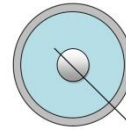


Abwasseranlagen der Stadt Greding

WASSERRECHT

Nachweis der Mischwasser- behandlungsanlagen

7. Dezember 2020



Abwasseranlagen der Stadt Greding

Proj.-Nr. 140/05/15

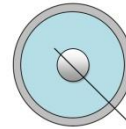
Nachweis der Mischwasserbehandlungsanlagen

Wasserrecht

Erläuterung

Anlage 1	Repräsentative Flächen
Anlage 2	Berechnung der zulässigen Entlastungsfracht im Istzustand
Anlage 3	Entlastete Mengen und Frachten der einzelnen Becken im Istzustand
Anlage 4	Anzahl und Dauer der Entlastungen im Istzustand
Anlage 5	Berechnung der zulässigen Entlastungsfracht im Prognosezustand
Anlage 6	Entlastete Mengen und Frachten der einzelnen Becken im Prognosezustand
Anlage 7	Anzahl und Dauer der Entlastungen im Prognosezustand

Plan-Nr. 1	Übersichtskarte	M = 1:25.000
Plan-Nr. 2	Übersichtslageplan Istzustand	M = 1:10.000
Plan-Nr. 3.1 - 3.4	Lageplan Istzustand	M = 1:2.500
Plan-Nr. 4	Übersichtslageplan Prognosezustand	M = 1:10.000
Plan-Nr. 5.1 – 5.4	Lageplan Prognosezustand	M = 1:2.500



Nachweis der Mischwasserbehandlungsanlagen

Erläuterung

Projektnummer: 140/05/15

für:

Stadt Greding
Marktplatz 11+13
91171 Greding

bearbeitet von:

Dr.-Ing. Volker Schaardt
Ingenieurbüro Dr. Resch + Partner
Holzgasse 28
91781 Greding

Weißenburg, 07. Dezember 2020



Inhalt:

1. Aufgabenstellung.....	3
2. Kanalnetzaufbereitung.....	5
3. Ermittlung der abflusswirksamen undurchlässigen Flächen.....	6
3.1. Bestimmung der abflusswirksamen undurchlässigen Flächen im Istzustand ..	6
3.1.1. Festlegung des Anteils der abflusswirksamen undurchlässigen Flächen ..	6
3.1.2. Repräsentative Teilgebiete	7
3.1.3. Ergebnisse der Ortsbegehungen	7
3.1.4. Bestimmung der an den Sonderbauwerken angeschlossenen undurchlässigen Flächen im Istzustand	9
3.2. Flächengrößen zum Prognosezustand.....	10
4. Trockenwetteranalyse	11
4.1. Trockenwetteranalyse quantitativ	12
4.2. Trockenwetteranalyse qualitativ	16
5. Prognose des Trockenwetterabflusses	17
5.1. Häuslicher Schmutzwasserabfluss	17
5.2. Gewerblicher Schmutzwasseranfall	18
5.3. Fremdwasserabfluss	19
5.4. Zukünftiger Trockenwetterabfluss	20
5.5. Mittlere CSB-Konzentration im Prognosezustand	20
6. Festlegung der Anforderungsstufe	20
7. Berechnungen und Nachweise für den Istzustand.....	21
7.1. Hydrodynamisches Schmutzfrachtmodell HYSTEM-EXTRAN.....	21
7.2. Niederschlagsbelastung für die Schmutzfrachtberechnung.....	23
7.3. Schmutzfrachtberechnung für den Istzustand	24
7.4. Überprüfung der Regenüberläufe nach ATV-Arbeitsblatt A 128 und Merkblatt 4.4/22 des LfU	28
7.5. Überprüfung der Regenüberlaufbecken nach Merkblatt 4.4/22 des LfU.....	31
8. Schmutzfrachtberechnung und Nachweise für den Prognosezustand	35
8.1. Sonderbauwerke zum Prognosehorizont	35
8.2. Überprüfung der Regenüberläufe nach ATV-Arbeitsblatt A 128 und Merkblatt 4.4/22 des LfU	36
8.3. Schmutzfrachtberechnung für den Prognosezustand	38
8.4. Überprüfung der Regenüberlaufbecken nach Merkblatt 4.4/22 des LfU.....	41
8.5. Kostenschätzung und Prioritäten	45
9. Zusammenfassung.....	47



1. Aufgabenstellung

Für das Einzugsgebiet der Kläranlage Greding sind die Nachweise für die Mischwasserentlastungen zu erbringen. Dabei ist sowohl nachzuweisen, dass der Schmutzaustrag aus dem Kanalnetz, das zur Kläranlage Greding entwässert, das zulässige Maß nicht überschreitet. Das Vorgehen zur Erbringung dieses Nachweises ist grundsätzlich in dem ATV-Arbeitsblatt A128 „Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen“ detailliert beschrieben. Neben dem Arbeitsblatt A 128 ist auch das Merkblatt 4.4/22 des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) zu beachten. Dieser Nachweis wird mit einer detaillierten Berechnung erbracht, in der auch die Speicherwirkung des Kanalnetzes berücksichtigt wird.

Zusätzlich sind für die einzelnen Entlastungsanlagen die Nachweise nach dem ATV-Arbeitsblatt A128 sowie dem Arbeitsblatt A 166 zu erbringen.

Mit der Durchführung der notwendigen Nachweise und Berechnungen wurde das Ingenieurbüro Dr. Resch + Partner am 03./10.06.2014 beauftragt. Grundlage war das Angebot vom 14.01.2014. Darin sind die Aufgaben und die zu erbringenden Leistungen – im Folgenden komprimiert wiedergegeben – detailliert beschrieben:

- Aufbereitung des Kanalnetzes. Die Daten aus einer Vermessung des Kanalnetzes werden in das Berechnungsmodell übernommen und auf Plausibilität geprüft.
- Die Bestimmung der befestigten Flächenanteile. Für das gesamte Einzugsgebiet müssen zunächst die Grenzen an Hand von Karten oder Plänen festgelegt werden. Im Anschluss daran ist der befestigte Anteil für unterschiedliche Bebauungsstrukturen zu ermitteln. Dazu sind detaillierte Flächenaufnahmen vor Ort für so genannte repräsentative Flächen erforderlich. Um die unterschiedlichen Strukturen der Bebauung erfassen zu können, ist eine Begehung von ca. 5 bis 8 Flächen notwendig.
- Die Durchführung einer Trockenwetteranalyse. Grundlage hierfür bilden die Zulaufmessungen zur Kläranlage. Auf Grundlage dieser Messungen ist zu ermitteln, an welchen Tagen Trockenwetterabfluss herrschte. Anschließend sind für die so ermittelten Trockenwettertage die Zuflussmengen zur Kläranlage auszuwerten. Ebenfalls zu bestimmen ist die Verschmutzung des Abflusses zur Kläranlage. Als Parameter für die Belastung des Trockenwetterabflusses wird der Parameter CSB herangezogen, für den nach dem geltenden Regelwerk auch der Nachweis des Schmutzaustrags aus den Entlastungsanlagen zu erbringen ist.

Den einzelnen Haltungen werden die zuvor ermittelten Flächen- und Trockenwetterwerte zugewiesen.

- Die Berechnungen für den Istzustand. Zunächst ist mit einer Vorberechnung zu bestimmen, welcher Schmutzaustrag aus dem Kanalnetz zulässig ist. Hierfür wird das erforderliche Gesamtspeichervolumen nach Anhang 3 des ATV-Arbeitsblattes A 128 berechnet.



Dieses Volumen wird in Form eines Durchlaufbeckens zentral vor dem Zulauf zur Kläranlage angeordnet. Anschließend sind alle Entlastungsanlagen aufzulassen und die Durchmesser des Kanalnetzes so zu vergrößern, dass der gesamte Abfluss bei Regen ohne Rückstau zu dem Zentralbecken fließen kann. Anschließend werden mit einer Simulation mit einer mehrjährigen Niederschlagsreihe die Entlastungen aus diesem Becken berechnet. Über die entlastete CSB-Fracht aus dem Zentralbecken wird die zulässige Entlastungsfracht bestimmt, die aus dem tatsächlichen Netz entlasten darf.

Wird die zulässige Entlastungsfracht überschritten, so sind Sanierungsmaßnahmen vorzusehen, durch die der Schmutzaustrag aus dem tatsächlichen Netz vermindert wird. Denkbare Maßnahmen sind die Schaffung zusätzlichen Speichervolumens oder die Erhöhung des Mischwasserabflusses zur Kläranlage.

- Die Überprüfung der Sonderbauwerke nach ATV-Arbeitsblatt A 128 und Merkblatt 4.4/22 für den Istzustand. Nach dem ATV-Arbeitsblatt A128 und dem Merkblatt 4.4/22 des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz sind für jedes einzelne Entlastungsbauwerk Nachweise zu führen. Die Nachweise betreffen die an den Regenüberläufen weiter geleiteten Mischwassermengen, das Mindestspeichervolumen, das Mischverhältnis und die Klärbedingungen.
- Eine Zukunftsabschätzung, in der für geplante Neubauflächen und weitere Ortsteilanschlüsse die zusätzlichen befestigten Flächen und Trockenwetterabflüsse abzuschätzen sind. Diese Flächen sind den Einzugsgebieten bestehender Sonderbauwerke zuzuordnen.
- Die Aufbereitung und Berechnung für den Prognose-Zustand. Übernahme der Flächen- und Daten in die Kanalnetzdaten. Auf Grundlage der Flächenerweiterungen wird der zukünftige Trockenwetterabfluss abgeschätzt. Der zulässige Schmutzaustrag ist zu berechnen und dem tatsächlichen Schmutzaustrag gegenüber zu stellen. Der Sanierungsbedarf ist über den Vergleich der zulässigen und tatsächlichen Entlastung festzulegen. Bei Überschreitung des zulässigen Schmutzaustrags sind Sanierungsmaßnahmen zu erarbeiten und rechnerisch zu überprüfen. Ggf. ist das vorhandene Beckenvolumen iterativ zu verändern, bis der zulässige Schmutzaustrag eingehalten wird. Die Sonderbauwerke werden wiederum nach ATV Arbeitsblatt A 128 und Merkblatt 4.4/22 des bayerischen Landesamtes für Umweltschutz überprüft.
- Die Zusammenstellung der Ergebnisse der Berechnungen in einem Abschlussbericht. In dem Bericht werden die Grundlagendaten, die durchgeführten Berechnungen und Untersuchungen sowie die Berechnungsergebnisse dargelegt und beschrieben.

Im Zuge der Bearbeitung wurden seitens des Wasserwirtschaftsamtes ergänzend die Nachweise nach dem DWA-Arbeitsblatt A166 gefordert.

2. Kanalnetzaufbereitung

An die Kläranlage Greding waren zum Zeitpunkt der Berechnungen für den Istzustand die Stadt Greding sowie die Ortsteile Euerwang, Linden, Heimbach, Grafenberg, Esselberg, Kraftsbuch, Mettendorf, Kaising, Attenhofen, Landerzhofen und Hausen angeschlossen. Das zugehörige Kanalnetz weist eine Länge von rd. 51,3 km auf und besteht aus ca. 1.520 Haltungen.

Die Kanalnetzdaten wurden aus der Vermessung des Ingenieurbüros Völker, Greding, übernommen. Damit liegen die für die angebotene Berechnung mit dem hydrodynamischen Abflussmodell HYSTEM-EXTRAN erforderlichen Kanalnetzdaten vor. Es handelt sich dabei um die Angaben zu den Haltungs- und Schachtnummern, zu den Höhenangaben des Kanals und der Geländeoberfläche, zu Längen und den Durchmessern der einzelnen Haltungen.

Die Datenprüfung der übernommenen Kanalnetzdaten ergab, dass einzelne Durchmesser nicht plausibel waren, wenn z. B. eine Verringerung des Durchmessers in Fließrichtung vorlag. Die entsprechenden Bereiche wurden nochmals überprüft und die korrigierten Durchmesser wurden in die Datenbank für die Kanalnetzberechnung eingearbeitet.

In der Datenbank nicht enthalten sind die Daten für die Entlastungsbauwerke. Diese wurden ebenfalls eingearbeitet. Derzeit sind im Einzugsgebiet der Kläranlage Greding folgende Entlastungsanlagen vorhanden:

Tabelle 1: Entlastungsanlagen im Einzugsgebiet der Kläranlage Greding

RÜB 1 Zulauf Kläranlage	Durchlaufbecken
RÜB 2 Drei Linden	Durchlaufbecken
RÜB 3	Fangbecken
RÜB 6 Industriestraße	Fangbecken
RÜ 8	Regenüberlauf
RÜ 9	Regenüberlauf
SRK Euerwang	Stauraumkanal mit oben liegender Entlastung
SRK Linden	Stauraumkanal mit oben liegender Entlastung
SRK Heimbach	Stauraumkanal mit oben liegender Entlastung
SRK Grafenberg	Stauraumkanal mit oben liegender Entlastung
SRK Esselberg	Stauraumkanal mit oben liegender Entlastung
SRK Kraftsbuch	Stauraumkanal mit oben liegender Entlastung
SRK Mettendorf	2 Stauraumkanäle mit unten liegender Entlastung
SRK Kaising	Stauraumkanal mit oben liegender Entlastung
SRK Attenhofen/Landerzhofen	Stauraumkanal mit oben liegender Entlastung
RÜB Hausen	Fangbecken



Für die Entlastungsanlagen liegen Bestandsunterlagen vor. Aus diesen wurden die für die Berechnung notwendigen Daten entnommen. Im Einzelnen handelt es sich dabei um folgende Werte bzw. Angaben:

Regenüberlaufbecken:

- Form der Becken
- Abmessungen der Becken (Länge und Breite)
- Höhe der Beckensohle und der Zu- und Ablaufkanäle
- Höhenlage und Länge der Schwellen (Beschickungs- und Entlastungsschwellen)

Regenüberläufe:

- Höhe der Zu- und Ablaufkanäle
- Höhenlage und Länge der Schwellen (Entlastungsschwellen)

Das Kanalnetz im Einzugsgebiet der Kläranlage Greding ist zum überwiegenden Teil als Mischsystem ausgebildet. Teilbereiche der Stadt Greding werden im Trennsystem entwässert. Ein modifiziertes Mischsystem liegt in dem Ortsteil Hausen vor. In dem Ortsteil Heimbach ist nur ein Teil der befestigten Flächen an die Kanalisation angeschlossen

Die Bereiche, die als Trennsystem ausgebildet sind, sind in dem Übersichtslageplan Plan Nr. 2 dargestellt.

3. Ermittlung der abflusswirksamen undurchlässigen Flächen

Die Größe der undurchlässigen Flächen hat entscheidenden Einfluss auf das für das Kanalnetz erforderliche Speichervolumen. Nach dem geltenden Regelwerk für den Nachweis der Mischwasserentlastungsanlagen ist dabei die so genannte abflusswirksame undurchlässige Fläche zu bestimmen. Dabei handelt es sich um den Flächenanteil der undurchlässigen Flächen, deren Abfluss in das Kanalnetz gelangt.

3.1. Bestimmung der abflusswirksamen undurchlässigen Flächen im Istzustand

Die Bestimmung der abflusswirksamen undurchlässigen Flächen erfolgte durch Ortsbegehungen, mit denen die undurchlässigen Flächenanteile repräsentativer Gebiete bestimmt wurden. Gleichzeitig wurde die Abflusswirksamkeit der einzelnen Flächenanteile beurteilt.

3.1.1. Festlegung des Anteils der abflusswirksamen undurchlässigen Flächen

Zur Festlegung des Anteils der abflusswirksamen undurchlässigen Flächen wurden 9 repräsentative Gebiete ausgewählt, für die eine genaue Bestimmung aller undurchlässigen Flächen erfolgte, deren Abfluss dem Kanalnetz zufließt. Die bebauten Flächen (Häuser, Garagen, Gartenhäuser etc.) gehen größtenteils aus der digitalen Flurkarte hervor. Diese wurden bei den Ortsbegehungen erforderlichenfalls ergänzt, sodass deren Größe bestimmt werden konnte. Gleichzeitig wurde bei den Ortsbegehungen festgehalten, ob die Dachflächen Kanalanschluss aufweisen.



Ebenfalls aus der digitalen Flurkarte entnommen werden konnten die Verkehrsflächen. Hingegen mussten bei den Ortsbegehungen die sonstigen befestigten Flächen auf den Privatgrundstücken bestimmt werden. Hierbei handelt es sich größtenteils um Garagenzufahrten, Zuwege zu den Häusern, Pflasterungen bzw. Plattenbeläge im Hofbereich sowie befestigte Parkplätze, Lagerflächen o. ä. in Gewerbegebieten oder landwirtschaftlich genutzten Flächen. Diese wurden bei den Ortsbegehungen aufgenommen und ihre Bedeutung hinsichtlich der Abflusswirksamkeit beurteilt.

3.1.2. Repräsentative Teilgebiete

Die repräsentativen Teilgebiete wurden so ausgewählt, dass die Ergebnisse der Flächenfestlegungen auf die restlichen Flächenbereiche übertragen werden können. Im Einzelnen handelte es sich bei den ausgewählten Flächen um folgende Bereiche:

Tabelle 2: Ausgewählte repräsentative Teilgebiete (s. Anlagen 1)

Geb.-Nr.	Lage	Begrenzung des Gebietes	Gebietstyp
1	Greding	Blumenstraße	Wohngebiet
2	Greding	Jakob-Engel-Straße	Wohngebiet
3	Greding	Schleißbühlstraße	Wohngebiet
4	Greding	Hans-Sachs-Straße, Eichen- dorffstraße	Wohngebiet
5	Greding	Kolpingstraße	Wohngebiet
6	Greding	Industriestraße	Gewerbegebiet
7	Greding	Marktplatz, Langgasse	Kerngebiet
8	Kraftsbuch	An der Kirche	Kerngebiet
9	Mettendorf	Zum Liebeneck	Mischgebiet
10	Hausen	Schloßstraße	Kerngebiet

3.1.3. Ergebnisse der Ortsbegehungen

Die begangenen repräsentativen Flächen sind im Detail, d.h. mit ihrer unterschiedlichen Oberflächenbeschaffenheit in den Anlagen 1.1 bis 1.10 dargestellt. Die Ergebnisse der Begehungen – die Flächenanteile der einzelnen Flächenarten – sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 3: Ergebnisse der Begehungen mit Flächenanteilen der einzelnen Flächenarten und Befestigungsgraden

Geb-Nr (1)	A _{gesamt} (2)	A _{Dach} (3)	A _{Straße} (4)	A _{Hof} (5)	A _{unsicher bef} (6)	A _u (7)	Befestigungsgrad (8)
	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	-
1	11.959	2.274	1.144	1.045	0	4.463	0,373
2	5.942	1.379	953	554	0	2.886	0,486
3	15.722	2.530	1.491	1.344	0	5.365	0,341
4	8.955	1.786	1.667	536	188	4.083	0,456
5	11.658	2.348	1.796	902		5.047	0,433
6	32.992	5.820	3.889	16.223		25.933	0,786
7	4.299	1.842	776	1.551	63	4.200	0,977
8	18.854	4.518	2.269	3.989	405	10.979	0,582
9	5.933	1.168	674	233	476	2.313	0,390
10	6.429	1.906	1.045	1.008	396	4.157	0,647

Der Befestigungsgrad gibt den Anteil der undurchlässigen Flächen an der Gesamtfläche an, deren Abfluss in die Kanalisation fließt.

Als Summe der Gesamtgröße der begangenen repräsentativen Flächen ergibt sich ein Wert von 12,27 ha.

In der vorstehenden Tabelle sind die Flächen mit Rasengittersteinen oder sonstigen halbdurchlässigen Belägen bei der Summenbildung als unsicher befestigte Flächen behandelt worden.

Die befestigten Flächen in Spalte 7 ergeben sich als Summe der Spalten 3, 4, 5 sowie der Hälfte des Wertes der Spalte 6. Der in Spalte 8 angegebene Befestigungsgrad ist der Quotient der Spalten 7 und 2.

Die Befestigungsgrade der Teilgebiete sind in den Plänen 2.1 und 2.2 dargestellt. In den Wohngebieten wurde der Befestigungsgrad zu 0,35 bis 0,50 festgelegt. Für Kerngebiete ergaben sich Befestigungsgrade von 0,60. Im Industriegebiet wurde der Befestigungsgrad zu 0,80 gewählt und im Zentrum von Greding zu 0,95.

In den Plänen ebenfalls dargestellt sind die Abgrenzungen der einzelnen Teilgebiete sowie die Grünflächen.

In der Summe ergibt sich für den **Istzustand eine Gesamtfläche** des Einzugsgebietes der Kläranlage Greding **von 241,83 ha**. Die Summe der **abflusswirksamen Flächen beträgt 127,92 ha**.



3.1.4. Bestimmung der an den Sonderbauwerken angeschlossenen undurchlässigen Flächen im Istzustand

Die Bestimmung der an den einzelnen Sonderbauwerken angeschlossenen undurchlässigen Flächen ist für die Nachweise der einzelnen Entlastungsanlagen notwendig. Die Einzugsgebiete der einzelnen Sonderbauwerke sind eindeutig voneinander abgegrenzt, so dass eine Ermittlung der Einzugsflächen ohne Probleme möglich ist.

Die abflusswirksamen undurchlässigen Flächen der Sonderbauwerke sind in Tabelle 4 zusammen gestellt.

Tabelle 4: Abflusswirksame undurchlässige Flächen für die Sonderbauwerke im Istzustand

Sonderbauwerk	A _u (ha)
RÜB 1	34,96
RÜB 2	19,66
RÜB 3	5,32
RÜB 6	7,37
SRK Euerwang	7,91
SRK Linden	1,10
SRK Heimbach	0,88
SRK Grafenberg	12,99
SRK Esselberg	4,58
SRK Kraftsbuch	7,48
SRK Mettendorf	1,72
SRK Kaising	4,83
SRK Attenhofen/Landerzhofen	8,81
RÜB Hausen	1,37
RÜB Österberg	4,70
RÜB Schutzendorf	4,24
RÜB Kleinnottersorf	TS
Summe	127,92

Im Einzugsgebiet des RÜB 1 liegen die Regenüberläufe 8 und 9. Die Einzugsgebiete dieser Bauwerke weisen folgende Flächengröße auf:

Tabelle 5: Abflusswirksame undurchlässige Flächen der Regenüberläufe im Istzustand

Regenüberlauf	A _u (ha)
RÜ 8	7,15
RÜ 9	4,53



3.2. Flächengrößen zum Prognosezustand

Angaben zu den Erweiterungsflächen wurden von der Stadt Greding auf Grundlage aktueller Flächennutzungspläne und Bauvorhaben übergeben. Die Erschließung dieser Erweiterungsflächen ist in den Fällen, in denen eine Ableitung in ein nahe liegendes Gewässer möglich ist, im Trennsystem vorgesehen. Wo diese Möglichkeit nicht besteht oder die angrenzenden Bereiche im Mischsystem entwässern, sollen die zukünftig angeschlossenen Flächen im Mischsystem entwässert werden.

Der Befestigungsgrad der Flächen, deren Anschluss im Mischsystem vorgesehen ist, wurde in Anlehnung an die Befestigungsgrade der angrenzenden Bebauung gewählt.

Die Erweiterungsflächen sind in den Lageplänen Nr. 5.1 – 5.4 dargestellt. Ebenfalls dargestellt ist die vorgesehene Art der Entwässerung sowie der Befestigungsgrad. Die Erweiterungsflächen der Ortsteile, die bereits im Istzustand berücksichtigt wurden, sind in der folgenden Tabelle ebenfalls aufgeführt. Dabei sind neben der Flächengröße auch die Lage der Fläche (Ortsteil) und die vorgesehene Art der Entwässerung angegeben.

Tabelle 6: Erweiterungsflächen im Einzugsgebiet der Kläranlage Greding im Mischsystem

Ortsteil	Flächennr.	Größe (ha)	Befestigter Anteil (%)	A _{U, zus}
		ha	-	ha
Grafenberg	GB.1	0,27	60	0,162
Grafenberg	GB.2	0,36	60	0,216
Hausen	HS.1	0,07	15	0,011
Kaising	KS.1	0,22	60	0,132
Kaising	KS.2	0,20	60	0,120
Kaising	KS.3	0,17	60	0,102
Euerwang	EW.1	0,19	60	0,114
Euerwang	EW.2	0,20	60	0,120
Euerwang	EW.3	0,43	60	0,258
Esselberg	EB.1	1,13	60	0,678
Attenhofen	AH.1	2,70	60	1,620
Greding, Gew.	GR.G6	0,50	70	0,375
Summe				3,908

Für die Zukunft ist der Anschluss weiterer Ortsteile vorgesehen. Es handelt sich hierbei um die Ortsteile Hernsberg und Röckenhofen. Die Befestigungsgrade dieser Ortsteile wurden in Anlehnung an die Befestigungsgrade der Ortsteile gewählt, die bereits an die Kläranlage Greding angeschlossen sind.

Die Gesamtflächen und die abflusswirksamen Flächen der zukünftig angeschlossenen Ortsteile sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.



Tabelle 7: Flächengrößen der zukünftig angeschlossenen Ortsteile

Ortsteil	A _{ges}	A _U
Herrnsberg	18,10	8,73
Röckenhofen	16,74	9,31
Summe:	34,84	18,04

In Folge der Erweiterungsflächen und der zukünftig angeschlossenen Ortsteile erhöht sich die abflusswirksame undurchlässige Fläche um $3,91 + 18,04 = 21,95$ ha.

Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass die Stadt Greding kurzfristig den Bau eines Regenwasserkanals in der Attenhofener Straße und im südlichen Bereich der Berchinger Straße plant. Es ist vorgesehen, die Niederschlagswasserabflüsse aus dem Straßenbereich in dem geplanten Regenwasserkanal abzuleiten. Neben den oben genannten Straßen ist auch für Teile der Schulstraße und der Schleißbühlstraße eine Abkopplung vom Mischwasserkanal und eine Einleitung in den Regenwasserkanal vorgesehen.

Im Zuge der Bearbeitung des Entwurfs für den Bau des Regenwasserkanals wurden die Straßenflächen ermittelt, die zukünftig im Regenwasserkanal abgeleitet werden. In der Summe handelt es sich um eine abflusswirksame Fläche von 0,90 ha, um die die abflusswirksame Fläche gegenüber dem Istzustand reduziert werden kann.

Damit beträgt die abflusswirksame Fläche im Prognosezustand $127,92$ (Fläche Istzustand) + $21,95$ (Erweiterungsflächen und zusätzlich angeschlossene Ortsteile) – $0,90$ (zukünftiger Anschluss an den Regenwasserkanal) = $148,97$ ha. (HE: 148,97)

4. Trockenwetteranalyse

Die Trockenwetteranalyse dient der Bestimmung der Trockenwetterabflüsse sowohl nach Quantität als auch nach Qualität. Für die Berechnungen ist die Ermittlung folgender Werte notwendig:

- der mittlere Trockenwetterabfluss
- der mittlere Fremdwasserabfluss
- der maximale Trockenwetterabfluss
- die CSB-Konzentration

Für die Schmutzfrachtberechnung ist die genaue Bestimmung des Trockenwetterabflusses von erheblicher Bedeutung. Das sich nach dem ATV-Arbeitsblatt A 128 ergebende erforderliche Gesamtspeichervolumen hängt stark von den Trockenwetterwerten (mittlerer Trockenwetterabfluss, Spitzenstundenfaktor und CSB-Konzentration) ab, was wiederum die zulässigen Entlastungen aus dem Kanalnetz entscheidend beeinflusst.

Für die Trockenwetteranalyse stehen folgende Zahlenwerte bzw. Messungen zur Verfügung:

- Einwohnerzahlen für das Jahr 2019
- Trinkwasserverbräuche, gesamt und für die einzelnen Großverbraucher
- Klärwerksmessungen der Tagesmengen und der maximalen Klärwerkszuflüsse für die Jahre 2017 bis 2019
- Fremdwasseranalyse der Kläranlage in Greding
- Messungen der CSB-Konzentration im Klärwerkszulauf

4.1. Trockenwetteranalyse quantitativ

Für die Trockenwetteranalyse wurden die Zuflussmengenmessungen der Jahre 2017–2019 verwendet. Die Messwerte sind in Abbildung 1 dargestellt.

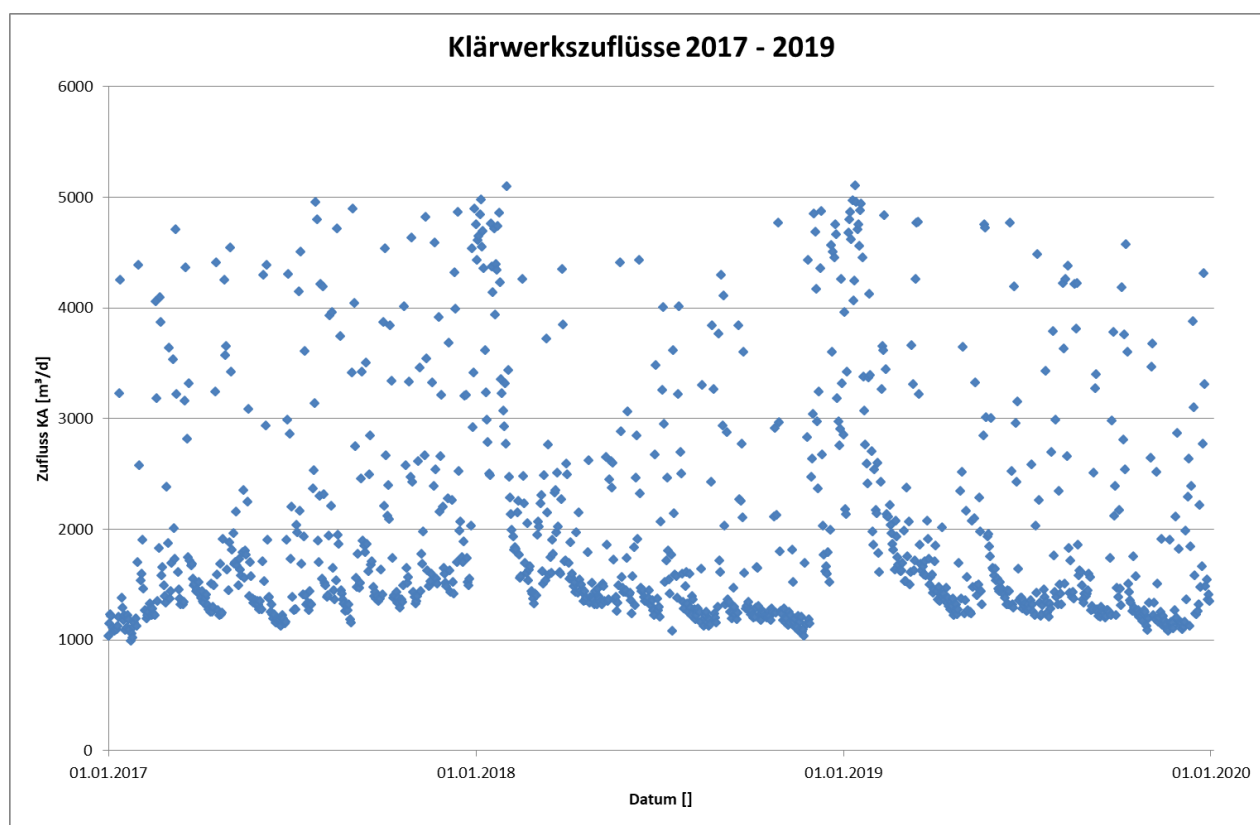


Abbildung 1: Klärwerkszufluss in den Jahren 2017 bis 2019

Die Ermittlung der Trockenwettertage erfolgte über das Polygonverfahren nach ATV-DVWK-A 198. Hierzu wurde jeweils der niedrigste tägliche Abfluss der vorausgehenden 10 Tage, des betrachteten Tages und der folgenden 10 Tage (gleitendes 21-Tage-Minimum) ermittelt. Nach ATV-DVWK-A 198 gelten alle bis zu 20 % über dem gleitenden 21-Tage-Minimum liegenden Abflüsse als Trockenwetterabflüsse.

Das sich so ergebende Polygon ist - zusammen mit den Messwerten - in der folgenden Abbildung dargestellt.

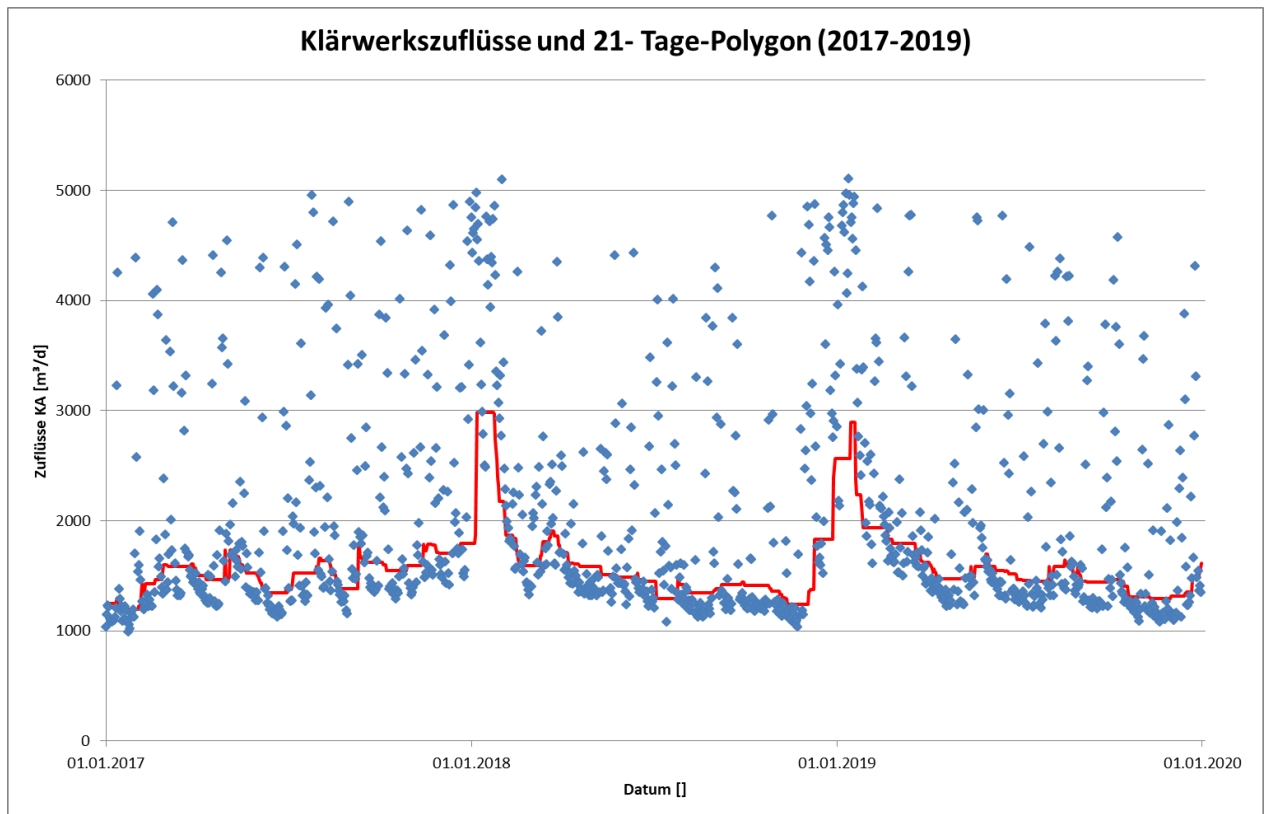


Abbildung 2: Klärwerkszuflüsse und Polygon nach A 198 für die Jahre 2017 bis 2019

Die Abbildung zeigt, dass offensichtlich einige der nach A 198 als Trockenwettertage ermittelten Tage durch Niederschlag beeinflusst waren. Deshalb wurde zusätzlich die Wetterkennung berücksichtigt und es wurden lediglich die Tage als Trockenwettertage angesehen, die sowohl nach dem Polygonverfahren als auch nach der Wetterkennung als Trockenwettertag ermittelt wurden. Die so ermittelten Trockenwetterabflüsse sind in Abbildung 3 dargestellt.

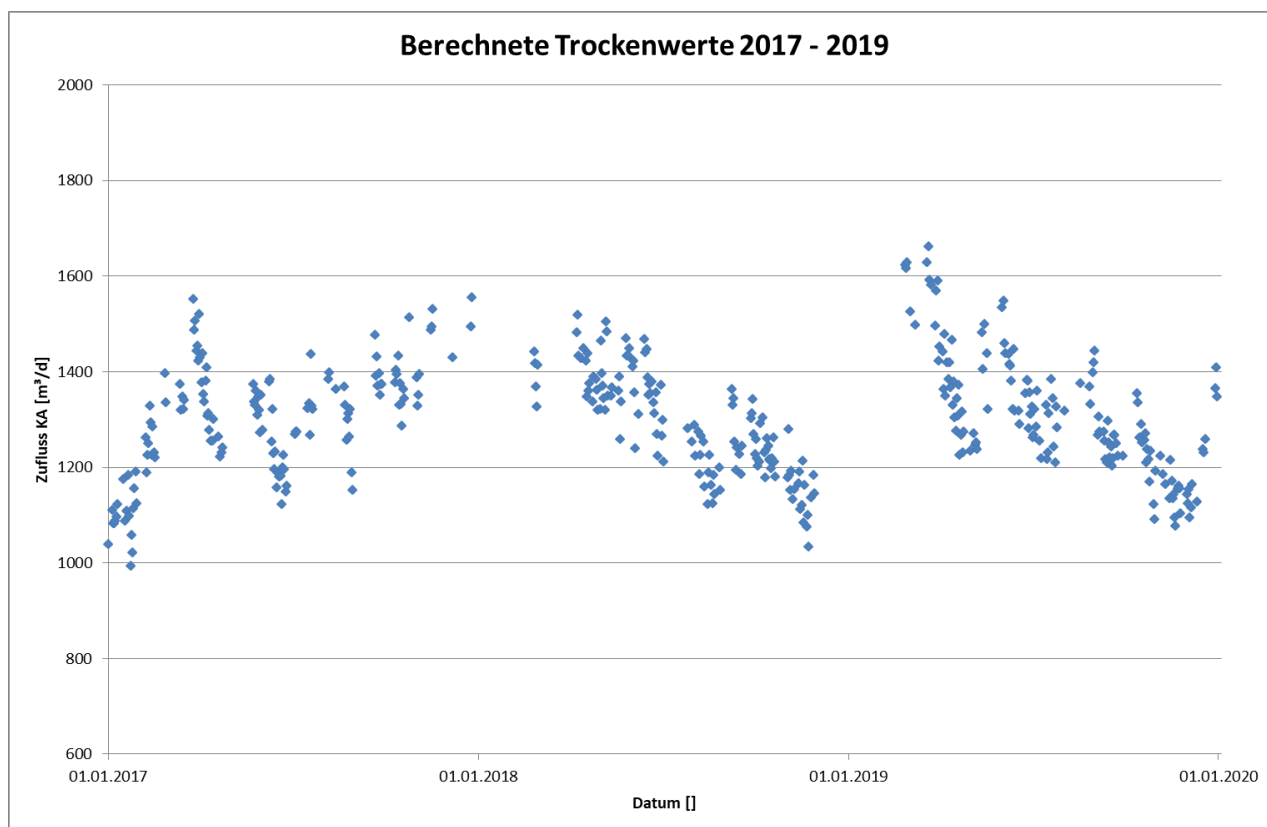


Abbildung 3: Klärwerkszufluss bei Trockenwetter nach A 198 und Wetterkennung in den Jahren 2017 bis 2019

Im Beobachtungszeitraum wurden 419 Trockenwettertage ermittelt. Aus diesen wurde der mittlere Trockenwetterabfluss $Q_{T,aM}$ zu $1.299,95 \text{ m}^3/\text{d}$ entsprechend $15,05 \text{ l/s}$ bestimmt.

Der Trockenwetterabfluss setzt sich aus Schmutzwasserabfluss $Q_{S,aM}$ und Fremdwasserabfluss $Q_{F,aM}$ zusammen:

$$Q_{T,aM} = Q_{S,aM} + Q_{F,aM} \quad (\text{Gl. 1})$$

Der Fremdwasseranteil betrug nach den Auswertungen an der Kläranlage Greding rd. 22,5 %. Damit ergibt sich der Schmutzwasserabfluss zu $0,775 \cdot 15,05 = 11,66 \text{ l/s}$. Zur Überprüfung der Plausibilität dieses Wertes wurde der mittlere Trockenwetterabfluss dem Trinkwasserverbrauch gegenüber gestellt. Der Wasserverbrauch für die Jahre 2017–2019 ist in folgender Tabelle dargestellt:

Tabelle 8: Trinkwasserverbrauch 2017–2019

Jahr	Trinkwasserverbrauch [m³]
2017	240.054
2018	248.308
2019	247.268
Mittelwert pro Jahr	245.210



Der Mittelwert des Trinkwasserverbrauchs beträgt $245.210 \text{ m}^3/\text{a}$. Dieser Wert entspricht einem mittleren Trinkwasserverbrauch von **7,78 l/s** und liegt deutlich unter dem aus den Fremdwassermessungen berechneten Wert.

Da die Fremdwasserbestimmung aus dem Nachtminimum mit Unsicherheiten behaftet ist, wird für die Bestimmung des Fremdwasserabflusses von der Annahme ausgegangen, dass der Trinkwasserverbrauch dem Schmutzwasserabfluss entspricht.

Der Fremdwasserabfluss entspricht der Differenz aus dem Trockenwetterabfluss und dem angenommenen Schmutzwasserabfluss. Damit errechnet sich ein Fremdwasserabfluss von $15,05 \text{ l/s} - 7,78 \text{ l/s} = 7,27 \text{ l/s}$, entsprechend einem Fremdwasseranteil von $7,27/15,05 = 48,3 \%$.

Der maximale stündliche Spitzenzufluss zur Kläranlage lag in den Jahren 2017 bis 2019 an Trockenwettertagen im Mittel bei $22,03 \text{ l/s}$ mit einem maximalen Schmutzwasserabfluss von $22,03 \text{ l/s} - 7,27 \text{ l/s} = 14,76 \text{ l/s}$. Der Spitzenstundenfaktor, der das Verhältnis zwischen mittlerem und maximalem Schmutzwasserabfluss angibt, beträgt $7,78/14,76 \cdot 24 = 12,65$.

Großverbraucher bzw. Starkverschmutzer sind im Einzugsgebiet der Kläranlage Greding nicht bekannt.

Die Einwohnerzahl im Einzugsgebiet der Kläranlage Greding betrug im Mittel der Jahre 2017 bis 2019 5.285 Einwohner. Damit ergibt sich ein mittlerer einwohnerspezifischer Trinkwasserverbrauch von $245.210/5.285 = 46,40 \text{ m}^3/(\text{E} \cdot \text{a}) = 127,1 \text{ l}/(\text{E} \cdot \text{d})$. Dieser Wert erscheint plausibel.

Die Verteilung des Trockenwetterabflusses auf die einzelnen Ortsteile erfolgte auf Grundlage des Trinkwasserverbrauchs in den einzelnen Ortsteilen. Es wurde weiter die Annahme getroffen, dass der Fremdwasseranteil in allen Ortsteilen wie im Gesamteinzugsgebiet der Kläranlage Greding 48,3 % beträgt.

Der Ortsteil Schutzendorf wurde im Januar 2020 an der Kläranlage Greding angeschlossen. Der Schmutzwasserabfluss dieses Ortsteils ist daher in den Trockenwetterwerten der Jahre 2017 bis 2019 nicht enthalten und muss zusätzlich berücksichtigt werden. Der Trinkwasserverbrauch für Schutzendorf betrug in den Jahren 2017 bis 2019 im Mittel $4.599 \text{ m}^3/\text{a}$ entsprechend einem Schmutzwasserabfluss von $0,146 \text{ l/s}$. Unter der Annahme, dass der Fremdwasseranteil auch in Schutzendorf 48,3 % beträgt, ergibt sich aus diesem Wert ein Trockenwetterabfluss von $0,146/0,517 = 0,282 \text{ l/s}$. Damit ergibt sich unter Berücksichtigung von Schutzendorf ein mittlerer Trockenwetterabfluss für den Istzustand von $15,05 + 0,28 = 15,33 \text{ l/s}$.

Der mittlere Schmutzwasserabfluss beträgt $7,92 \text{ l/s}$ und der Fremdwasserabfluss $7,41 \text{ l/s}$.

In der Tagesspitze ergibt sich unter der Annahme, dass der Spitzenstundenfaktor nach Anschluss von Schutzendorf unverändert bleibt, ein Trockenwetterabfluss von $7,92 \cdot 24/12,65 + 7,41 = 22,44$ l/s.

Die Zahlen des Trinkwasserverbrauchs, des sich daraus ergebenden Schmutzwasserabflusses sowie der resultierende Trockenwetterabfluss sind in der folgenden Tabelle zusammen gestellt.

Tabelle 9: Trockenwetterabfluss in den einzelnen Ortsteilen im Istzustand

Ortsteil	Mittl. Trinkwasserverbrauch (m³)	Q _{s,aM} (l/s)	Q _{t,aM} (l/s)
Greding	192.487	6,104	11,811
Attenhofen	2.102	0,067	0,129
Esselberg	3.778	0,120	0,232
Euerwang	6.836	0,217	0,419
Grafenberg	6.122	0,194	0,376
Österberg	6.026	0,191	0,370
Hausen	4.360	0,138	0,268
Heimbach	1.509	0,048	0,093
Kaising	3.494	0,111	0,214
Kleinnottersdorf	1.800	0,057	0,110
Kraftsbuch	4.649	0,147	0,285
Landerzhofen	6.988	0,222	0,429
Linden	2.608	0,083	0,161
Mettendorf	2.452	0,078	0,152
Schutzendorf	4.599	0,146	0,282
Summe	249.809	7,921	15,328

4.2. Trockenwetteranalyse qualitativ

Für 39 Tage der Trockenwettertage innerhalb der drei Jahre von 2017 bis 2019 liegen Messungen der CSB-Konzentration vor. Die Summe der CSB-Frachten für diese Tage beträgt 26.270,3 kg, die Summe der Wassermengen 50.201,8 m³. Aus diesen Zahlen ergibt sich eine **mittlere CSB-Konzentration im Trockenwetterabfluss** von:

$$26.270,3 \text{ kg} / 50.201,8 \text{ m}^3 = 0,52313 \text{ kg/m}^3 = 523,13 \text{ mg/l}$$

Unter der Annahme, dass der Fremdwasseranteil 48,32 % beträgt, ergibt sich eine **mittlere CSB-Konzentration im Schmutzwasserabfluss** zu:

$$523,13 \text{ mg/l} / (1 - 0,4832) = 1.012,25 \text{ mg/l}$$

5. Prognose des Trockenwetterabflusses

5.1. Häuslicher Schmutzwasserabfluss

Der häusliche Schmutzwasserabfluss wurde unter der Annahme hochgerechnet, dass die Einwohnerdichte in den Erweiterungsflächen der Einwohnerdichte des Istzustands in dem jeweiligen Ortsteil entspricht. Weiterhin wurde angenommen, dass der einwohnerspezifische Trinkwasserverbrauch in den einzelnen Ortsteilen im Prognosezustand dem des Istzustands entspricht.

Die Flächen, Einwohnerdichten und einwohnerspezifischen Wasserverbrauchszahlen im Istzustand der Ortsteile, in denen Flächenerweiterungen vorgesehen sind, sind in der folgenden Tabelle zusammen gestellt.

Tabelle 10: Kenngrößen der Ortsteile mit Erweiterungsflächen

Ortsteil	Fläche	Einwohner	Wasserverbrauch (m³)	Einw.-dichte (E/ha)	Einw.-spez. Wasserverbrauch (l/E·d)
Grafenberg	19,23	130	6.122	6,76	129,01
Hausen	9,14	164	4.360	17,94	72,83
Kaising	8,06	102	3.494	12,70	93,55
Euerwang	13,19	182	6.836	13,77	103,09
Esselberg	7,63	109	3.778	14,33	94,68
Attenhofen	5,06	58	2.102	11,40	99,85
Greding	104,00	3.834	192.487	36,86	137,56

Die vorgesehenen Erweiterungsflächen sind in der folgenden Tabelle zusammen gestellt. Ebenfalls aufgeführt sind die sich zusätzlich ergebenden Einwohner sowie der zusätzliche Wasserverbrauch. Die zusätzlichen Einwohner ergeben sich aus den Einwohnerdichten der Tabelle 10 und der Flächengröße und der zusätzliche Wasserverbrauch aus der Zahl der zusätzlichen Einwohner und dem einwohnerspezifischen Wasserverbrauch.

Tabelle 11: Wasserverbrauch und Schmutzwasserabfluss in den Erweiterungsflächen

Ortsteil	Flächennr.	Größe	Zus. Einw.	Zus. WV	Q _{s, zus}
		ha	-	l/d	l/s
Grafenberg	GB.1	0,27	2	258,0	0,003
Grafenberg	GB.2	0,36	2	258,0	0,003
Hausen	HS.1	0,07	1	72,8	0,001
Kaising	KS.1	0,22	3	280,7	0,003
Kaising	KS.2	0,20	3	280,7	0,003
Kaising	KS.3	0,17	2	187,1	0,002
Euerwang	EW.1	0,19	3	309,3	0,004



Ortsteil	Flächennr.	Größe	Zus. Einw.	Zus. WV	Q _{s, zus}
		ha	-	l/d	l/s
Euerwang	EW.2	0,20	3	309,3	0,004
Euerwang	EW.3	0,43	6	618,6	0,007
Esselberg	EB.1	1,13	15	1.420,2	0,016
Attenhofen	AH.1	2,70	36	3.594,6	0,042
Greding	GR.1	4,55	155	21.321,9	0,247
Summe					0,335

Zusätzlich zu diesen Zahlen ist zum Prognosehorizont der Schmutzwasseranfall der Ortsteile zu berücksichtigen, deren Anschluss geplant ist oder für die die Arbeiten zum Anschluss gerade ausgeführt werden. Es handelt sich dabei um die Ortsteile Herrnsberg und Röckenhofen. Die mittleren Wasserverbrauchszahlen dieser Ortsteile in den Jahren 2017 bis 2019 sind in der folgenden Tabelle zusammen gestellt.

Tabelle 12: Trinkwasserverbrauch in den zusätzlich anzuschließenden Ortsteilen

Ortsteil	Trinkwasserverbrauch	
	m³/a	l/s
Herrnsberg	9.859	0,313
Röckenhofen	12.121	0,384
Summe:		0,697

In der Summe ergibt sich in Folge der zukünftig angeschlossenen Ortsteile eine Erhöhung des Schmutzwasserabflusses um 0,697 l/s.

In der Summe beträgt die Zunahme des häuslichen Schmutzwasserabflusses 1,032 l/s.

5.2. Gewerblicher Schmutzwasseranfall

Die Hochrechnung des gewerblichen Schmutzwasseranfalls erfolgt nach der Vorgehensweise, die im ATV- Arbeitsblatt A128 beschrieben ist. Danach wird der flächenspezifische Schmutzwasseranfall für die Gewerbeflächen im Istzustand bestimmt. Dieser wird für die gewerblichen Erweiterungsflächen angesetzt und so der Schmutzwasserabfluss für die Erweiterungsflächen in den Gewerbegebieten bestimmt. Der Schmutzwasseranfall wird wiederum dem Trinkwasserverbrauch gleichgesetzt.

Für die Berechnung des gewerblichen Schmutzwasseranfalls im Einzugsgebiet der Kläranlage Greding wurden die Zahlen des Trinkwasserverbrauchs für das Gewerbegebiet an der Industriestraße ausgewertet. Der Trinkwasserverbrauch wurde wiederum dem Schmutzwasseranfall gleichgesetzt. Der Wasserverbrauch betrug im Mittel mehrerer Jahre 4.839 m³/a.

Dieser Mittelwert von 4.839 m³ pro Jahr entspricht einem Wert von 0,153 l/s. Damit wird auch der Schmutzwasserabfluss des Gewerbegebiets zu 0,153 l/s angenommen. Die Flä-

chengröße des Industriegebiets beträgt 16,37 ha. Daraus ergibt sich eine gewerbliche Schmutzwasserabflussspende von $0,153/16,37 = 0,00935 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$. Diese Schmutzwasserabflussspende wird für die gewerblichen Erweiterungsflächen angesetzt.

Die gewerblichen Erweiterungsflächen sind mit ihrer Flächengröße und dem angenommenen Schmutzwasserabfluss in der folgenden Tabelle zusammen gestellt.

Tabelle 13: Flächen und Schmutzwasserabfluss der gewerblichen Erweiterungsflächen

Ortsteil	Flächennr.	Größe	$Q_{s, \text{zus}}$
		Ha	l/s
Euerwang	EWG.1	0,72	0,007
Greding	GR.G1	1,68	0,016
Greding	GR.G2	0,91	0,009
Greding	GR.G3	0,23	0,002
Greding	GR.G4	1,56	0,015
Greding	GR.G5	0,28	0,003
Greding	GR.G6	0,50	0,005
Greding	GR.G7	16,64	0,156
Summe			0,213

Zusätzlich ist geplant, einen Campingplatz anzulegen. Die Größe des Geländes beträgt rd. 7.720 m^2 . Es wird angenommen, dass für einen Stellplatz aus Zelt- und Standplätzen für Wohnmobile im Mittel eine Bruttofläche von 50 m^2 benötigt wird. Damit ergeben sich $7.720/50 = 154$ Stellplätze. Bei einer durchschnittlichen Belegung eines Stellplatzes mit 2 Personen ergibt sich eine Zahl von 308 Personen, die übernachten können.

Weiter wird angenommen, dass der Campingplatz die Hälfte des Jahres geöffnet ist und die mittlere Belegung 50 % beträgt. Damit ergibt sich im Jahresmittel eine Zahl von $308 \cdot 0,50 \cdot 0,50 = \text{rd. } 80$ Personen, die übernachten. Der Wasserbedarf pro Person beträgt nach Literaturangaben rd. $17 \text{ l/(d} \cdot \text{Person)}$. Damit beträgt der mittlere Wasserbedarf für den Campingplatz 1.360 l/d entsprechend $0,016 \text{ l/s}$.

Die Zunahme des Schmutzwasserabflusses beträgt $1,032 + 0,213 + 0,016 = 1,261 \text{ l/s}$. Damit beträgt der zukünftige Schmutzwasserabfluss rd. $7,921 + 1,261 = 9,182 \text{ l/s}$.

5.3. Fremdwasserabfluss

Der Fremdwasseranteil für die Bestandsgebiete wird unverändert zu 48,3 % entsprechend $7,407 \text{ l/s}$ angenommen. Für die Erweiterungsflächen wird ein Fremdwasseranteil von 25 % angenommen. Der Schmutzwasserabfluss in den Erweiterungsgebieten beträgt $0,335 + 0,213 + 0,016 = 0,564 \text{ l/s}$. Der Fremdwasserabfluss für die Erweiterungsflächen beträgt damit $0,564/(1-0,25) - 0,564 = 0,188 \text{ l/s}$.



Für die zusätzlich angeschlossenen Ortsteile wird der Fremdwasseranteil wie der der bereits an der Kläranlage Greding angeschlossenen Ortsteile zu 48,3 % angenommen. Unter dieser Annahme ergibt sich der zusätzliche Fremdwasserabfluss für die zusätzlich angeschlossenen Ortsteile zu $0,697/(1-0,483) - 0,697 = 0,651$ l/s. Der zusätzliche Fremdwasserabfluss beträgt damit $0,188 + 0,651 = 0,839$ l/s.

5.4. Zukünftiger Trockenwetterabfluss

Mit den zuvor beschriebenen Annahmen beträgt der zukünftige Schmutzwasserabfluss $7,92 + 1,26 = 9,18$ l/s. Der zukünftige Fremdwasserabfluss beträgt $7,41 + 0,84$ l/s = 8,25 l/s.

Der zukünftige Trockenwetterabfluss ergibt sich somit zu $9,18 + 8,25 = 17,43$ l/s. Der Fremdwasseranteil errechnet sich zu $100 \cdot 8,25/17,43 = 47,3$ %.

Der maximale Trockenwetterabfluss ergibt sich bei Beibehaltung des Spitzenstundenfaktors von 12,65 zu $9,18 \cdot (24/12,65) + 8,25 = 25,67$ l/s.

5.5. Mittlere CSB-Konzentration im Prognosezustand

Die mittlere CSB-Konzentration im Prognosezustand wird unter der Annahme bestimmt, dass die CSB-Konzentration im Schmutzwasserabfluss unverändert bleibt und dass der Fremdwasserabfluss keine Verschmutzung aufweist. Damit errechnet sich die mittlere Konzentration im Trockenwetterabfluss zu

$$C_{CSB} = \frac{9,182 \cdot 1.012,25}{9,182+8,246} = 533,3 \text{ mg/l}$$

6. Festlegung der Anforderungsstufe

Anforderungen an die Mischwasserbehandlung in Abhängigkeit von dem aufnehmenden Gewässer werden in dem Arbeitsblatt 4.4/22 des Landesamtes für Umwelt festgelegt. Die Anforderungen sind abhängig von dem Verhältnis des Niedrigwasserabflusses des Gewässers zum Trockenwetterabfluss des betrachteten Einzugsgebietes der Kläranlage.

Vom Wasserwirtschaftsamt Nürnberg wurde der mittlere Niedrigwasserabfluss an der Einleitungsstelle der Kläranlage zu 660 l/s angegeben. Der Trockenwetterabfluss wurde für den Prognosezustand zu 17,428 l/s ermittelt. Das Verhältnis des mittleren Niedrigwasserabflusses zum Trockenwetterabfluss beträgt damit $660/17,43 = 37,87$.

Nach Tabelle 1 des Arbeitsblatts 4.4/22 des Landesamtes für Umwelt ergibt sich für dieses Verhältnis die Anforderungsstufe 2. Damit sind Normalanforderungen an die Mischwasserbehandlung zu stellen.



7. Berechnungen und Nachweise für den Istzustand

Das Vorgehen bei einer Schmutzfrachtberechnung ist im ATV-Arbeitsblatt A 128 beschrieben. Nach der dort beschriebenen Vorgehensweise hängt der erforderliche Schmutzrückhalt im Wesentlichen von dem Trockenwetterabfluss und der undurchlässigen Fläche des Einzugsgebietes ab sowie von dem Mischwasserabfluss zur Kläranlage. Auf die Auswirkungen der Entlastungen auf das Gewässer wird in diesem Arbeitsblatt nicht eingegangen.

Neben der Schmutzfrachtberechnung sind Einzelnachweise für die Entlastungsanlagen zu führen. Dabei ist für die Regenüberläufe nachzuweisen, dass der kritische Mischwasserabfluss weiter geleitet werden kann, ohne dass es am Regenüberlauf zu einer Entlastung kommt. Jedes Regenüberlaufbecken muss ein bestimmtes Mindestvolumen aufweisen. Darüber hinaus ist an allen Entlastungsbauwerken ein vorgegebenes Mischverhältnis einzuhalten.

Entsprechend dem Angebot wurde die Schmutzfrachtberechnung mit dem hydrodynamischen Modell HYSTEM-EXTRAN durchgeführt. Der Aufbau und die Ansätze in dem Modell werden im Folgenden beschrieben.

7.1. Hydrodynamisches Schmutzfrachtmodell HYSTEM-EXTRAN

Die Berechnung sowohl der Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes mit seinem Rückstau- und Überstauverhalten als auch die Verteilung der Schmutzfrachten erfolgt mit dem in Deutschland weit verbreiteten Modell HYSTEM-EXTRAN. Das Modell ist in der Literatur ausreichend beschrieben, dokumentiert und verifiziert und wird vom ITWH – Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie in Hannover betreut. Die Berechnung des Abflusses und des Wasserspiegels im Kanalnetz wird für jede einzelne Haltung des Kanalnetzes durchgeführt.

Im Folgenden wird auf Grund der zahlreichen Literatur zu dem Modell lediglich eine Kurzbeschreibung des Modellaufbaus gegeben.

Oberflächenabflussberechnung

Die Berechnung des Oberflächenabflusses erfolgt mit dem Modell HYSTEM. Dieses Programm verwendet das Prinzip der Standard-Einheitganglinie zur Bestimmung des Oberflächenabflusses. Dabei wird je nach Fließzeit jeder Fläche eine Einheitganglinie zugeordnet. Die Bestimmung der Fließzeit erfolgt nach den Kenngrößen der Haltung und der Haltungsfläche.

Als Anfangsverluste wurden der Benetzungsverlust zu 0,50 mm und der Muldenverlust zu 1,00 mm angesetzt.

Mit diesen Parametern wird der abflusswirksame Niederschlag ermittelt. Durch Faltung der so ermittelten Niederschlagsbelastung mit den zuvor bestimmten Einheitganglinien werden die Oberflächenabflüsse bestimmt.

Die Oberflächenabflüsse wurden immer dem oberen Schacht der Haltung zugewiesen.

Abflussberechnung im Kanalnetz mit dem Modell EXTRAN

Die Zuflussganglinien aus der Oberflächenabflussberechnung werden an den Berechnungsknoten übernommen und hieraus die zeitliche Verteilung der Wasserstände und Durchflüsse mit dem Transportmodell EXTRAN berechnet.

In EXTRAN werden die hydrodynamischen Grundgleichungen, die Kontinuitäts- und Bewegungsgleichung nach St. Venant, vollständig gelöst. Dabei werden die partiellen Differentialgleichungen in explizite Differenzengleichungen nach einem modifizierten Euler-Verfahren überführt. Dieses Verfahren unterteilt die Berechnung für den Zeitschritt Δt in eine Berechnung zur Zeit $t + \Delta t/2$ und ermittelt, basierend auf den Werten dieser Zeitebene, die Ergebnisse zum Zeitpunkt $t + \Delta t$. Wie für ein explizites Verfahren typisch, können aus den Anfangsbedingungen zu jedem Zeitpunkt die Wasserstände in den Schächten und die Durchflüsse in den Rohren berechnet werden. Um die numerische Stabilität zu gewährleisten, muss der gewählte Zeitschritt Δt genügend klein sein. Er ist so zu wählen, dass die Bedingung

$$\Delta t \leq \frac{L}{v + \sqrt{gd}}$$

mit L = Länge des Rohres, d = Rohrdurchmesser und v = Fließgeschwindigkeit eingehalten wird.

Im Modell EXTRAN können berücksichtigt werden:

- Einstau und Überstau, Verzeigungen, Abstürze
- Sonderbauwerke, wie Regenrückhalte- und Regenüberlaufbauwerke, Wehre (Regenüberläufe) und Pumpen
- freie oder durch Rückstau beeinflusste Auslässe

Die hydraulische Situation bei Überstau (Wasserspiegel über Geländeoberkante) bedarf einer besonderen Betrachtung. Liegt dieser Fall vor, so sind zwei verschiedene Lösungsmöglichkeiten wählbar:

- Das durch Rückstau am Abfluss behinderte Wasser verlässt das Kanalsystem an den Schächten und fließt oberirdisch ab, ohne das Kanalsystem erneut zu belasten.
- Das Wasser tritt an die Oberfläche und bleibt an den betreffenden Schächten solange gespeichert, bis erneut freie Abflusskapazität zur Verfügung steht. Dann fließt es an den Austrittsschächten wieder in das Kanalsystem zurück. (Im vorliegenden Projekt wurde die letztgenannte Version in Anwendung gebracht.)

Rückhalte- und Überlaufbecken werden als Speicherschacht mit der Grundfläche des Beckens und einer Überlaufhöhe oder alternativ als Haltungselement mit den tatsächlichen Längen- und Höhenverhältnissen simuliert. Wehre werden ohne Berücksichtigung der Anströmgeschwindigkeit nach der Polenifformel

$$Q = b \sqrt{2g} H^{3/2}$$



berechnet. Der Überfallbeiwert μ ist abhängig von der Form der Krone.

Bei Überstau des Wehres verhält sich dieses hydraulisch wie ein Auslass und die Abflussleistung wird nach der entsprechenden Gleichung (Toricelli) bestimmt. Bei Einstau (unvollkommener Überfall) wird obige Gleichung um den Beiwert c ergänzt, der das Verhältnis von Einstauhöhe und Überstauhöhe berücksichtigt.

Pumpen erfordern in der Regel keine differenzierte hydraulische Betrachtung. Die Pumpenleistung wird in Abhängigkeit des Wasserstandes im Pumpensumpf berechnet. Auslässe aus dem Kanalsystem können grundsätzlich als rückstaufrei oder als rückstaubehaftet simuliert werden. Im letzteren Fall kann ein konstanter oder zeitlich variabler Unterwasserstand angegeben werden.

Schmutzfrachtmodell

Das Schmutzfrachtmodell muss in der Lage sein, an den Sonderbauwerken Abfluss und Konzentration zu berechnen. Dazu ist die Kenntnis

- des Trockenwetterdurchflusses an den Sonderbauwerken
- der CSB-Konzentration des Trockenwetters an den Sonderbauwerken
- des Kanalabflusses infolge von Niederschlägen an jedem Sonderbauwerk
- der CSB-Konzentration des Oberflächenabflusses

erforderlich. Die Berechnung der Verteilung der CSB-Frachten im Kanalnetz erfolgt nach dem Ansatz der vollständigen Durchmischung. Absetzvorgänge werden in Anlehnung an das ATV-Arbeitsblatt A 128 bei der Berechnung nicht berücksichtigt. Die CSB-Konzentration des Oberflächenabflusses wird in Anlehnung an das ATV-Arbeitsblatt A128 zu 107 mg/l angesetzt. Die Konzentration des Trockenwetterabflusses wird im gesamten Netz konstant angesetzt.

7.2. Niederschlagsbelastung für die Schmutzfrachtberechnung

Historische Niederschlagsdaten für die Stadt Greding stehen nicht zur Verfügung. Daher wurde für die Schmutzfrachtberechnung eine synthetische Regenreihe für die Stadt Greding beim Bayerischen Landesamt für Umwelt, LfU, bezogen. Diese umfasst die Jahre 1961 bis 2012.

Aus diesem Zeitraum wurde in Absprache mit dem Wasserwirtschaftsamt Nürnberg ein Jahr mit einer starken, ein Jahr mit einer mittleren und ein Jahr mit einer geringen Niederschlagstätigkeit ausgewählt. Es handelte sich dabei um die Jahre 1965, 1976 und 2009. Die wesentlichen Kennwerte dieser drei Jahre sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.



Tabelle 14: Ausgewählte Jahre der synthetischen Niederschlagsreihe Greding

Jahr	Niederschlagssumme [mm]	Niederschlagsdauer [h]
1965	935,89	798,58
1976	572,36	576,83
2009	726,29	685,08

7.3. Schmutzfrachtberechnung für den Istzustand

Mit den oben genannten Werten und Annahmen wurde die Schmutzfrachtberechnung für den Istzustand nach den Vorgaben des ATV Arbeitsblattes A 128 durchgeführt. Dort ist zur Durchführung der Schmutzfrachtberechnung im Nachweisverfahren festgehalten:

- Es wird vor den Klärwerken ein fiktives Zentralbecken angeordnet.
- Das Kanalnetz ist so zu verändern, dass die gesamten Mischwassermengen rückstau- und entlastungsfrei zum fiktiven Zentralbecken geleitet werden. Dazu werden alle Drosseln aufgelassen und die Durchmesser der einzelnen Kanalhaltungen iterativ so lange vergrößert, bis der Abfluss dem Zentralbecken ohne Einstau zufließen kann.
- Die Berechnung der zulässigen CSB-Entlastung erfolgt an dem veränderten Kanalnetz mit dem zentral angeordneten fiktiven Becken. Die Entlastung aus dem fiktiven Becken bei einer vorgegebenen Niederschlagsbelastung entspricht der zulässigen Entlastung.
- Das zur Berechnung der zulässigen Schmutzfracht angewandte Modell darf Ansätze für Akkumulation und Abtrag nicht enthalten.
- Anschließend wird das tatsächliche Netz mit der gleichen vorgegebenen Niederschlagsbelastung berechnet. Das Ergebnis dieser Berechnung ist die tatsächliche Entlastung.
- Durch Vergleich der tatsächlichen mit der zulässigen Entlastung festgestellt, ob Sanierungsbedarf vorliegt.

Berücksichtigung der Trennsysteme

In dem ATV-Arbeitsblatt A128 wird ausgeführt, dass bei Regen aus Trennsystemen ein Zufluss von Regenwasser in das Schmutzwassernetz zu berücksichtigen ist. Die Größe des Regenabflusses wird dem mittleren Schmutzwasserabfluss des Trennsystems gleichzusetzen.

Bei den Berechnungen wird dieser Regenzufluss über einen fiktiven Regenkanal mit fiktivem Regenüberlauf simuliert. Der Drosselabfluss des Regenüberlaufs entspricht der Größe des Schmutzwasserabflusses des Trennsystems und wird gedrosselt in den Mischwasserkanal eingeleitet.

Durch diese Vorgehensweise ist gewährleistet, dass lediglich im Regenfall Regenabfluss aus dem Trennsystem ins Mischsystem eingeleitet wird.



In der Gesamtbilanz werden die an diesen fiktiven Regenüberläufen entlasteten Frachten selbstverständlich nicht berücksichtigt.

Die Trenngebiete werden in der Vorberechnung zur Ermittlung der zulässigen Schmutzfracht und der Berechnung am tatsächlichen Netz in identischer Weise berücksichtigt worden.

Ermittlung des zulässigen Schmutzaustrags

Ermittlung der Größe des fiktiven Zentralbeckens

Die Größe des fiktiven Zentralbeckens vor der Kläranlage für die Vorberechnung wird nach dem Formblatt in Anhang 3 der A128 bestimmt.

In den vorigen Abschnitten sind die wesentlichen Parameter zur Bestimmung des erforderlichen Gesamtvolumens nach A128 bereits abgeleitet bzw. angegeben worden. Die wichtigsten Parameter sind hier nochmals aufgeführt:

- Die abflusswirksame undurchlässige Gesamtfläche A_u im Istzustand beträgt 118,98 ha.
- mittlerer Trockenwetterabfluss $Q_{t24} = 15,33 \text{ l/s}$ (s. Kap. 4.1)
- Tagesspitze Q_{tx} des Trockenwetterabflusses = 22,44 l/s (s. Kap. 4.1)
- Der derzeitige Mischwasserabfluss zur Kläranlage Q_m beträgt 65 l/s

Die mittlere Jahresniederschlagshöhe beträgt nach Auswertungen des Deutschen Wetterdienstes für die Jahre 1981 bis 2010 für Greding 734 mm.

Die übrigen Eingangsgrößen können dem Formblatt nach Anhang 3 entnommen werden.



Bestimmung des erforderlichen Speichervolumens für das Einzugsgebiet der Kläranlage der Stadt Greding im Istzustand

Mittlere Jahresniederschlagshöhe	Deutscher Wetterdienst	hna	=	734	mm
Undurchlässige Gesamtfläche		Au	=	127,92	ha
Längste Fließzeit im Gesamtgebiet	nur bedeutsamere Flächen	tf	=	120	min
Mittlere Geländeneigungsgruppe		NGm	=	2,24	-
MW-Abfluß der Kläranlage	Biologie bei Regenwetter	Qm	=	65	l/s
TW-Abfluß, 24 h-Tagesmittel	aus Misch- und Trenngeb.	Qt24	=	15,33	l/s
TW-Abfluß, Tagesspitze	aus Misch- und Trenngeb.	Qtx	=	22,44	l/s
Regenabfluß aus Trenngebieten	100 % Qs24 aus Trenngeb.	QrT24	=	0,51	l/s
CSB-Konzentration im TW-Abfluß	Jahresmittel einschl. Qf24	ct	=	523,1	mg/l
Mittlerer Fremdwasserabfluß	in Qt24 enthalten	Qf24	=	7,41	l/s
Auslastungswert der Kläranlage	$n = (Qm - Qf24) / (Qtx - Qf24)$	n	=	3,832	-
Regenabfluß, 24h-Tagesmittel	$Qr24 = Qm - Qt24 - QrT24$	Qr24	=	49,16	l/s
Regenabflussspende	$qr = Qr24 / Au$	qr	=	0,38	l/(sxha)
TW-abflußspende aus Gesamtgebiet	$qt = Qt24 / Au$	qt24	=	0,12	l/(sxha)
Fließzeitabminderung	$af = 0,5 + 50 / (tf + 100)$	af	=	0,885	-
mittl. Regenabfluß bei Entlastung	$Qre = af \times (3,0 + 3,2 \times qr) \times Au$	Qre	=	478,85	l/s
Mittleres Mischverhältnis	$m = (Qre + QrT24) / Qt24$	m	=	31,269	-
xa-Wert für Kanalablagerungen	$xa = 24 \times Qt24 / Qtx$	xa	=	16,396	-
Einflußwert TW-Konzentration	$ac = ct / 600, >1$	ac	=	1,000	-
Einflußwert Jahresniederschlag	$ah = hna / 800 - 1, >-0,25, <0,25$	ah	=	-0,083	-
Einflußwert Kanalablagerungen	aus A128, Bild 12, Anhang 4	aa	=	0,305	-
Bemessungskonzentration	$cb = 600 \times (ac + ah + aa)$	cb	=	733,57	mg/l
Rechn. Entlastungskonzentration	$ce = (107m + cb) / (m + 1)$	ce	=	126,42	mg/l
Zulässige Entlastungsrate	$eo = 3700 / (ce - 70)$	eo	=	65,58	%
Spezifisches Speichervolumen	aus A128, Bild 13, Anhang 4	Vs	=	12,41	m³/ha
Erforderliches Gesamtvolumen	$V = Vs \times Au$	V	=	1.587,0	m³

Zentral vor der Kläranlage wurde ein Becken mit diesem erforderlichen Gesamtspeichervolumen angeordnet. Alle Niederschlagsabflüsse müssen rückstau- und entlastungsfrei sowie ohne Zwischenspeicherung diesem fiktiven Zentralbecken vor dem Klärwerk zufließen können. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, wurden zunächst alle Entlastungen und die zugehörigen Drosseln aufgelassen und die Becken, die der Speicherung der Abflüsse dienen, aus dem System entfernt.

Anschließend wurde das Kanalnetz mit dem 2-jährlichen Bemessungsregen berechnet. Bei allen Haltungen, die bei diesem Niederschlag ein unzureichendes Abflussvermögen aufwiesen, wurde der Durchmesser vergrößert. Anschließend wurde das Netz mit den vergrößerten Abmessungen erneut berechnet, bis sich ein Zustand ergab, in dem das Netz den Bemessungsniederschlag ohne Einstau zu dem fiktiven Zentralbecken ableiten konnte.

Dieses sukzessive Vorgehen bei der Bestimmung des Ersatzsystems trägt dafür Sorge, dass nur die Teile des Netzes, die einer Querschnittsvergrößerung bedürfen, mit größeren Profilen versehen werden.

Die Entlastung aus dem Zentralbecken gibt an, welche Schmutzfracht aus dem vorhandenen Kanalnetz entlastet werden darf. Als Parameter für die Verschmutzung des Trocken- und Regenwetterabflusses wird der Parameter CSB angesetzt.

Die bei den einzelnen Niederschlagsereignissen am fiktiven Zentralbecken entlasteten Wassermengen und CSB-Frachten sind in Anlage 2 zusammengestellt. In der Summe ergibt sich eine entlastete CSB-Fracht von 208.684,1 kg CSB für die drei betrachteten Jahre entsprechend 69.561,4 kg CSB/a.

Die an den einzelnen Entlastungsbauwerken entlasteten Mengen und CSB-Frachten, sind in der folgenden Tabelle aufgeführt. Ebenfalls aufgelistet sind die Drosselabflüsse an den einzelnen Regenüberlaufbecken, die zur Optimierung des Schmutzaustrags gewählt wurden.

Tabelle 15: Entlastete Wassermengen und CSB-Frachten an den einzelnen Entlastungsbauwerken – Istzustand

Entlastungsbauwerk	Drosselabfluss [l/s]	Entl. Wassermenge [m³] pro Jahr	CSB-Fracht [kg] pro Jahr
RÜB 1	51	137.302,1	17.165,4
RÜB 2	29	81.393,5	9.786,3
RÜB 3	8	25.171,9	3.053,1
RÜB 6	3	30.058,5	3.702,0
RÜ 8	185	12.389,1	1.356,9
RÜ 9	-	1.353,4	147,4
SRK Euerwang	3,5	37.219,6	4.141,1**
SRK Linden	3,5	1.964,0	227,3
SRK Heimbach	11	8.221,9	1.066,6
SRK Grafenberg	3	64.600,8	7.892,1**
SRK Esselberg	1,2	24.534,2	2.786,8**
SRK Kraftsbuch	3	38.812,6	4.327,6
SRK Mettendorf	14	3.337,2	445,9*
SRK Kaising	7	16.813,7	1.838,0
SRK Attenhofen/Landerzhofen	5	38.184,9	4.247,8



Entlastungsbauwerk	Drosselabfluss [l/s]	Entl. Wasser- menge [m³] pro Jahr	CSB-Fracht [kg] pro Jahr
RÜB Hausen	3	2.142,0	244,3
RÜB Österberg	3	18.350,8	2.083,9
RÜB Schutzendorf	1,2	20.850,8	2.354,0
Summe		562.700,1	66.866,3

* Zuschlag für unten liegende Entlastung, Mettendorf = 15%

** Zuschlag für Entlastung, bei der die Entlastung für einen Teil des Speichervolumens wie eine untenliegende Entlastung wirkt; Zuschlag für Esselberg = 1,9%, für Grafenberg = 10,6 %

Die am realen System entlastete Fracht ist in der Summe mit 66.866,3 kg CSB/a geringer als die zulässige Fracht mit einer Größe von 69.561,4 kg CSB/a.

Eine Auflistung der bei den einzelnen Niederschlagsereignissen entlasteten Wassermengen und CSB-Frachten ist als Anlage 3 beigefügt. Die Anzahl und Dauer der Entlastungen sind als Anlage 4 beigefügt.

7.4. Überprüfung der Regenüberläufe nach ATV-Arbeitsblatt A 128 und Merkblatt 4.4/22 des IfU

Regenüberläufe sind entsprechend den Vorgaben des ATV-Arbeitsblattes A128 auszulegen. Demnach müssen sie mindestens den kritischen Mischwasserabfluss Q_{krit} weiterleiten, um einen unzulässigen Schmutzaustrag in einzelne Gewässerabschnitte zu vermeiden. Q_{krit} wird bestimmt zu

$$Q_{krit} = Q_{t24} + Q_{rkrit} + Q_{d,i}$$

mit

Q_{t24} = Trockenwetterabfluss aus dem unmittelbaren Zwischeneinzugsgebiet im Tagesmittel

Q_{rkrit} = kritischer Regenabfluss aus dem unmittelbaren Zwischeneinzugsgebiet

$Q_{d,i}$ = Summe aller unmittelbar von oberhalb zufließenden Drosselabflüsse

Die Trockenwetterabflüsse Q_{t24} an jedem Regenüberlauf können aus der Trockenwetterbilanz entnommen bzw. abgeleitet werden.

Der kritische Regenabfluss Q_{rkrit} errechnet sich aus der kritischen Regenspende r_{krit} und der abflusswirksamen Fläche des jeweiligen Einzugsgebiets nach der Beziehung

$$Q_{rkrit} = r_{krit} \times A_u$$

Die kritische Regenspende beträgt für Normalanforderungen 15 l/(s · ha).

Zur Zeit sind die Regenüberläufe RÜ 8 und RÜ 9 vorhanden. Die abflusswirksamen Flächen und die Trockenwetterabflüsse für die Einzugsgebiete dieser Regenüberläufe sind in der folgenden Tabelle zusammen gestellt.

Tabelle 16: Trockenwetterabflüsse und abflusswirksame Flächen für die Regen- und Notüberläufe

Sonderbauwerk	$Q_{T,qM}$ (l/s)	A_u (ha)
Regenüberlauf 8	1,68	13,38
Regenüberlauf 9	1,05	4,53

Bei wachsender Fließzeit ist mit einer Abflachung der Zuflusswellen zu rechnen, was zu einer Reduzierung der Überlauffähigkeit führt. Daher wird r_{krit} mit wachsender Fließzeit nach der Formel

$$r_{krit} = [15 \times 120 / (t_f + 120)]$$

abgemindert. t_f ist dabei die Fließzeit des unmittelbaren Einzugsgebiets. Es ist - da jedes Einzugsgebiet eine andere Fließzeit aufweist - daher offensichtlich, dass jeder Regenüberlauf auf eine andere kritische Regenspende auszulegen ist.

Zur Bestimmung der Fließzeiten wurde von der damaligen ATV-Arbeitsgruppe „Schmutzfrachtberechnung“ vorgeschlagen, eine hydrodynamische Kanalnetzberechnung mit einem einjährigen Bemessungsregen mit variabler Intensitätsverteilung durchzuführen. Die Fließzeit kann anschließend angenähert aus der Zeitverschiebung zwischen den Schwerpunkten der Abflussganglinien bestimmt werden. Aus dieser Berechnung ergeben sich für die Einzugsgebiete der Regenüberläufe bzw. Notüberläufe folgende Fließzeiten und kritische Regenspenden:

Tabelle 17: Fließzeiten und kritische Regenspenden der Regen- und Notüberläufe

Sonderbauwerk	Fließzeit t_f (Min)	r_{krit} (l/s · ha)
Regenüberlauf 8	4,9	14,41
Regenüberlauf 9	3,5	14,57

Mit diesen Eingangsgrößen ergeben sich folgende kritische Mischwasserabflüsse:

Tabelle 18: Kritische Mischwasserabflüsse der Regenüberläufe

Sonderbauwerk	$Q_{T,qM}$ (l/s)	A_U (ha)	r_{krit} (l/s · ha)	Q_{Dr} (l/s)	Q_{krit} (l/s)
Regenüberlauf 8	1,68	13,38	14,41	67,1	261,6
Regenüberlauf 9	1,05	4,53	14,57	-	67,1

Die Abflussleistung der Regenüberläufe wurde nach der Gleichung

$$\Delta h_{d,krit} = (\zeta_e + 1) \frac{v_u^2}{2g} + I_E \cdot l_D \quad (\text{Gl. 1})$$

des DWA-Arbeitsblattes A111 berechnet. Die Drosselung des RÜ 8 erfolgt allerdings durch ein Drosselorgan, das auf 185 l/s eingestellt ist.

In der folgenden Tabelle sind die kritischen Mischwasserabflüsse den Drosselwassermengen gegenüber gestellt.

Tabelle 19: Gegenüberstellung kritischer Mischwasserabfluss - Drosselleistung

Sonderbauwerk	Q_{krit} (l/s)	$Q_{Drossel}$ (l/s)
Regenüberlauf 8	261,6	185,0
Regenüberlauf 9	67,1	82,5

Der Regenüberlauf 8 entspricht danach nicht dem geltenden Regelwerk. Die Sanierung des Regenüberlaufs erfolgt durch einen Umbau zu einem RÜB bei gleichzeitigem Ausbau des Drosselorgans. Eine Beschreibung des Umbaus erfolgt in Kapitel 8.1.

Für Regenüberläufe ist weiterhin das Mischverhältnis nachzuweisen. Dieses muss bei Anspringen der Schwelle mindestens $m_{RÜ} = 15$ betragen. $m_{RÜ}$ muss für eine Trockenwetterkonzentration c_T von ≤ 600 mg/l mindestens 15 betragen. Für $c_T \geq 600$ mg/l muss $m_{RÜ} \geq (c_T - 150)/30$ sein. Da die Trockenwetterkonzentration an allen Regenüberläufen kleiner als 600 mg/l ist, muss das Mindestmischverhältnis überall mindestens 15 sein. Der Drosselabfluss errechnet sich aus dem Mindestmischverhältnis zu

$$Q_{Dr} = (m_{RÜ} + 1) \cdot Q_{T,qM}$$

Die Werte für den Trockenwetterabfluss, den daraus resultierenden Drosselabfluss und der an dem jeweiligen Sonderbauwerk vorhandene Drosselabfluss sind in der folgenden Tabelle zusammen gestellt.



Tabelle 20: Gegenüberstellung erforderlicher Drosselabfluss und vorhandene Drosselleistung

Sonderbauwerk	$Q_{T,aM}$ (l/s)	$Q_{Dr,erf}$ (l/s)	$Q_{Dr,vorh}$ (l/s)
Regenüberlauf 8	2,73	43,7	185,0
Regenüberlauf 9	1,05	16,8	212,2

Der Drosselabfluss, der sich aus dem Mindestmischverhältnis ergibt, wird an beiden Regenüberläufen eingehalten.

7.5. Überprüfung der Regenüberlaufbecken nach Merkblatt 4.4/22 des LfU

Zusätzlich zu dem Nachweis des Speichervolumens für das Gesamtsystem ist nachzuweisen, dass an jedem Beckenstandort ein bestimmtes Mindestspeichervolumen zur Verfügung steht. Das Mindestspeichervolumen ist nach der Gleichung

$$V_{s, \min} \geq 3,60 + 3,84 q_r \text{ in m}^3/\text{ha (Gl. 2)}$$

mit

$V_{s, \min}$ = spezifisches Mindestspeichervolumen, bezogen auf die angeschlossene undurchlässige Fläche

A_u = undurchlässige Fläche in ha

q_r = Regenabflussspende der Kläranlage in l/(s · ha)

nachzuweisen.

Die Regenabflussspende der Kläranlage kann aus der Berechnung des erforderlichen Gesamtspeichervolumens für den Istzustand entnommen werden. Der Wert beträgt 0,42 l/(s · ha).

Da der Mischwasserabfluss Q_m zur Kläranlage größer als $2Q_{tx}$ ist, kann die Regenabflussspende nach Gl. 7.11 des Arbeitsblattes A 128 abgemindert werden zu

$$q_r = \frac{\left[\left(\frac{48}{x_a} - 1\right) \cdot Q_{T,aM} - q_{rT24}\right]}{A_u}$$

Der Wert x_a in der Gleichung errechnet sich zu

$$x_a = 24 \cdot Q_{T,aM} / Q_{tx}$$

Q_{tx} beträgt 22,44 l/s und $Q_{T,aM}$ 15,33 l/s, so dass sich x_a zu $24 \cdot 15,33 / 22,44 = 16,396$ ergibt. Damit errechnet sich die abgeminderte Regenabflussspende q_r zu

$$q_r = \frac{\left[\left(\frac{48}{x_a} - 1\right) \cdot Q_{T,aM} - q_{rT24}\right]}{A_u} = \frac{\left[\left(\frac{48}{16,396} - 1\right) \cdot 15,33 - 0,51\right]}{127,92} = 0,227 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$$



Das spezifische Mindestspeichervolumen ergibt sich mit dieser Regenabflussspende zu 4,47 m³/ha. In der folgenden Tabelle sind die Mindestspeichervolumina, die sich mit diesem Wert ergeben, zusammengestellt.

Tabelle 21: Mindestspeichervolumen der Regenüberlaufbecken nach Gl. 1

Bauwerk	A _U	V _{s, min}	V _{min}	V _{vorh}
RÜB 1 Zulauf Kläranlage	34,96	4,47	159	1.013
RÜB 2 Drei Linden	19,66	4,47	88	194
RÜB 3	5,32	4,47	24	51
RÜB 6 Industriestraße	7,37	4,47	33	194
SRK Euerwang	7,91	4,47	35	58
SRK Linden	1,10	4,47	5	25
SRK Heimbach	0,88	4,47	4	40
SRK Grafenberg	12,99	4,47	58	39
SRK Esselberg	4,58	4,47	20	24
SRK Kraftsbuch	7,48	4,47	33	61
SRK Mettendorf	1,72	4,47	8	26
SRK Kaising	4,83	4,47	22	23
SRK Attenhofen/Landerzhofen	8,81	4,47	39	78
RÜB Hausen	1,37	4,47	6	41
RÜB Österberg	4,70	4,47	21	80
RÜB Schutzendorf	4,24	4,47	19	26

Das Mindestvolumen ist lediglich am Stauraumkanal in Grafenberg nicht vorhanden. Bei dem in der Tabelle angegebenen Volumen handelt es sich allerdings um das reine Beckenvolumen. Das Volumen der Zulaufsammler ist noch nicht berücksichtigt. Die Ermittlung des Volumens der Zulaufsammler erfolgte nach der Vorgehensweise im Arbeitsblatt A 128. Dabei wurden die Kanäle mit einem Durchmesser $\geq$ DN 800 berücksichtigt und das Volumen berechnet, das unterhalb der Horizontalen der niedrigsten Überlaufschwelle liegt.

Es ergab sich ein Volumen von 93 m³ für den Zulaufsammler des SRK Grafenberg. Unter Berücksichtigung dieses Volumens ist das Volumen in Grafenberg ausreichend.

Für Durchlaufbecken sind weiterhin die Klärbedingungen nachzuweisen. Diese besagen, dass für den unabgeminderten kritischen Mischwasserabfluss eine Oberflächenbeschickung von 10 m/h einzuhalten ist und die horizontale Fließgeschwindigkeit einen Wert von 0,05 m/s nicht überschreiten sollte. Diese Nachweise sind für die Regenüberlaufbecken RÜB 1 und RÜB 2 zu führen, da nur diese Becken als Durchlaufbecken ausgebildet sind.

Die Oberflächenbeschickung für diese Becken sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.



Tabelle 22: Kritische Mischwasserabflüsse der Durchlaufbecken

Sonderbauwerk	$Q_{T,qM}$ (l/s)	A_U (ha)	r_{krit} (l/s · ha)	Q_{Dr} (l/s)	Q_{krit} (l/s)
RÜB 1 Zulauf Kläranlage	6,4	34,96	15	39	569,8
RÜB 2 Drei Linden	4,3	19,66	15	16	315,2

Tabelle 23: Ermittlung der Oberflächenbeschickung für RÜB 1

	Q_{krit} (l/s)	Q_{Dros} (l/s)	Q_{Besch} (l/s)	$A_{Oberfläche}$ (m ²)	Q_A (m/h)
RÜB 1 Zulauf Kläranlage	569,8	51	518,8	323,8	5,8
RÜB 2 Drei Linden	315,2	29	286,2	85,8	12,0

Die horizontale Fließgeschwindigkeit für das RÜB 1 ist in der folgenden Tabelle berechnet.

Tabelle 24: Horizontale Fließgeschwindigkeit für RÜB 1

	Q_{Besch} (l/s)	$A_{Querschnitt}$ (m ²)	Q_A (m/h)
RÜB 1 Zulauf Kläranlage	518,8	26,6	0,020
RÜB 2 Drei Linden	286,2	16,3	0,018

Die Klärbedingungen werden somit eingehalten. Allerdings weist das Regenüberlaufbecken 2 keinen Beckenüberlauf auf. Die Auswirkungen dieses Umstands werden in Kapitel 8.4 betrachtet.

Für alle Regenüberlaufbecken ist weiterhin auch das Mindestmischverhältnis nachzuweisen. Dieses ergibt sich nach dem ATV-Arbeitsblatt A 128 zu:

$$m_{RÜB} \geq 7 \quad \text{für } c_T \leq 600 \text{ mg/l}$$

$$m_{RÜB} \geq (c_T - 150)/60 \quad \text{für } c_T > 600 \text{ mg/l}$$

mit c_T in mg/l = mittlere CSB-Konzentration im Trockenwetterabfluss

Das Mischverhältnis wird nach ATV-DVWK Merkblatt M177 bestimmt. In dem Merkblatt ist folgende Vorgehensweise zur Ermittlung des Mischverhältnisses empfohlen:

- 1) Einführung eines fiktiven Schmutzstoffparameters MV (Mischverhältnis), für den lediglich der Trockenwetterabfluss einen Beitrag zur Abflussverschmutzung liefert. Im vorliegenden Fall wird der CSB als Parameter betrachtet, da für diesen die Auswertung des Trockenwetterabflusses vorliegt.
- 2) Vorgabe der Verschmutzung des Niederschlagsabflusses zu null. Hierzu wurde die Konzentration des Niederschlagsabflusses $c_{r,MV}$ zu 0 gesetzt.
- 3) Ausweisung der errechneten mittleren Entlastungskonzentration $c_{e,MV}$ für das Gesamtsystem und die Einzelbauwerke als Jahresmittelwert.
- 4) Berechnung des mittleren Mischverhältnisses nach der Gleichung



$$m = (C_{T,MV} - C_{e,MV}) / C_{e,MV}$$

Mit dieser Vorgehensweise wird das Mischverhältnis m für die Einzelbauwerke als Mittelwert der drei Jahre berechnet, für die die Schmutzfrachtberechnung durchgeführt wurde. Das Mindestmischverhältnis ergibt sich für alle Bauwerke zu 7, da die Konzentration des Trockenwetterabflusses an allen Bauwerken kleiner als 600 mg/l ist.

In den folgenden Tabellen sind die Entlastungsmengen, –frachten und –konzentrationen sowie die daraus ermittelten mittleren Mischverhältnisse zusammen gestellt.

Tabelle 25: Entlastungskenndaten und Mischverhältnisse an den Entlastungsanlagen - Istzustand

Bauwerk	Abfluss (m³/a)	Fracht (kg/a)	C _e (mg/l)	C _T (mg/l)	m _{vorh}
RÜB 1 Zulauf Kläranlage	137.304,9	3.209,8	23,4	523,1	221,1
RÜB 2 Drei Linden	81.395,2	1.358,8	16,7	523,1	21,4
RÜB 3	25.171,6	452,2	18,0	523,1	30,3
RÜB 6 Industriestraße	30.064,1	607,1	20,2	523,1	28,1
SRK Euerwang	37.220,4	199,4	5,4	523,1	96,6
SRK Linden	1.964,0	21,5	10,9	523,1	46,8
SRK Heimbach	8.222,0	235,0	28,6	523,1	17,3
SRK Grafenberg	64.601,1	310,6	4,8	523,1	107,8
SRK Esselberg	24.534,1	140,9	5,7	523,1	90,1
SRK Kraftsbuch	38.923,4	220,0	5,7	523,1	91,3
SRK Mettendorf 1	1.361,9	8,0	5,1	523,1	101,7
SRK Mettendorf 2	1.975,3	43,0	18,9	523,1	26,7
SRK Kaising	16.813,6	48,9	2,9	523,1	178,8
SRK Atten-/Landerzhofen	38.184,9	203,6	5,3	523,1	97,1
RÜB Hausen	2.142,0	19,0	8,9	523,1	58,0
RÜB Österberg	18.352,4	151,3	8,2	523,1	24,9
RÜB Schutzensdorf	20.850,6	154,6	7,4	523,1	62,4

Das Mischverhältnis ist an allen Regenüberlaufbecken ausreichend.



8. Schmutzfrachtberechnung und Nachweise für den Prognosezustand

8.1. Sonderbauwerke zum Prognosehorizont

Die Schmutzfrachtberechnung für den Prognosezustand ist unter Berücksichtigung der zukünftigen Belastungsdaten – den Trockenwetterabfluss und die befestigten Flächen – zu führen. Die Ermittlung dieser Daten wurde in den Kapiteln 3 und 4 beschrieben. In diesen Abschnitten sind ebenfalls die Ortsteile aufgeführt, die zukünftig an die Kläranlage Greding angeschlossen werden sollen. Es handelt sich hierbei um die Ortsteile Herrnsberg und Röckenhofen.

Diese Ortsteile weisen bereits Anlagen zur Mischwasserbehandlung auf. Die Volumina der Becken betragen:

RÜB Herrnsberg:	156 m ³
RÜB Röckenhofen:	80 m ³

Berechnungen zur Überprüfung der hydraulischen Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes haben ergeben, dass u. a. der Ableitungssammler der WTD 81 im Norden von Greding, der Verbindungssammler vom Regenüberlauf 9 zum Regenüberlauf 8 sowie der Sammler in der Berchinger Straße stark überlastet sind.

Zur Sanierung dieser Schwachstellen sind folgende Maßnahmen vorgesehen:

In den Ableitungssammler von der WTD 81 wird im Schacht GR.3006 der Einbau eines Regenüberlaufs geplant; der Überlauf wird in den Agbach eingeleitet. Dieser Regenüberlauf wird im Folgenden als RÜ Bahnhofstraße bezeichnet.

In den Verbindungssammler vom Regenüberlauf 9 zum Regenüberlauf 8 wird ebenfalls der Einbau eines Regenüberlaufs vorgesehen. Der Bau erfolgt im Bereich der Kreuzung mit der Bahnhofstraße am Schacht GR.3509. In diesem Bereich ist bereits ein Regenwasserkanal vorhanden, der in der Schwarzach endet. Dieser Regenüberlauf wird im Folgenden als RÜ Bahnhofstraße bezeichnet.

Im Zuge des Neubaus des Regenüberlaufs in der Bahnhofstraße wird auch die Nutzung des Verbindungssammlers vom Regenüberlauf Bahnhofstraße zum Regenüberlauf 8 und weiter bis zum Hallenbad als Stauraumkanal vorgesehen. Dazu wird das bestehende Drosselbauwerk im Regenüberlauf 8 aufgelassen und es erfolgt eine Drosselung des Abflusses im Bereich des Hallenbads an der Einmündung des Sammlers, der von Norden von der Berchinger Straße über den Fuß- und Radweg dem Sammler in der Straße „Am Hallenbad“ zufließt.

Die Entlastung erfolgt im bestehenden Regenauslasskanal des Regenüberlaufs 8. Die Schwellenhöhe bleibt unverändert. Bei dieser Schwellenhöhe beträgt das nutzbare Speichervolumen 121 m³. Davon befinden sich 60 m³ unterhalb des Entlastungsbauwerks und

61 m³ oberhalb. Es handelt sich bei dem Stauraumkanal folglich um einen Stauraumkanal mit mittiger Entlastung.

Zur Sanierung des Überstaus in der Berchinger Straße ist der Bau des Regenwasserkanals in der Attenhofener Straße und weiter in der Berchinger Straße bis zur Schwarzach geplant. An diesen Sammler werden die Straßenflächen der Attenhofener und der Berchinger Straße und Teile Straßenflächen der Schulstraße und der Schleißbühlstraße sowie das Außengebiet an der Attenhofener Straße angeschlossen (vgl. Abs. 3.2).

Die Nachweise für die zusätzlich vorgesehenen Regenüberläufe sowie den Stauraumkanal werden in den folgenden Abschnitten geführt.

8.2. Überprüfung der Regenüberläufe nach ATV-Arbeitsblatt A 128 und Merkblatt 4.4/22 des LfU

Die Nachweise für die Regenüberläufe werden analog zum Istzustand geführt. Jeder Regenüberlauf muss auch zukünftig in der Lage sein, den kritischen Mischwasserabfluss Q_{krit} weiterleiten. Für die im Prognosezustand zu berücksichtigenden Regenüberläufe ergeben sich folgende abflusswirksame Flächen und Trockenwetterabflüsse:

Tabelle 26: Trockenwetterabflüsse und abflusswirksame Flächen für die Regenüberläufe - Prognosezustand

Sonderbauwerk	$Q_{T,aM}$ (l/s)	A_u (ha)
Regenüberlauf 9	0,98	4,53
Regenüberlauf Mittelmühle	0,23	6,11
Regenüberlauf Bahnhofstraße	0,77	6,60

Die Fließzeiten für die zusätzlich zu berücksichtigenden Regenüberläufe wurden wiederum aus einer Kanalnetzberechnung mit dem einjährigen Modellregen aus der Zeitverschiebung zwischen den Schwerpunkten der Abflussganglinien bestimmt. Es ergeben sich folgende Fließzeiten und kritische Regenspenden:

Tabelle 27: Fließzeiten und kritische Regenspenden der Regenüberläufe

Sonderbauwerk	Fließzeit t_f (Min)	r_{krit} (l/s · ha)
Regenüberlauf 9	3,5	14,57
Regenüberlauf Mittelmühle	6,3	14,25
Regenüberlauf Bahnhofstraße	2,6	14,68

Mit diesen Eingangsgrößen ergeben sich folgende kritische Mischwasserabflüsse:



Tabelle 28: Kritische Mischwasserabflüsse der Regen- und Notüberläufe

Sonderbauwerk	Q _{T, aM} (l/s)	A _u (ha)	r _{krit} (l/s · ha)	Q _{Dr} (l/s)	Q _{krit} (l/s)
Regenüberlauf 9	0,98	4,53	14,57	-	67,0
Regenüberlauf Mittelmühle	0,23	6,11	14,25	-	87,3
Regenüberlauf Bahnhofstraße	0,77	6,60	14,68	67,1	164,8

Die Abflussleistung der Regenüberläufe, deren Drosselung durch Rohrdrosseln erfolgt, wurde wiederum nach der Gleichung

$$\Delta h_{d,krit} = (\zeta_e + 1) \frac{v_u^2}{2g} + I_E \cdot l_D \quad (\text{Gl. 1})$$

des DWA-Arbeitsblattes A111 berechnet. Die Schwellenoberkanten der geplanten Regenüberläufe wurden allerdings unter Rohrscheitel des abgehenden Kanals gewählt, so dass die Schwellen dieser Regenüberläufe ebenfalls bei Freispiegelabfluss anspringen. Gewählt wurde eine Schwellenoberkante von 55 cm über Rohrsohle beim RÜ Mittelmühle und von 60 cm über Rohrsohle beim RÜ Bahnhofstraße.

Die Drosselleistung dieser Regenüberläufe wurde dem Abfluss gleichgesetzt, bei dem der Wasserspiegel die Schwellenoberkante erreicht. Der Wasserspiegel im Bauwerk wurde dabei zusätzlich um den Eintrittsverlust erhöht; dieser wurde mit einem Beiwert von 0,45 bestimmt.

In der folgenden Tabelle sind die kritischen Mischwasserabflüsse den Drosselwassermengen gegenübergestellt.

Tabelle 29: Gegenüberstellung kritischer Mischwasserabfluss - Drosselleistung

Sonderbauwerk	Q _{krit} (l/s)	Q _{Drossel} (l/s)
Regenüberlauf 9	67,0	82,5
Regenüberlauf Mittelmühle	87,3	89,0
Regenüberlauf Bahnhofstraße	164,8	308,9

Im Prognosezustand sind alle Regenüberläufe in der Lage, den kritischen Mischwasserabfluss bei Anspringen der Schwelle abzuleiten und damit entsprechend den geltenden Vorschriften ausgelegt.

Der Nachweis des Mischverhältnisses an den Regenüberläufen erfolgt analog zum Istzustand. Die Trockenwetterkonzentration an allen Regenüberläufen ist kleiner als 600 mg/l, so dass das Mindestmischverhältnis 7 beträgt.

Die Werte für den Trockenwetterabfluss, das Mindestmischverhältnis, den daraus resultierenden Drosselabfluss und den an dem jeweiligen Sonderbauwerk vorhandenen Drosselabfluss sind in der folgenden Tabelle zusammen gestellt.

Tabelle 30: Gegenüberstellung erforderlicher Drosselabfluss und vorhandene Drosselleistung

Sonderbauwerk	$Q_{T,am}$ (l/s)	m_{erf}	$Q_{Dr,erf}$ (l/s)	$Q_{Dr,vorh}$ (l/s)
Regenüberlauf 9	0,98	7,00	7,84	212
Regenüberlauf Mittelmühle	1,75	7,00	14,00	88
Regenüberlauf Bahnhofstraße	2,56	7,00	20,48	229

Der Drosselabfluss, der sich aus dem Mindestmischverhältnis ergibt, wird auch im Prognosezustand an allen Regenüberläufen eingehalten.

8.3. Schmutzfrachtberechnung für den Prognosezustand

Die Schmutzfrachtberechnung für den Prognosezustand wurde analog zu der des Istzustandes durchgeführt. Zunächst wurde die Vorberechnung mit dem fiktiven Zentralbecken vor der Kläranlage unter Auflassung aller Drosseln und Speicherräume im Kanalnetz durchgeführt. Das Volumen des fiktiven Zentralbeckens entspricht dem erforderlichen Gesamtspeichervolumen für das Einzugsgebiet der Kläranlage Greding. Dieses ergibt sich nach Anhang 3 des ATV-Arbeitsblattes A 128 zu:



Bestimmung des erforderlichen Speichervolumens für das Einzugsgebiet der Kläranlage der Stadt Greding im Prognosezustand

Mittlere Jahresniederschlagshöhe	Deutscher Wetterdienst	hna	=	734	mm
Undurchlässige Gesamtfläche		Au	=	148,97	ha
Längste Fließzeit im Gesamtgebiet	nur bedeutsamere Flächen	tf	=	120	min
Mittlere Geländeneigungsgruppe		NGm	=	2,24	-
MW-Abfluß der Kläranlage	Biologie bei Regenwetter	Qm	=	65	l/s
TW-Abfluß, 24 h-Tagesmittel	aus Misch- und Trenngeb.	Qt24	=	16,35	l/s
TW-Abfluß, Tagesspitze	aus Misch- und Trenngeb.	Qtx	=	29,55	l/s
Regenabfluß aus Trenngebieten	100 % Qs24 aus Trenngeb.	QrT24	=	1,60	l/s
CSB-Konzentration im TW-Abfluß	Jahresmittel einschl. Qf24	ct	=	534,5	mg/l
Mittlerer Fremdwasserabfluß	in Qt24 enthalten	Qf24	=	7,58	l/s
Auslastungswert der Kläranlage	$n = (Qm - Qf24) / (Qtx - Qf24)$	n	=	2,614	-
Regenabfluß, 24h-Tagesmittel	$Qr24 = Qm - Qt24 - QrT24$	Qr24	=	47,05	l/s
Regenabflussspende	$qr = Qr24 / Au$	qr	=	0,32	l/(sxha)
TW-abflußspende aus Gesamtgebiet	$qt = Qt24 / Au$	qt24	=	0,11	l/(sxha)
Fließzeitabminderung	$af = 0.5 + 50 / (tf + 100)$	af	=	0,885	-
mittl. Regenabfluß bei Entlastung	$Qre = af \times (3.0 + 3.2 \times qr) \times Au$	Qre	=	528,76	l/s
Mittleres Mischverhältnis	$m = (Qre + QrT24) / Qt24$	m	=	32,438	-
xa-Wert für Kanalablagerungen	$xa = 24 \times Qt24 / Qtx$	xa	=	13,279	-
Einflußwert TW-Konzentration	$ac = ct / 600, >1$	ac	=	1,000	-
Einflußwert Jahresniederschlag	$ah = hna / 800 - 1, >-0.25, <0.25$	ah	=	-0,083	-
Einflußwert Kanalablagerungen	aus A128, Bild 12, Anhang 4	aa	=	0,472	-
Bemessungskonzentration	$cb = 600 \times (ac + ah + aa)$	cb	=	833,97	mg/l
Rechn. Entlastungskonzentration	$ce = (107m + cb) / (m + 1)$	ce	=	128,74	mg/l
Zulässige Entlastungsrate	$eo = 3700 / (ce - 70)$	eo	=	62,99	%
Spezifisches Speichervolumen	aus A128, Bild 13, Anhang 4	Vs	=	16,69	m³/ha
Erforderliches Gesamtvolumen	$V = Vs \times Au$	V	=	2.485,8	m³

Der Mischwasserabfluss zur Kläranlage wurde unverändert bei 65 l/s belassen.

Die Vorberechnung ergab eine CSB-Entlastungsfracht von 251.974,9 kg in der Summe der drei betrachteten Niederschlagsjahre entsprechend 83.991,6 kg CSB/a.

Bei der Berechnung des Schmutzaustrags aus dem tatsächlichen Netz mussten die Drosselabflüsse zur Minimierung des Schmutzaustrags und wegen der zusätzlichen Wassermengen aus den im Prognosezustand zusätzlich angeschlossenen Ortsteilen gegenüber dem Istzustand verändert werden. Die Drosselabflüsse sind zusammen mit den Entlastungsmengen und -frachten, die sich bei diesen Drosseleinstellungen ergeben, in der folgenden Tabellen zusammengestellt.

Zu den Drosselabflüssen ist anzumerken, dass diese für die angeschlossenen Ortsteile unverändert belassen wurden. Nach Rücksprache mit der Stadt Greding ist eine Verände-



rung der Drosselabflüsse aufgrund der vorhandenen Situation (Durchmesser der vorhandenen Druckleitung, vorhandene Pumpen und Regelung) auszuschließen. Berechnungen mit geänderten Drosselabflüssen haben zudem gezeigt, dass nur eine unwesentliche Verbesserung des Gesamtaustrags erreicht werden kann (Größenordnung < 1 %).

Tabelle 31: Entlastete Wassermengen und CSB-Frachten an den einzelnen Entlastungsbauwerken – Prognosezustand

Entlastungsbauwerk	Drosselabfluss [l/s]	Entl. Wassermenge [m³/a]	CSB-Fracht [kg/a]
RÜB 1	51	81.868,8	10.806,9
RÜB 2	29	102.937,9	12.797,0
RÜB 3	9	24.173,3	2.923,5
RÜB 6	3	34.562,2	4.322,0
RÜB 8	30	69.131,8	8.602,7*
RÜ 9	-	1.370,0	149,1
RÜ Mittelmühle	-	61,6	6,6
RÜ Bahnhofstraße	-	631,6	68,0
SRK Euerwang	3,5	40.337,2	4.499,6
SRK Linden	3,5	2.018,4	233,9
SRK Heimbach	11	3.040,9	362,5
SRK Grafenberg	3	65.473,4	8.034,1*
SRK Esselberg	1,2	28.649,2	3.265,9*
SRK Kraftsbuch	3	44.171,1	4.990,2
SRK Mettendorf	14	3.419,7	456,5*
SRK Kaising	7	18.965,2	2.075,6
SRK Attenhofen/Landerzhofen	5	48.448,7	5.397,7
RÜB Hausen	3	1.970,0	224,2
RÜB Herrnsberg	11	25.929,3	2.889,5
RÜB Röckenhofen	4	43.132,7	4.844,5
RÜB Österberg	3	18.628,1	2.114,8
RÜB Schutzendorf	1,2	21.008,9	2.370,8
Summe		679.930,1	81.435,7

Bei den mit * gekennzeichneten Frachten wurde die berechnete CSB-Fracht mit einem Zuschlag versehen, da es sich bei diesen Entlastungen um eine unten liegende Entlastung handelte oder ein Teil des verfügbaren Speichervolumens des Kanalnetzes oberhalb der Entlastung liegt und die Entlastung für diesen Teil des Speichervolumens als unten liegende Entlastung wirkt. Die Zuschlagsfaktoren wurden in Abhängigkeit des Speichervolumens oberhalb der Entlastung zu dem Gesamtspeichervolumen bestimmt und betragen:



- SRK Grafenberg: 10,6 %
- SRK Esselberg: 1,9 %
- SRK Mettendorf: 15,0 %
- RÜB 8: 7,5 %

Die ereignisbezogenen Entlastungsmengen und -frachten für die einzelnen Bauwerke sind in Anlage 6 zusammen gestellt. Die Anzahl und Dauer der Entlastungen sind als Anlage 7 beigefügt.

Die Entlastung aus der Berechnung am tatsächlichen Netz liegt mit 81.435,7 kg CSB/a unter der zulässigen Entlastung von 83.991,6 kg CSB. Damit sind die Anforderungen hinsichtlich des Schmutzaustrags aus dem Kanalnetz eingehalten. Der Bau weiteren Beckenvolumens ist nicht erforderlich.

8.4. Überprüfung der Regenüberlaufbecken nach Merkblatt 4.4/22 des LfU

Die Überprüfung der Regenüberlaufbecken für den Prognose-Zustand erfolgt wiederum nach dem ATV- Arbeitsblatt A128 Für den Nachweis des Mindestspeichervolumens ist die Ermittlung der Regenabflussspende der Kläranlage erforderlich.

Der Mischwasserabfluss zur Kläranlage beträgt unverändert 65 l/s. Die Regenabflussspende der Kläranlage kann aus der Berechnung des erforderlichen Gesamtspeichervolumens für den Prognosezustand entnommen werden. Der Wert beträgt 0,32.

Da der Mischwasserabfluss Q_m zur Kläranlage größer als $2Q_{tx}$ ist, kann die Regenabflussspende nach Gl. 7.11 des Arbeitsblattes A 128 abgemindert werden zu

$$q_r = \frac{\left[\left(\frac{48}{x_a} - 1\right) \cdot Q_{T,aM} - Q_{rT24}\right]}{A_u} = \frac{\left[\left(\frac{48}{16,296} - 1\right) \cdot 17,43 - 1,60\right]}{148,97} = 0,217 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$$

Der Wert x_a in der Gleichung errechnet sich zu

$$x_a = 24 \cdot Q_{T,aM} / Q_{tx}$$

Q_{tx} beträgt 25,67 l/s und $Q_{T,aM}$ 17,43 l/s, so dass sich x_a zu $24 \cdot 17,43 / 25,67 = 16,296$ ergibt. Damit errechnet sich die abgeminderte Regenabflussspende q_r zu

$$q_r = \frac{\left[\left(\frac{48}{x_a} - 1\right) \cdot Q_{T,aM} - Q_{rT24}\right]}{A_u} = \frac{\left[\left(\frac{48}{16,296} - 1\right) \cdot 17,43 - 1,60\right]}{148,97} = 0,217 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$$

Das spezifische Mindestspeichervolumen ergibt sich mit dieser Regenabflussspende nach Gl. 2 zu 4,43 m³/ha. In der folgenden Tabelle sind die Mindestspeichervolumina, die sich mit diesem Wert ergeben, zusammengestellt.



Tabelle 32: Mindestspeichervolumen der Regenüberlaufbecken

Bauwerk	A _U	V _{s, min}	V _{min}	V _{vorh}
RÜB 1	15,96	4,43	71	1.013
RÜB 2	19,03	4,43	84	194
RÜB 3	5,32	4,43	24	51
RÜB 6	7,37	4,43	33	34
RÜB 8	19,08	4,43	85	121
SRK Euerwang	8,41	4,43	37	58
SRK Linden	0,75	4,43	3	25
SRK Heimbach	1,23	4,43	5	40
SRK Grafenberg	13,37	4,43	59	39
SRK Esselberg	5,26	4,43	23	24
SRK Kraftsbuch	7,48	4,43	33	61
SRK Mettendorf	1,72	4,43	8	26
SRK Kaising	5,19	4,43	23	23
SRK Attenhofen/Landerzhofen	10,43	4,43	46	78
RÜB Hausen	1,38	4,43	6	41
RÜB Herrnsberg	8,73	4,43	39	158
RÜB Röckenhofen	9,31	4,43	41	80
SRK Österberg	4,70	4,43	21	80
RÜB Schutzendorf	4,24	4,43	19	26

Das Mindestspeichervolumen, das sich nach Gl. 2 ergibt, ist mit Ausnahme des Stauraumkanals Grafenberg an allen Beckenstandorten vorhanden. Bei dem in der Tabelle angegebenen vorhandenen Volumen handelt es sich allerdings um das reine Beckenvolumen. Das Volumen der Zulaufsammler ist noch nicht berücksichtigt. Die Ermittlung des Volumens der Zulaufsammler ergab ein Volumen von 93 m³ für den Zulaufsammler des SRK Grafenberg. Unter Berücksichtigung dieser Volumina ist das Volumen an allen Beckenstandorten vorhanden.

Für die als Durchlaufbecken ausgebildete Becken RÜB 1 und RÜB 2 sind weiterhin die Klärbedingungen nachzuweisen. Die Nachweise erfolgen analog zum Istzustand. Der kritische Mischwasserabfluss ergibt sich aus der abflusswirksamen Fläche des jeweiligen Einzugsgebietes, dem mittleren Trockenwetterabfluss im Einzugsgebiet von 6,27 l/s und der Summe der Drosselabflüsse der oberhalb gelegenen Regenüberlaufbecken. Es ergeben

Die Berechnung der Oberflächenbeschickung für die beiden Regenüberlaufbecken 1 und 2 sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 33: Kritische Mischwasserabflüsse der Durchlaufbecken



Sonderbauwerk	$Q_{T,GM}$ (l/s)	A_U (ha)	r_{krit} (l/s · ha)	Q_{Dr} (l/s)	Q_{krit} (l/s)
RÜB 1 Zulauf Kläranlage	3,2	15,96	15	59	451,5
RÜB 2 Drei Linden	4,1	19,03	15	26	315,6

Mit diesen kritischen Mischwasserabflüssen ergeben sich die in den folgenden Tabellen zusammengestellten Oberflächenbeschickungen bzw. horizontale Fließgeschwindigkeiten.

Tabelle 34: Ermittlung der Oberflächenbeschickung für die Durchlaufbecken - Prognosezustand

	Q_{krit} (l/s)	Q_{Dros} (l/s)	Q_{Besch} (l/s)	$A_{Oberfläche}$ (m ²)	Q_A (m/h)
RÜB 1 Zulauf Kläranlage	451,5	51	400,5	323,8	4,5
RÜB 2 Drei Linden	315,6	29	286,6	85,8	11,3

Tabelle 35: Horizontale Fließgeschwindigkeit für die Durchlaufbecken - Prognosezustand

	Q_{Besch} (l/s)	$A_{Querschnitt}$ (m ²)	v_h (m/s)
RÜB 1 Zulauf Kläranlage	400,5	26,6	0,015
RÜB 2 Drei Linden	286,6	16,3	0,018

Die Klärbedingungen werden am RÜB 1 eingehalten. Am RÜB 2 wird die Oberflächenbeschickung überschritten. Außerdem ist dieses Becken nicht mit einem Beckenüberlauf ausgestattet, so dass das Becken von der gesamten Zuflussmenge abzüglich des Drosselabflusses durchströmt wird. Damit ergeben sich bei Niederschlägen, die eine höhere Intensität als die kritische Regenspende aufweisen, deutlich höhere Fließgeschwindigkeiten in dem Becken. Ab einer Regenspende von rd. 43 l/(s · ha) wird die horizontale Fließgeschwindigkeit von 0,05 m/s erreicht. Bei einer Fließzeit von 10 Minuten ergibt sich für einen einjährigen Niederschlag mit der Regenspende $r_{10,1} = 138,6$ l/(s · ha) ein Zufluss zum RÜB 2 von $4,1 + (138,6 \cdot 19,03) + 26 = 2.667,7$ l/s und ein Beschickungszufluss von $2.667,7 - 29 = 2.638,7$ l/s. Mit dieser Wassermenge ergibt sich eine horizontale Fließgeschwindigkeit von 0,16 m/s. Dieser Wert ist mehr als dreimal so hoch wie die zulässige horizontale Fließgeschwindigkeit.

Um einen unzulässigen Schmutzaustrag aus dem Becken zu vermeiden ist die Nachrüstung eines Beckenüberlaufs erforderlich. Die Umsetzung dieser Maßnahme ist wegen der örtlichen Verhältnisse und der Tatsache, dass die Beschickung des Beckens aus zwei Richtungen erfolgt, allerdings sehr problematisch.

Für die Regenüberlaufbecken ist weiterhin das Mindestmischverhältnis nachzuweisen. Die Ermittlung erfolgt analog zum Istzustand. Das an dem jeweiligen Bauwerk erforderliche Mischverhältnis ergibt sich aus der Konzentration des Trockenwetterabflusses an dem jeweiligen Regenüberlaufbecken. Die Konzentration des Trockenwetterabflusses und die sich daraus ergebenden erforderlichen Mischverhältnisse sind in der folgenden Tabelle zusammen gestellt.



Tabelle 36: Erforderliche Mischverhältnisse an den Regenüberlaufbecken

Bauwerk	C _{TW} (mg/l)	m _{erf}
RÜB 1	533,5	7,0
RÜB 2	531,0	7,0
RÜB 3	530,9	7,0
RÜB 6	533,6	7,0
RÜB 8	523,7	7,0
SRK Euerwang	538,1	7,0
SRK Linden	526,9	7,0
SRK Heimbach	523,1	7,0
SRK Grafenberg	528,0	7,0
SRK Esselberg	543,5	7,0
SRK Kraftsbuch	529,4	7,0
SRK Mettendorf 1	523,1	7,0
SRK Mettendorf 2	530,2	7,0
SRK Kaising	535,2	7,0
SRK Attenhofen/Landerzhofen	544,7	7,0
RÜB Hausen	524,1	7,0
RÜB Herrnsberg	523,1	7,0
RÜB Röckenhofen	523,1	7,0
RÜB Österberg	523,1	7,0
RÜB Schutzendorf	523,1	7,0

In der folgenden Tabelle sind die Entlastungsmengen, –frachten und –konzentrationen sowie die daraus ermittelten mittleren Mischverhältnisse zusammengestellt.



Tabelle 37: Entlastungskenndaten und Mischverhältnisse an den Entlastungsanlagen

Bauwerk	Entlastungs- menge (m³/a)	Entlastungs- fracht (kg/a)	Entlastungs- konz. (mg/l)	m _{vorh.}	m _{erf.}
RÜB 1	81.868,8	2.556,2	31,2	16,1	7,0
RÜB 2	102.937,9	2.228,7	21,7	23,5	7,0
RÜB 3	24.173,3	422,7	17,5	29,4	7,0
RÜB 6	34.562,2	780,3	22,6	22,6	7,0
RÜB 8	69.131,8	817,8	11,8	43,3	7,0
SRK Euerwang	40.337,2	229,0	5,7	93,8	7,0
SRK Linden	2.018,4	22,6	11,2	46,1	7,0
SRK Heimbach	3.040,9	46,5	15,3	33,2	7,0
SRK Grafenberg	65.473,4	358,5	5,5	95,4	7,0
SRK Esselberg	28.649,2	177,0	6,2	87,0	7,0
SRK Kraftsbuch	44.171,1	331,2	7,5	69,6	7,0
SRK Mettendorf 1	1.390,8	8,2	5,1	100,8	7,0
SRK Mettendorf 2	2.029,0	43,3	18,5	27,6	
SRK Kaising	18.965,2	57,9	3,1	174,4	7,0
SRK Atenhofen/Landerzh.	48.448,7	265,9	5,5	98,3	7,0
RÜB Hausen	1.970,0	16,9	8,6	60,1	7,0
RÜB Herrnsberg	25.929,3	144,6	5,6	92,8	7,0
RÜB Röckenhofen	43.132,7	288,2	6,7	77,3	7,0
RÜB Österberg	18.628,1	152,9	8,2	62,8	7,0
RÜB Schutzendorf	21.008,9	154,5	7,4	70,2	7,0

Alle Mischverhältnisse sind größer als das jeweils erforderliche Mischverhältnis, so dass die Anforderungen eingehalten werden.

8.5. Kostenschätzung und Prioritäten

Die Schmutzfrachtberechnung und die Nachweise haben ergeben, dass hinsichtlich des Schmutzaustrags keine Sanierungsmaßnahmen erforderlich sind. Allerdings sollten die weiter geleiteten Wassermengen an einzelnen Regenüberlaufbecken verändert werden. Diese Anpassung der Drosselabflüsse sollte umgehend erfolgen.

Unter hydraulischen Gesichtspunkten sollten zwei neue Regenüberläufe geschaffen werden. Der Bau dieser Regenüberläufe sollte ebenfalls möglichst umgehend erfolgen. Dabei ist der Bauauftrag für den Bau des Regenüberlaufs in der Bahnhofstraße bereits beschlossen. Das Submissionsergebnis lag bei 333.989,10 € brutto.



Über den Bau der Regenüberläufe hinaus ist der Umbau des Regenüberlaufbeckens 2 erforderlich und der Einbau einer Drosseleinrichtung am RÜB 8.

Die grob geschätzten Kosten für den Bau des Regenüberlaufs an der Mittelmühle, den Umbau des RÜB 2 und den Einbau der Drosseleinrichtung am RÜB 8 betragen (Bruttokosten):

- Umbau RÜB 2:
 - Straßenteilspernung, Verkehrsaufrechterhaltung: rd. 5.000 €
 - Neubau zweier Überlaufbauwerke: rd. 250.000 €
 - Anbindung Überlaufbauwerke an Bestand: rd. 30.000 €
 - ca. 30 m Auslasskanal in beengten Verhältnissen: rd. 75.000 €
 - Einleitungsbauwerke: rd. 40.000 €
 - Drosseleinrichtungen: rd. 25.000 €
 - Spartenumlegungen, psch. rd. 40.000 €
 - Wiederherstellung: rd. 25.000 €
 - BE und Sonstiges, rd. 20 % rd. 98.000 €
 - Summe: rd. 588.000 €
- Regenüberlauf Schacht GR.3006, Mittelmühle:
 - Neubau des Regenüberlaufs: rd. 80.000 €
 - ca. 40 m Auslasskanal: rd. 48.000 €
 - Anschluss an den Bestand: rd. 10.000 €
 - Geländeprofilierung / Schaffung eines Rückhalteriums rd. 20.000 €
 - BE und Sonstiges, rd. 20 % rd. 35.000 €
 - Summe: rd. 193.000 €
- Einbau Drosseleinrichtung RÜB 8:
 - Umbau bestehender RÜ 8: rd. 10.000 €
 - Einbau Drosseleinrichtung Stauraumkanal: rd. 20.000 €
 - BE und Sonstiges rd. 6.000 €
 - Summe: rd. 36.000 €

In der Summe ergeben sich grob geschätzte Investitionskosten in einer Größe von rd. 817.000 € brutto. Da keine Aussagen zu den Untergrundverhältnissen, den genauen erforderlichen Dimensionen der Überlaufbauwerke und keine Spartenaukünfte etc. vorliegen, kann es sich bei diesen Zahlen nur um eine erste grobe Schätzung handeln. Zudem ist die Entwicklung der Baupreise in den nächsten Jahren nicht vorherzusehen.

9. Zusammenfassung

Die Schmutzfrachtberechnung dient dem Nachweis, dass die Vorgaben hinsichtlich des zulässigen Schmutzaustrags aus dem Kanalnetz der Stadt Greding eingehalten werden. Die erforderlichen Berechnungen wurden mit dem Modell HYSTEM-EXTRAN des ITWH Hannover durchgeführt. In diesem Modell werden für jede Haltung zu jedem Zeitpunkt der Wasserstand, der Durchfluss und die Konzentration des Schmutzstoffparameters berechnet. In Übereinstimmung mit dem ATV-Arbeitsblatt A 128 wurde dabei der CSB betrachtet.

Die Aufbereitung des Kanalnetzes für die Berechnungen erfolgte anhand der Daten, die vom Ingenieurbüro Völker erhoben wurden. Fehlerhafte bzw. unplausible Daten wurden korrigiert. Die Aufbereitung der Becken erfolgte an Hand von Beckenplänen.

Im Einzugsgebiet der Kläranlage Greding liegen im Istzustand 19 Entlastungsbauwerke. Dabei handelt es sich um 2 Regenüberläufe und 17 Regenüberlaufbecken. Im Prognosezustand erhöht sich die Zahl der Entlastungsbauwerke durch den Anschluss weiterer Ortsteile bzw. in Folge von Sanierungsmaßnahmen auf 22. Davon sind 3 Entlastungsanlagen Regenüberläufe und 19 Regenüberlaufbecken.

Die Festlegung der befestigten Flächenanteile erfolgte durch Begehung von repräsentativen Flächen. Es wurden 10 repräsentative Flächen begangen. Die Auswertung der repräsentativen Flächen ergab Befestigungsgrade von 0,34 bis 0,98. Auf Grundlage dieser Ergebnisse wurden die Befestigungsgrade für das gesamte Einzugsgebiet der Kläranlage Greding festgelegt. Es ergab sich im Istzustand eine Gesamtfläche von 241,83 ha und eine abflusswirksame undurchlässige Fläche von 127,92 ha.

Für die Zukunft erhöhen sich die Flächengrößen durch den Anschluss der Ortsteile Herrnsberg und Röckenhofen sowie durch die Ausweisung einzelner Neubaugebiete auf 295,54 ha Gesamtfläche und 148,97 ha abflusswirksame undurchlässige Fläche.

Die Bestimmung des Trockenwetterabflusses für die Stadt Greding erfolgte auf Grundlage der Zulaufmessungen der Kläranlage der Jahre 2017 bis 2019. Es ergab sich ein mittlerer Trockenwetterabfluss von 15,33 l/s für den Istzustand. Der Spitzenstundenfaktor wurde zu 12,65 ermittelt; die Tagesspitze des Trockenwetterabflusses beträgt 22,44 l/s. Die mittlere CSB-Konzentration im Trockenwetterabfluss wurde zu 523,1 mg/l bestimmt.

Die Prognose des Trockenwetterabflusses erfolgte auf Grundlage der Daten für die Erweiterungsflächen sowie der Zahlen für den Trinkwasserverbrauch in den zukünftig zusätzlich angeschlossenen Ortsteilen.

Für die Prognose des Trockenwetterabflusses in den Erweiterungsflächen wurden folgende Annahmen getroffen:

- Die Einwohnerdichte der Erweiterungsflächen entspricht der mittleren Einwohnerdichte des jeweiligen Ortsteils im Istzustand



- Der mittlere einwohnerspezifische Schmutzwasseranfall bleibt unverändert
- Der flächenspezifische gewerbliche Schmutzwasseranfall entspricht dem mittleren flächenspezifischen gewerblichen Schmutzwasseranfall des Istzustandes
- Die mittlere CSB-Konzentration im häuslichen und gewerblichen Schmutzwasser entspricht den Werten des Istzustandes

Für den Fremdwasserabfluss wurde davon ausgegangen, dass der Fremdwasseranteil unverändert bleibt. In den Neubaugebieten wurde der Fremdwasseranteil zu 25 % angenommen.

Mit diesen Annahmen ergab sich für den Prognosehorizont ein mittlerer Trockenwetterabfluss von 17,43 l/s für das Einzugsgebiet der Kläranlage Greding. Der Spitzenwert des Trockenwetterabflusses beträgt 25,67 l/s. Die mittlere CSB-Konzentration im Prognosezustand wurde zu 533,3 mg/l für das Einzugsgebiet der Kläranlage der Stadt Greding bestimmt.

Auf Grundlage dieser Größen wurde die Schmutzfrachtberechnung für den Ist- und Prognosezustand durchgeführt. Als Niederschlagsbelastung wurden drei Niederschlagsjahre der Station Greding verwendet, die vom Deutschen Wetterdienst bezogen wurden.

Die Berechnungen erfolgten mit dem hydrodynamischen Modell HYSTEM-EXTRAN. Durch Verwendung eines hydrodynamischen Modells ist gewährleistet, dass das Speichervolumen, das in den Kanalhaltungen zur Verfügung steht, automatisch berücksichtigt wird.

Das erforderliche Gesamtspeichervolumen wurde für den **Istzustand** mit dem derzeit vorhandenen Mischwasserabfluss zur Kläranlage von 65 l/s zu 1.587 m³ für das Gesamteinzugsgebiet der Kläranlage Greding bestimmt. Mit diesem Beckenvolumen als fiktives Zentralbecken wurde die Vorberechnung zur Ermittlung der zulässigen Entlastungsfrachten bestimmt. Es ergab sich eine zulässige jährliche Entlastungsfracht von 69.561 kg CSB für das Einzugsgebiet der Stadt Greding. Die Entlastungsfracht aus dem tatsächlichen Netz ist mit 66.866 kg CSB/a geringer, so dass die Anforderungen hinsichtlich des Schmutzaustrags eingehalten werden.

Für den Prognosezustand wurde der Neubau zweier Regenüberläufe vorgesehen. Die Notwendigkeit des Baus dieser Regenüberläufe ergab sich aus hydraulischen Gesichtspunkten.

Über den Bau der Regenüberläufe hinaus ist der Umbau des Regenüberlaufbeckens 2 erforderlich und der Einbau einer Drosseleinrichtung am RÜB 8.

Für den Prognosezustand ergab sich das erforderliche Gesamtspeichervolumen zu 2.486 m³. Die zulässige jährliche Entlastungsfracht wurde zu 83.992 kg CSB berechnet. Die Entlastungsfracht aus dem tatsächlichen Netz ergab einen Wert von 81.436 kg CSB. Dieser Wert liegt unterhalb der zulässigen Entlastungsfracht. Die Beckenanlagen der Stadt Greding weisen eine ausreichende Größe auf. Zur Optimierung der Auslastung der einzelnen Beckenanlagen wurden die Drosselabflüsse an einzelnen Beckenanlagen verändert. Eine Einstellung dieser Werte ist vorzunehmen.



Die Beckennachweise und die Nachweise für die Regenüberläufe werden alle eingehalten. Der Nachweis des Mindestvolumens wurde dabei an einzelnen Standorten nur unter Berücksichtigung des Volumens der Zulaufkanäle eingehalten.

Die geschätzten Bruttokosten für die Baumaßnahmen betragen rd. 817.000 € brutto. In diesen Kosten sind die Kosten für den Neubau des Regenüberlaufs Bahnhofstraße nicht enthalten, da diese Leistungen bereits vergeben sind.

Verfasser:

Bauherr:

Weißenburg, den 07.12.2020

Greding, den

Dr.-Ing. Volker Schaardt

Erster Bürgermeister Manfred Preischl