

BP Lerchenstraße / Am Pechhölzl Süd

Verwaltungsgemeinschaft Grafrath

Machbarkeitsstudie Drosselung und Rückhaltung

vom 15.10.2025

Vorhabensträger: Verwaltungsgemeinschaft Grafrath
Hauptstr. 64
82284 Grafrath

Verfasser: Lindschulte
Ingenieurgesellschaft mbH Ammersee
Billerberg 10
82266 Inning am Ammersee

Verzeichnis der Unterlagen

Erläuterungsbericht

Anlage 1: Hydraulische Berechnungen

Anlage 2: Pläne nach Planverzeichnis

Erläuterungsbericht

1.	Vorhabensträger	1
2.	Zweck des Vorhabens.....	1
3.	Verwendete Unterlagen.....	2
4.	Bestehende Verhältnisse.....	3
4.1	Lage des Vorhabens.....	3
4.2	Gewässerverhältnisse	3
5.	Art und Umfang der geplanten Drosselung und Rückhaltung	5
5.1	Angaben zur geplanten Drosselung und Rückhaltung	5
5.2	Hydraulische Berechnungen für die geplanten Rückhaltemaßnahmen	5
5.2.1	Einzugsgebiete, Flächen	5
5.2.2	Niederschlagsdaten	6
5.2.3	Ermittlung des vorhandenen Rückhaltevolumens.....	7
5.2.4	Ermittlung des erforderlichen Rückhaltevolumens, Variante 1 wasserstandsabhängige Rohrdrossel.....	8
5.2.5	Bemessung der wasserstandsabhängigen Rohrdrossel, Variante 1.....	8
5.2.6	Ermittlung des Rückhaltevolumens, Variante 2 Bypass mit wasserstandsabhängiger Rohrdrossel.....	9
5.2.7	Bemessung der wasserstandsabhängigen Rohrdrossel im Bypass, Variante 2.....	9
5.2.8	Ermittlung des Rückhaltevolumens, Variante 3 wasserstandsunabhängige Drossel	9
5.2.9	Bemessung der wasserstandsunabhängigen Drossel, Variante 3	10
5.3	Nachweis der Notentlastung	10
6.	Zusammenfassung.....	11

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Lageplan mit Umgriff Baugebiet „Am Pechhölzl / Lerchenstraße, Abschnitt Süd“.....	2
Abbildung 4.1: Einlauf K66.....	3
Abbildung 4.2: Spartenplan mit Darstellung K-Sammler und Lerchengraben.....	4
Abbildung 5.1: Einzugsgebiet K-Sammler und Lerchengraben	6
Abbildung 5.2: Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD 2020, Allmannshausen (Spalte 164 Zeile 208), Zeitspanne Januar bis Dezember	7

Tabellenverzeichnis

Tabelle 5.1: Zusammenstellung der Flächen der Einzugsgebiete	6
Tabelle 5.2: Rückhaltevolumen bei verschiedenen Einstauwasserspiegeln	7

1. Vorhabensträger

Vorhabensträger ist die:

Verwaltungsgemeinschaft Grafrath
Hauptstraße 64
82284 Grafrath

2. Zweck des Vorhabens

Die Gemeinde Grafrath plant im nördlichen Ortsbereich einen Bebauungsplan für das Baugebiet „Am Pechhölzl / Lerchenstraße, Abschnitt Süd“ aufzustellen (Umgriff vgl. Abbildung 2.1). Dessen Ziel ist die Steuerung der Innenentwicklung mit einem Lückenschluss innerhalb der bestehenden Bebauung. Im Zuge der Arbeiten zur Festsetzung des Bebauungsplans wurde ein Entwässerungskonzept erarbeitet (Dr. Blasy - Dr. Øverland, Februar 2024). In diesem wurden die Abflüsse im Lerchengraben / K-Sammler für das Bemessungsereignis im Ist- und Planzustand bestimmt. Dabei wurden die angeschlossenen Flächen im oberhalb liegenden Baugebiet aus dem Entwässerungskonzept von 2021 angesetzt sowie für das vorliegende Baugebiet die Flächen, die gemäß Gebührensplitting (2021) an den K-Sammler angeschlossen sind. Die resultierende Gesamtabflussmenge liegt mit 254 l/s im Bestand um 34 l/s höher als die im Jahr 1992 genehmigte Menge von 220 l/s.

Nach Aussagen der IB Glatz-Kraus, welche die wasserrechtliche Genehmigung für die Verrohrung des Lerchengrabens / K-Sammlers erstellt haben, ist die Verrohrung in diesem Bereich auf eine Leistungsfähigkeit von 220 l/s bemessen. Für den zusätzlichen Abfluss kann keine Aussage getroffen werden, ob die Leistungsfähigkeit ausreicht. Eine instationäre Kanalnetzrechnung wäre sehr aufwändig und wird von der Gemeinde nicht gewünscht. Stattdessen sollen Möglichkeiten betrachtet werden, den Abfluss durch eine Drosselung zu reduzieren und im bestehenden Gelände oberhalb des herzustellenden Drosselschachts zurückzuhalten. Hier verläuft der Lerchengraben als offener Graben. Dies soll im Zuge der vorliegenden Machbarkeitsstudie überprüft werden.

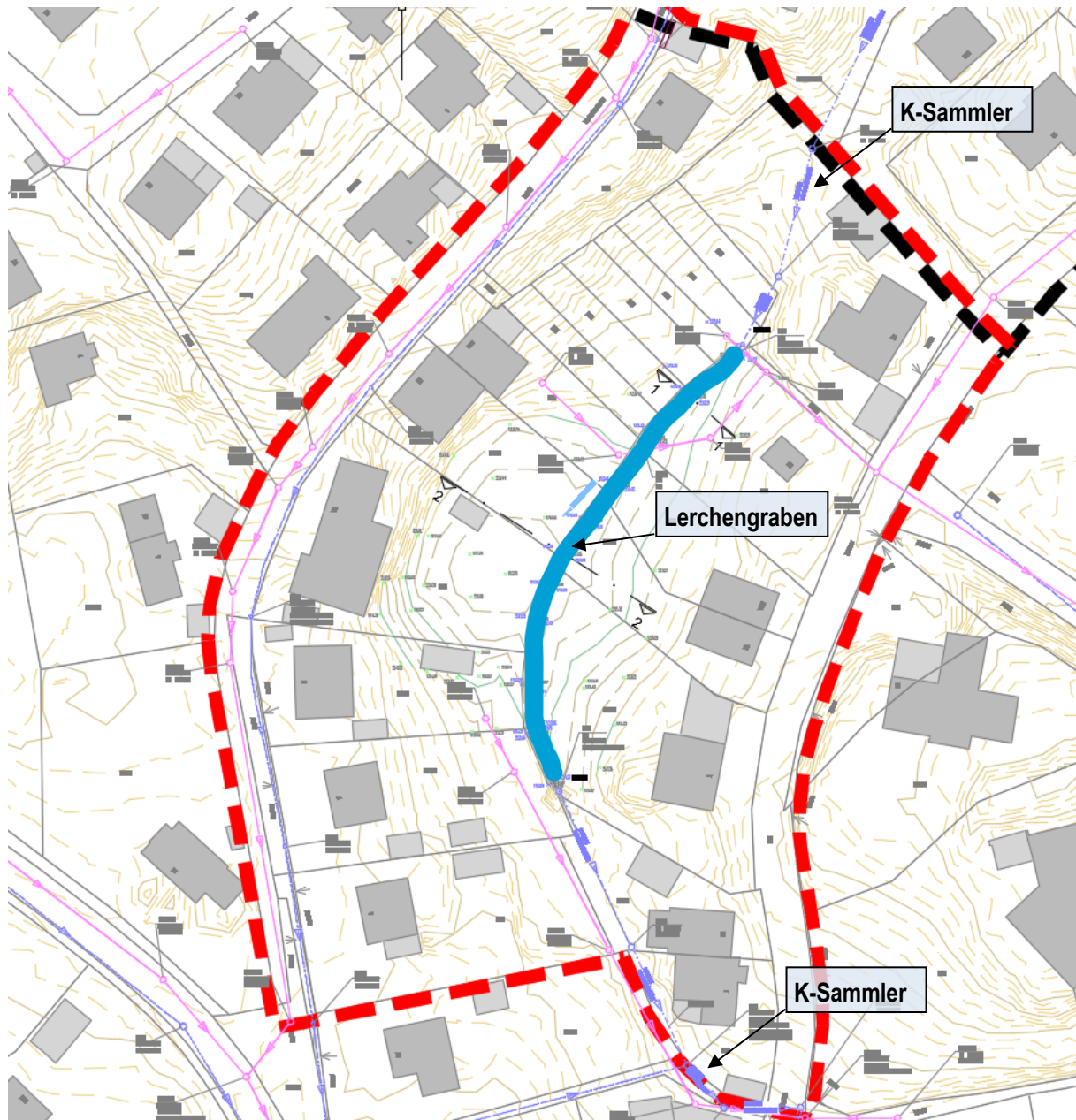


Abbildung 2.1: Lageplan mit Umgriff Baugebiet „Am Pechhölzl / Lerchenstraße, Abschnitt Süd“

3. Verwendete Unterlagen

Für die Durchführung der vorliegenden Studie standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- (1) Bebauungsplan „Am Pechhölzl/Lerchenstraße - Nord“ - Konzept zur schadlosen Beseitigung des Niederschlagswassers, Dr. Blasy - Dr. Øverland Ingenieure GmbH, 10.02.2022
- (2) Bebauungsplan „Pechhölzl Süd / Lerchenstraße“ - Konzept zur schadlosen Beseitigung des Niederschlagswassers, Dr. Blasy - Dr. Øverland Ingenieure GmbH, 22.02.2024
- (3) K-Sammler bzw. B-Plan Pechhölzl/Lerchenstraße in der Gemeinde Grafrath, Stellungnahme zum oberhalb des Lerchengrabens liegenden Einzugsgebiets, IB Glatz + Kraus, 21.12.2021
- (4) Vermessung des Lerchengrabens und des angrenzenden Geländes, Dr. Blasy - Dr. Øverland Ingenieure GmbH, 02.08.2023

4. Bestehende Verhältnisse

4.1 Lage des Vorhabens

Das Baugebiet „Pechhölzl Süd / Lerchenstraße“ befindet sich nordöstlich des Zentrums der Gemeinde Grafrath in der nördlich der B 471 bzw. nördlich der Amper gelegenen Gemarkung Wildenroth (vgl. (2)).

Die Drosselung soll am südlichen Ende des Lerchengrabens erfolgen, bevor er über Schacht K66 in den K-Sammler mündet (vgl. Lageplan K201 in Anlage 3). Die Drosselung bewirkt einen Einstau in die Flächen seitlich des Lerchengrabens. Diese werden bereits im Ist-Zustand nach Angaben von Anliegern regelmäßig überflutet.

4.2 Gewässerverhältnisse

Im Talgrund des geplanten Baugebiets verläuft der K-Sammler/Lerchengraben. Hierbei handelt es sich um ein zum Großteil verrohrtes Gewässer III. Ordnung mit einer Gesamtlänge von ca. 2 km, das in die Amper mündet. Der innerhalb des Baugebiets von Nord nach Süd verlaufende Lerchengraben ist am nördlichen und südlichen Rand des Baugebiets verrohrt (Betonrohr, DN300 bzw. DN500) ausgebildet (vgl. Abbildung 4.2 und Lageplan K201 in Anlage 2). Bei dieser Entwässerungsrohrleitung handelt es sich um den als K-Sammler bezeichneten Regenwasserkanal. Zwischen dem auf dem Flurstück 462 gelegenen Auslauf des K-Sammlers (K68) und dem innerhalb des Flurstücks 455/6 gelegenen Einlauf in den K-Sammler (K66, vgl. Abbildung 4.1) verläuft der Lerchengraben auf einer Länge von ca. 85 m als offener Graben in einem schmalen Gerinne mit nach Süden hin steiler und höher werdenden seitlichen Böschungen, die auf den letzten 10 Metern mit Wasserbausteinen gesichert sind.



Abbildung 4.1: Einlauf K66

Die Rohrsohle des Einlaufs in den K-Sammler (K66) wurde abweichend von der ursprünglich geplanten Sohlhöhe von 552,19 müNN zu 551,93 mü NN vermessen und liegt somit ca. 25 cm tiefer. Ca. 10 m vor Einlauf in den K-Sammler ist das Gewässer stark eingengt und verläuft zwischen fast senkrechten Ufermauern. Die Sohlbreite beträgt hier etwa 40 cm. Die Ufer liegen beidseitig etwa 1 m über der Sohle.

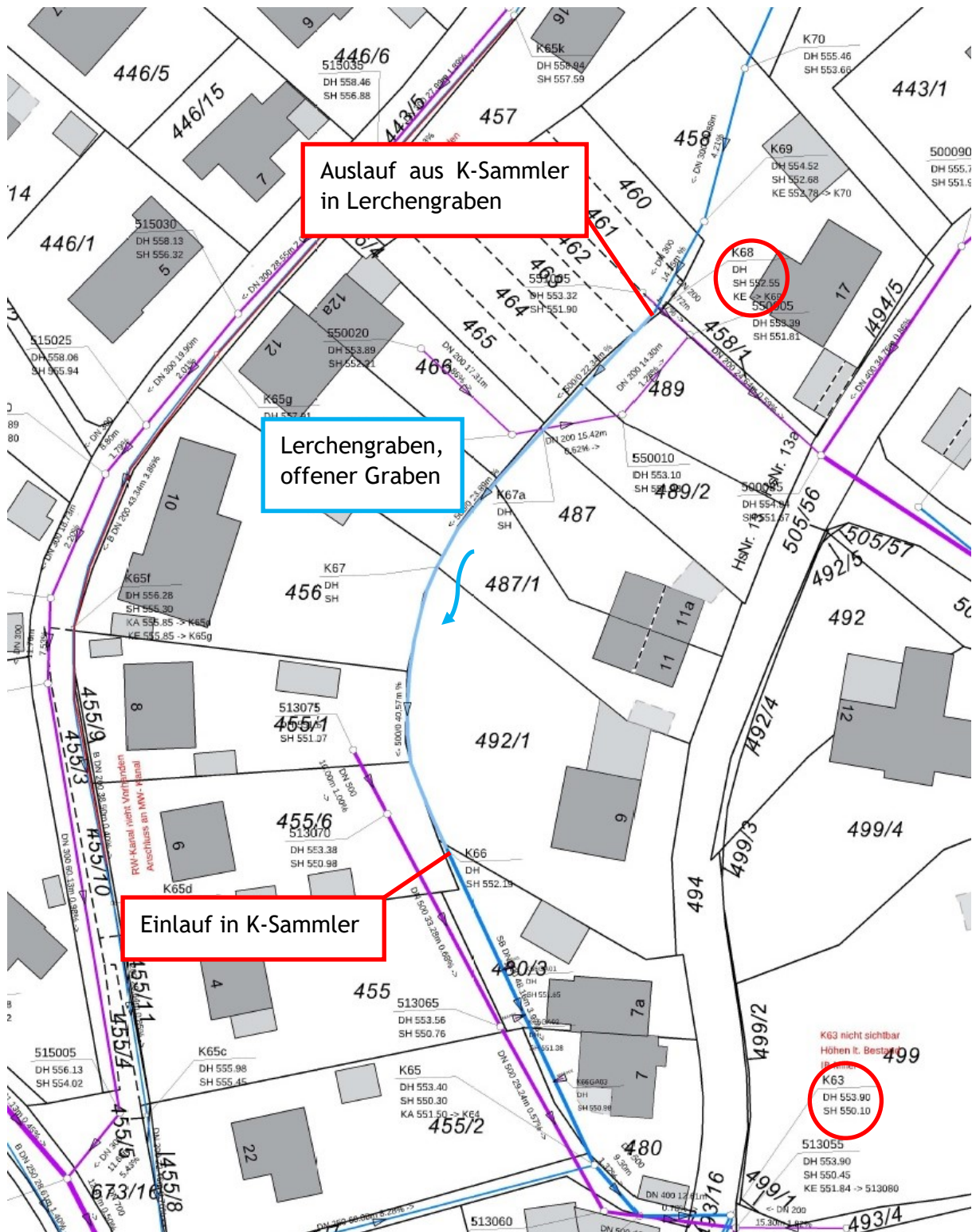


Abbildung 4.2: Spartenplan mit Darstellung K-Sammler und Lerchengraben

5. Art und Umfang der geplanten Drosselung und Rückhaltung

5.1 Angaben zur geplanten Drosselung und Rückhaltung

Die Drosselung des Abflusses kann am sinnvollsten auf den letzten 10 m vor Einlauf in den K-Sammler erfolgen, da das Gewässer hier zwischen steilen Ufermauern verläuft und eine Abriegelung mit wenig Aufwand möglich ist. Es wird eine Variante 1 mit einer wasserstandsunabhängigen Drossel (Rohrdrossel) untersucht, eine Variante 2 mit ebenfalls einer Rohrdrossel, allerdings angeordnet in einem Bypass. Die Variante 3 betrachtet eine wasserstandsabhängige Drossel (Abflussregler). Für die Varianten mit wasserstandsunabhängiger Drossel (Varianten 1 und 2) ergeben sich unterschiedliche erforderliche Rückhaltevolumina als bei Variante 3. Aufgrund der Geländesenke in Fließrichtung betrachtet oberhalb der geplanten Drossel bildet sich ein natürliches Rückhaltevolumen aus, das grundsätzlich geeignet und ausreichend groß ist. Somit muss kein künstliches Rückhaltebecken errichtet werden.

Bei der Variante 1 ist es vorgesehen, in einem Abstand von ca. 3,5 m vor dem Einlauf in den K-Sammler ein 8 m langes Rohr DN400 einzubauen, das aufgrund der Länge und des Gefälles als Drossel wirkt (vgl. Plan K401 und K402 in Anlage 2). Die bestehende Sohle ist auf einer Länge von ca. 20 m anzugleichen und die Ufermauer auf einer Länge von etwa 10 m zurückzubauen. Das Rohr ist auf der Höhe von 551,95 m ü NN und mit einem Gefälle von 0,23 % einzubauen. Es wird bis auf eine Höhe von 552,60 m ü NN überschüttet, wobei die Oberfläche sowie die Böschungen mit Pflastersteinen gegen Erosion zu sichern sind. Die gepflasterte Oberkante dient als Überlaufschwelle für alle Regenereignisse, die über das Bemessungsregenereignis hinausgehen.

Bei der Variante 2 soll die Drosselung in einem Bypass zum K-Sammler erfolgen (vgl. Plan K203 in Anlage 2). Geplant ist ebenfalls eine Rohrdrossel DN 400 mit einem Gefälle von 0,3%, die an einem Einlaufbauwerk beginnt. Als Notüberlauf werden zwei oberhalb der Drosselleitung liegende Rohre DN300 vorgesehen. Nach einer Länge von 9,2 m münden beide Rohre und die Rohrdrossel in den neuen Schacht K66c. Ab da verläuft der Bypass als DN500 bis zum bestehenden Schacht K65. Am Einlaufbauwerk muss das bestehende Rohr DN500 des K-Sammlers verdämmt werden. Die bestehenden Hausanschlüsse unterhalb münden weiterhin in den vorhandenen Schacht K65.

Bei der Variante 3 soll die Drosselung über einen Abflussbegrenzer erreicht werden, der in einem Schachtbauwerk installiert wird. Dieser regelt den Abfluss wasserstandsunabhängig. Die Anordnung erfolgt in einem Abstand von etwa 7 m vor dem Einlauf in den K-Sammler bei K66. Die Sohle des Grabens ist in diesem Bereich ebenfalls zu profilieren und dabei zu vergleichmäßigen. Im Bereich des Schachtbauwerks sind die Ufermauern zurückzubauen.

5.2 Hydraulische Berechnungen für die geplanten Rückhaltemaßnahmen

5.2.1 Einzugsgebiete, Flächen

Im Zuge der Erarbeitung des Entwässerungskonzepts für das oberhalb liegende Baugebiet Pechhölzl Nord/Lerchenstraße im Jahr 2022 wurden von Seiten des Ingenieurbüros G+K die Flächen des Einzugsgebiets neu ermittelt. Bei einer Gesamtfläche von ca. 23.646 m² und einem Abflussbeiwert von $\psi = 0,32$ ergibt sich eine abflusswirksame Fläche von 7.567 m² (vgl. Abbildung 5.1).

Im Baugebiet Pechhölzl Nord / Lerchenstraße sind im Ist-Zustand 1.750 m² abflusswirksame Flächen an den Lerchengraben angeschlossen. Der Planungszustand ist nicht maßgeblich, da aufgrund der vorgeschriebenen Drosselung zukünftig geringere Abflüsse in den Lerchengraben münden.

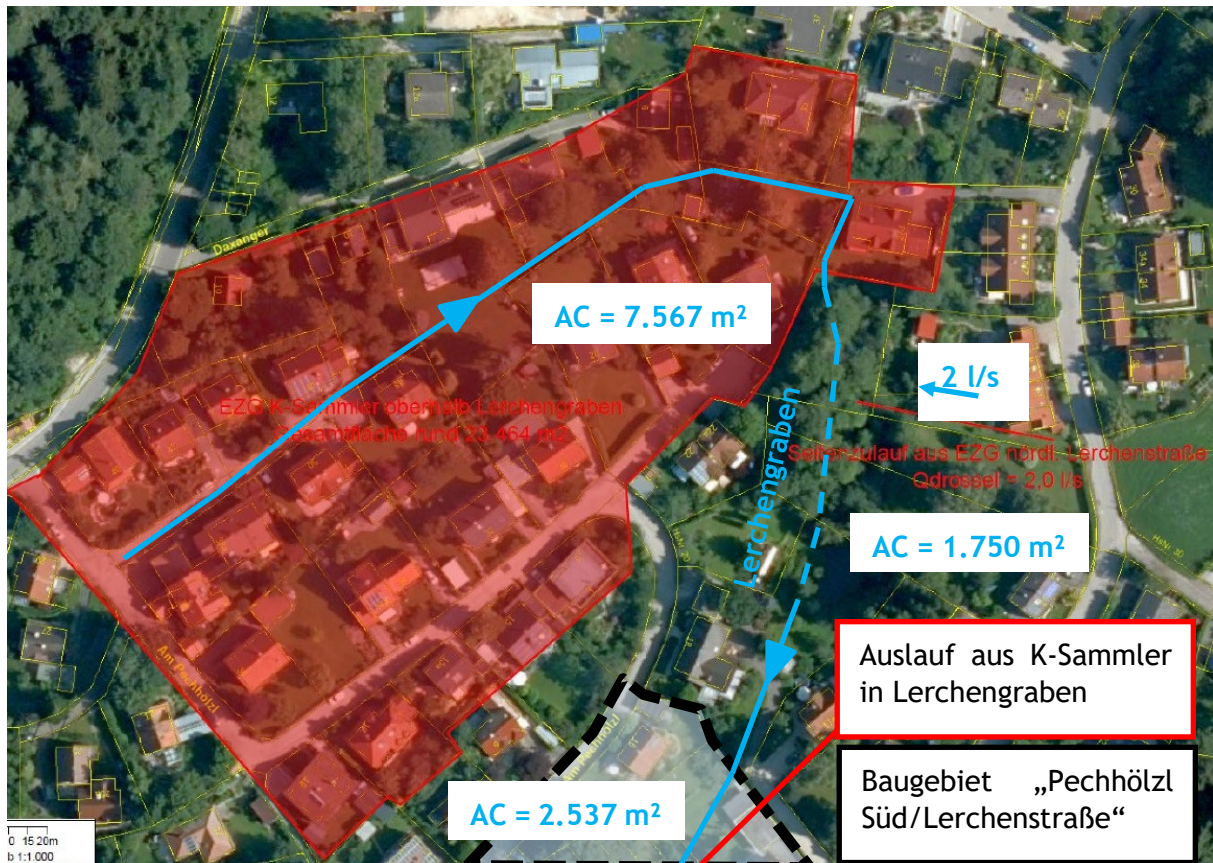


Abbildung 5.1: Einzugsgebiet K-Sammler und Lerchengraben

Für das Baugebiet Pechhölzl Süd / Lerchenstraße wird analog der Ist-Zustand als ungünstigster Fall angesetzt. Hier ergibt sich eine abflusswirksame Fläche von 2.537 m².

In der Summe ergeben sich die in Tabelle 5.1 zusammengestellten abflusswirksamen Flächen.

Tabelle 5.1: Zusammenstellung der Flächen der Einzugsgebiete

Einzugsgebiete	AC [m²]
Norden	7.567
Pechhölzl Nord Ist	1.750
Pechhölzl Süd	2.537
Summe	11.854

Aus dem Baugebiet Wildenroth / nördl. Lerchenstraße mündet ein Drosselabfluss von 2 l/s in den Lerchengraben. Dieser wird bei den Berechnungen in Kap. 5.2.4 und 5.2.8 berücksichtigt.

5.2.2 Niederschlagsdaten

Für die Überprüfung der hydraulischen Berechnungen wurden die Daten aus dem Kostra-Atlas „KOSTRA-DWD 2020“ des Deutschen Wetterdienstes verwendet (Deutscher Wetterdienst: Starkniederschlagshöhen für Deutschland, Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach am Main). Für den Standort Allmannshausen (Rasterfeld: Spalte 164, Zeile 208) ergeben sich die Werte gemäß Abbildung 5.2:

Rasterfeld : Spalte 164, Zeile 208
Ortsname : Allmanshausen
Bemerkung :

INDEX_RC : 208164

Dauerstufe D	Niederschlagshöhen hN [mm] je Wiederkehrintervall T [a]									
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a	
5 min	7,9	9,5	10,5	11,8	13,7	15,7	17,0	18,7	21,1	
10 min	10,4	12,6	13,9	15,7	18,2	20,8	22,5	24,8	28,0	
15 min	12,1	14,6	16,2	18,2	21,1	24,2	26,2	28,8	32,5	
20 min	13,4	16,2	17,9	20,2	23,4	26,8	29,0	31,8	36,0	
30 min	15,4	18,6	20,5	23,1	26,9	30,7	33,3	36,6	41,3	
45 min	17,6	21,2	23,5	26,5	30,7	35,1	38,0	41,8	47,2	
60 min	19,3	23,3	25,8	29,1	33,7	38,6	41,7	45,9	51,8	
90 min	22,0	26,6	29,4	33,1	38,4	43,9	47,5	52,3	59,0	
2 h	24,1	29,1	32,2	36,2	42,1	48,1	52,1	57,3	64,7	
3 h	27,4	33,1	36,6	41,2	47,8	54,7	59,2	65,1	73,5	
4 h	30,0	36,2	40,0	45,1	52,3	59,8	64,8	71,2	80,4	
6 h	34,0	41,1	45,4	51,2	59,4	67,9	73,5	80,8	91,3	
9 h	38,6	46,6	51,5	58,0	67,4	77,1	83,4	91,7	103,6	
12 h	42,2	50,9	56,4	63,5	73,7	84,3	91,2	100,3	113,3	
18 h	47,9	57,8	63,9	72,0	83,6	95,6	103,4	113,7	128,5	
24 h	52,3	63,2	69,9	78,7	91,4	104,5	113,1	124,3	140,5	
48 h	64,9	78,3	86,6	97,6	113,3	129,6	140,2	154,1	174,1	
72 h	73,5	88,8	98,2	110,6	128,5	146,9	159,0	174,8	197,4	
4 d	80,4	97,1	107,4	120,9	140,5	160,6	173,8	191,1	215,8	
5 d	86,2	104,0	115,1	129,6	150,5	172,1	186,2	204,7	231,3	
6 d	91,2	110,1	121,8	137,1	159,3	182,1	197,1	216,6	244,7	
7 d	95,6	115,4	127,7	143,8	167,1	191,0	206,7	227,2	256,7	

Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D Dauerstufe in [min, h, d]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
- hN Niederschlagshöhe in [mm]

Abbildung 5.2: Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD 2020, Allmanshausen (Spalte 164 Zeile 208), Zeitspanne Januar bis Dezember

(© KOSTRA-Atlas)

5.2.3 Ermittlung des vorhandenen Rückhaltevolumens

Anhand der Vermessung des Geländes (4) kann das vorhandene Rückhaltevolumen im Gelände für verschiedene Wasserspiegellagen ermittelt werden (vgl. Tabelle 5.2 und Anlage 1-1). Abhängig von der Sohlhöhe des Drosselements kann daraus der Wasserstand davor abgeleitet werden, der für die Bemessung des Drosselements maßgeblich ist.

Tabelle 5.2: Rückhaltevolumen bei verschiedenen Einstauwasserspiegeln

Wasserspiegel	Volumen
[müNN]	[m ³]
552,2	7,41
552,3	47,64
552,4	90,27
552,5	149,29
552,6	229,02
552,7	327,34

5.2.4 Ermittlung des erforderlichen Rückhaltevolumens, Variante 1 wasserstandsabhängige Rohrdrossel

Die Dimensionierung des Regenrückhaltebeckens erfolgt im Näherungsverfahren auf der Grundlage des DWA-Arbeitsblatts A 117 „Bemessung von Regenrückhalteräumen“. Da es sich hierbei um ein einfach strukturiertes Entwässerungssystem handelt, wird auf eine genauere Langzeitsimulation verzichtet. Stattdessen wird der Rückhalteraum auf der sicheren Seite liegend mit einem Zuschlagsfaktor f_z von 1,2 bestimmt, so dass das Risiko einer Unterdimensionierung gegenüber einer Langzeitsimulation sehr gering ist.

In damaliger Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt München wurde die Jährlichkeit für den Vergleich der Zuflüsse auf 5 festgelegt. Analog dazu wird das Regenrückhaltebecken für ein Bemessungsregenereignis mit einer 5-jährlichen Wiederkehrzeit dimensioniert. Bei Variante 1 wird davon ausgegangen, dass eine Rohrdrossel eingesetzt wird. Der Drosselabfluss muss daher bei der Bemessung auf die Hälfte reduziert und damit gemittelt werden, da der Abfluss mit zunehmendem Einstau bis zum geplanten maximalen Drosselabfluss zunimmt. Für die Berechnungen wird ein eigenes Excel-Arbeitsblatt verwendet. Nachfolgend werden die Eingabedaten und die wichtigsten Ergebnisse der Bemessung angegeben. Die Bemessung befindet sich in Anlage 1-3.

Erforderliches Rückhaltevolumen

- abflusswirksame Fläche: $AC = 11.854 \text{ m}^2$
- konstanter Zufluss aus Drossel: $Q = 2 \text{ l/s}$
- gewählte Regenhäufigkeit: $n = 0,2$ (5-jährlich)
- Drosselabfluss: $Q_{dr} = 110,0 \text{ l/s}$ ($= 220 / 2$)
- **erforderliches Speichervolumen:** $V_{\text{erf}} = 150 \text{ m}^3$

Dieses Volumen wird gemäß Tabelle 5.2 bei einem Wasserspiegel von ca. 552,5 m ü NN erreicht.

5.2.5 Bemessung der wasserstandsabhängigen Rohrdrossel, Variante 1

Als wasserstandsabhängige Drossel wird eine Rohrdrossel vorgesehen. Bei einem Rohr DN400 mit einer Länge von 8 m und einer Sohlneigung von 0,23 % ergibt sich beim maximalen Abfluss von 220 l/s eine Einstauhöhe von 0,67 m (vgl. Anlage 1-2). Die Rohrdrossel sollte in einem Abstand von ca. 3,5 m zum Einlaufrechen des K-Sammlers angeordnet werden (vgl. Plan K401 in Anlage 2). Die vorhandene Sohle ist im Zulaufbereich auf einer Länge von ca. 20 m zu profilieren und damit zu vergleichmäßigen. Es ergibt sich eine Sohlhöhe von 551,95 m ü NN am Einlauf in die Rohrdrossel. Somit liegt der Wasserspiegel für den Bemessungsfall bei 552,62 m ü NN. Dabei wird ein Volumen von über ca. 229 m³ aktiviert, welches deutlich größer ist als das berechnete, erforderliche Volumen.

Daraus leiten sich zwei Möglichkeiten ab:

1. Das Rückhaltebecken wird im Ist-Zustand belassen. Es wird akzeptiert, dass das vorhandene Volumen mit dem Drosselabfluss von 220 l/s erst bei einem etwa 20-jährlichen Regenereignis aktiviert wird (vgl. Anlage 1-4). Bei einem 5-jährlichen Regenereignis mit dem berechneten Rückhalteraum von ca. 150 m³ stellt sich bei einem Wasserspiegel von 522,50 m ü NN (Wasserstand 0,55 m) ein Drosselabfluss von 170 l/s ein (vgl. Anlage 1-2). Zu beachten ist, dass es zu einem geringen Rückstau in den K-Sammler am Auslauf K68 kommt, der sich allerdings aufgrund des großen Gefälles auf ca. 5,5 m in der Rohrleitung beschränkt und somit keine negativen Auswirkungen auf die Abflussleistung erwarten lässt. Die sich ergebende

Wasserspiegellinie im Gelände (Bereich des Einstaus der Retentionsfläche) ist in Lageplan K 201 in Anlage 2 dargestellt.

2. Das Rückhaltebecken wird durch einen parallel zum Lerchengraben verlaufenden Erdwall mit ca. 50 cm Höhe in Richtung Westen verkleinert, so dass sich bei einem Wasserspiegel von 552,6 m ü NN ein Volumen von ca. 150 m³ einstellt. Nachteil dieses Eingriffes ist, dass bei zwei Flurstücken das Gelände durch einen Erdwall unterteilt wäre, welcher im Fall eines Hochwassers eine Barriere darstellt. Ein Abfließen des Oberflächenwassers nach einem solchen Ereignis wäre nicht mehr in Richtung Lerchengraben gewährleistet. Deshalb wird diese Lösung nicht weiterverfolgt.

Aufgrund der Hochwasserproblematik und des Eingriffs in die privaten Grundstücke wird die Nutzung des vorhandenen natürlichen Rückhalteriums empfohlen. Dabei wird in Kauf genommen, dass die Drosselung geringer ist als gefordert und die maximal zulässige Drosselung erst bei einem etwa 20-jährlichen Regenereignis erfolgt. Dies bedeutet für die Eigentümer der Grundstücke 456 und 456/3 einen etwas häufigeren Einstau in der Senke als im Ist-Zustand.

5.2.6 Ermittlung des Rückhaltevolumens, Variante 2 Bypass mit wasserstandsabhängiger Rohrdrossel

Als zweite Variante wird ebenfalls eine Rohrdrossel betrachtet, allerdings ist diese in einem Bypass neben dem Bestandssammler angeordnet, der die beiden Haltungen K66-K66a und K66a-K65 umgeht. Grund hierfür ist der nach Auskunft der Gemeinde schlechte Zustand der beiden genannten Haltungen. Auf diese Weise könnte eine in absehbarer Zeit notwendige Sanierung des Sammlers in diesem Bereich vorweggenommen und integriert werden. Das Rückhaltevolumen wird analog zu Kapitel 5.2.4 bestimmt.

5.2.7 Bemessung der wasserstandsabhängigen Rohrdrossel im Bypass, Variante 2

Ebenso wie in Variante 1 wird eine Rohrdrossel angeordnet. Diese beginnt am Einlauf K66 auf derselben Höhe wie im Bestand (551,93 müNN, vgl. Plan K403) und wird in ein Einlaufbauwerk mit Flügelnwänden integriert. Dabei wird der Zulauf zum bestehenden K-Sammler verdämmt. Die Rohrdrossel verläuft mit einem Durchmesser DN400 auf einer Länge von 9,2 m und einem Gefälle von 0,3% bis zum Schacht K66c. Dieser ist so angeordnet, dass er in einem Abstand von ca. 1 m zur Mischwasserleitung und auf dem Flst. 455/11 liegt. Es ergibt sich ein Einstau von 0,66 m vor der Drossel. Dies führt bei der etwas geringeren Höhe der Rohrsohle am Einlauf zu einem Wasserspiegel von 552,59 müNN. Dabei wird wie in Variante 1 erst bei einem 20-jährlichen Ereignis ein Volumen von ca. 229 m³ aktiviert. Bei einem 5-jährlichen Regenereignis mit dem berechneten Rückhalterium von ca. 150 m³ stellt sich bei einem Wasserspiegel von 522,50 müNN (Wasserstand 0,57 m) ein Drosselabfluss von 180 l/s ein (vgl. Anlage 1-3).

5.2.8 Ermittlung des Rückhaltevolumens, Variante 3 wasserstandsunabhängige Drossel

Bei Variante 3 wird davon ausgegangen, dass ein Abflussbegrenzer eingesetzt wird, der den Abfluss auf konstant 220 l/s hält. Somit ist das erforderliche Rückhaltevolumen auf ca. 99 m³ reduziert (vgl. Anlage 1-4). Dieses Volumen wird bei einem Wasserspiegel von ca. 552,42 m ü NN und einem Einstau von 47 cm erreicht.

5.2.9 Bemessung der wasserstandsunabhängigen Drossel, Variante 3

Die wasserstandsunabhängige Drossel wird wie bei Variante 1 auf einer Sohlhöhe von 551,95 m ü NN angeordnet. Somit ergibt sich ein Wasserstand von ca. 0,47 m vor dem Drosselbauwerk. Mehrere Anfragen bei verschiedenen Herstellern haben ergeben, dass aufgrund des geringen Wasserstands und der großen Drosselabflüsse keine technischen Lösungen für diesen konkreten Fall auf dem Markt sind. Somit scheidet diese Variante aus.

5.3 Nachweis der Notentlastung

Es ist sicherzustellen, dass bei größeren Regenereignissen als dem Bemessungsereignis alle Abflüsse sicher abgeleitet werden ohne einen schädlichen Aufstau oberstromig zu erzeugen.

Variante 1

Bei Variante 1 mit Rohrdrossel und Überlaufschwelle wirkt diese als Überfall mit freiem Auslauf. Für eine bessere Leistungsfähigkeit ist es wichtig, diese mit einer möglichst glatten Pflasterung auszuführen. Es ergibt sich eine Breite von ca. 1 m für die Überströmung und seitlichen Wänden mit Neigung von ca. 1:0,4 (vgl. Plan K402 in Anlage 3). In Anlage 1-6 sind die Abflüsse bei verschiedenen Überlaufhöhen berechnet.

Bei der maximalen Überströmung von 33 cm im Bereich der Überlaufschwelle (bevor es zu einer Ausuferung in das Gelände kommt) ergibt sich ein Abfluss von 313 l/s. Gleichzeitig wird über die Rohrdrossel ein Abfluss von ca. 320 l/s abgegeben, sofern es nicht zu einem Rückstau aus dem K-Sammler kommt. Die Wasserspiegellage beträgt 552,93 müNN (Wasserstand vor Rohreinlauf 1,0 m) und liegt deutlich unter dem bei der Sturzflutanalyse, vgl. (1), ermittelten max. Wasserspiegel von 553,23 m ü NN. Dieser wurde für ein 100-jährliches Regenereignis mit 60 min Dauer ermittelt. In diesem Fall stellt sich der Wasserspiegel langsam ein und die Rohrdrossel steht unter Rückstau. Weiterhin kommt es zu einer Überflutung des Geländes auch im Bereich des K-Sammlers. Es ist daher davon auszugehen, dass die Drosseleinrichtung zu keiner Verschlechterung führt.

Bei einem Vergleich mit der Abflussleistung des K-Sammlers im Ist-Zustand (DN500, Länge 27,4 m, Gefälle 0,47%), über den bei o.g. Wasserstand ein Abfluss von ca. 445 l/s abgeführt wird (vgl. Anlage 1.7), ist die Rohrdrossel mit Überlauf mit einer Abflusssumme von $313 + 330 = 643$ l/s deutlich leistungsfähiger.

Variante 2

Bei Variante 2 ist es vorgesehen, als Notüberlauf über der Rohrdrossel eine zweite Rohrleitung DN300 anzuordnen. Diese beginnt am Einlaufbauwerk auf Höhe des Wasserspiegels im Bemessungsfall (Rohrsohle bei 552,59 müNN) und hat eine Länge von 9,2 m bei einem Gefälle von 0,3%. Bei der in Variante 1 angesetzten Wasserspiegelhöhe für den Überstau ohne Ausuferung von 552,93 müNN ergibt sich vor dem Drosselrohr DN400 ein Wasserstand von 1,0 m. Dieser bewirkt einen Abfluss von 323 l/s (vgl. Anlage 1.7). Über die Notentlastung DN300 fließen beim selben Wasserspiegel (Wasserstand 0,34 m) ca. 57 l/s ab. Mit einer geplanten Abflusssumme von 380 l/s liegt die Abflussleistung unter der im Bestand (445 l/s) und verschlechtert somit den Ist-Zustand. Bei Anordnung einer zweiten parallelen Notentlastung DN300 erhöht sich die Abflussleistung auf 437 l/s und liegt somit zwar in der Größenordnung des Abflusses im Bestand, erreicht diese aber nicht.

Eine Notentlastung mit nur einer Leitung mit einem größeren Durchmesser als 300 mm hat eine geringere Leistung als zwei Notentlastungsleitungen DN300 nebeneinander. Darüber hinaus reduziert sich die bereits geringe Überdeckung weiter oder die erforderliche Geländemodellierung vergrößert sich.

Die Rohrleitungen des Notüberlaufs (2x DN300) liegen in einem Abstand von ca. 25 cm über der Rohrdrossel DN400. Als Überdeckung der beiden oben liegenden Rohre DN300 ergibt sich aus dem Bestands Gelände ein Mindestwert von 0,35 m (vgl. Längsschnitt K403), dieser liegt auf den ersten 3 m vor. Sollte eine größere Überdeckung gewünscht sein, so müssten künstliche Aufschüttungen erfolgen. Diese dürfen allerdings kein Hindernis für den Oberflächenabfluss bei Hochwasser darstellen.

Der seitliche Abstand der beiden Rohrleitungen DN300 kann frei gewählt werden, sollte aber mind. 25 cm betragen. Die Stirnwand des Einlaufbauwerks ist ca. 1,25 m breit zu wählen. Für den Vereinigungsschacht K66c ergibt sich die Notwendigkeit, einen Sonderschacht herzustellen, um die Einbindung der beiden Rohre DN300 herstellen zu können (vgl. Lageplan K203).

Variante 3

Da Variante 3 nicht realisierbar ist und damit ausscheidet, wird hierfür keine Notentlastung betrachtet.

6. Zusammenfassung

Eine Drosselung und Rückhaltung der Abflüsse ist im bestehenden Gelände grundsätzlich möglich. Die eingeebte Strecke vor Einlauf in den K-Sammler bietet sich für die Anordnung einer Drosseleinrichtung an und das bestehende Gelände mit der Senke ist als natürlicher Rückhalteraum geeignet.

Für die Drosselung wurden drei Varianten betrachtet. Variante 1 mit einer Rohrdrossel ist eine bautechnisch einfache Lösung, die zugleich wartungsarm ist. Die Funktionsfähigkeit kann jederzeit durch Sichtkontrollen überprüft werden. Als Notentlastung für höhere Regenereignisse wird das Rohr nur gering überdeckt und erosionssicher ausgebildet. Das erforderliche Retentionsvolumen ist im Bestand bereits vorhanden. Ohne bauliche Eingriffe in das Gelände wird die maximale Drosselabgabe erst bei einem 20-jährlichen Regenereignis erreicht. Eine Verkleinerung des Rückhalterausms wäre technisch durch einen parallel zum Lerchengraben verlaufenden Erdwall umsetzbar, wird aber aufgrund der Wirkung als Abflussbarriere im Hochwasserfall nicht empfohlen.

Die Variante 2 mit Anordnung einer Rohrdrossel in einem Bypass parallel des Bestandssammlers wurde betrachtet, da die ersten zwei Haltungen des K-Sammlers ab dem Einlauf K66 sanierungsbedürftig sind. Die Rohrdrossel DN400 beginnt dabei sohlgleich mit dem bestehenden Rohr des K-Sammlers in einem Einlaufbauwerk und führt nach einer Länge von 9,2 m in einen Kanal DN500. Als Notüberlauf werden über der Rohrleitung DN400 zwei Rohre DN300 parallel angeordnet, deren jeweiligen Sohlen auf Höhe des Einstauwasserspiegels im Bemessungsfall liegen. Bei dieser Variante ist die hydraulische Leistungsfähigkeit bei Ereignissen, die größer als das Bemessungsereignis sind, geringer als im Bestand. Zudem führt die Anordnung von zwei Notüberlauf-Rohren über dem Drosselrohr dazu, dass das Vereinigungsbauwerk K66c als Sonderschacht ausgebildet werden muss. Die Überdeckung der oberen Rohrleitungen beträgt nur ca. 0,35 m.

Die Variante 3 mit Anordnung eines wasserstandsunabhängigen Abflussbegrenzers in einem Schachtbauwerk wurde im Rahmen der Machbarkeitsstudie der Vollständigkeit halber geprüft, aber technische Lösungen sind aufgrund der geringen Einstauhöhe bei den erforderlichen Drosselabflüssen nicht verfügbar.

Wir empfehlen aufgrund der besseren hydraulischen Leistungsfähigkeit, dem einfachen Einbau und der guten Wartungs- und Kontrollmöglichkeit die Umsetzung der Variante 1. Es obliegt der Gemeinde, dennoch einen Bypass zu bauen, um die sanierungsbedürftigen Abschnitte des K-Sammlers zu umgehen.

Inning am Ammersee, 15.10.2025

Lindschulte
Ingenieurgesellschaft mbH Ammersee



i.V. Dieter Rosar
Projektleiter



i.A. Judith Starr
Projektingenieur

Anlage 1

Hydraulische Berechnungen

Wasserstände vor Rohrdrossel

Zusammenstellung Zwischenergebnisse für $Q_{Dr,max} = 220 \text{ l/s}$:

DN	l_s	Länge	h_0
[mm]	[%]	[m]	[m]
125	0,5	4	36,10
150	0,5	4	16,30
200	0,5	4	4,80
300	0,5	4	1,12
400	0,2	4	0,65
	0,5	4	0,64
	0,5	3	0,63
	1,3	4	0,60
	2,0	4	0,58
500	0,2	4	0,59
	0,5	4	0,58

Variante 1: Wasserspiegel Rückhalteraum

Rückhaltevolumen $V_{erf} = 150 \text{ m}^3$

Ermittlung V_{vorh} mittels DGM

Rohrsohle Drosseleinlauf:

551,95 müNN

Länge = 4m

Gefälle = 0,2%

Wasserstand h_0	Wasserspiegel	Volumen V_{vorh}
[m]	[müNN]	[m ³]
0,25	552,2	7,41
0,35	552,3	47,64
0,45	552,4	90,27
0,55	552,5	149,29
0,65	552,6	229,02
0,75	552,7	327,34

Variante 2: Wasserspiegel Rückhalteraum

Rückhaltevolumen $V_{erf} = 150 \text{ m}^3$

Ermittlung V_{vorh} mittels DGM

Rohrsohle Drosseleinlauf:

551,92 müNN

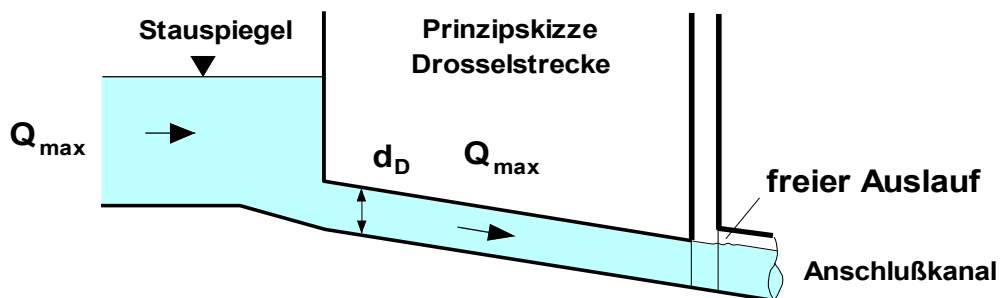
Länge = 4m

Gefälle = 2,0%

Wasserstand h_0	Wasserspiegel	Volumen V_{vorh}
[m]	[müNN]	[m ³]
0,28	552,2	7,41
0,38	552,3	47,64
0,48	552,4	90,27
0,58	552,5	149,29
0,68	552,6	229,02
0,78	552,7	327,34

Berechnung von Drosselstrecken bei freiem Ablauf

Projekt: **VG Grafrath, BP Lerchenstraße - Machbarkeitsstudie**



Eingaben, veränderbare Zellen
Zielzellen für Zielwertsuche

Hydr. Skizze ?
Konstr. Hinweise ?

Eingabedaten:

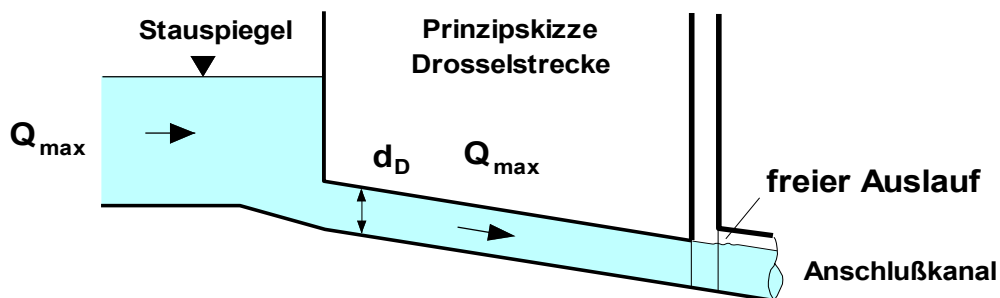
$Q_{\max} =$	0,220	0,320	0,170	m ³ /s	Maximaler Abfluß
$d_D =$	0,400	0,400	0,400	m	Durchmesser der Drosselstrecke
$I_{s,D} =$	0,00230	0,00230	0,00230	-	Sohlengefälle der Drosselstrecke
$k_b =$	0,25	0,25	0,25	mm	Betriebliche Rauheit
$Q_v =$	0,123	0,123	0,123	m ³ /s	Vollfüllungsabfluß
$v_v =$	0,98	0,98	0,98	m/s	Fließgeschwindigkeit (Prandtl-Colebrook)
$L_D =$	8,0	8,0	8,0	m	Länge der Drosselstrecke
$L_D/d_D =$	20	20	20	-	Drosselverhältnis

Berechnung der Stauhöhe h_0 mit Beiwert $m = 1$ für die Lage der Drucklinie (A 111):

$I_E =$	0,00715	0,01492	0,00432	-	Energiegefälle
$v_D =$	1,749	2,543	1,353	m/s	Fließgeschwindigkeit
$Q_{\max} =$	0,220	0,320	0,170	m ³ /s	Maximaler Abfluß
$Q_{\max} =$	0,220	0,320	0,170	m ³ /s	Zielwert
$\zeta_e =$	0,45	0,45	0,45	-	Beiwert Einlaufverlust, nach A 111: $\zeta_e = 0,45$
$h_0 =$	0,665	0,979	0,551	m	Stauhöhe am Drosseleinlauf mit $m = 1$
$h_{0,\min} =$	0,312	0,659	0,187	m	Mindeststauhöhe nach A 111

Berechnung von Drosselstrecken bei freiem Ablauf

Projekt: **VG Grafrath, BP Lerchenstraße - Machbarkeitsstudie, Drossel Bypass**



Eingaben, veränderbare Zellen
 Zielzellen für Zielwertsuche

Hydr. Skizze ?
Konstr. Hinweise ?

Eingabedaten:

$Q_{\max} =$	0,220	0,180	0,323	m ³ /s	Maximaler Abfluß
$d_D =$	0,400	0,400	0,400	m	Durchmesser der Drosselstrecke
$I_{s,D} =$	0,00300	0,00300	0,00300	-	Sohlengefälle der Drosselstrecke
$k_b =$	0,25	0,25	0,25	mm	Betriebliche Rauheit
$Q_v =$	0,141	0,141	0,141	m ³ /s	Vollfüllungsabfluß
$v_v =$	1,12	1,12	1,12	m/s	Fließgeschwindigkeit (Prandtl-Colebrook)
$L_D =$	9,2	9,2	9,2	m	Länge der Drosselstrecke
$L_D/d_D =$	23	23	23	-	Drosselverhältnis

Berechnung der Stauhöhe h_o mit Beiwert $m = 1$ für die Lage der Drucklinie (A 111):

$I_E =$	0,00715	0,00483	0,01527	-	Energiegefälle
$v_D =$	1,749	1,432	2,573	m/s	Fließgeschwindigkeit
$Q_{\max} =$	0,220	0,180	0,323	m ³ /s	Maximaler Abfluß
$Q_{\max} =$	0,220	0,180	0,323	m ³ /s	Zielwert
$\zeta_e =$	0,45	0,45	0,45	-	Beiwert Einlaufverlust, nach A 111: $\zeta_e = 0,45$
$h_o =$	0,664	0,568	1,002	m	Stauhöhe am Drosseleinlauf mit $m = 1$
$h_{o,min} =$	0,312	0,209	0,675	m	Mindeststauhöhe nach A 111

Bemessung Regenrückhaltebecken (RRB)

Variante 1 mit wasserstandsabhängiger Drossel (z.B. Rohrdrossel)

Au = 11854 m²
1,1854 ha

konstanter Zufluss (z.B. aus Drossel)
Qzu = 2 l/s

fz = 1,2

Zeit	Zeit	Zeit	Zeit	r _{D,0,2} 5-jährl.	Zufluss	Volumensumme Zufluss	Drosselabfluss	Abflussvolumen	Volumensumme	V _{erf} mit f _z
[d]	[h]	[min]	[s]		[l/s]	[m ³]	[l/s]	[m ³]		
		5	300	416,7	496	149	110	33	116	139
		10	600	266,7	318	191	110	66	125	150
		15	900	202,2	242	218	110	99	119	142
		20	1200	166,7	200	240	110	132	108	129
		30	1800	125,6	151	272	110	198	74	88
		45	2700	94,8	114	309	110	297	12	14
	1	60	3600	77,2	94	337	110	396	-59	-71
	1,5	90	5400	58,1	71	383	110	594	-211	-254

Zeit	Zeit	Zeit	Zeit	r _{D,0,1} 10-jährl.	Zufluss	Volumensumme Zufluss	Drosselabfluss	Abflussvolumen	Volumensumme	V _{erf} mit f _z
[d]	[h]	[min]	[s]		[l/s]	[m ³]	[l/s]	[m ³]		
		5	300	483,3	575	172	110	33	139	167
		10	600	308,3	367	220	110	66	154	185
		15	900	234,4	280	252	110	99	153	183
		20	1200	193,3	231	277	110	132	145	174
		30	1800	145,6	175	314	110	198	116	140
		45	2700	109,6	132	356	110	297	59	71
	1	60	3600	89,7	108	390	110	396	-6	-7
	1,5	90	5400	67,4	82	442	110	594	-152	-182

Bemessung Regenrückhaltebecken (RRB)

Variante 1 mit wasserstandsabhängiger Drossel (z.B. Rohrdrossel)

Au = 11854 m²
1,1854 ha

konstanter Zufluss (z.B. aus Drossel)
Qzu = 2 l/s

fz = 1,2

Zeit	Zeit	Zeit	Zeit	r _{D,0,05} 20-jährl.	Zufluss	Volumensumme Zufluss	Drosselabfluss	Abflussvolumen	Volumensumme	V _{erf} mit f _z
[d]	[h]	[min]	[s]		[l/s]	[m ³]	[l/s]	[m ³]		
		5	300	550	654	196	110	33	163	196
		10	600	351,7	419	251	110	66	185	222
		15	900	267,8	319	288	110	99	189	226
		20	1200	220	263	315	110	132	183	220
		30	1800	166,7	200	359	110	198	161	194
		45	2700	125,2	150	406	110	297	109	131
	1	60	3600	102,5	124	445	110	396	49	58
	1,5	90	5400	76,9	93	503	110	594	-91	-109

Zeit	Zeit	Zeit	Zeit	r _{D,0,033} 30-jährl.	Zufluss	Volumensumme Zufluss	Drosselabfluss	Abflussvolumen	Volumensumme	V _{erf} mit f _z
[d]	[h]	[min]	[s]		[l/s]	[m ³]	[l/s]	[m ³]		
		5	300	596,7	709	213	110	33	180	216
		10	600	381,7	454	273	110	66	207	248
		15	900	290	346	311	110	99	212	255
		20	1200	238,3	284	341	110	132	209	251
		30	1800	180	215	388	110	198	190	228
		45	2700	135,6	163	439	110	297	142	171
	1	60	3600	110,8	133	480	110	396	84	101
	1,5	90	5400	83,1	101	543	110	594	-51	-62

Bemessung Regenrückhaltebecken (RRB)

Variante 2 mit wasserstandsunabhängiger Drossel (z.B. Abflussbegrenzer)

Au = 11.854 m²
1,1854 ha

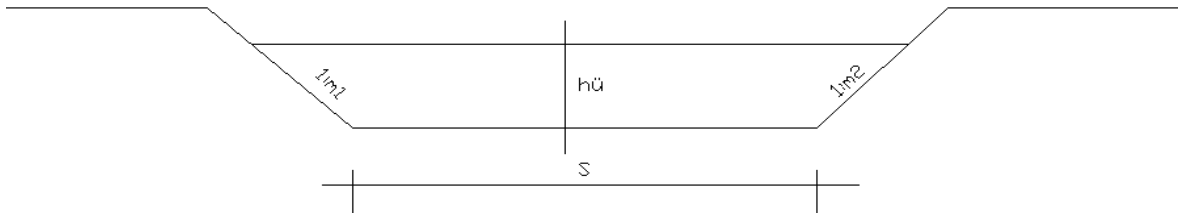
konstanter Zufluss (z.B. aus Drossel)
Qzu = 2 l/s

fz = 1,2

Zeit	Zeit	Zeit	Zeit	r _{D,0,2}	Zufluss	Volumensumme Zufluss	Drosselabfluss	Abflussvolumen	Volumensumme	V _{erf} mit f _z
[d]	[h]	[min]	[s]		[l/s]	[m ³]	[l/s]	[m ³]		
		5	300	416,7	496	149	220	66	83	99
		10	600	266,7	318	191	220	132	59	71
		15	900	202,2	242	218	220	198	20	23
		20	1.200	166,7	200	240	220	264	-24	-29
		30	1.800	125,6	151	272	220	396	-124	-149
		45	2.700	94,8	114	309	220	594	-285	-342
	1	60	3.600	77,2	94	337	220	792	-455	-546
	1,5	90	5.400	58,1	71	383	220	1.188	-805	-966
	2	120	7.200	47,4	58	419	220	1.584	-1.165	-1.398
	3	180	10.800	35,6	44	477	220	2.376	-1.899	-2.278
	4	240	14.400	29	36	524	220	3.168	-2.644	-3.173
	6	360	21.600	21,7	28	599	220	4.752	-4.153	-4.984
	9	540	32.400	16,3	21	691	220	7.128	-6.437	-7.725
	12	720	43.200	13,2	18	762	220	9.504	-8.742	-10.490
	18	1.080	64.800	9,9	14	890	220	14.256	-13.366	-16.039
1	24	1.440	86.400	8,1	12	1.002	220	19.008	-18.006	-21.607
2	48	2.880	172.800	4,9	8	1.349	220	38.016	-36.667	-44.000
3	72	4.320	259.200	3,7	6	1.655	220	57.024	-55.369	-66.443
4	96	5.760	345.600	3	6	1.920	220	76.032	-74.112	-88.934
5	120	7.200	432.000	2,6	5	2.195	220	95.040	-92.845	-111.413
6	144	8.640	518.400	2,2	5	2.389	220	114.048	-111.659	-133.991
7	168	10.080	604.800	2	4	2.643	220	133.056	-130.413	-156.495

Poleni für Trapezwehr

$$Q = \frac{2}{3} * \mu * \sqrt{2 * g * h_i^2 * (s + 4 * m * \frac{h_i}{5})^3}$$



1.) Eingabewerte:

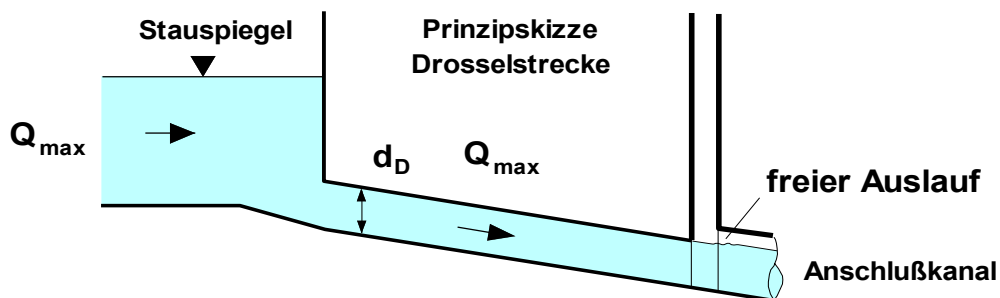
μ =	0,5	(-)
g =	9,81	(m ² /s)
s =	1	(m)
m_{links} =	0,46	(1:n)
m_{rechts} =	0,43	(1:n)
m_{mittel} =	0,445	(1:n)

2.) Ergebnisse:

$h_{\bar{u}}$ (m)	Q (m ³ /s)
0,08	0,034
0,10	0,048
0,15	0,091
0,20	0,141
0,25	0,201
0,30	0,269
0,33	0,313
0,42	0,462
0,45	0,517
0,50	0,615
0,55	0,720
0,60	0,833
0,63	0,904
0,65	0,953
0,70	1,080
0,75	1,215
0,80	1,357
0,85	1,507
0,90	1,665
0,95	1,830
1,00	2,002

Berechnung von Drosselstrecken bei freiem Ablauf

Projekt: **VG Grafrath, BP Lerchenstraße - Machbarkeitsstudie, Bypass Notüberlauf**



Eingaben, veränderbare Zellen
Zielzellen für Zielwertsuche

Hydr. Skizze ?
Konstr. Hinweise ?

Eingabedaten:

$Q_{\max} =$	0,323	0,057	0,446	m ³ /s	Maximaler Abfluß
$d_D =$	0,400	0,300	0,500	m	Durchmesser der Drosselstrecke
$I_{s,D} =$	0,00300	0,00300	0,00470	-	Sohlgefälle der Drosselstrecke
$k_b =$	0,25	0,25	0,25	mm	Betriebliche Rauheit
$Q_v =$	0,141	0,066	0,319	m ³ /s	Vollfüllungsabfluß
$v_v =$	1,12	0,93	1,62	m/s	Fließgeschwindigkeit (Prandtl-Colebrook)
$L_D =$	9,2	9,2	27,4	m	Länge der Drosselstrecke
$L_D/d_D =$	23	31	55	-	Drosselverhältnis

Berechnung der Stauhöhe h_0 mit Beiwert $m = 1$ für die Lage der Drucklinie (A 111):

$I_E =$	0,01522	0,00224	0,00908	-	Energiegefälle
$v_D =$	2,568	0,803	2,271	m/s	Fließgeschwindigkeit
$Q_{\max} =$	0,323	0,057	0,446	m ³ /s	Maximaler Abfluß
$Q_{\max} =$	0,323	0,057	0,446	m ³ /s	Zielwert
$\zeta_e =$	0,45	0,45	0,45	-	Beiwert Einlaufverlust, nach A 111: $\zeta_e = 0,45$
$h_0 =$	1,000	0,341	1,001	m	Stauhöhe am Drosseleinlauf mit $m = 1$
$h_{0,\min} =$	0,672	0,066	0,526	m	Mindeststauhöhe nach A 111

Anlage 2

Pläne nach Planverzeichnis

Planverzeichnis

Plan-Nr.	Index	Datum	Bezeichnung	Maßstab
K 201		15.10.2025	Lageplan mit K-Sammler/Lerchengraben	1 : 250
K 202		15.10.2025	Detail-Lageplan Variante 1 Rohrdrossel	1 : 50
K 203		15.10.2025	Lageplan mit K-Sammler/Lerchengraben Variante 2 Bypass	1 : 250
K 401		15.10.2025	Längsschnitt Variante 1, Querschnitte 1-1 und 2-2	1 : 250
K 402		15.10.2025	Querschnitt 3-3 Variante 1	1 : 50
K 403		15.10.2025	Längsschnitt Kanal Bypass	1 : 100 / 20