Bewertung nach DWA-A 102-2	30
6.4	Herstellung Rückhaltevolumen	31
6.4.1	Sportlerheim, A- und C-Feld u. Parkplätze	31
6.4.2	B-Feld	34
6.5	Abflussdrosselung	35
6.6	Auswahl Behandlungsanlage	36
6.6.1	Vorschlag Behandlungsanlage Parkplatz	36
6.6.2	Vorschlag Behandlungsanlage Kunstrasenplatz (B-Feld)	38
6.7	Hinweise	41
7	Umverlegung Wasserleitung und Abwasserkanal der Fa. Jass	42
8	Bewässerung der Spielfelder	45
9	Zusammenfassung	47

1 Gegenstand und Veranlassung

Der Magistrat der Stadt Fulda beabsichtigt Baurecht für die Herstellung von mehreren Sportplätzen, einem PKW-Parkplatz und einem Vereinsheim für den FV Horas 1919 e.V. im Bereich der „Mackenrodtstraße“ in 36039 Fulda zu erlangen.

In der nachfolgenden Abbildung 1 ist die Lage des Planungsgebietes zu erkennen.

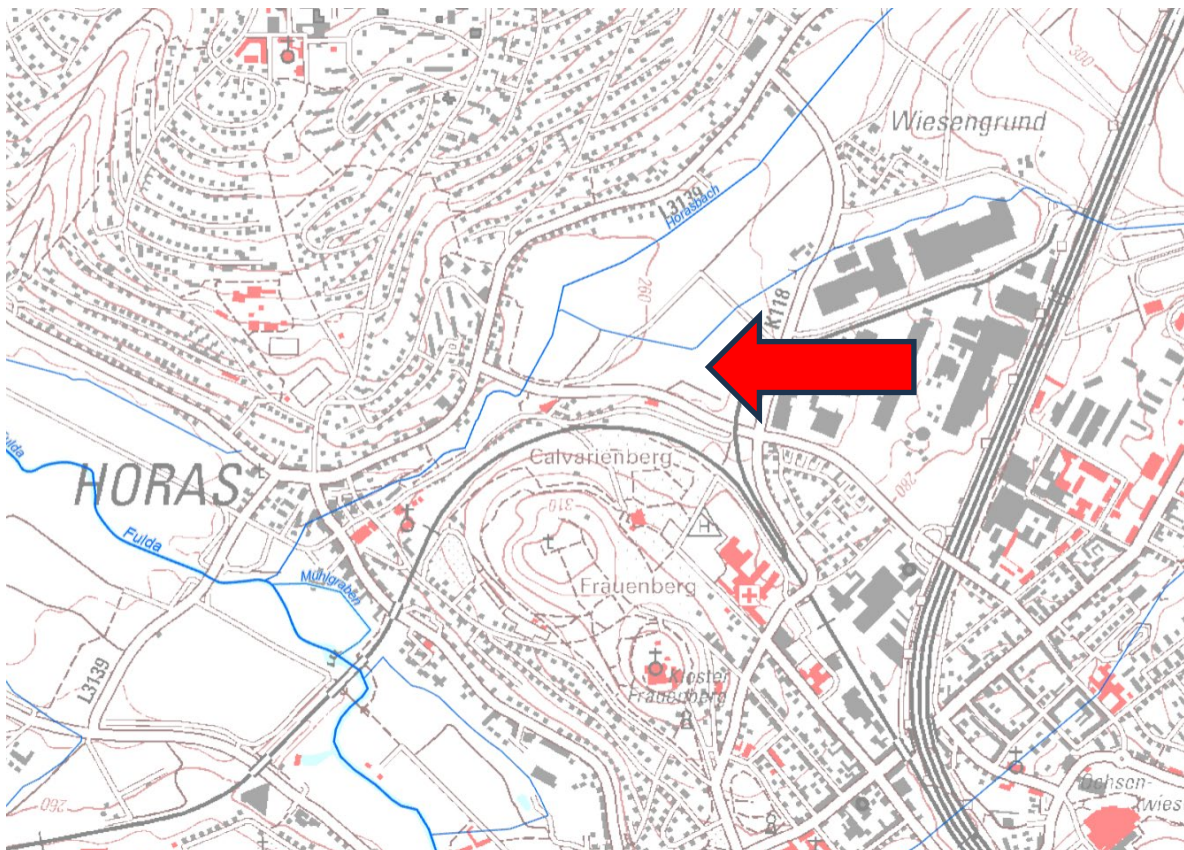


Abbildung 1: Übersichtskarte Planungsgebiet [Quelle: Land Hessen – Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG), WRRL-Viewer]

Im Vorfeld der Aufstellung des Bebauungsplans bzw. der Erlangung des Baurechts sollen auf Grundlage des städtebaulichen Entwurfs zum Bebauungsplan der Stadt Fulda, Nr. 200 „Sportgelände Mackenrodtstraße“ folgende Themen bearbeitet und Konzepte erstellt werden:

- Umverlegung Fließgewässer „Lehnerzgraben“ inkl. gewässerökologischer Gestaltung
- Erstellung Höhenkonzept der einzelnen Sportplätze, Vereinsheim und Parkplatz
- Entwässerungskonzept Sportplätze, Vereinsheim und Parkplatz
- Umverlegung Wasserleitung und Abwasserkanal der Papierfabrik Jass
- Vorschlag Endpunkte für die Bewässerung der Spielfelder

2 Örtliche Gegebenheiten und bestehende Verhältnisse

In der nachfolgenden Abbildung 2 ist ein Luftbild des Planungsgebietes zu erkennen. Das Planungsgebiet wird im Norden und Westen durch den vorhandenen Fuß- und Radweg, im Süden durch die „Mackenrodtstraße“ und im Osten durch die Flurstücke 4/2, Flur 4, Gemarkung Niesig und 1153/1, Flur 10, Gemarkung Fulda eingegrenzt.



Abbildung 2: Luftbild Planungsgebiet [Quelle: Land Hessen – Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG), WRRL-Viewer]

Mitten durch das Planungsgebiet verläuft von Nordosten in Richtung Südwesten das Fließgewässer „Lehnerzgraben“, ein Gewässer 3. Ordnung, welches dann in den „Horasbach“, ebenfalls ein Gewässer 3. Ordnung, mündet.

In den nachfolgenden Abbildungen sind Drohnenaufnahmen des Planungsgebietes dargestellt, in welchen das Fließgewässer „Lehnerzgraben“, der Fuß- und Radweg sowie die „Mackenrodtstraße“ besser zu erkennen sind.



Abbildung 3: Drohnenaufnahmen Westteil [Quelle: Büro für Landschafts- und Gewässerökologie Gabriele Ditter]

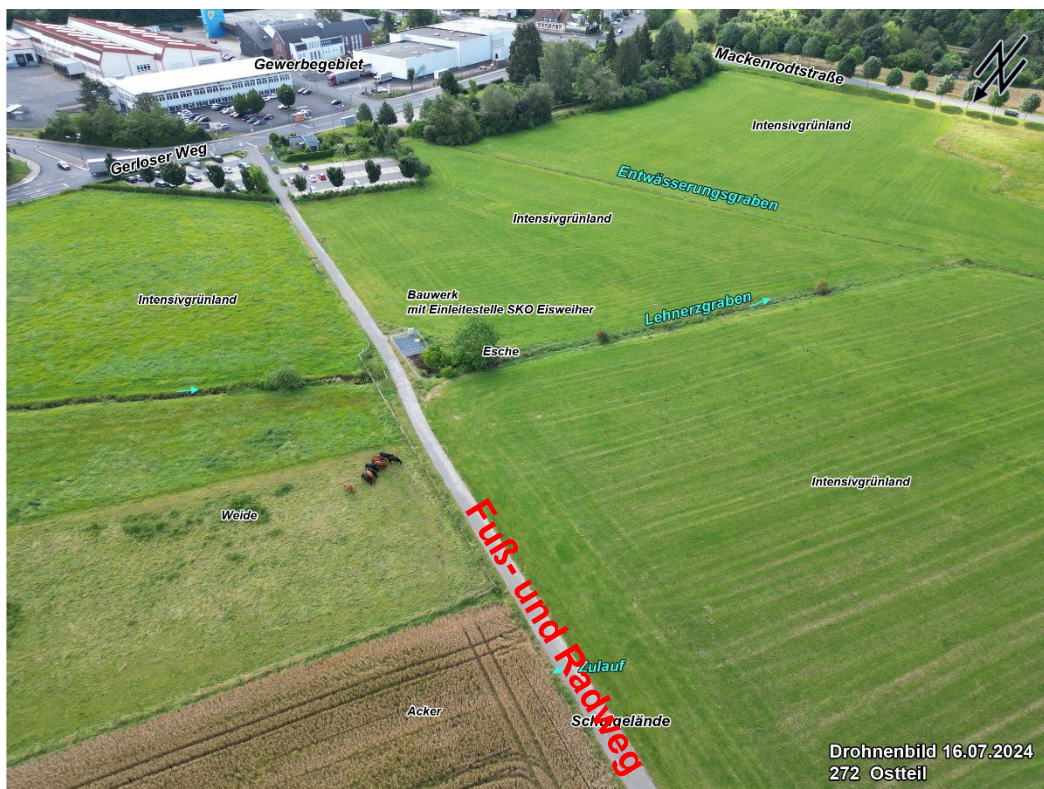


Abbildung 4: Drohnenaufnahmen Ostteil [Quelle: Büro für Landschafts- und Gewässerökologie Gabriele Ditter]

Aus der Richtung Osten vom „Gerloser Weg“ mündet aktuell eine Rohrleitung DN 400 in einen namenlosen Entwässerungsgraben, der im weiteren Verlauf in den „Lehnerzgraben“ mündet (siehe Abbildung 4 bis Abbildung 6). Die beiden Kanäle DN 200, die an den Kanal DN 400 angeschlossen sind, wurden am 18.10.2024 durch den Abwasserverband Fulda gereinigt und mit der großen Kanalkamera befahren. Nach Auskunft des Abwasserverbandes Fulda handelt es sich um Altkanäle, an welchen zwar keine Abläufe mehr angeschlossen sind, aber bei Regeneignissen geringe Mengen an Wasser führen.

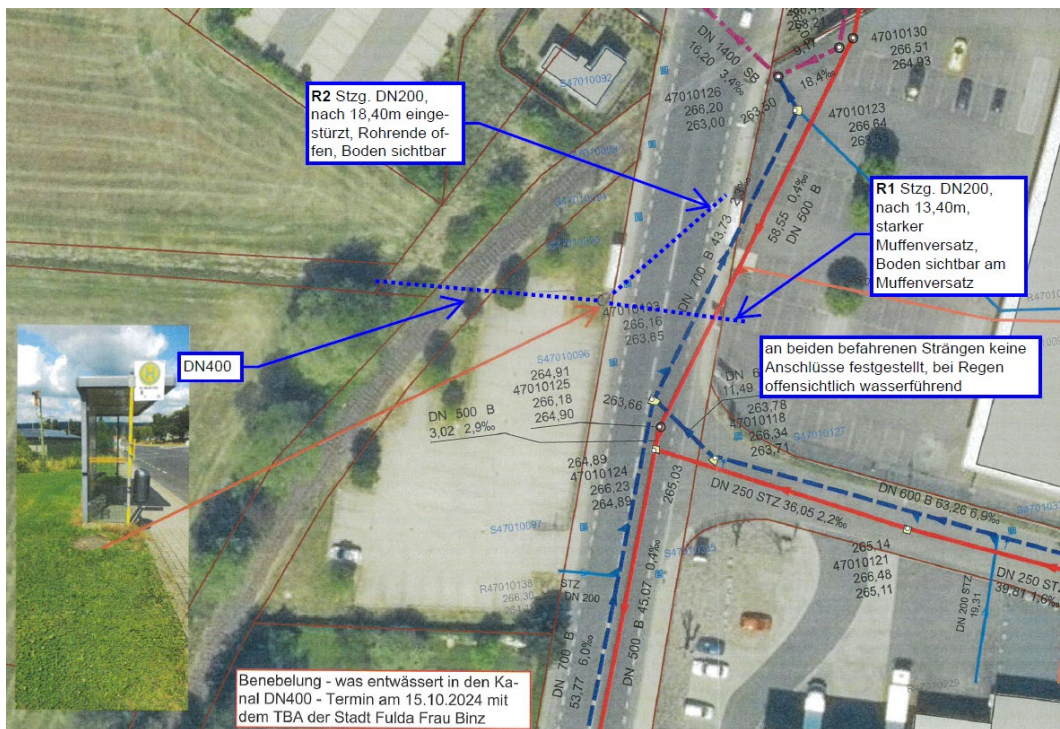


Abbildung 5: Einmündung Kanal DN 400 in Entwässerungsgraben



Abbildung 6: Verlauf des namenlosen Entwässerungsgrabens

Über das Bauwerk „BEI SKO Eisweiher“ resultiert nach den aktuell vorliegenden SMUSI-Berechnungsergebnissen eine Spitzenentlastung von ca. 4,6 m³/s in das Fließgewässer „Lehnerzgraben“. Die mittlere Entlastung liegt bei ca. 372 l/s.

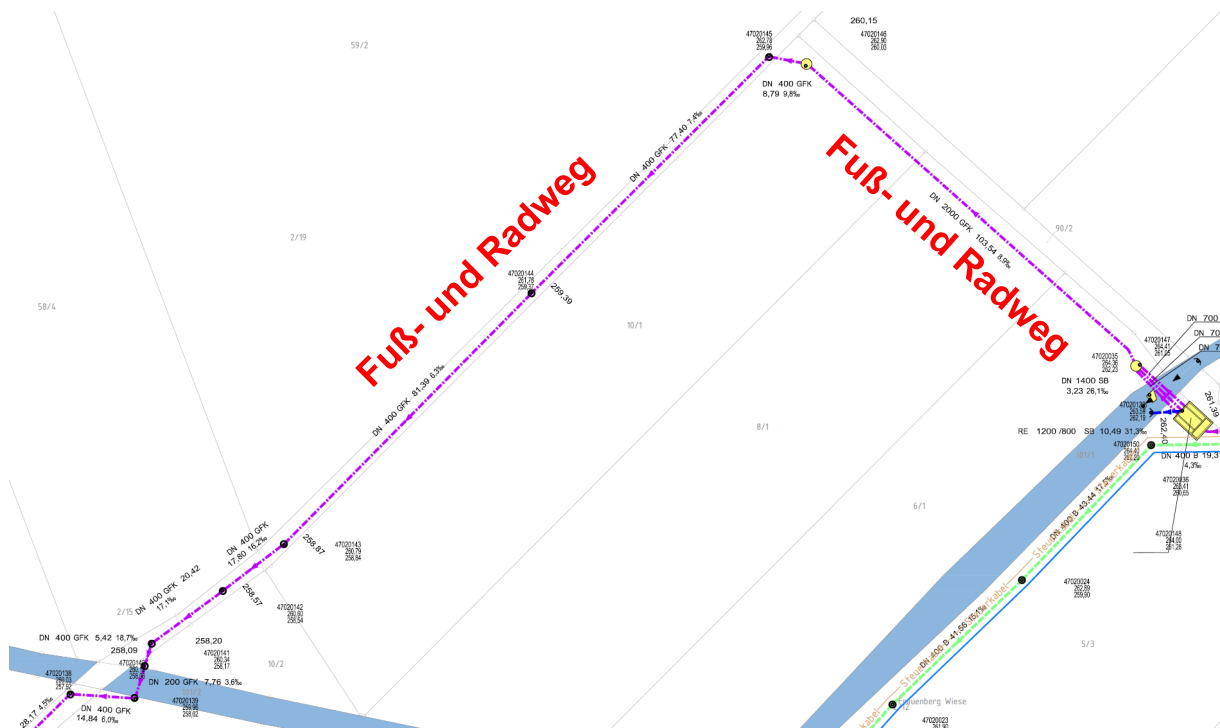


Abbildung 8: Verlauf Mischwasserkanäle des Abwasserverband Fulda (2)

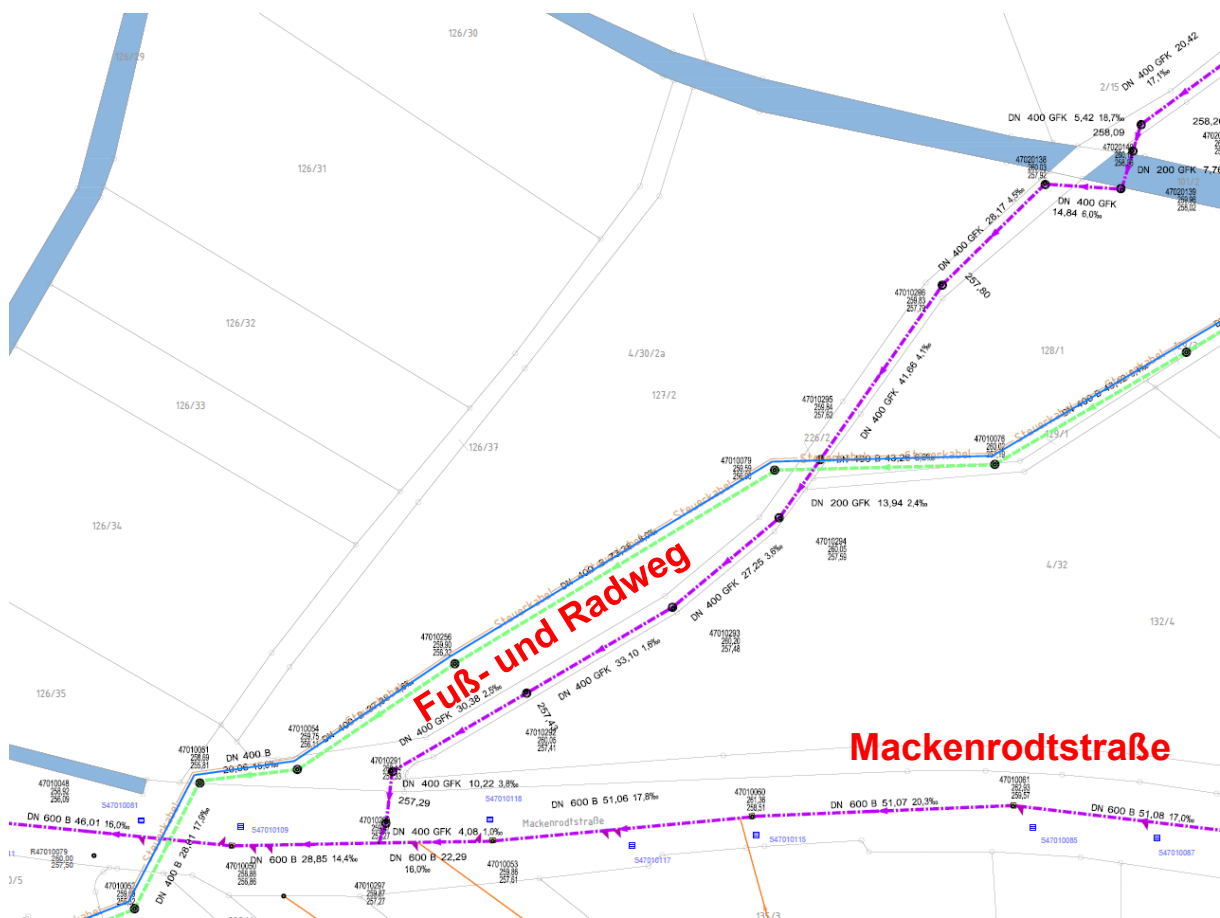


Abbildung 9: Verlauf Mischwasserkanäle des Abwasserverband Fulda (3)



Abbildung 10: Foto Bauwerk „BEI SKO Eisweiher“ des Abwasserverbandes Fulda



Abbildung 11: Ausmündung Entlastung „BEI SKO Eisweiher“ in „Lehnerzgraben“

2.2 Bestandsleitungen Papierfabrik Adolf Jass GmbH & Co. KG

Quer über das Planungsgelände bzw. auf einer größeren Teilstrecke parallel zum vorhandenen Verlauf des „Lehnerzgraben“ befinden sich folgende Ver- und Entsorgungsleitungen der Papierfabrik Adolf Jass GmbH & Co. KG:

- Entwässerungskanal DN 400 B
- Betriebswasserleitung DN 300 GGG
- Schutzrohr DN 100 PVC mit Steuerkabel

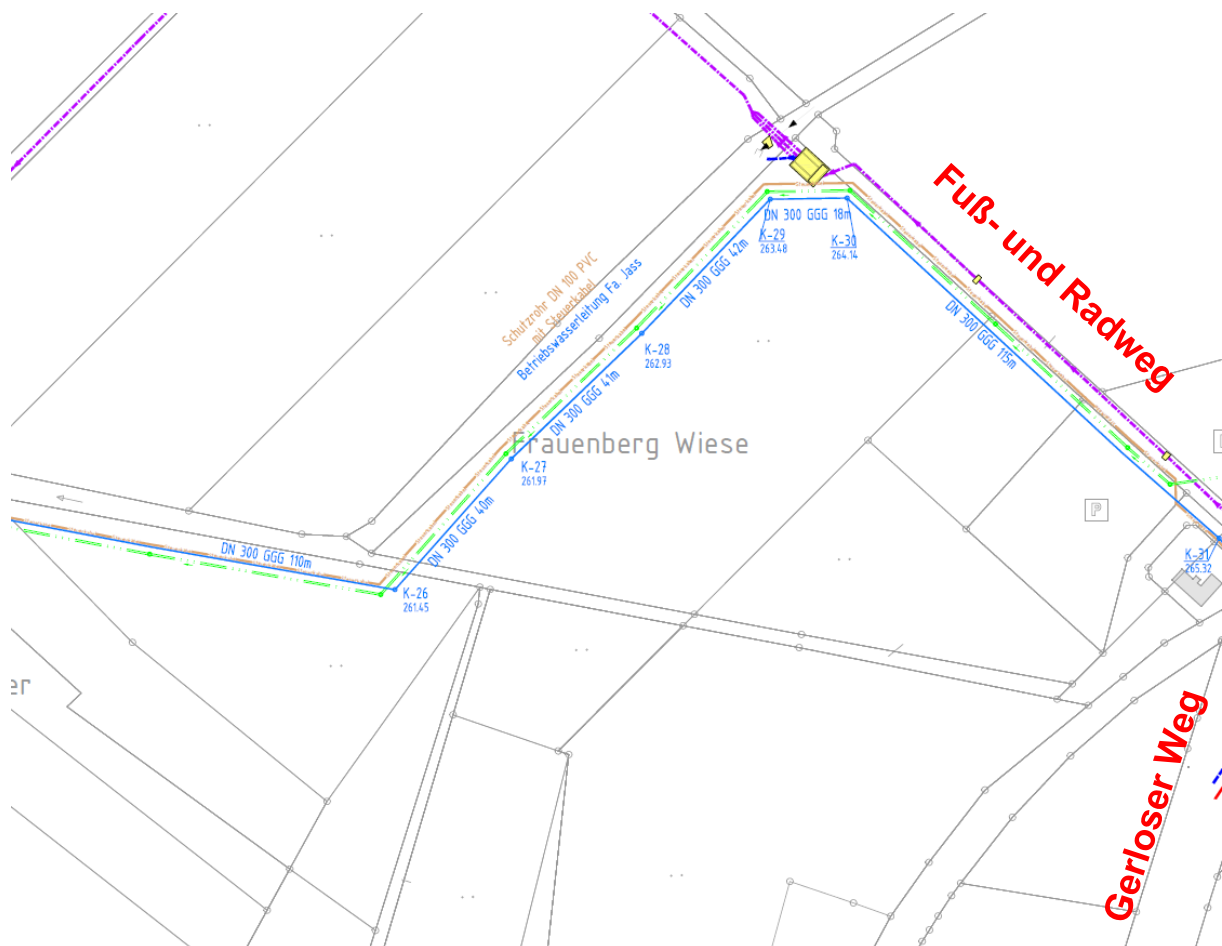


Abbildung 12: Verlauf Ver- und Entsorgungsleitungen der Papierfabrik Adolf Jass GmbH & Co. KG (1)

Nach Auskunft der Papierfabrik Adolf Jass GmbH & Co. KG wird über den vorhandenen Abwasserkanal DN 400 B eine konstante Abwassermenge von 240 m³/h, also 66,67 l/s abgeleitet.

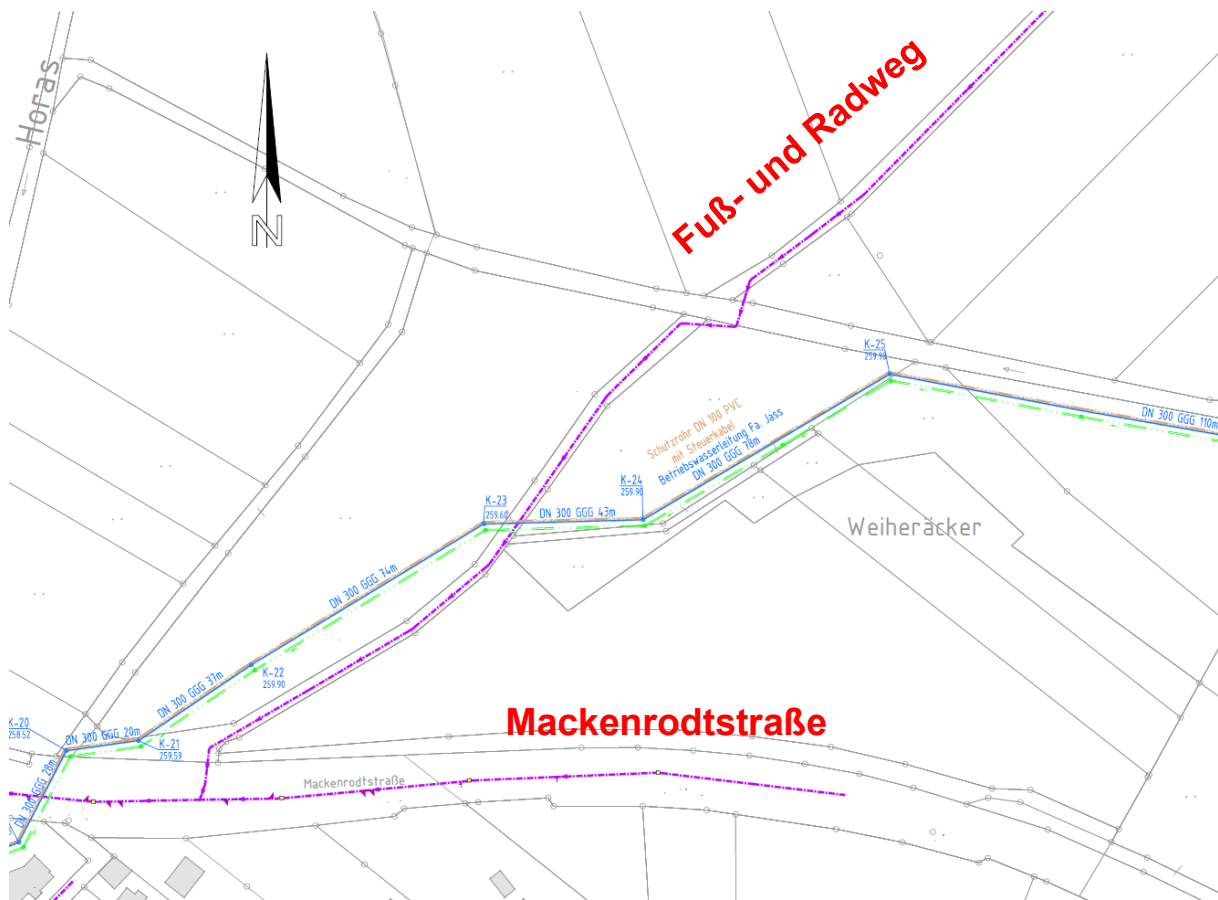


Abbildung 13: Verlauf Ver- und Entsorgungsleitungen der Papierfabrik Adolf Jass GmbH & Co. KG (2)

2.3 Sonstige Bestandsleitungen

Innerhalb des vorhandenen Fuß- und Radweges verläuft parallel zu den Abwasserkanälen des Abwasserverbandes Fulda eine Gasfernleitung und eine Stromleitung der OsthessenNetz GmbH.

Die Gasfernleitung wird von einem Steuer- und Fernmeldekabel begleitet, welches im gleichen Rohrgraben der Gasfernleitung liegt, und besitzt einen 6,00 m breiten Schutzstreifen (3,0 m links und rechts von der Rohrachse). Die Regeldeckung (Erdüberdeckung der Leitung) beträgt ca. 40 bis 90 cm. Niveauänderungen (Erdaufschüttung bzw. Erdabtrag) im Schutzstreifenbereich der Gasfernleitungen sind nicht gestattet.

3 Geplante Maßnahme

In der nachfolgenden Abbildung 14 ist ein Auszug des städtebaulichen Entwurfs zum Bebauungsplan der Stadt Fulda Nr. 200 „Sportgelände Mackenrodtstraße“ dargestellt.



Abbildung 14: Auszug des städtebaulichen Entwurfs zum Bebauungsplan der Stadt Fulda Nr. 200 „Sportgelände Mackenrodtstraße“ [Quelle: Stadtplanungsamt Stadt Fulda]

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die konzeptionellen Planungen der nachfolgend aufgelisteten Themenkomplexe behandelt:

- Umverlegung Fließgewässer „Lehnerzgraben“ inkl. gewässerökologischer Gestaltung
- Erstellung Höhenkonzept der einzelnen Sportplätze, Vereinsheim und Parkplatz
- Entwässerungskonzept der einzelnen Sportplätze, Vereinsheim und Parkplatz
- Umverlegung Wasserleitung und Abwasserkanal der Papierfabrik Jass
- Vorschlag Endpunkte für die Bewässerung der Spielfelder

4 Umverlegung Fließgewässer „Lehnerzgraben“

Wie in der nachfolgenden Abbildung 15 zu erkennen ist, verläuft das Fließgewässer „Lehnerzgraben“ im aktuellen Zustand über eins von den drei geplanten Sportfeldern (hier: B-Feld).

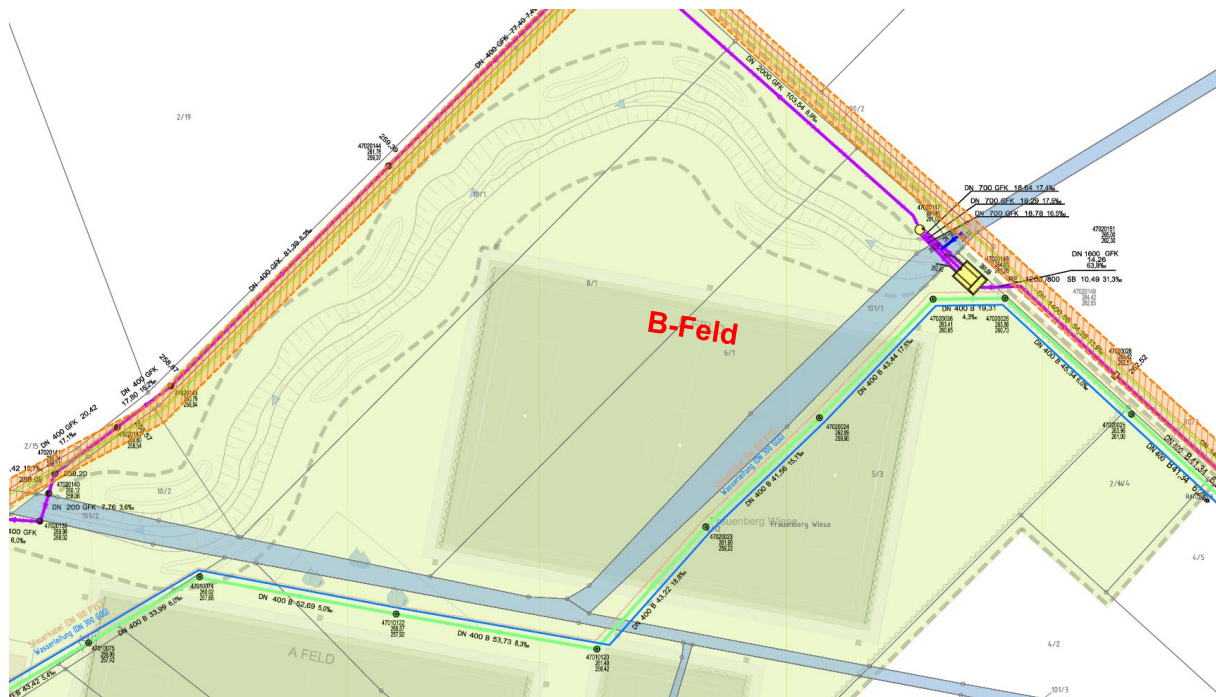


Abbildung 15: Kollision aktueller Verlauf "Lehnerzgraben" und Planung B-Feld

Aus diesem Grund soll das Fließgewässer „Lehnerzgraben“ in Richtung Norden oberhalb des geplanten B-Feldes verlegt werden. Neben einem geschwungenen bzw. leicht mäandrierenden Verlauf soll der neue Gewässerlauf folgende Eigenschaften besitzen:

- Wechselnde Böschungsneigungen
- Variierende Sohlbreiten
- Gewässerrandstreifen zwischen 5 und 10 m
- Elemente zur Erhöhung der Struktur- und Artendiversität

In den nachfolgenden Abbildungen ist der vorgeschlagene zukünftige Verlauf des „Lehnerzgraben“ in Teilabschnitten dargestellt.

Eine Übersicht der Gesamtmaßnahme ist in Abbildung 20 zu erkennen.

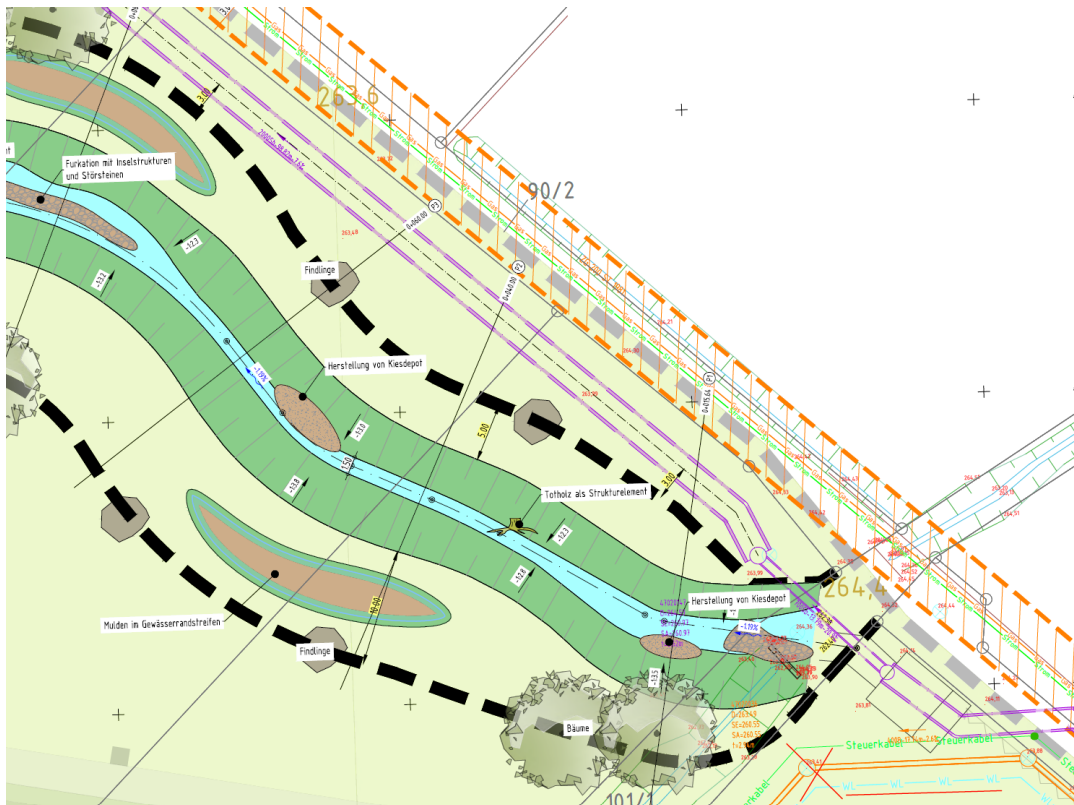


Abbildung 16: Darstellung Umverlegung „Lehnerzgraben“ (1)

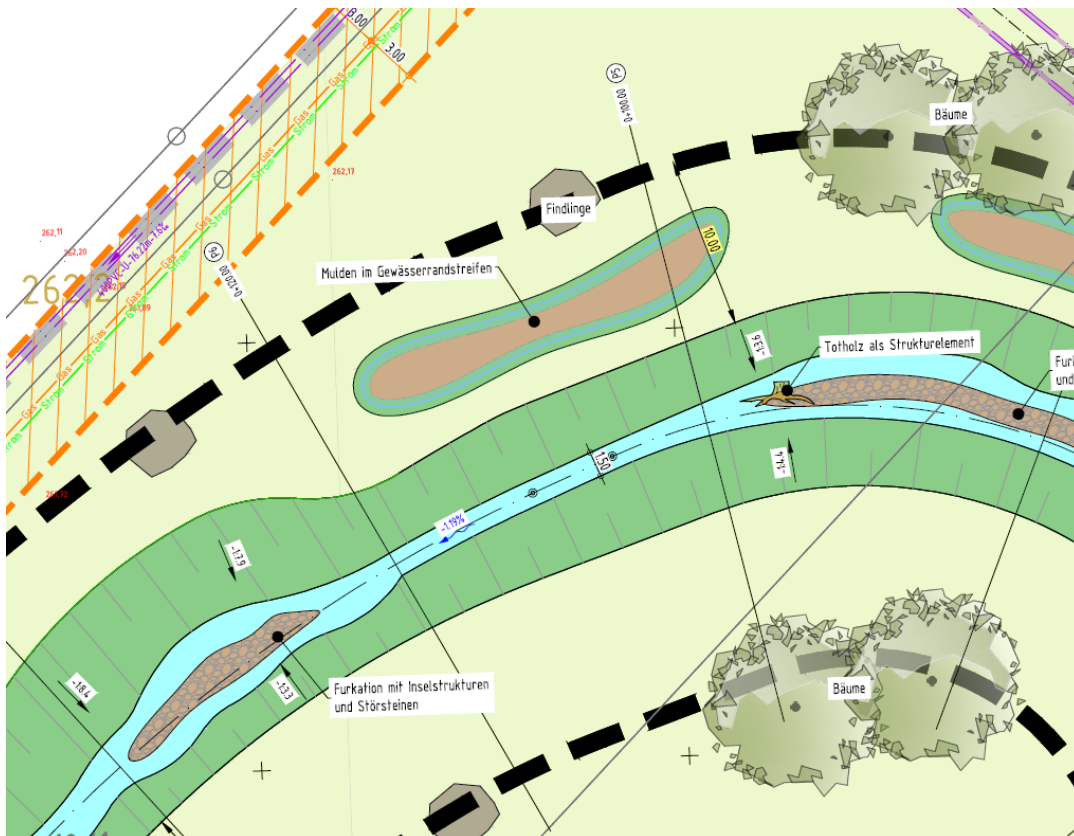


Abbildung 17: Darstellung Umverlegung „Lehnerzgraben“ (2)

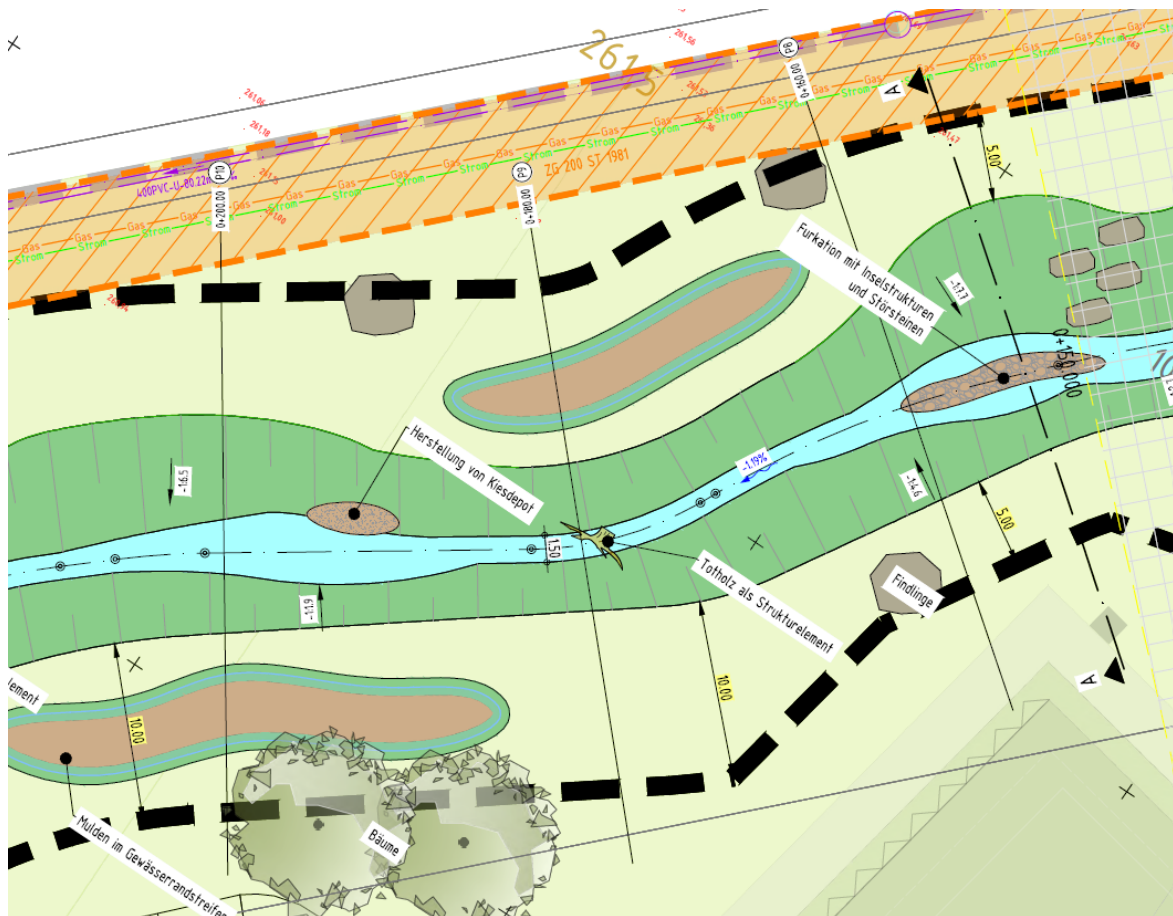


Abbildung 18: Darstellung Umverlegung „Lehnerzgraben“ (3)

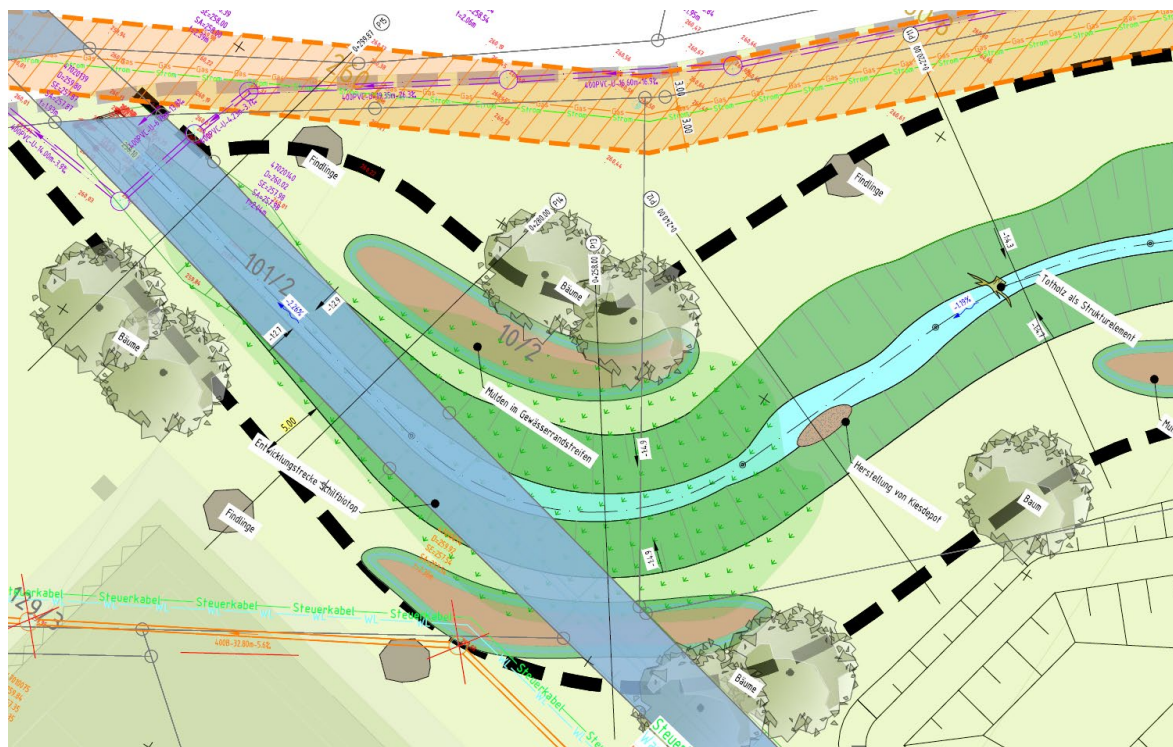


Abbildung 19: Darstellung Umverlegung „Lehnerzgraben“ (4)



Abbildung 20: Übersicht Umverlegung "Lehnerzgraben"

Die Sohlbreite des neuen Fließgerinnes beträgt mindestens 1,50 m, die Böschungsneigungen variieren zwischen minimal ca. 1:2 und maximal ca. 1:8 und das Längsgefälle des neuen Gewässerlaufs beträgt ca. 1,19 bzw. 2,55 %.

Innerhalb des geplanten Gewässerlaufs sind mehrere Furkationen mit Inselstrukturen und Störsteinen vorgesehen. Hauptziel dieser Furkationen ist die Schaffung von strömungsberuhigten Wasserflächen bei Normal- bis Niedrigwasser, aber auch eine starke Durchströmung bei Hochwasser. Dabei ist eine Umwälzung der Grabensohle durchaus gewünscht.

Zur Erhöhung der Struktur- und Artendiversität ist die Einbringung von Totholz, Baumstubben, Kiesdepots und Mulden innerhalb des Gewässerrandstreifens vorgesehen.

Auf der Seite der geplanten Sportplätze ist die Anlegung eines durchgehenden 10 m breiten Gewässerrandstreifens vorgesehen. Lediglich in den unmittelbar angrenzenden Gehwegbereichen des A- und B-Feldes wird auf einer kurzen Strecke der Gewässerrandstreifen auf 5,00 m verschmälert (siehe Abbildung 21 & Abbildung 22).

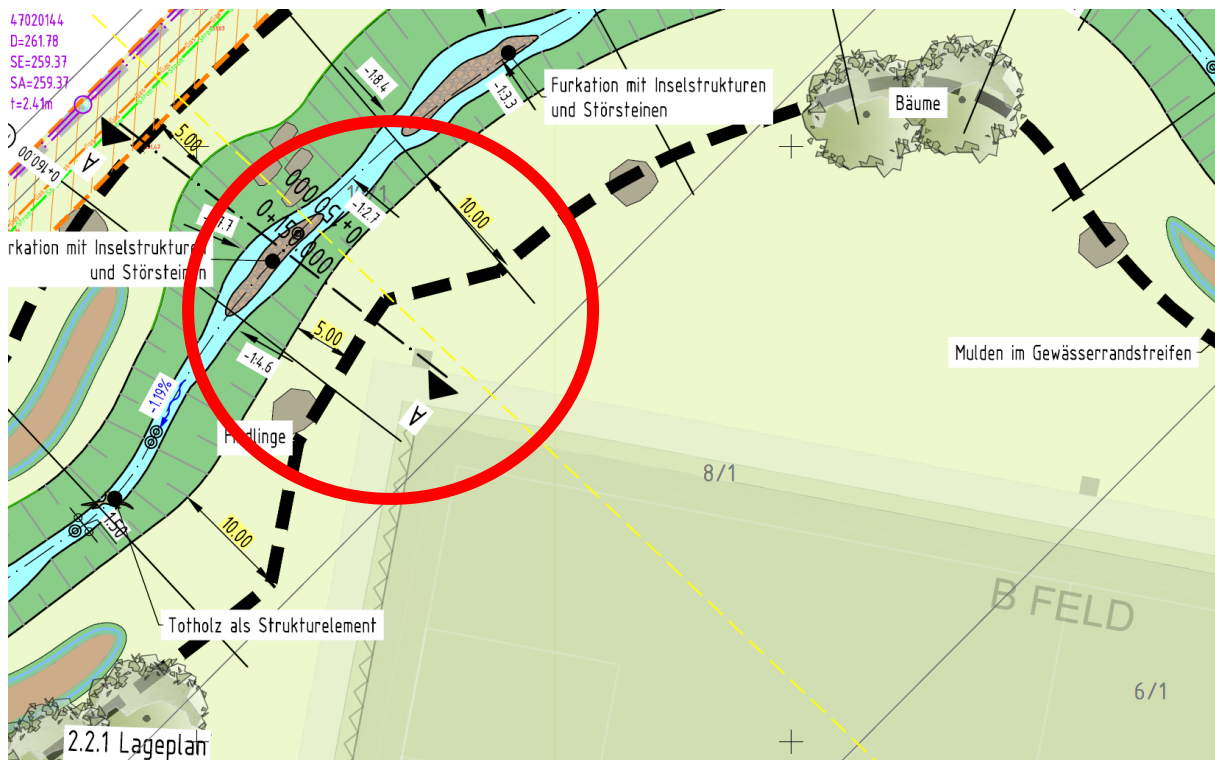


Abbildung 21: Gewässerrandstreifen im Bereich des B-Feldes

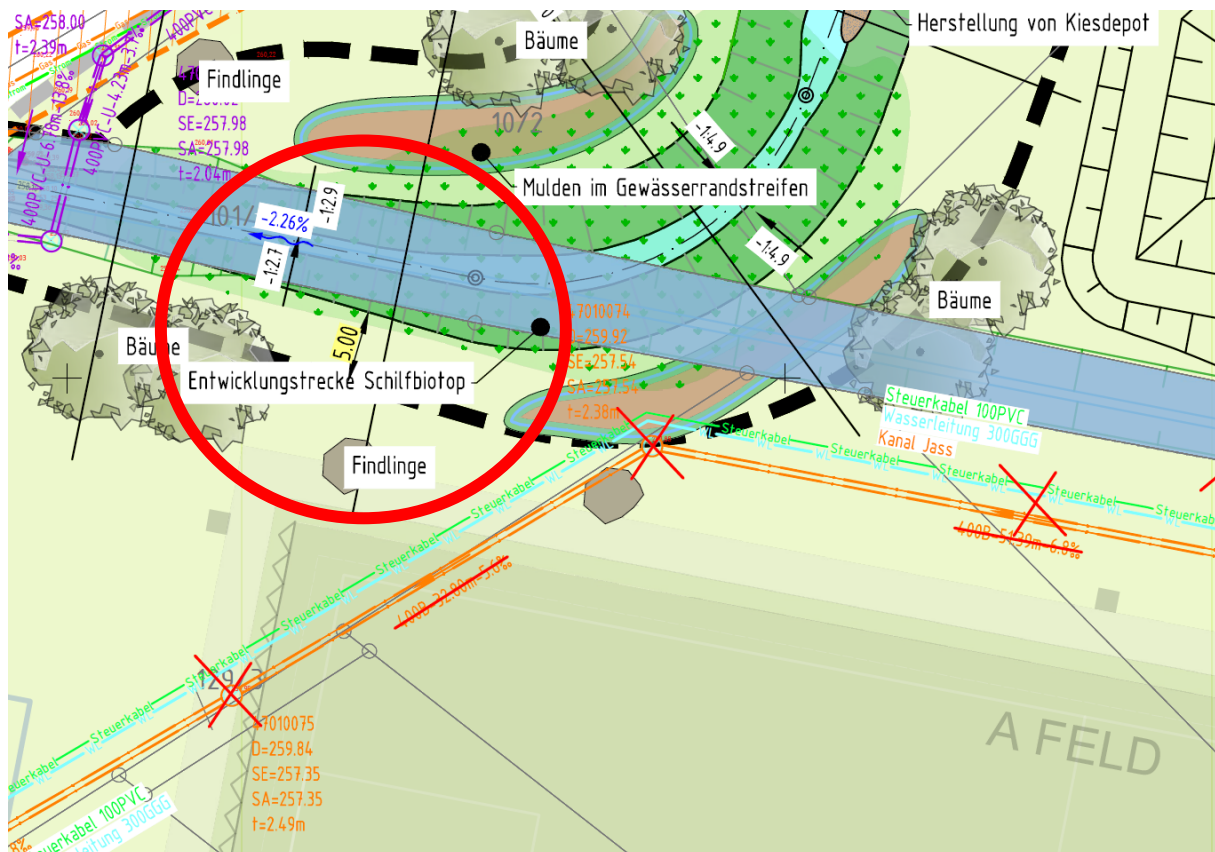


Abbildung 22: Gewässerrandstreifen im Bereich des A-Feldes

Auf der Seite des vorhandenen Rad- und Radweges reicht der Gewässerrandstreifen einerseits bis an den Schutzstreifen der dort verlaufenden Gashochdruckleitung und andererseits wird dieser so ausgelegt, dass ein Abstand von 3,00 m zur Rohrachse des innerhalb des Fuß- und Radweges verlaufenden Mischwasserkanals DN 2000 des Abwasserverbandes Fulda entsteht (siehe Abbildung 23).

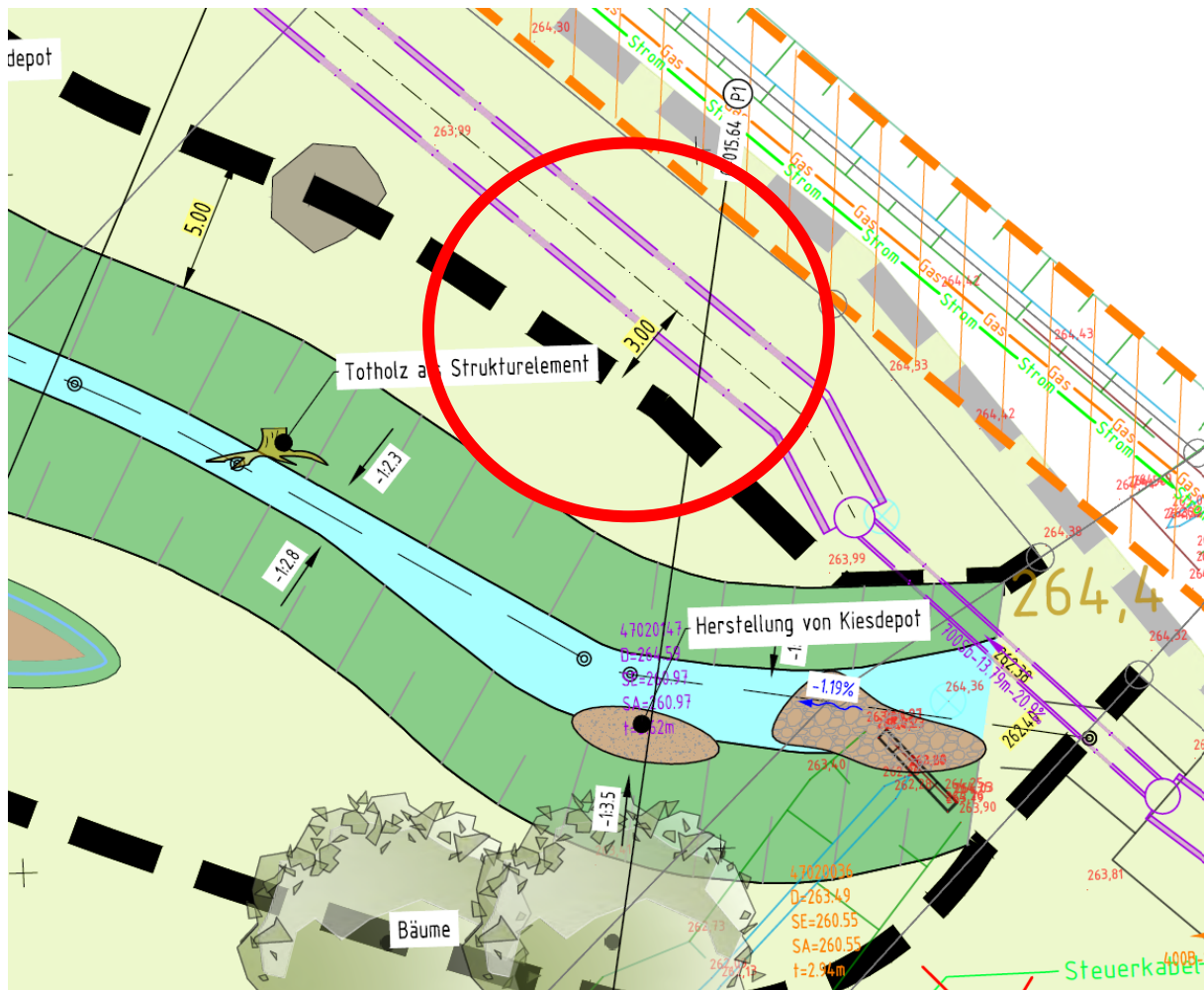


Abbildung 23: Abstand Gewässerrandstreifen zu Abwasserkanal DN 2000 des Abwasserverbandes Fulda

Das Abflussvermögen der geplanten Gewässerprofile liegt nach einer überschlägigen Ermittlung zwischen rd. 6 und 17 m³/s. Die Ableitung der Spitzenentlastungswassermenge von ca. 4,6 m³/s bzw. der mittleren Entlastungswassermenge von ca. 372 l/s des „BEI SKO Eisweiher“ ist somit problemlos möglich.

Der Bodenabtrag (Vergleich Planungsgelände zu Urgelände) der aktuell dargestellten Variante der Umverlegung des „Lehnerzgraben“ beträgt rd. 2.000 m³.

Die Anbindung an den Bestand des Gewässers erfolgt sowohl im Norden als auch im Westen an den aktuell vorhandenen Durchlässen innerhalb des Fuß- und Radweges.

Planunterlagen zu den textlichen Beschreibungen sind den Anlagen 2.1 bis 2.4 zu entnehmen.

Detaillierte Erläuterungen zu der gewässerökologischen Gestaltungskonzeption und Pflegemaßnahmen sind in den Unterlagen des Büros für Landschafts- und Gewässerökologie Gabriele Ditter zu finden (siehe Kapitel 1.2).

5 Höhenkonzept der einzelnen Sportplätze, Vereinsheim und Parkplatz

Auf Grundlage des frei verfügbaren digitalen Geländemodells (DGM1 = Gitterweite 1,00 m) wurden drei Varianten der Höhenplanung zwischen Sportplätzen, Vereinsheim und Parkplatz erstellt.

In den nachfolgenden Tabellen sind die jeweiligen vorgesehenen Höhen der Varianten aufgelistet. Bei allen drei Varianten liegt das B-Feld auf einer Höhe von 263,50 müNN. Die Höhenlagen des A- bzw. C-Feldes variieren zwischen 261,00 und 262,00 müNN bzw. 262,00 und 263,50 müNN. Die Fußbodenoberkante des Erdgeschosses des vorgesehenen Vereinsheims- bzw. -gebäudes entspricht in den einzelnen Varianten jeweils der geplanten Höhe des A-Feldes. Die Höhe des Parkplatzes variiert um 50 cm zwischen 261,00 und 261,50 müNN. Die „Mackenrodtstraße“ liegt im Bereich der Anbindung des geplanten Parkplatzes auf ca. 261,40 müNN.

	Höhe A-Feld	Höhe B-Feld	Höhe C-Feld	Höhe Gebäude	Höhe Parkplatz
	[müNN]	[müNN]	[müNN]	[müNN]	[müNN]
Variante 1	261,00	263,50	263,50	261,00	261,00

	Höhe A-Feld	Höhe B-Feld	Höhe C-Feld	Höhe Gebäude	Höhe Parkplatz
	[müNN]	[müNN]	[müNN]	[müNN]	[müNN]
Variante 2	261,00	263,50	262,00	261,00	261,00

	Höhe A-Feld	Höhe B-Feld	Höhe C-Feld	Höhe Gebäude	Höhe Parkplatz
	[müNN]	[müNN]	[müNN]	[müNN]	[müNN]
Variante 3	262,00	263,50	263,00	262,00	261,50

In der nachfolgenden Tabelle sind die auf Grundlage des Höhenkonzeptes ermittelten Auf- und Abtragsmassen der einzelnen Varianten dargestellt.

	Abtrag	Auftrag	Differenz
	[m³]	[m³]	[m³]
Variante 1	13.700	22.000	8.300
Variante 2	15.600	18.600	3.000
Variante 3	6.800	28.000	21.200

Bei allen drei Varianten müssen zusätzliche Erdmassen angeliefert werden. Je nach Qualität des abgetragenen Bodens ist eine Entsorgung der Erdmassen somit nicht bzw. nur in vergleichsweise geringen Mengen notwendig.

Im Vergleich zwischen den Varianten 1 und 2 wird ersichtlich, dass nur durch eine Höhenänderung des C-Feldes um 1,50 m eine Änderung der Massenbilanz von $8.300 \text{ m}^3 - 3.000 \text{ m}^3 = 5.300 \text{ m}^3$ resultiert.

Bei Variante 3 müssen ca. 6.800 m^3 ab- und ca. 28.000 m^3 aufgetragen werden und es resultiert somit eine Massendifferenz von 21.200 m^3 .

In der nachfolgenden Tabelle ist die ungefähre Steigung der entstehenden Böschungen zwischen den drei Spielfeldern bei den einzelnen Varianten dargestellt:

Variante 1	Höhenunterschied [m]			Steigung [%]		
	A-Feld	B-Feld	C-Feld	A-Feld	B-Feld	C-Feld
A-Feld		2,50	2,50		11%	21%
B-Feld	2,50		0,00	11%		0%
C-Feld	2,50	0,00		21%	0%	

Variante 2	Höhenunterschied [m]			Steigung [%]		
	A-Feld	B-Feld	C-Feld	A-Feld	B-Feld	C-Feld
A-Feld		2,50	1,00		11%	8%
B-Feld	2,50		1,50	11%		13%
C-Feld	1,00	1,50		8%	13%	

Variante 3	Höhenunterschied [m]			Steigung [%]		
	A-Feld	B-Feld	C-Feld	A-Feld	B-Feld	C-Feld
A-Feld		1,50	1,00		7%	8%
B-Feld	1,50		0,50	7%		4%
C-Feld	1,00	0,50		8%	4%	

Es wird ersichtlich, dass durch den enormen Auftrag von Erdmassen bei Variante 3 deutlich flachere Böschungen zwischen den einzelnen Sportplätzen entstehen.

6 Entwässerungskonzept Sportplätze, Vereinsheim und Parkplatz

Nach Rücksprache mit Frau Damm von der Oberen Wasserbehörde des Regierungspräsidiums Kassel am 16.10.2024 sollen alle auf den vorgesehenen befestigten Flächen anfallenden Niederschlagswassermengen gesammelt und auf den natürlichen Gebietsabfluss gedrosselt in das angrenzend verlaufende Fließgewässer „Lehnerzgraben“ abgeleitet werden. Zudem ist anhand des DWA-Arbeitsblattes 102 eine qualitative Bewertung der abzuleitenden Niederschlagswasser durchzuführen.

6.1 Quantitative Bewertung nach DWA-A 117/DWA-M 153

Die auf den vorgesehenen abflusswirksamen/befestigten Flächen anfallenden Niederschlagswassermengen sollen zukünftig in das Fließgewässer „Lehnerzgraben“ abgeleitet werden.

Zunächst wird nach Kapitel 6.1 „Bagatellgrenzen“ des DWA-Merkblattes 153 überprüft, ob auf die Schaffung von Rückhalteräumen verzichtet werden kann. Die Bagatellgrenzen sind eingehalten, wenn mindestens eine der drei folgenden Bedingungen eingehalten ist:

D: es wird in einen Teich oder einen See mit einer Oberfläche von mindestens 20 % der undurchlässigen Fläche oder in einen Fluss entsprechend Abschnitt 5.1 eingeleitet

→ **nicht eingehalten!**

E: die undurchlässigen Flächen betragen innerhalb eines Gewässerabschnittes von 1.000 m Länge insgesamt nicht mehr als 0,5 ha (5.000 m²),

→ **nicht eingehalten!**

F: das erforderliche Gesamtspeichervolumen nach Abschnitt 6.3.4 ist kleiner als 10 m³.

→ **muss überprüft werden**

Nach Rücksprache mit Frau Damm von der Oberen Wasserbehörde des Regierungspräsidiums Kassel soll anhand eines 2-jährlichen Regenereignisses und einer Abflusssdrosselung auf den natürlichen Gebietsabfluss von 3 l/s*ha nach DWA-Arbeitsblatt 117 überprüft werden, ob für die Einleitung des auf den befestigten Flächen anfallenden Niederschlagswassers ein Rückhaltevolumen und somit eine gedrosselte Ableitung überhaupt notwendig ist.

Es gilt das KOSTRA-DWD-2020 Rasterfeld Fulda (S139, Z150) bei einem Zuschlagsfaktor f_z von 1,15. Der Abminderungsfaktor f_A wird mit 1 angesetzt.

Das spezifische Rückhaltevolumen wird mit der nachfolgenden Gleichung berechnet:

$$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{Dr,r,u}) * D * f_z * f_A * f_{dim}$$

$V_{s,u}$ = Spezifisches Speichervolumen, bezogen auf A_u in m^3/ha

$r_{D,n}$ = Regenspende der Dauerstufe D und der Häufigkeit n in $l/(s*ha)$

$q_{Dr,R,u}$ = Regenanteil der Drosselabflussspende, bezogen auf A_u in $l/(s*ha)$

D = Dauerstufe in min

f_z = Zuschlagsfaktor (–) nach Tabelle 2 → hier: 1,15

f_A = Abminderungsfaktor (–) in Abhängigkeit von ff , $q_{Dr,r,u}$ und n nach Bild 3 bzw. nach Anhang B

f_{dim} = 0,06 Dimensionsfaktor zur Umrechnung von l/s in m^3/min

6.1.1 Gesamtgelände

Flächenart	A [m²]	A [ha]	Psi,m [-]	Au [m²]	Au [ha]
Dachfläche Vereinsheim	350,00	0,04	0,90	315,00	0,03
Terrasse Vereinsheim	420,00	0,04	0,90	378,00	0,04
Kiosk Vereinsheim	12,00	0,00	0,90	10,80	0,00
Naturrasenplatz (A-Feld)	8.925,00	0,89	0,10	892,50	0,09
Gehweg (A-Feld)	1.200,00	0,12	0,90	1.080,00	0,11
Tribünen (A-Feld)	685,00	0,07	0,90	616,50	0,06
Kunstrasenplatz (B-Feld)	8.925,00	0,89	0,50	4.462,50	0,45
Gehweg (B-Feld)	1.200,00	0,12	0,90	1.080,00	0,11
Kunstrasenplatz (C-Feld)	2.365,00	0,24	0,50	1.182,50	0,12
Gehweg (C-Feld)	650,00	0,07	0,90	585,00	0,06
Parkplätze	2.450,00	0,25	0,90	2.205,00	0,22
Gesamt	27.182,00	2,72		12.807,80	1,28

Ermittlung maximaler Drosselabfluss:

$$A_U = 12.807,80 \text{ m}^2$$

$$A_{E,k} = 27.182,00 \text{ m}^2$$

$$q_{Dr,k} = 3 \text{ l/s*ha}$$

$$Q_{Dr,max} = A_{E,k} * q_{Dr,k} = 2,7182 \text{ ha} * 3 \text{ l/s*ha} = 8,1546 \text{ l/s} = \text{rd. } 8,15 \text{ l/s}$$

$$q_{Dr,R,u} = q_{Dr,u} = Q_{Dr,max} / A_U = 8,1546 \text{ l/s} / 1,28078 \text{ ha} = \text{rd. } 6,37 \text{ l/s*ha}$$

Dauerstufe [D]	Blockregen- spende rD,n für n = 0,50	Drosselab- flussspende qDr,r,u	spez. Rück- haltevolumen Vs
min	l/sha	l/sha	m³/ha
5	260,0	6,37	87,5
10	173,3	6,37	115,2
15	133,3	6,37	131,4
20	110,0	6,37	143,0
30	83,9	6,37	160,5
45	63,0	6,37	175,8
60	51,4	6,37	186,4
90	38,5	6,37	199,5
120	31,3	6,37	206,4
180	23,3	6,37	210,3
240	18,9	6,37	207,5
360	14,1	6,37	192,1
540	10,5	6,37	154,0
720	8,5	6,37	106,0

Maßgeblich wird der 180-minütige Regen. Das erforderliche spezifische Rückhaltevolumen Vs beträgt somit 210,3 m³/ha Au.

Resultierend ist folgendes Rückhaltevolumen notwendig:

$$V = V_s * A_u = 210,30 \text{ m}^3/\text{ha Au} * 1,28078 \text{ ha} = \text{rd. } 270 \text{ m}^3$$

Da $270 \text{ m}^3 > 10 \text{ m}^3$, ist die Bedingung F zur Überprüfung der Bagatellgrenze der quantitativen Gewässerbelastung nicht eingehalten und es muss ein entsprechender Rückhalteraum mit gedrosselter Ableitung hergestellt werden.

Da vorgeschlagen wird die Entwässerung des B-Feldes über eine separate Rückhaltung und Drosseleinrichtung in den „Lehnerzgraben“ durchzuführen, erfolgt eine gesonderte Volumenberechnung für das B-Feld mit umlaufendem Gehweg sowie für die restlichen befestigten abflusswirksamen Flächen.

6.1.2 Sportlerheim + A-Feld + C-Feld + Parkplätze

Flächenart	A [m²]	A [ha]	Psi,m [-]	Au [m²]	Au [ha]
Dachfläche Vereinsheim	350,00	0,04	0,90	315,00	0,03
Terrasse Vereinsheim	420,00	0,04	0,90	378,00	0,04
Kiosk Vereinsheim	12,00	0,00	0,90	10,80	0,00
Naturrasenplatz (A-Feld)	8.925,00	0,89	0,10	892,50	0,09
Gehweg (A-Feld)	1.200,00	0,12	0,90	1.080,00	0,11
Tribünen (A-Feld)	685,00	0,07	0,90	616,50	0,06
Kunstrasenplatz (C-Feld)	2.365,00	0,24	0,50	1.182,50	0,12
Gehweg (C-Feld)	650,00	0,07	0,90	585,00	0,06
Parkplätze	2.450,00	0,25	0,90	2.205,00	0,22
Gesamt	17.057,00	1,71		7.265,30	0,73

Ermittlung maximaler Drosselabfluss:

$$A_U = 7.265,30 \text{ m}^2$$

$$A_{E,k} = 17.057,00 \text{ m}^2$$

$$q_{Dr,k} = 3 \text{ l/s*ha}$$

$$Q_{Dr,max} = A_{E,k} * q_{Dr,k} = 1,7057 \text{ ha} * 3 \text{ l/s*ha} = 5,1171 \text{ l/s} = \text{rd. } 5,12 \text{ l/s}$$

$$q_{Dr,R,u} = q_{Dr,u} = Q_{Dr,max} / A_U = 5,1171 \text{ l/s} / 0,726530 \text{ ha} = \text{rd. } 7,04 \text{ l/s*ha}$$

Dauerstufe [D]	Blockregen- spende rD,n für n = 0,50	Drosselab- flussspende qDr,r,u	spez. Rück- haltevolumen Vs
min	l/sha	l/sha	m³/ha
5	260,0	7,04	87,3
10	173,3	7,04	114,7
15	133,3	7,04	130,7
20	110,0	7,04	142,1
30	83,9	7,04	159,1
45	63,0	7,04	173,7
60	51,4	7,04	183,6
90	38,5	7,04	195,3
120	31,3	7,04	200,8
180	23,3	7,04	201,9
240	18,9	7,04	196,3
360	14,1	7,04	175,3
540	10,5	7,04	128,8

Maßgeblich wird der 180-minütige Regen. Das erforderliche spezifische Rückhaltevolumen Vs beträgt somit 201,9 m³/ha Au.

Resultierend ist folgendes Rückhaltevolumen notwendig:

$$V = V_s * A_u = 201,90 \text{ m}^3/\text{ha} * A_u * 0,726530 \text{ ha} = \text{rd. } 147 \text{ m}^3$$

Bei der Volumenberechnung wurde angenommen, dass das C-Feld ebenfalls als Naturrasenplatz hergestellt wird. Sollte das C-Feld jedoch wie das B-Feld ein Kunstrasenplatz werden, müsste diese Fläche in der Berechnung in Kapitel 6.1.3 berücksichtigt werden. Das hier berechnete Volumen von 147 m³ würde sich dementsprechend um die Flächen des C-Feldes reduzieren.

6.1.3 B-Feld

Flächenart	A [m²]	A [ha]	Psi, m [-]	Au [m²]	Au [ha]
Kunstrasenplatz (B-Feld)	8.925,00	0,89	0,50	4.462,50	0,45
Gehweg (B-Feld)	1.200,00	0,12	0,90	1.080,00	0,11
Gesamt	10.125,00	1,01		5.542,50	0,55

Ermittlung maximaler Drosselabfluss:

$$A_U = 5.542,50 \text{ m}^2$$

$$A_{E,k} = 10.125,00 \text{ m}^2$$

$$q_{Dr,k} = 3 \text{ l/s*ha}$$

$$Q_{Dr,max} = A_{E,k} * q_{Dr,k} = 1,0125 \text{ ha} * 3 \text{ l/s*ha} = 3,0375 \text{ l/s} = \text{rd. } 3,04 \text{ l/s}$$

$$q_{Dr,R,u} = q_{Dr,u} = Q_{Dr,max} / A_U = 3,0375 \text{ l/s} / 0,55425 \text{ ha} = \text{rd. } 5,48 \text{ l/s*ha}$$

Dauerstufe [D]	Blockregen- spende rD,n für n = 0,50	Drosselab- flussspende qDr,r,u	spez. Rück- haltevolumen Vs
min	l/sha	l/sha	m³/ha
5	260,0	5,48	87,8
10	173,3	5,48	115,8
15	133,3	5,48	132,3
20	110,0	5,48	144,2
30	83,9	5,48	162,3
45	63,0	5,48	178,6
60	51,4	5,48	190,1
90	38,5	5,48	205,1
120	31,3	5,48	213,8
180	23,3	5,48	221,3
240	18,9	5,48	222,2
360	14,1	5,48	214,1
540	10,5	5,48	187,0
720	8,5	5,48	150,0

Maßgeblich wird der 240-minütige Regen. Das erforderliche spezifische Rückhaltevolumen V_s beträgt somit 222,2 m³/ha Au.

Resultierend ist folgendes Rückhaltevolumen notwendig:

$$V = V_s \cdot A_u = 222,2 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot A_u \cdot 0,55425 \text{ ha} = \text{rd. } 123 \text{ m}^3$$

Bei der Volumenberechnung in Kapitel 6.1.2 wurde angenommen, dass das C-Feld ebenfalls als Naturrasenplatz hergestellt wird. Sollte das C-Feld jedoch wie das B-Feld ein Kunstrasenplatz werden, müsste diese Fläche in der hier durchgeführten Berechnung berücksichtigt werden. Das hier berechnete Volumen von 123 m³ würde sich dementsprechend um die Flächen des C-Feldes erhöhen.

6.2 Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100

Nach der DIN 1986-100:2016-12 können Entwässerungsanlagen außerhalb von Gebäuden ohne Überflutungsprüfung bemessen werden, wenn das Grundstück eine maximale abflusswirksame Fläche von 800 m² besitzt. Da das hier betrachtete Sportgelände Grundstück eine größere abflusswirksame Fläche besitzt, besteht die Nachweispflicht für eine Überflutungsprüfung. Dafür ist in der Regel der 30-jährliche Regen maßgebend.

Für die Differenz der auf der befestigten Fläche anfallenden Regenwassermenge, $V_{\text{Rück}}$ in m³, zwischen dem mindestens 30-jährlichen Regenereignis und dem 2-jährlichen Berechnungsregen muss der Nachweis für eine schadlose Überflutung des Grundstücks erbracht werden.

Das theoretisch erforderliche Volumen wird nachstehend mit der Formel 20 der DIN 1986-100:2016-12 berechnet:

$$V_{\text{Rück}} = \left(r_{(D,30)} \cdot A_{\text{ges}} - \left(r_{(D,2)} \cdot A_{\text{Dach}} \cdot C_{s,\text{Dach}} + r_{(D,2)} \cdot A_{\text{FaG}} \cdot C_{s,\text{FaG}} \right) \right) \cdot \frac{D \cdot 60}{10\,000 \cdot 1\,000}$$

$V_{\text{Rück}}$ = die zurückhaltende Regenwassermenge [m³]

D = kürzeste maßgebende Regendauer [min]

C_s = Spitzenabflussbeiwerte [-]

A_{Dach} = gesamte Gebäudefläche [m²]

A_{FaG} = gesamte befestigte Fläche außerhalb der Gebäude [m²]

A_{ges} = gesamte befestigte Fläche des Grundstücks [m²]

Nach Tabelle C.3 des DWA-Arbeitsblattes 118 wird die maßgebende kürzeste Regendauer in Abhängigkeit von der mittleren Geländeneigung und des Befestigungsgrades für das hier betrachtete Sportgeländegrundstück mit 10 Minuten festgelegt.

Mittlere Geländeneigung [I_0]	Befestigung	Kürzeste Regendauer
< 1 %	≤ 50 %	15 min
	> 50 %	10 min
1 % bis 4 %		10 min
> 4 %	≤ 50 %	10 min
	> 50 %	5 min

Es wurden die Berechnungsspenden für Dach- und Grundstücksflächen nach DIN 1986-100:2016-12 des KOSTRA-DWD-2020-Rasterfeldes Fulda (S139/Z150) für die nachfolgende Volumenermittlung verwendet.

6.2.1 Gesamtgelände

Flächenart	A [m ²]	A [ha]	Cs [-]	Ared [ha]
Dachfläche Vereinsheim	350,00	0,04	1,00	0,04
Terrasse Vereinsheim	420,00	0,04	1,00	0,04
Kiosk Vereinsheim	12,00	0,00	1,00	0,00
Naturrasenplatz (A-Feld)	8.925,00	0,89	0,20	0,18
Gehweg (A-Feld)	1.200,00	0,12	1,00	0,12
Tribünen (A-Feld)	685,00	0,07	1,00	0,07
Kunstrasenplatz (B-Feld)	8.925,00	0,89	0,60	0,54
Gehweg (B-Feld)	1.200,00	0,12	1,00	0,12
Kunstrasenplatz (C-Feld)	2.365,00	0,24	0,60	0,14
Gehweg (C-Feld)	650,00	0,07	1,00	0,07
Parkplätze	2.450,00	0,25	1,00	0,25
Gesamt	27.182,00	2,72		1,55

Dauer [min]	Regenspende $r_{(D,30)}$ [l/s*ha]	$r_{(D,30)} * A_{ges}$ [l/s]	Regenspende $r_{(D,2)}$ [l/s*ha]	$r_{(D,2)} * A_{red}$ [l/s]	$Q_{r(D,30)} - Q_{r(D,2)}$ [l/s]	$V_{rück}$ [m ³]
5	483,30	1313,71	260,00	403,68	910,03	273
10	323,30	878,79	173,30	269,07	609,73	366
15	250,00	679,55	133,30	206,96	472,59	425

Es wird somit ein Rückhaltevolumen von rd. 370 m³ notwendig.

Nach DIN 1986-100 ist der Überflutungsnachweis normativ bei einer Einleitungsbeschränkung ausschließlich mit Gleichung 20 (vgl. Berechnung in Kapitel 6.1.1) und Gleichung 22 (vgl. Berechnung in Kapitel 6.2.1) zu führen. Das größere der mit beiden Gleichungen berechnete Volumen ist maßgebend. **Im hier betrachteten Fall muss für das Gesamtgelände theoretisch ein Rückhaltevolumen von insgesamt 366 m³ hergestellt werden.**

Da vorgeschlagen wird die Entwässerung des B-Feldes über eine separate Rückhaltung und Drosseleinrichtung in den „Lehnerzgraben“ durchzuführen, erfolgt eine gesonderte Volumeberechnung für das B-Feld mit umlaufendem Gehweg sowie für die restlichen befestigten abflusswirksamen Flächen.

6.2.2 Sportlerheim + A-Feld + C-Feld + Parkplätze

Flächenart	A [m²]	A [ha]	Cs [-]	Ared [ha]
Dachfläche	350,00	0,04	1,00	0,04
Terrasse	420,00	0,04	1,00	0,04
Kiosk	12,00	0,00	1,00	0,00
Naturrasenplatz (A-Feld)	8.925,00	0,89	0,20	0,18
Gehweg (A-Feld)	1.200,00	0,12	1,00	0,12
Tribünen (A-Feld)	685,00	0,07	1,00	0,07
Kunstrasenplatz (C-Feld)	2.365,00	0,24	0,60	0,14
Gehweg (C-Feld)	650,00	0,07	1,00	0,07
Parkplätze	2.450,00	0,25	1,00	0,25
Gesamt	17.057,00	1,71		0,90

Dauer [min]	Regenspende $r_{(D,30)}$ [l/s*ha]	$r_{(D,30)} * A_{ges}$ [l/s]	Regenspende $r_{(D,2)}$ [l/s*ha]	$r_{(D,2)} * A_{red}$ [l/s]	$Q_{r(D,30)} - Q_{r(D,2)}$ [l/s]	$V_{rück}$ [m³]
5	483,30	824,36	260,00	233,25	591,12	177
10	323,30	551,45	173,30	155,47	395,99	238
15	250,00	426,43	133,30	119,58	306,84	276

Es wird somit ein Rückhaltevolumen von rd. 238 m³ notwendig.

Nach DIN 1986-100 ist der Überflutungsnachweis normativ bei einer Einleitungsbeschränkung ausschließlich mit Gleichung 20 (vgl. Berechnung in Kapitel 6.1.2) und Gleichung 22 (vgl. Berechnung in Kapitel 6.2.2) zu führen. Das größere der mit beiden Gleichungen berechnete Volumen ist maßgebend. **Im hier betrachteten Fall muss für das Sportlerheim, das A- und C-Feld sowie die Parkplätze theoretisch ein Rückhaltevolumen von insgesamt 238 m³ hergestellt werden.**

Bei der Volumenberechnung wurde angenommen, dass das C-Feld ebenfalls als Naturrasenplatz hergestellt wird. Sollte das C-Feld jedoch wie das B-Feld ein Kunstrasenplatz werden, müsste diese Fläche in der Berechnung in Kapitel 6.2.3 berücksichtigt werden. Das hier berechnete Volumen von 238 m³ würde sich demensprechend um die Flächen des C-Feldes reduzieren.

6.2.3 B-Feld

Flächenart	A [m ²]	A [ha]	Cs [-]	Ared [ha]
Kunstrasenplatz (B-Feld)	8.925,00	0,89	0,60	0,54
Gehweg (B-Feld)	1.200,00	0,12	1,00	0,12
Gesamt	10.125,00	1,01		0,66

Dauer [min]	Regenspende $r_{(D,30)}$ [l/s*ha]	$r_{(D,30)} * A_{ges}$ [l/s]	Regenspende $r_{(D,2)}$ [l/s*ha]	$r_{(D,2)} * A_{red}$ [l/s]	$Q_{r(D,30)} - Q_{r(D,2)}$ [l/s]	$V_{rück}$ [m ³]
5	483,30	489,34	260,00	170,43	318,91	96
10	323,30	327,34	173,30	113,60	213,74	128
15	250,00	253,13	133,30	87,38	165,75	149

Es wird somit ein Rückhaltevolumen von rd. 128 m³ notwendig.

Nach DIN 1986-100 ist der Überflutungsnachweis normativ bei einer Einleitungsbeschränkung ausschließlich mit Gleichung 20 (vgl. Berechnung in Kapitel 6.1.3) und Gleichung 22 (vgl. Berechnung in Kapitel 6.2.3) zu führen. Das größere der mit beiden Gleichungen berechnete Volumen ist maßgebend. **Im hier betrachteten Fall muss für das B-Feld theoretisch ein Rückhaltevolumen von insgesamt 128 m³ hergestellt werden.**

Bei der Volumenberechnung in Kapitel 6.2.2 wurde angenommen, dass das C-Feld ebenfalls als Naturrasenplatz hergestellt wird. Sollte das C-Feld jedoch wie das B-Feld ein Kunstrasenplatz werden, müsste diese Fläche in der hier durchgeführten Berechnung berücksichtigt werden. Das hier berechnete Volumen von 128 m³ würde sich demensprechend um die Flächen des C-Feldes erhöhen.

6.3 Qualitative Bewertung nach DWA-A 102-2

Nach Rücksprache mit Frau Damm von der Oberen Wasserbehörde des Regierungspräsidiums Kassel werden die einzelnen Entwässerungsflächen folgenden Belastungskategorien nach dem DWA-Arbeitsblatt 102-2 zugeordnet:

Dach-, Terrassen- und Kioskfläche Vereinsheim:	Belastungskategorie I
A-Feld (Naturrasenplatz) mit Tribünen und Gehwegfläche:	Belastungskategorie I
B-Feld (Kunstrasenplatz) mit Gehwegfläche:	Einordnung nicht möglich
C-Feld (Naturrasenplatz) mit Gehwegfläche:	Belastungskategorie I
Parkplatzfläche:	Belastungskategorie II

Nach Tabelle 3 der DWA-A 102-2/BWK-A 3-2 müssten somit theoretisch nur die auf der Parkplatzfläche anfallenden Niederschlagswassermengen vor der Einleitung in das Fließgewässer „Lehnerzgraben“ gereinigt werden (siehe nachfolgende Abbildung). Vorausgesetzt die geplanten Dachflächen bestehen nicht aus unbeschichteten Metallen.

Tabelle 3: Behandlungsbedürftigkeit von unterschiedlich belastetem Niederschlagswasser

Zielgewässer	Gering belastetes Niederschlagswasser (Kategorie I)	Mäßig belastetes Niederschlagswasser (Kategorie II)	Stark belastetes Niederschlagswasser (Kategorie III)
Oberflächen-gewässer	Einleitung grundsätzlich ohne Behandlung möglich	Grundsätzlich geeignete technische Behandlung erforderlich	
Grundwasser	Versickerung und gegebenenfalls Behandlung gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138		

Nach Aussage des Stadtplanungsamtes der Stadt Fulda soll voraussichtlich das B-Feld als Kunstrasenplatz ausgeführt werden. Da aufgrund des Mikroplastikaustrages aus der Kunstrasenfläche jedoch die Gefahr einer schädlichen Gewässerveränderung nach § 12 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) besteht, muss das dort anfallende Niederschlagswasser vor der Einleitung in den „Lehnerzgraben“ einer Reinigung unterzogen werden. Eine Kunstrasenfläche wird in Tabelle A.1 der DWA-A 102-2/BWK-A 3-2 nicht ausgeführt und somit ist eine explizite Einordnung in eine Belastungskategorie nicht möglich.

6.4 Herstellung Rückhaltevolumen

Nach den Berechnungen in Kapitel 6.1 und 6.2 müssen im Zusammenhang mit der Einleitung von Niederschlagswasser in das Fließgewässer „Lehnerzgraben“ theoretisch folgende Rückhaltevolumen hergestellt werden:

- Sportlerheim + A-Feld + C-Feld + Parkplätze = rd. 240 m³
- B-Feld = rd. 130 m³

6.4.1 Sportlerheim, A- und C-Feld u. Parkplätze

Es wird vorgeschlagen das theoretisch notwendige Rückhaltevolumen von rd. 240 m³ für die Wassermengen des Sportlerheims, das A- und C-Feld sowie die Parkplätze unterirdisch, beispielsweise in Form eines Rückhaltebeckens aus Beton der Fa. Mall (siehe Abbildung 25), innerhalb der nördlich des Vereinsheims gelegenen Grünfläche, welche direkt an das Fließgewässer „Lehnerzgraben“ grenzt, unterzubringen (siehe Abbildung 24).

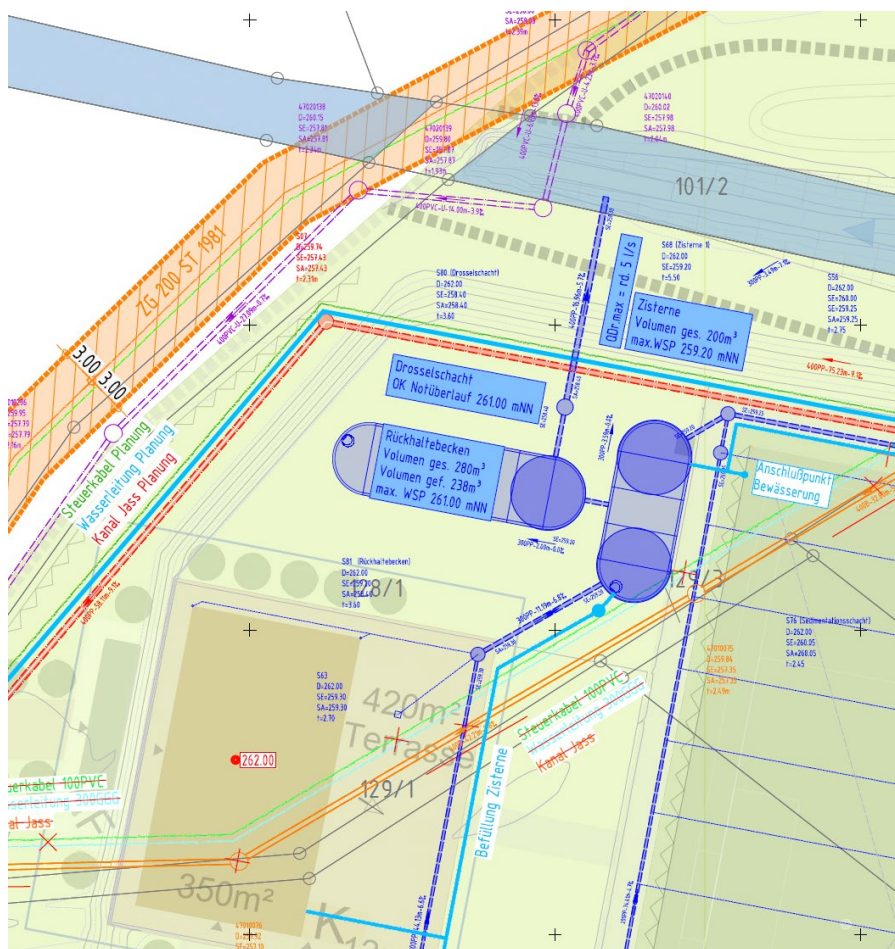


Abbildung 24: Lage Rückhaltebecken Sportlerheim, A- & C-Feld, Parkplätze



Abbildung 25: Beispielfoto unterirdisches Rückhaltebecken aus Beton [Quelle: Mall GmbH]

Die technische Umsetzbarkeit der vorgeschlagenen unterirdischen Rückhaltung wurde anhand eines Mall-Rückhaltebeckens mit einem Nenninhalt bzw. Nutzvolumen von 330 bzw. 280 m³ geprüft bzw. zeichnerisch dargestellt (siehe Abbildung 26 & Abbildung 27).

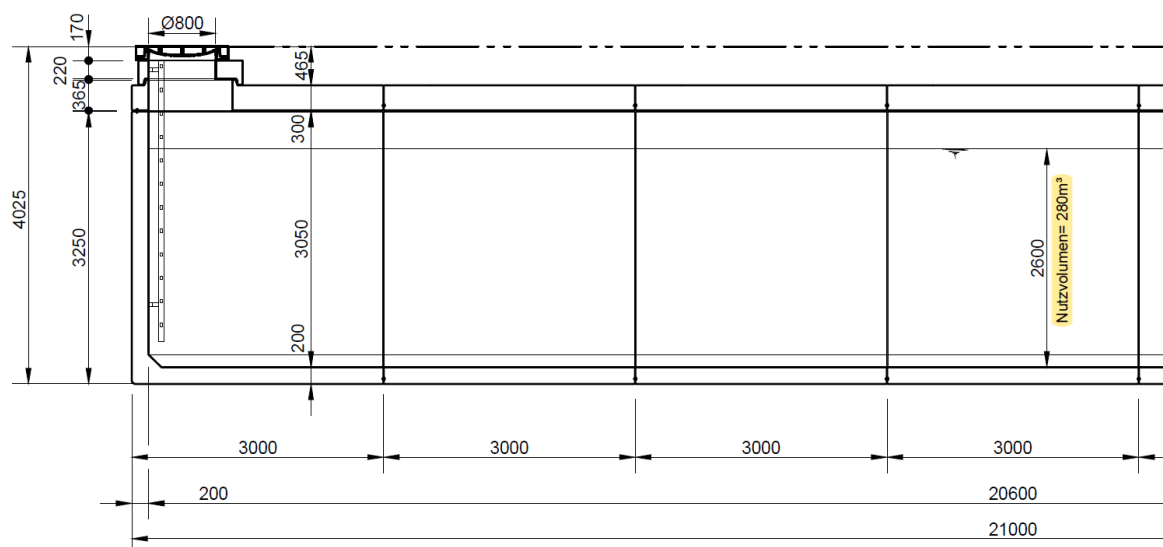


Abbildung 26: Zeichnung Mall-Rückhaltebecken mit $V = 280 \text{ m}^3$ [Quelle: Mall GmbH]

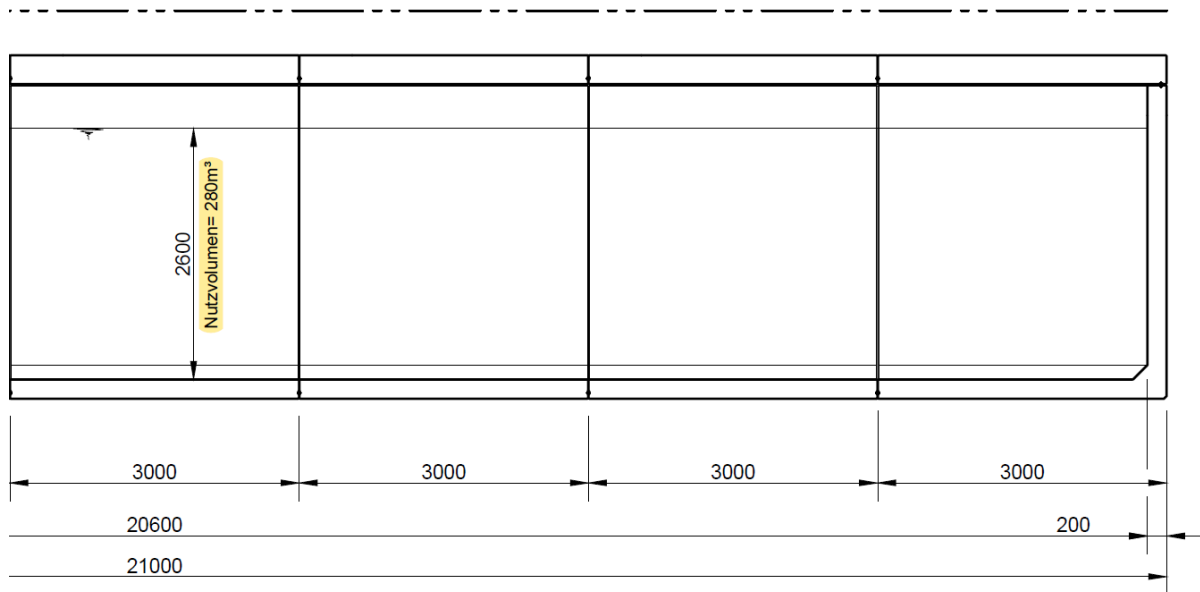


Abbildung 27: Zeichnung Mall-Rückhaltebecken mit $V = 280 \text{ m}^3$ [Quelle: Mall GmbH]

Die hier vorgeschlagene technische Umsetzung der unterirdischen Rückhaltung ist voraussichtlich nur bei der in Kapitel 5 beschriebenen „Variante 3“ des Höhenkonzeptes umsetzbar. Die Möglichkeit der Unterbringung des notwendigen Volumens bei den anderen Varianten ist im Zuge einer detaillierteren Entwurfs- bzw. Ausführungsplanung des Sportplatzgeländes zu prüfen.

Bei der Volumenberechnung wurde angenommen, dass das C-Feld ebenfalls als Naturrasenplatz hergestellt wird. Sollte das C-Feld jedoch wie das B-Feld ein Kunstrasenplatz werden, müsste das für das C-Feld notwendige Rückhaltevolumen in dem in Kapitel 6.4.2 beschriebenen Rückhaltesystem berücksichtigt werden. Das Volumen des hier beschriebenen Rückhaltesystems würde sich dementsprechend um die Flächen des C-Feldes reduzieren.

6.4.2 B-Feld

Es wird vorgeschlagen das theoretisch notwendige Rückhaltevolumen von rd. 128 m³ für die Wassermengen des B-Feld in Form eines Regenrückhaltebeckens in Erdbauweise, innerhalb der westlich an das B-Feld grenzenden Grünfläche unterzubringen (siehe Abbildung 28).

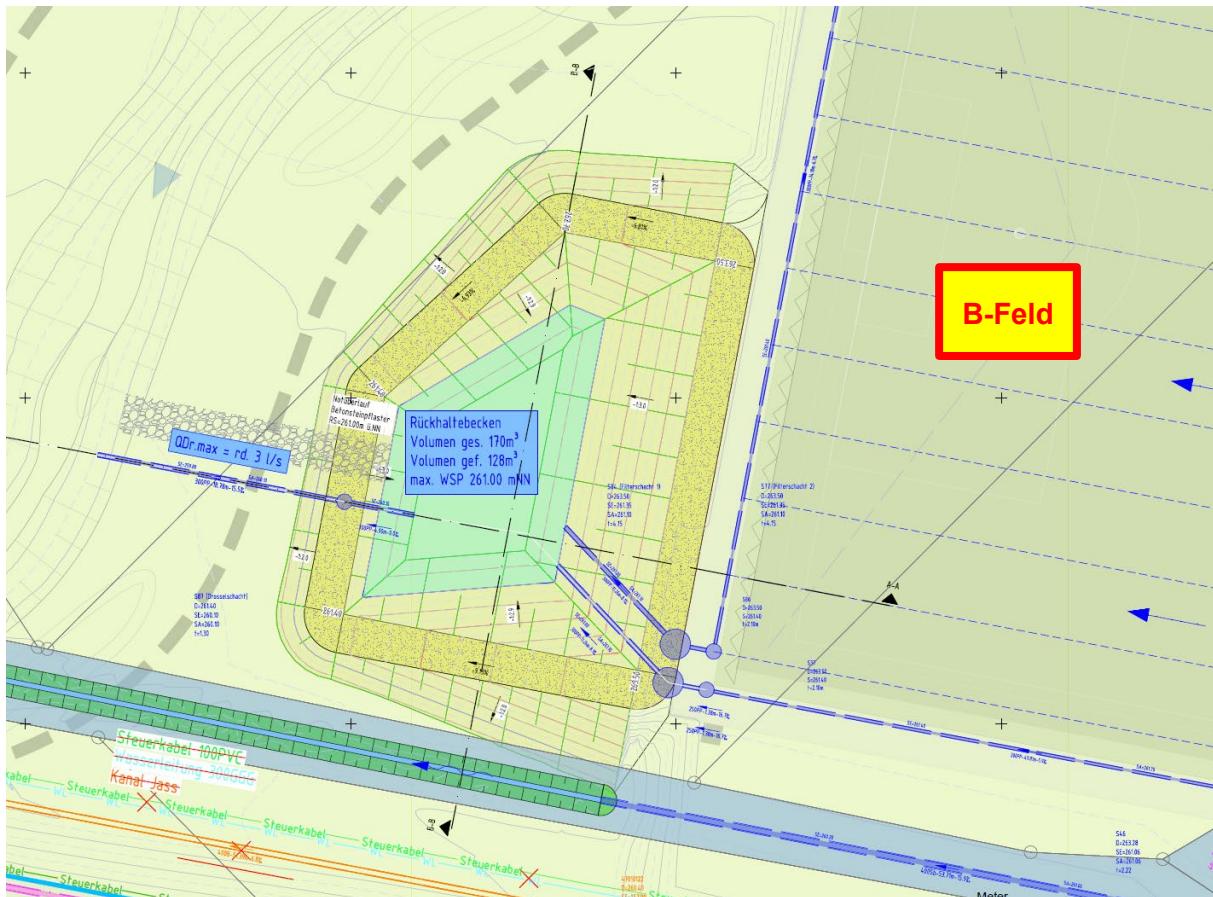


Abbildung 28: Regenrückhaltebecken in Erdbauweise B-Feld

Bei der Volumenberechnung wurde angenommen, dass das C-Feld ebenfalls als Naturrasenplatz hergestellt wird. Sollte das C-Feld jedoch wie das B-Feld ein Kunstrasenplatz werden, müsste das für das C-Feld notwendige Rückhaltevolumen im hier beschriebenen Rückhaltesystem berücksichtigt werden. Das Volumen des hier beschriebenen Rückhaltesystems würde sich dementsprechend um die Flächen des C-Feldes erhöhen.

Die hier vorgeschlagene technische Umsetzung des Regenrückhaltebeckens in Erdbauweise ist voraussichtlich nur bei der in Kapitel 5 beschriebenen „Variante 3“ des Höhenkonzeptes umsetzbar. Die Möglichkeit der Unterbringung des notwendigen Volumens bei den anderen Varianten ist im Zuge einer detaillierteren Entwurfs- bzw. Ausführungsplanung des Sportplatzgeländes zu prüfen.

6.5 Abflussdrosselung

Nach den Berechnungen in Kapitel 6.1 und 6.2 müssen im Zusammenhang mit der Einleitung von Niederschlagswasser in das Fließgewässer „Lehnerzgraben“ voraussichtlich folgende maximale Drosselabflüsse eingehalten werden:

- Sportlerheim + A-Feld + C-Feld + Parkplätze = rd. 5 l/s
- B-Feld = rd. 3 l/s

Je nach Ausführung des C-Feldes (Natur- oder Kunstrasenplatz) muss die Ermittlung des maximalen Drosselabflusses entsprechend angepasst werden.

Aufgrund der relativ genauen Abflussregelung und dem geringen Wartungsaufwand wird die Drosselung über einen Wirbeldrosselschacht empfohlen. In der nachfolgenden Abbildung 29 ist beispielhaft der Wirbeldrosselschacht „Vortex Plus“ der Fa. Wavin inklusive Notüberlauf zu erkennen.

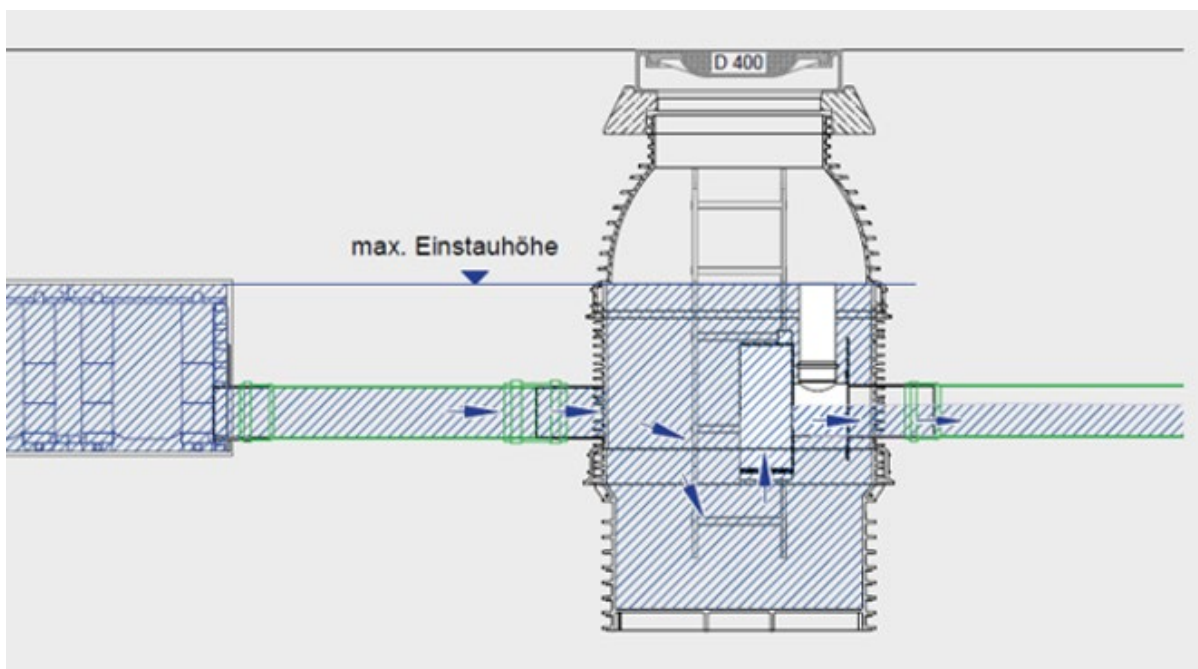


Abbildung 29: Wirbeldrosselschacht "Vortex Plus" [Quelle: www.wavin.com]

Der Drosselschacht sollte einen Notüberlauf besitzen, d.h. sobald das maximale Einstauniveau innerhalb des jeweiligen Rückhalteeinrichtungen erreicht ist werden über diesen mehr als die oben aufgelisteten maximalen Drosselabflüsse abgeleitet.

6.6 Auswahl Behandlungsanlage

6.6.1 Vorschlag Behandlungsanlage Parkplatz

Nach dem vorliegenden städtebaulichen Konzept müssen die auf einer ca. 2.450 m² großen abflusswirksamen Parkplatzfläche (ohne Grünflächen) anfallenden Niederschlagswassermengen der Belastungskategorie II vor der Einleitung in das Fließgewässer „Lehnerzgraben“ behandelt bzw. gereinigt werden.

Angeschloss. Flächen	Beschreibung	A _{b,a,i} m ²	Flächen- gruppe	Kategorie	flächenspez. Stoffabtrag kg/(ha·a)
1	Parkplätze	2.450	D	II	530
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
Σ Summe A _{b,a,i}		2.450			

Es resultiert somit ein flächenspezifischer Stoffabtrag von 530 kg/(ha x a) und somit bei einer Entwässerungsfläche von ca. 2.450 m² ein Gesamtstoffabtrag von 129,9 kg/a.

Da der flächenspezifische Stoffabtrag mit einem Wert von 530 kg/(ha x a) über dem zulässigen Wert von 280 kg/(ha x a) liegt, wird eine entsprechende Behandlungsanlage notwendig.

Bilanzierung des Stoffabtrags B_{R,a,AFS63}:

Kategorie	flächenspez. Stoffabtrag kg/(ha·a)	Σ A _{b,a,i} m ²	Gesamtstoffabtrag B _{R,a,i,AFS63} in [kg/a]	Flächenanteil %
I	280	0	0,0	0,0%
II	530	2.450	129,9	100,0%
III	760	0	0,0	0,0%

Summe des vorhandenen Gesamtstoffabtrag B_{R,a,AFS63}

A_{b,a,i} · b_{R,a,AFS63}

129,9 kg/a

vorh. Flächenspez. Stoffabtrag b_{R,a,AFS63}

B_{R,a,AFS63} / Σ A_{b,a,i}

530,0 kg/(ha·a)

zulässiger flächenspez. Stoffabtrag AFS63 b_{R,e,zul,AFS63}

DWA-A 102 Vorgabe

280,0 kg/(ha·a)

Niederschlagswasserbehandlung erforderlich?

JA

Nachweisführung zur erforderlichen Reinigungsleistung

☒ externer Bypass

zulässiger Austrag B_{R,e,zul,AFS63}

Σ A_{b,a,i} · b_{R,e,zul,AFS63}

68,6 kg/a

erforderliche Rückhaltung B_{R,r,AFS63}

B_{R,a,AFS63} - B_{R,e,zul,AFS63}

61,3 kg/a

Stoffaustrag Bypass B_{R,Bypass,AFS63}

0,1 · B_{R,a,AFS63}

13,0 kg/a

Stoffeintrag Behandlungsanlage B_{R,Sedi,AFS63}

0,9 · B_{R,a,AFS63}

116,9 kg/a

erf. Wirkungsgrad der Behandlungsanlage mit Bypass η_{erf}

B_{R,r,AFS63} / B_{R,Sedi,AFS63}

52,4 %

Abbildung 30: Ermittlung Wirkungsgrad Behandlungsanlage Parkplatz

Unter der Annahme, dass die Anlage einen externen Bypass besitzt, über welchen ein Frachtanteil ohne entsprechende Klärung ins Gewässer gelangt, wird eine Behandlungsanlage mit einem Wirkungsgrad von mindestens ca. 52,4 % benötigt (siehe Abbildung 30).

Die Reinigung könnte beispielsweise mit einer 6,00 m langen Sedimentationsanlage RAUSIKKO SediClean Typ M/R der Fa. Rehau durchgeführt werden, die bei einer maximalen Anschlussfläche von 2.645 m² einen Wirkungsgrad von 60 % besitzt (siehe Abbildung 31 und Abbildung 32).

Auswahl der Sedimentationsanlage bei einer Bewertung nach DWA-A 102-2

Funktionsprinzip REHAU System	Sedimentation RAUSIKKO SediClean Typ M/R										
	Erforderlicher Wirkungsgrad										
	25,0 %	30,0 %	38,0 %	40,0 %	48,0 %	50,0 %	60,0 %	63,2 %	70,2 %	80,0 %	
	$A_{b,a} [m^2]$										
Anlagentyp und max anschließbare Fläche $A_{b,a} [m^2]$	Typ M/R 3	4625 ¹⁾	3700 ¹⁾	2910 ¹⁾	2775 ¹⁾	1940	1850	1200	1015	785	185
	Typ M/R 6	10185 ¹⁾	8145 ¹⁾	6415 ¹⁾	6110 ¹⁾	4275 ¹⁾	4070 ¹⁾	2645	2240	1730	405
	Typ M/R 9	15740 ¹⁾	12590 ¹⁾	9915 ¹⁾	9440 ¹⁾	6610 ¹⁾	6295 ¹⁾	4090 ¹⁾	3460 ¹⁾	2675 ¹⁾	630
	Typ M 12	17035 ²⁾	17035 ²⁾	13415 ¹⁾	12775 ¹⁾	8940 ¹⁾	8515 ¹⁾	5535 ¹⁾	4685 ¹⁾	3620 ¹⁾	850
	Typ M 15	17500 ²⁾	17500 ²⁾	16915 ¹⁾	16110 ¹⁾	11275 ¹⁾	10740 ¹⁾	6980 ¹⁾	5905 ¹⁾	4560 ¹⁾	1070
	Typ M 18	17500 ²⁾	17500 ²⁾	17500 ²⁾	17500 ²⁾	13610 ¹⁾	12960 ¹⁾	8425 ¹⁾	7125 ¹⁾	5505 ¹⁾	1295
	Typ C	3065 ²⁾	3065 ²⁾	3065 ²⁾	3065 ¹⁾	1400	1200	570	480	–	–
	Typ S DN 1000	2000 ²⁾	2000 ²⁾	2000	–	–	–	–	–	–	–
	Typ S DN 800	1500 ²⁾	1500 ²⁾	1500	–	–	–	–	–	–	–
	Typ S DN 600	1000 ¹⁾	1000 ¹⁾	1000	–	–	–	–	–	–	–

¹⁾ Bypass empfohlen

²⁾ Höhere Anschlussfläche hydraulisch nicht empfohlen

Abbildung 31: Wirkungsgrade Sedimentationsanlage RAUSIKKO SediClean Typ M/R [Quelle: REHAU Industries SE & Co. KG]

RAUSIKKO SediClean Typ R

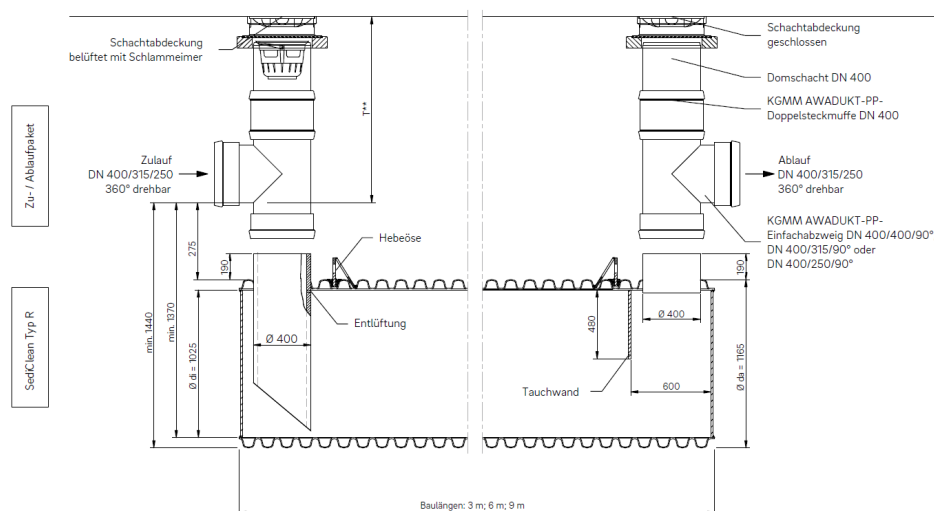


Abbildung 32: Schemazeichnung Sedimentationsanlage RAUSIKKO SediClean Typ M/R [Quelle: REHAU Industries SE & Co. KG]

6.6.2 Vorschlag Behandlungsanlage Kunstrasenplatz (B-Feld)

Da aufgrund des Mikroplastikaustrages aus der Kunstrasenfläche (B-Feld) die Gefahr einer schädlichen Gewässerveränderung nach § 12 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) besteht, muss das dort anfallende Niederschlagswasser nach Vorgabe der Oberen Wasserbehörde des Regierungspräsidiums Kassel vor der Einleitung in den „Lehnerzgraben“ einer Reinigung unterzogen werden.

Diese Reinigung könnte beispielsweise mit Hilfe des ACO Sport Filtrationsschachtes durchgeführt werden. Feststoffe sowie Feinststoffe (AFS63/Mikroplastik) können dabei sicher im Filterbett des Schachtes zurückgehalten werden (entsprechend DIBt-Prüfbedingungen AFS63-Rückhalt > 84%), bevor das Wasser in das Fließgewässer eingeleitet wird.

In der nachfolgenden Abbildung 33 ist eine Beispielzeichnung des ACO Sport Filtrationsschachtes dargestellt.



Abbildung 33: Beispielzeichnung ACO Sport Filtrationsschacht

Das Niederschlagswasser wird zunächst durch das Zentralrohr nach unten geleitet. Hierbei können bereits erste Leichtflüssigkeiten zurückgehalten werden (1).

Durch die Strömungsebene mit definierten Auslassöffnungen findet dann eine Beruhigung statt, so dass sich Sedimente auf dem Weg zum Außenbereich des Filters absetzen können. Eine obere Prallplatte sorgt hierbei für eine ausreichende Verweilzeit und eine gleichmäßige Durchströmung des Filtersubstrats. Nach unten verhindert ein Strömungsblocker die Remobilisierung bereits abgelagerter Sedimente (2).

Durch einen, leicht von oben zu öffnenden Zugang, können die Sedimente im Zuge einer Wartung/ Reinigung abgesaugt werden. Die Schlammfänge dieser Serie gem. DIBt-Zulassungsgrundsätzen sind ausreichend dimensioniert, so dass diese im Regelfall erst mit dem Austausch der Substratpackung durchgeführt werden muss (3).

Das Kernstück der Filtersysteme bildet eine 30 cm starke Substratschicht, die in der Mitte des Filterschachtes eingespannt ist. Die Trennschicht wurde hierbei so gewählt, dass diese filterstabil zur Körnung des Substrats, aber dennoch ausreichend durchlässig gegen eine schnelle Verblockung ist. In der Substratschicht werden im Aufstromverfahren die Feinstoffe gefiltert und ein Großteil der gelösten Schadstoffe wird ausgefällt und adsorptiv gebunden (4).

Die Filterschicht ist rückspülbar und kann nach Erreichen der zulässigen Standzeit oder im Falle einer völligen Verblockung, problemlos abgesaugt und durch neues Substrat ersetzt werden (5).

Über den Filterelementen befindet sich das saubere Wasser, welches über den Ablauf hier in das Fließgewässer „Lehnerzgraben“ abgeleitet wird.

An ein Bauwerk mit einem Durchmesser von 2,20 m kann nach Angaben der Fa. ACO eine Entwässerungsfläche von 6.000 m² angeschlossen werden. Da nach dem vorliegenden städtebaulichen Entwurf die Kunstrasenfläche eine Größe von 6.000 m² übersteigt, müssten zwei Filterschächte hergestellt werden. Sollte das C-Feld ebenfalls als Kunstrasenplatz hergestellt werden, müsste dies ebenfalls in der Auswahl der Behandlungsanlage berücksichtigt werden.

Alternativ könnten anstatt Filterschächte auch umlaufende Rinnen, beispielsweise die SPORT-FIX CLEAN der Fa. Hauraton, verwendet werden (siehe Abbildung 34). Diese sind mit einem Filtersubstrat (CARBOTEC 100) gefüllt, welches das Mikroplastik herausfiltert.

SPORTFIX CLEAN - Funktionsweise: Oberflächenfilter, CARBOTEC 100

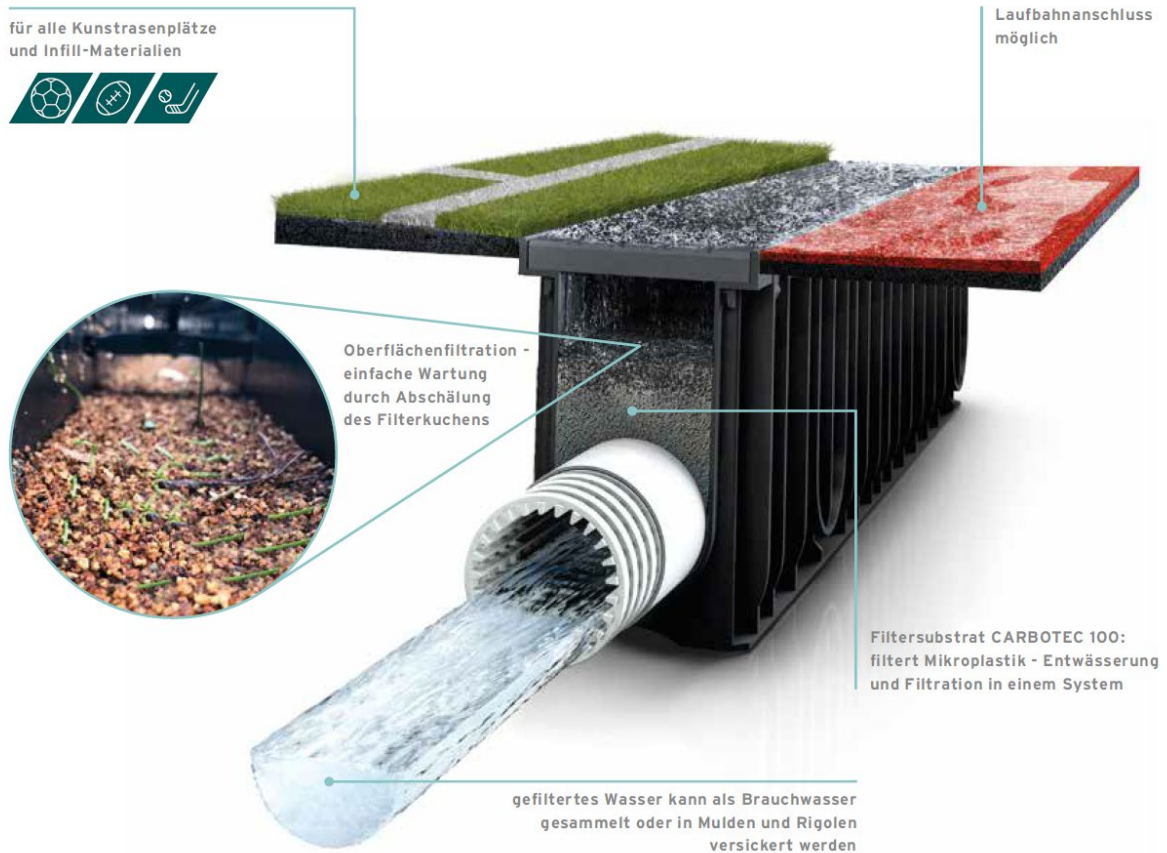


Abbildung 34: Beispielbild und Funktionsweise SPORTFIX CLEAN [Quelle: HAURATON GmbH & Co. KG]

6.7 Hinweise

Die in den Kapiteln 6.1 und 6.2 durchgeführten Berechnungen wurden unter Verwendung der von der Oberen Wasserbehörde des Regierungspräsidiums Kassel vorgegebenen Randbedingungen und anhand der Flächen des aktuell vorliegenden städtebaulichen Entwurfs zum Bebauungsplan der Stadt Fulda, Nr. 200 „Sportgelände Mackenrodtstraße“ durchgeführt. Diese Berechnungen müssen im Zuge der Erstellung einer detaillierten Entwurfs- und Ausführungsplanung zwingend auf die dann resultierenden abflusswirksamen Flächen angepasst werden.

Bei der Darstellung von Rückhaltesystemen und Behandlungsanlagen handelt es sich nur um Vorschläge, welche die Umsetzbarkeit der von der Oberen Wasserbehörde des Regierungspräsidiums Kassel geforderten Maßnahmen zeigen. Die Auswahl von notwendigen Rückhaltesystemen und Behandlungsanlagen ist ebenfalls im Zuge der Erstellung einer detaillierten Entwurfs- und Ausführungsplanung durchzuführen.

Um auf Grundlage der Flächen des aktuell vorliegenden städtebaulichen Entwurfs zum Bebauungsplan der Stadt Fulda, Nr. 200 „Sportgelände Mackenrodtstraße“ den maximalen Platzbedarf für Rückhaltesysteme zu ermitteln, wurde davon ausgegangen, dass das in den Kapiteln 6.2.2 und 6.2.3 berechnete Rückhaltevolumen nach DIN 1986-100 (Überflutungsnachweis) vollständig in Rückhaltesystemen (unter- oder oberirdisch) untergebracht wird. Im Zuge der Erstellung einer detaillierten Entwurfs- und Ausführungsplanung ist zu prüfen, ob das durch den Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 zusätzlich herzustellende Rückhaltevolumen wirklich hergestellt werden muss oder ob im Falle eines Starkregens die überschüssigen Wassermengen nicht schadlos oberflächlich in das angrenzend verlaufende Fließgewässer „Lehnerzgraben“ abgeleitet werden können. In diesem Fall müssten dann nur die nach DWA-A 117 berechneten Rückhaltevolumen (siehe Kapitel 6.1.2 und 6.1.3) hergestellt werden.

7 Umverlegung Wasserleitung und Abwasserkanal der Fa. Jass

Da quer über das Planungsgelände bzw. auf einer größeren Teilstrecke parallel zum vorhandenen Verlauf des „Lehnerzgraben“ mehrere Ver- und Entsorgungsleitungen (Entwässerungskanal DN 400 B, Betriebswasserleitung DN 300 GGG, Schutzrohr DN 100 PVC mit Steuerkabel) der Papierfabrik Adolf Jass GmbH & Co. KG verlaufen, müssen diese im Zusammenhang mit der Planung des Sportgeländes abweichend von der vorhandenen Trasse neu hergestellt werden (siehe Abbildung 35 bis Abbildung 38).

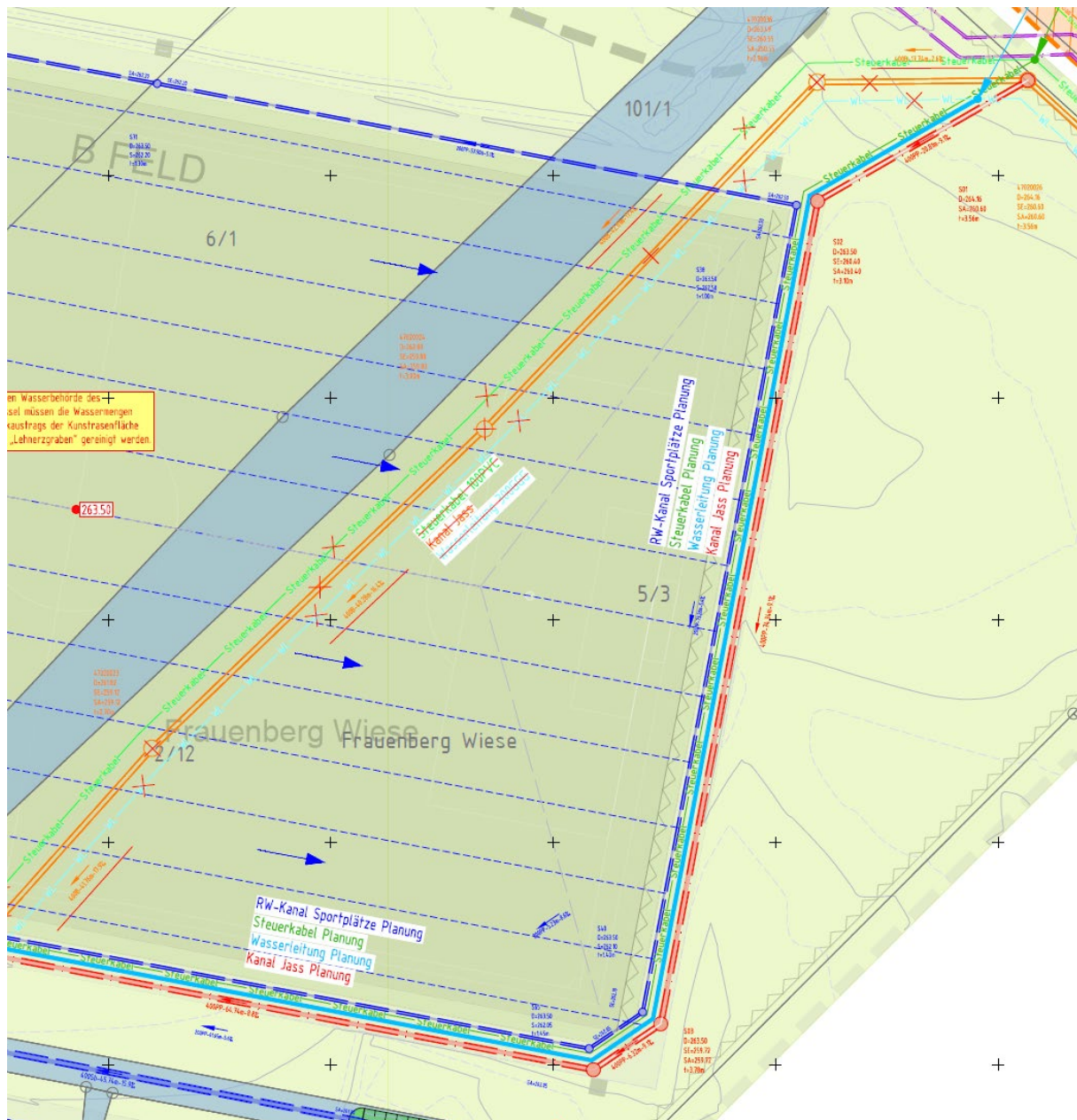


Abbildung 35: Umverlegung Ver- und Entsorgungsleitungen der Papierfabrik Adolf Jass GmbH & Co. KG (1)

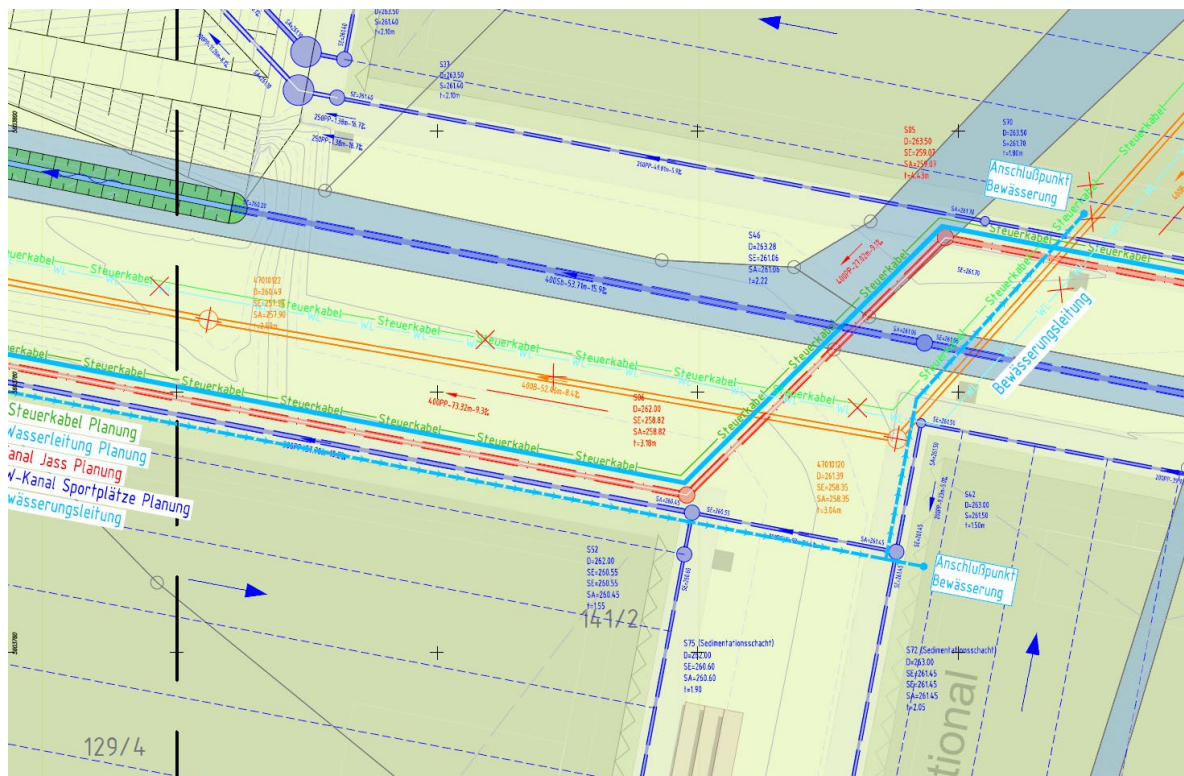


Abbildung 36: Umverlegung Ver- und Entsorgungsleitungen der Papierfabrik Adolf Jass GmbH & Co. KG (2)

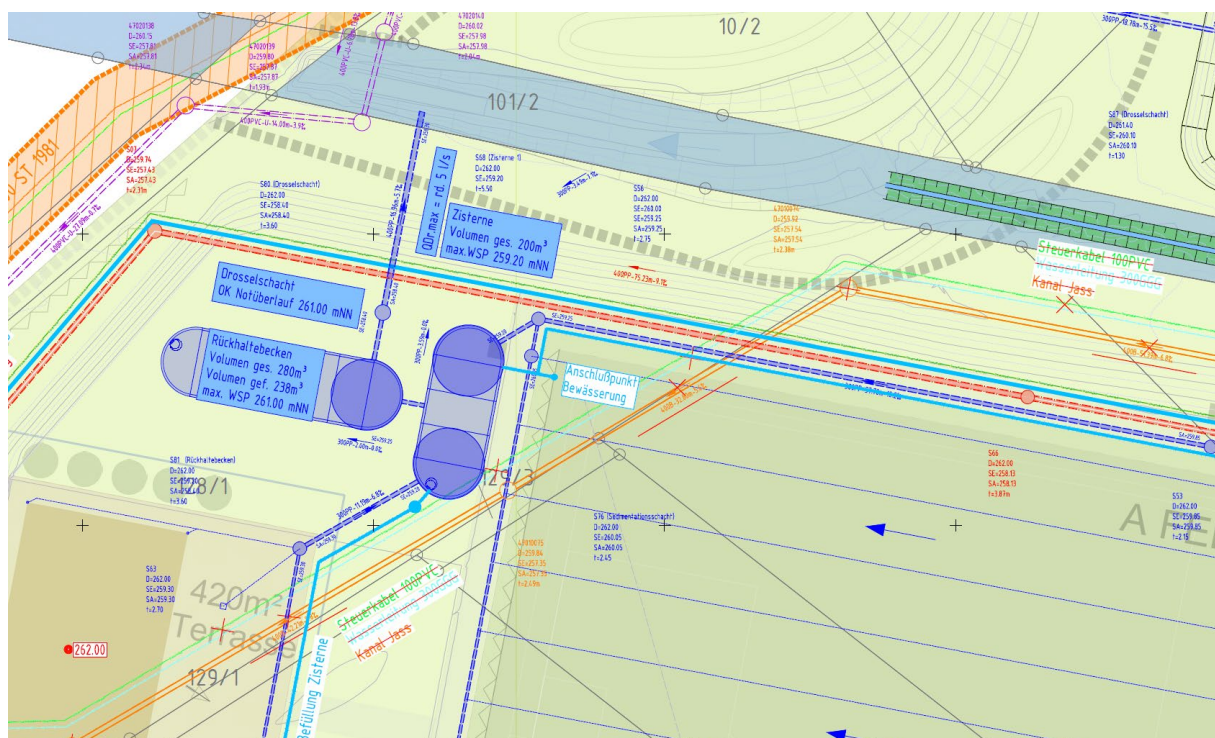


Abbildung 37: Umverlegung Ver- und Entsorgungsleitungen der Papierfabrik Adolf Jass GmbH & Co. KG (3)

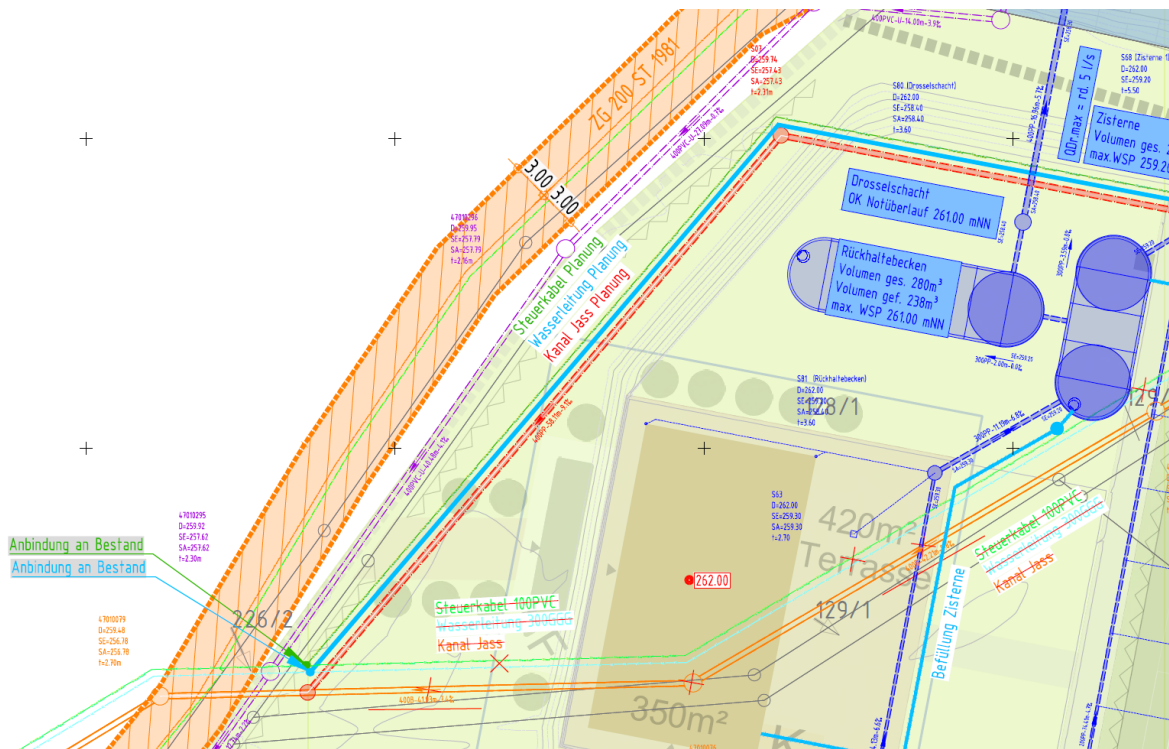


Abbildung 38: Umverlegung Ver- und Entsorgungsleitungen der Papierfabrik Adolf Jass GmbH & Co. KG (4)

Die neue Trasse wurde so gewählt, dass diese zum Großteil innerhalb der befestigten Gehwegflächen des A- und B-Feldes verlaufen. Somit können die Kanalschächte mit größeren Spülfahrzeugen angefahren und die Kanalhaltungen entsprechenden gereinigt/gewartet werden. Die geplanten Kanalhaltungen DN 400 PP besitzen bei einem Gefälle von 0,88 bzw. 0,93 % ein Abflussvermögen im Freispiegel von 216 bzw. 222 l/s. Die konstante Abwassermenge von 240 m³/h, also 66,67 l/s der Papierfabrik Adolf Jass GmbH & Co. KG kann somit problemlos über die geplanten Kanalhaltungen abgeleitet werden.

Im Zuge der Erstellung einer detaillierten Entwurfs- und Ausführungsplanung muss geprüft werden, ob die im städtebaulichen Entwurf vorgesehenen Gehwegbreiten um das A- und B-Feld für die Befahrung mit einem Spül-/Unterhaltungsfahrzeug ausreichend dimensioniert sind. Die Eckbereiche müssten so ausgebildet werden, dass diese mit den Schleppkurven des Spül-/Unterhaltungsfahrzeug zusammenpassen. Die Größe des Spül-/Unterhaltungsfahrzeuges ist im Vorfeld der Detailplanung der Gehwege um die Sportplätze mit dem Abwasserverband Fulda bzw. der Papierfabrik Adolf Jass GmbH & Co. KG abzustimmen.

8 Bewässerung der Spielfelder

Nach der Deutschen Rasengesellschaft e.V. liegt der tägliche Wasserbedarf eines ca. 7.500 m² großen Rasensportplatzes im Mittel bei ca. 4 Liter pro m² (=mm). Bei diesem angenommenen Wasserverbrauch reicht das in der Rasentragschicht für die Gräser erreichbare Wasser für etwa drei Tage. Wenn in dieser Zeit der natürliche Niederschlag ausbleibt, muss der Rasen beregnet werden, damit keine Trockenschäden entstehen. Wird nach drei Tagen beregnet, muss der gesamte durchwurzelte Horizont durchfeuchtet werden. Für einen ca. 7.500 m² großen Rasensportplatz ist somit unter Berücksichtigung von Verlusten (Windabdrift, Verdunstung während der Beregnung etc.) eine Wassermenge von ca. 100 m³ erforderlich. Bei ca. 10 Beregnungsvorgängen im Jahr werden somit 1.000 m³ Wasser verbraucht.

Zur Sicherstellung der Gleiteigenschaften der Oberfläche, einer Reduzierung der Oberflächentemperatur bei starker Sonneneinstrahlung sowie zur Reduzierung des Verschleißes ist die Bewässerung und Beregnung von Sportplätzen mit Kunstrasen ebenfalls zwingend erforderlich. Dafür werden je nach Ausführung des Kunstrasenplatzes nochmal zwischen 3 und 8 l/m² benötigt.

Um eine ausreichende Bewässerung in den Sommermonaten gewährleisten zu können, ist nördlich des Vereinsheims somit eine Zisterne mit einem Volumen von 200 m³ vorgesehen (siehe Abbildung 39). Bei der Größe des Zisternenvolumens handelt es sich lediglich um einen Vorschlag. Nach den Ansprüchen des Grünflächenamtes der Stadt Fulda ist das Volumen beliebig erweiterbar.

Der Ablauf der Zisterne mündet dann in das für das A- und C-Feld, das Vereinsheim und den Parkplatz notwendige Rückhaltebecken vor der Einleitung in das Fließgewässer „Lehnerzgraben“.

Damit die Zisterne auch in Trockenperioden für die Beregnung der Spielfelder gefüllt ist, muss diese einen Wasserleitungsanschluss besitzen. Es muss somit ein Wasserleitungsanschluss von der vorhandenen Wasserleitung in der „Mackenrodtstraße“ bis zum geplanten Zisternenstandort verlegt werden. Von der Zisterne verlaufen dann entsprechende Leitungen zu den Endpunkten der Bewässerung an den einzelnen Sportfeldern.

In der nachfolgenden Abbildung 40 sind die vorgeschlagenen Endpunkte der Bewässerung an den einzelnen Spielfeldern sowie der Trinkwasserhausanschluss des Vereinsgebäudes und der Anschluss an die Wasserleitung in der „Mackenrodtstraße“ dargestellt.

Eine größere Ansicht ist dem Plan 4.4.1 zu entnehmen.

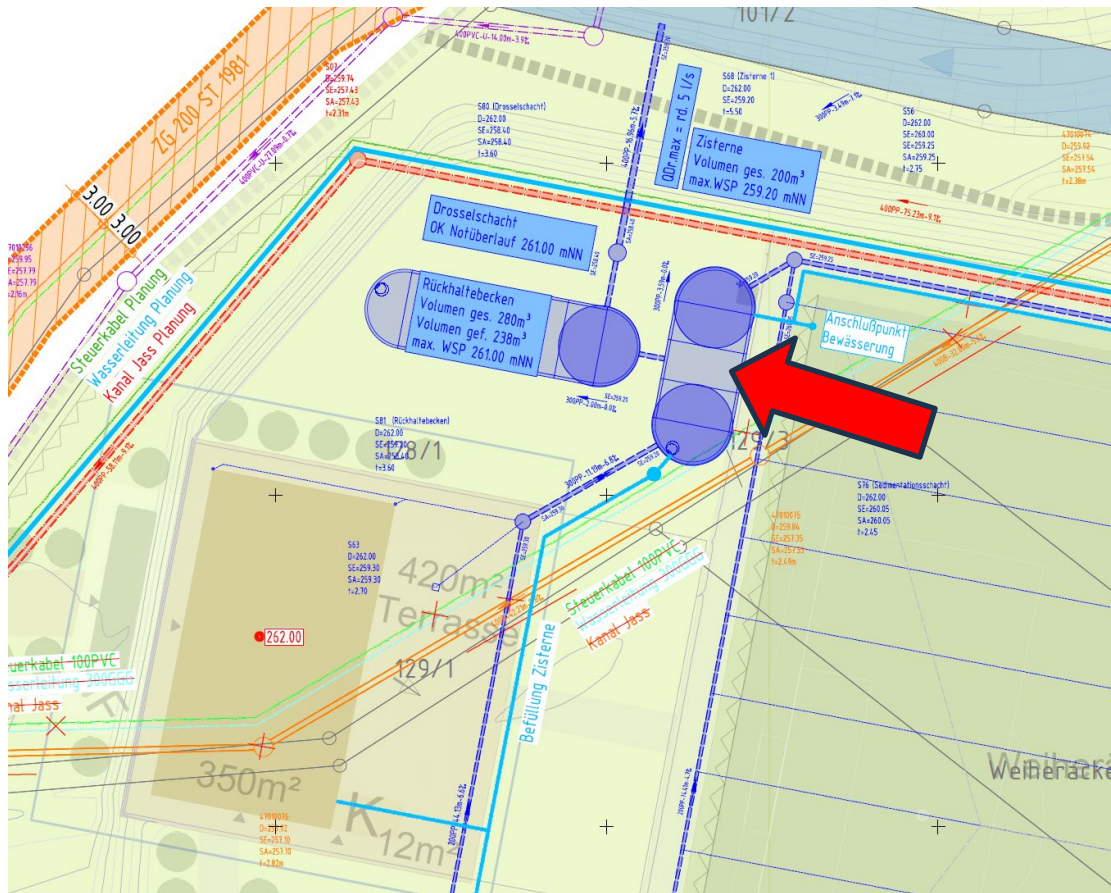


Abbildung 39: Vorgeschlagener Standort Zisterne

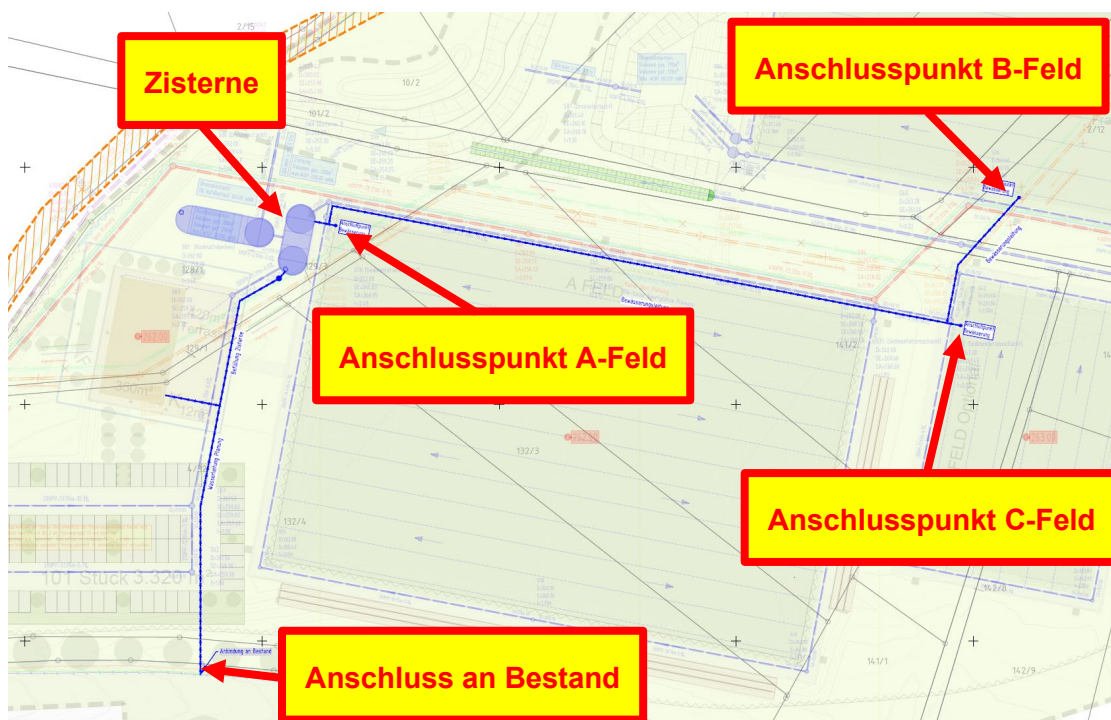


Abbildung 40: Vorschlag Endpunkte Bewässerung und Anschluss an Bestand

9 Zusammenfassung

Der Magistrat der Stadt Fulda beabsichtigt Baurecht für die Herstellung von mehreren Sportplätzen, einem PKW-Parkplatz und einem Vereinsheim für den FV Horas 1919 e.V. im Bereich der „Mackenrodtstraße“ in 36039 Fulda zu erlangen.

Im Vorfeld der Aufstellung des Bebauungsplans bzw. der Erlangung des Baurechts sollten auf Grundlage des städtebaulichen Entwurfs zum Bebauungsplan der Stadt Fulda, Nr. 200 „Sportgelände Mackenrodtstraße“ folgende Themen bearbeitet und Konzepte erstellt werden:

- Umverlegung Fließgewässer „Lehnerzgraben“ inkl. gewässerökologischer Gestaltung
- Erstellung Höhenkonzept der einzelnen Sportplätze, Vereinsheim und Parkplatz
- Entwässerungskonzept Sportplätze, Vereinsheim und Parkplatz
- Umverlegung Wasserleitung und Abwasserkanal der Papierfabrik Jass
- Vorschlag Endpunkte für die Bewässerung der Spielfelder

Die entsprechenden Konzepte wurden unter Berücksichtigung der Vorgaben des Abwasserverbandes Fulda, der Stadt Fulda und der Oberen Wasserbehörde des Regierungspräsidiums Kassel erstellt und in den Kapiteln des Berichts erläutert sowie in den Planunterlagen dargestellt.

Die durchgeführten Berechnungen und die darauf basierende Auswahl von notwendigen Rückhaltesystemen und Behandlungsanlagen müssen im Zuge der Erstellung einer detaillierten Entwurfs- und Ausführungsplanung zwingend auf die dann resultierenden abflusswirksamen Flächen angepasst werden! Ebenfalls ist zu prüfen, ob das durch den Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 zusätzlich herzustellende Rückhaltevolumen wirklich hergestellt werden muss oder ob im Falle eines Starkregens die überschüssigen Wassermengen nicht schadlos oberflächlich in das angrenzend verlaufende Fließgewässer „Lehnerzgraben“ abgeleitet werden können. In diesem Fall müsste nur das von der Oberen Wasserbehörde des Regierungspräsidiums Kassel geforderte und nach DWA-A 117 errechnete Rückhaltevolumen bereitgestellt werden.

Bei der Ermittlung des notwendigen Rückhaltevolumens, des maximalen Drosselabflusses und der Anzahl der vorgeschlagenen Behandlungsanlagen wurde davon ausgegangen, dass das C-Feld ein Naturrasenplatz wird. Sollte das C-Feld ebenfalls als Kunstrasenplatz hergestellt werden, sind die Berechnungen und die Auswahl der notwendigen Behandlungsanlagen entsprechend anzupassen.

Fulda, den

Fulda, den 02.12.2024

Ingenieurbüro Falkenhahn &
Partner, Beratende Ingenieur mbB

