

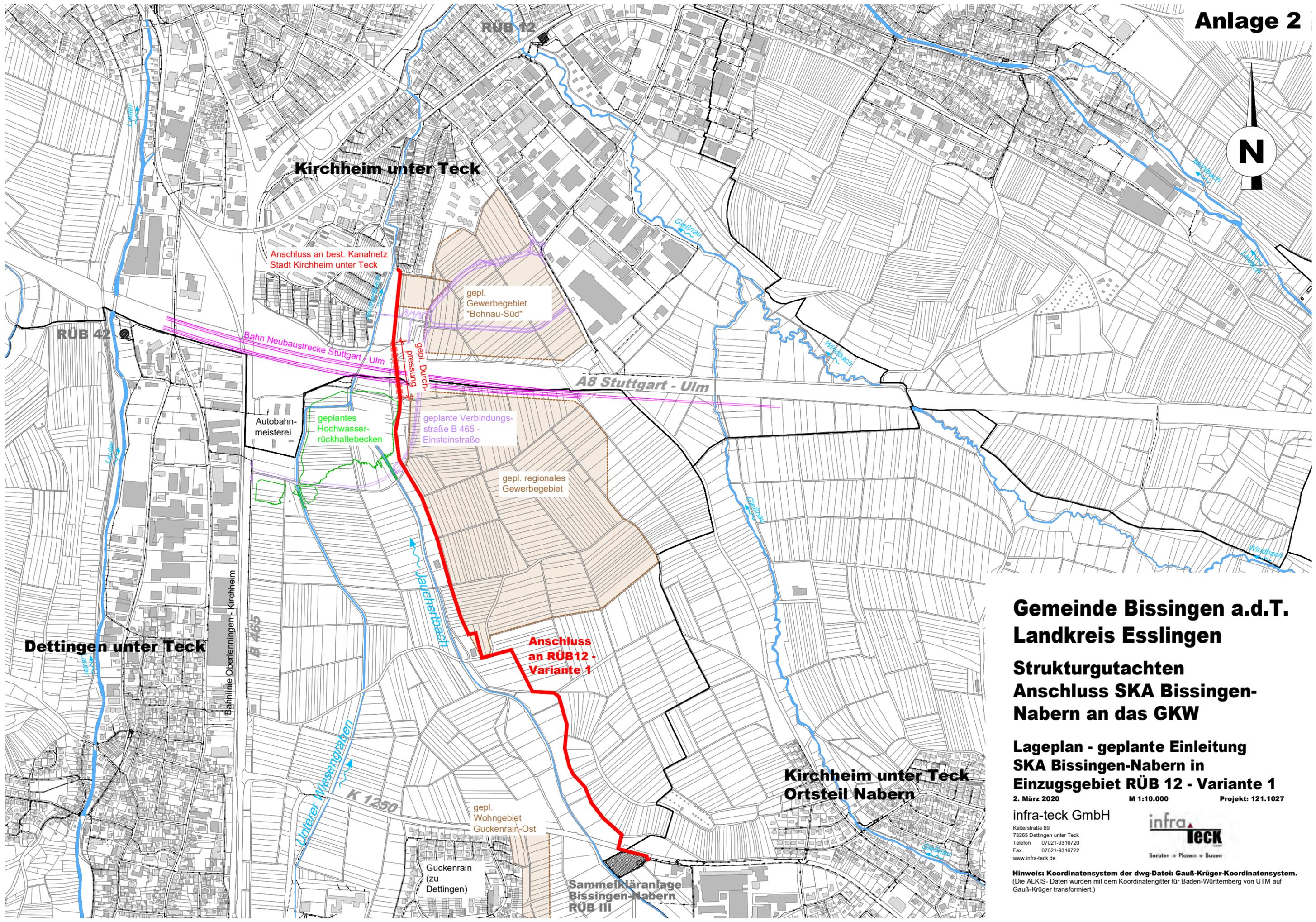
**Gemeinde Bissingen a.d.T.
Landkreis Esslingen**
**Strukturgutachten
Anschluss SKA Bissingen-
Nabern an das GWK**

Übersichtsplan
2. März 2020 M 1:10.000 Projekt: 121.1027

infra-teck GmbH
Kelterstraße 69
73265 Dettingen unter Teck
Telefon 07021-9316720
Fax 07021-9316722
www.infra-teck.de



Hinweis: Koordinatensystem der dwg-Datei: Gauß-Krüger-Koordinatensystem.
(Die ALKIS- Daten wurden mit dem Koordinatengitter für Baden-Württemberg von UTM auf Gauß-Krüger transformiert.)



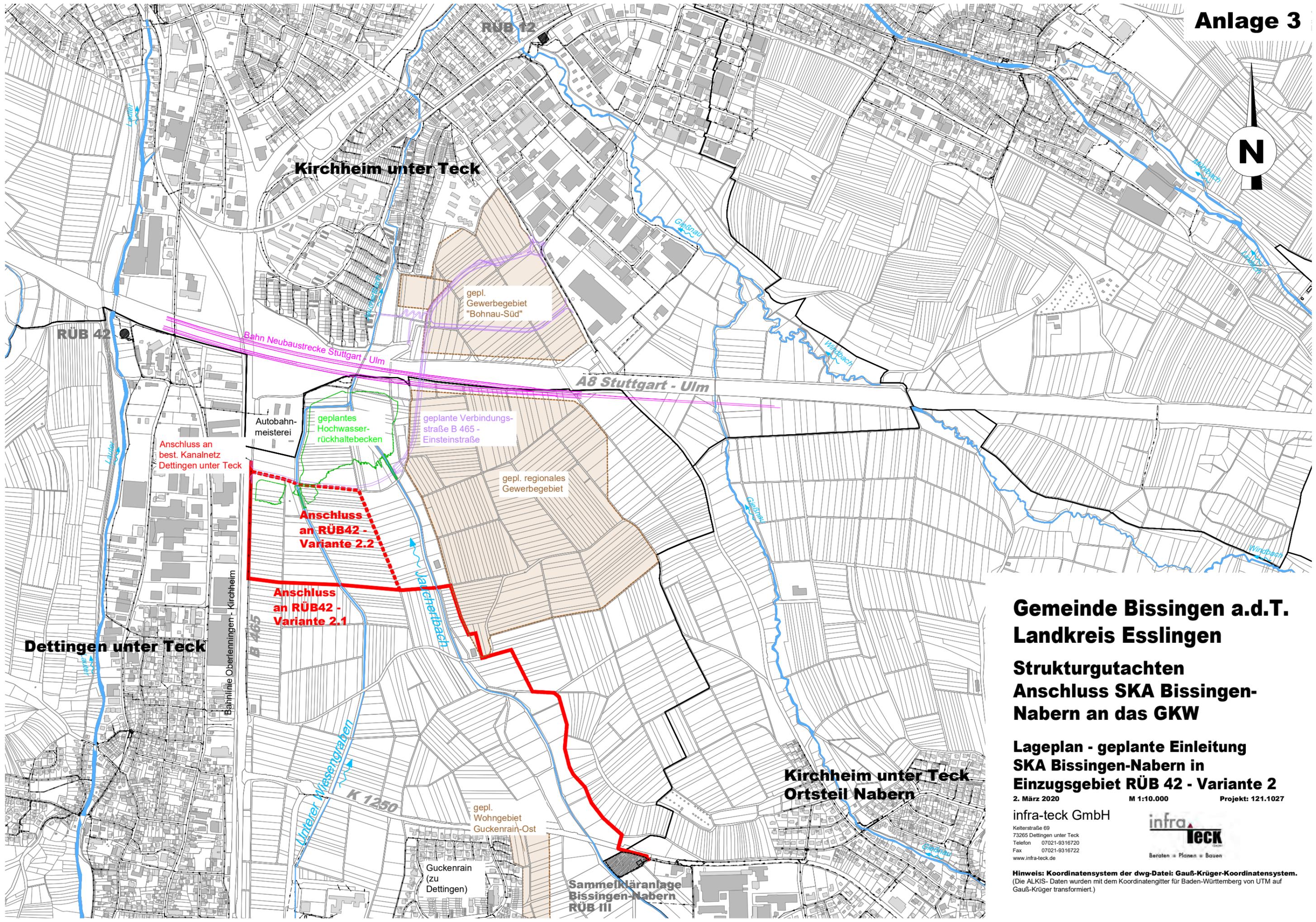
**Gemeinde Bissingen a.d.T.
Landkreis Esslingen
Strukturgutachten
Anschluss SKA Bissingen-
Nabern an das GWK**

**Lageplan - geplante Einleitung
SKA Bissingen-Nabern in
Einzugsgebiet RÜB 12 - Variante 1**
2. März 2020 M 1:10.000 Projekt: 121.1027

infra-teck GmbH
Kelterstraße 69
73265 Dettingen unter Teck
Telefon 07021-9316720
Fax 07021-9316722
www.infra-teck.de



Hinweis: Koordinatensystem der dwg-Datei: Gauß-Krüger-Koordinatensystem.
(Die ALKIS- Daten wurden mit dem Koordinatengitter für Baden-Württemberg von UTM auf Gauß-Krüger transformiert.)



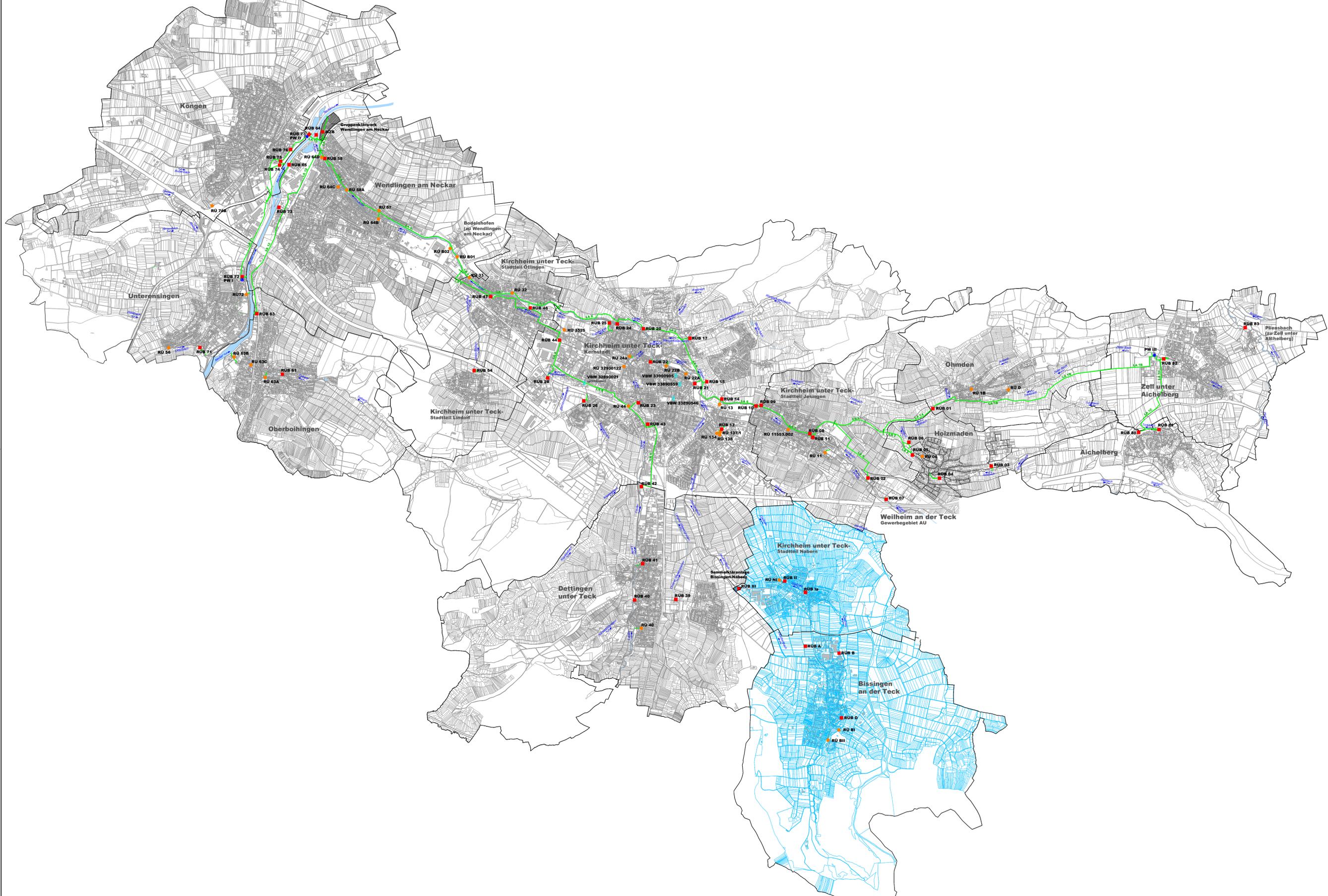
**Gemeinde Bissingen a.d.T.
Landkreis Esslingen
Strukturgutachten
Anschluss SKA Bissingen-
Nabern an das GKW**

**Lageplan - geplante Einleitung
SKA Bissingen-Nabern in
Einzugsgebiet RÜB 42 - Variante 2**
2. März 2020 M 1:10.000 Projekt: 121.1027

infra-teck GmbH
Kelterstraße 69
73265 Dettingen unter Teck
Telefon 07021-9316720
Fax 07021-9316722
www.infra-teck.de



Hinweis: Koordinatensystem der dwg-Datei: Gauß-Krüger-Koordinatensystem.
(Die ALKIS- Daten wurden mit dem Koordinatengitter für Baden-Württemberg von UTM auf Gauß-Krüger transformiert.)



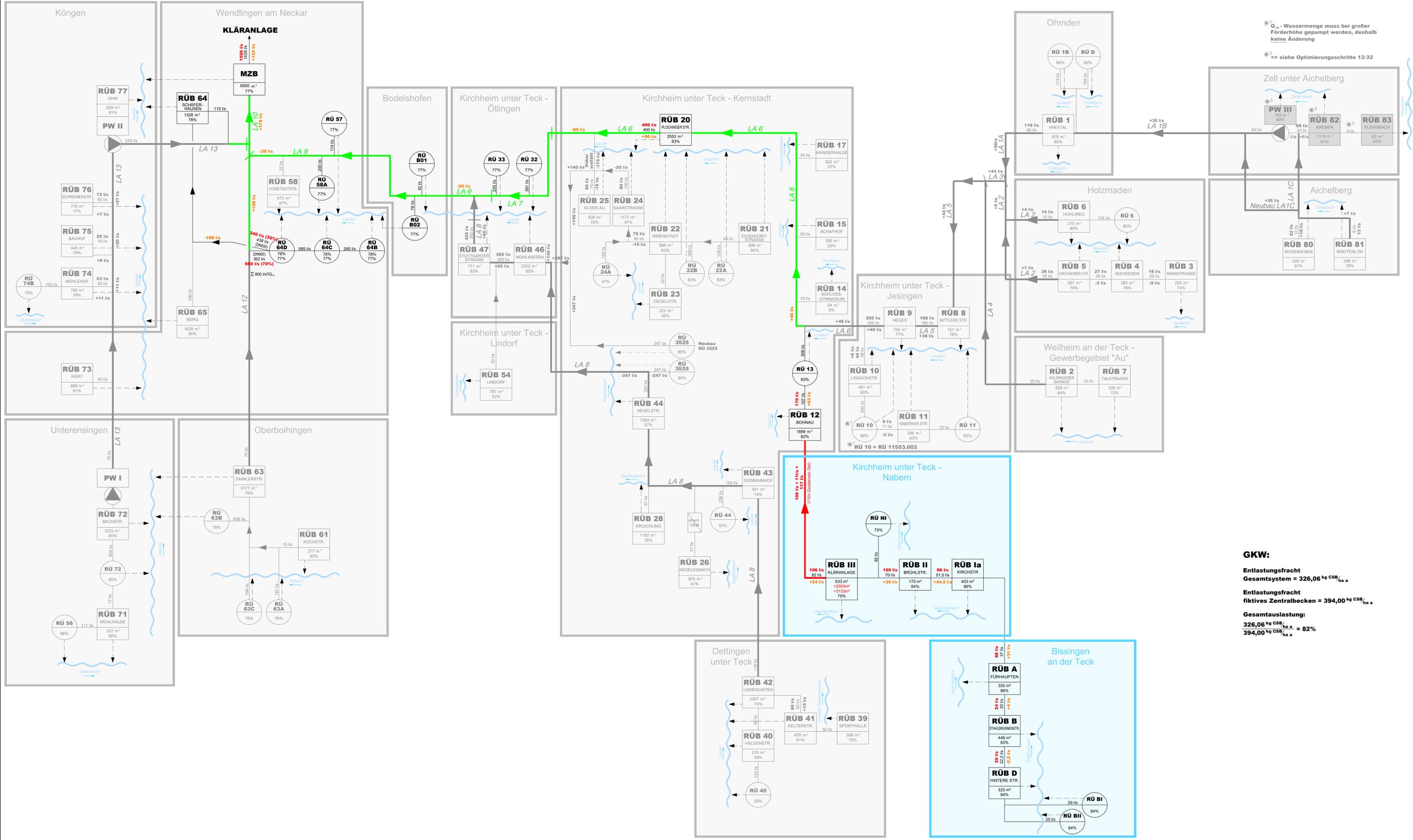
- Legende:**
- bestehender Sammler GWK
 - bestehende Ortskanalisation
 - bestehendes Regenüberlaufbecken
 - bestehender Regenüberlauf
 - bestehendes Trennbauwerk
 - bestehendes Pumpwerk
 - ~ Vorfluter

Anlage 4



Änderungsindex		Datum		
infra-teck GmbH Kelterstraße 69 73265 Dettingen unter Teck Telefon 07021-9316720 Fax 07021-9316722 www.infra-teck.de				 Beraten • Planen • Bauen
Projekt Strukturgutachten Anschluss SKA Bissingen-Nabern an das GWK				
Planbezeichnung Übersichtsplan - Einzugsgebiet GWK mit Anschluss SKA Bissingen - Nabern				
Planungsstand Studie				
Maßstab:	Plan:	Größe:	Geschlecht:	
1:25000	121.1027.01	110 x 59	infra-teck GmbH	
	Datum:	Gefertigt:		
	02.03.2020	infra-teck GmbH		
Auftraggeber Gemeinde Bissingen an der Teck Landkreis Esslingen				
Anerkannt der Bauherr				
<small>Hinweis: Koordinatensystem der dwg-Datei: Gauß-Krüger-Koordinatensystem. Grundlage: ALRS vom Landesamt für Geoinformation und Landesentwicklung Baden-Württemberg (Stand 2017). Dieser Plan ist urheberrechtlich geschützt. Bei Weiterverwendung - AUCH NUR AUSZUGSWEISE - ist die infra-teck GmbH als Urheber zu vermerken.</small>				

infra-teck GmbH, 73265 Dettingen unter Teck



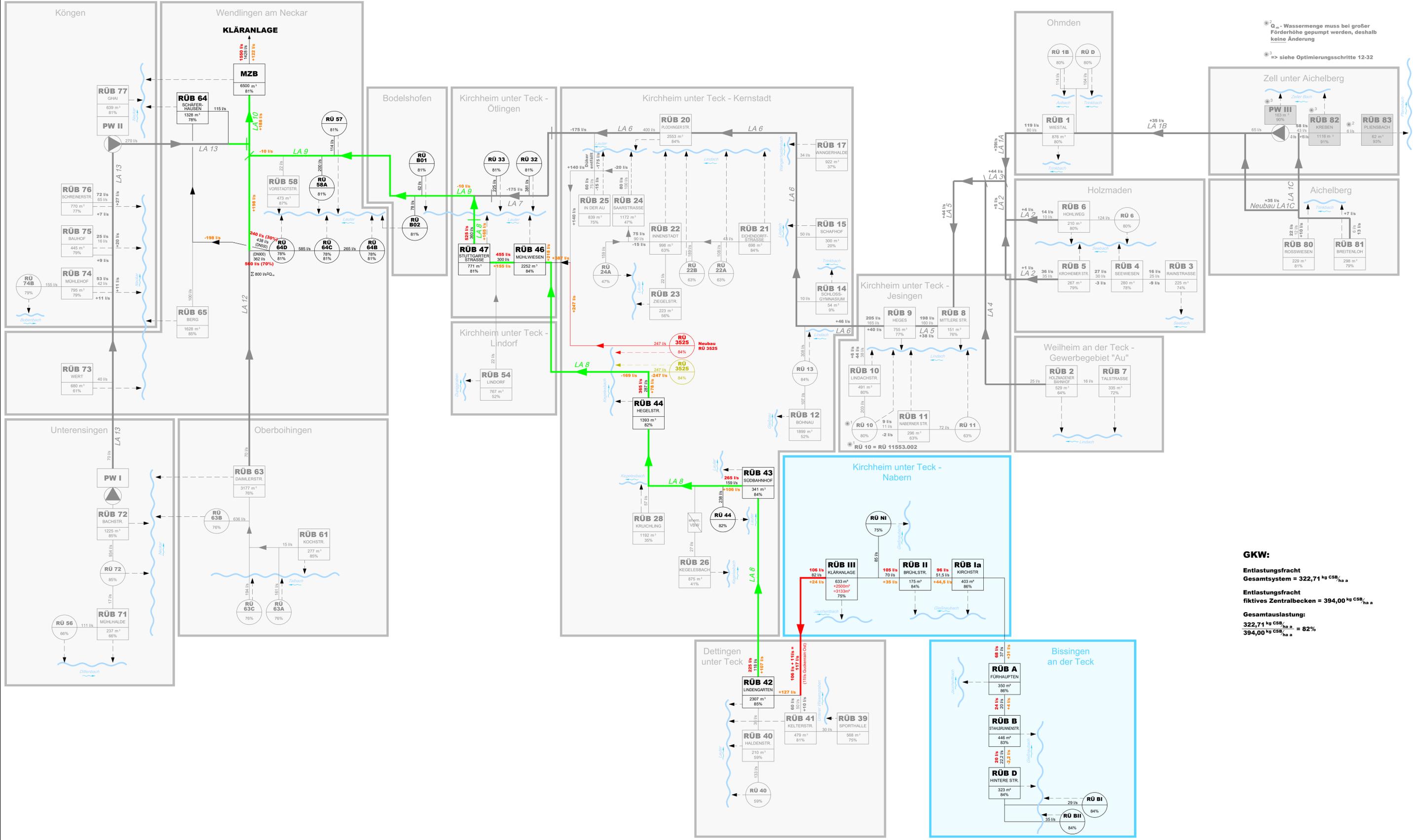
Legende:

- RÜB** Bezeichnung, Volumen, Auslastung. "Auslastung" = tatsächliche Entlastungsfracht / Entlastungsfracht fiktives Zentralbecken %
- Q_W** - Wassermenge Bestand, Q_W - Wassermenge optimiert
- RÜ** "Auslastung" = tatsächliche Entlastungsfracht / Entlastungsfracht fiktives Zentralbecken %
- Bemerkung:** Regenüberläufe werden als Verbund mit dem direkt unterhalb liegenden Regenüberlaufbecken betrachtet
- PW** Volumen, Auslastung. "Auslastung" = tatsächliche Entlastungsfracht / Entlastungsfracht fiktives Zentralbecken %
- Entlastung, Vorflur
- Leitungsabchnitt (LA 2)
- Ortskanalisation
- Neubau Ortskanalisation
- Ortskanalisation entfallend
- hydraulische Mehr- oder Minderbelastung der Kanalisation
- RÜB** Bezeichnung, Volumen, Auslastung. Bauwerk "Auslastung" ≥ 90 - 100% im Bereich sensibler Gewässerabschnitte in Abstimmung mit Genehmigungsbehörde

GKW:
 Entlastungsfracht
Gesamtsystem = 326,06 kg CSB₅/ha a
 Entlastungsfracht
 fiktives Zentralbecken = 394,00 kg CSB₅/ha a
Gesamtauslastung:
 $\frac{326,06 \text{ kg CSB}_5/\text{ha a}}{394,00 \text{ kg CSB}_5/\text{ha a}} = 82\%$

Anlage 5

Änderungsindex		Datum	
infra-teck GmbH Kellerstraße 69 73055 Dettingen unter Teck Telefon: 07021-9316720 Fax: 07021-9316722 www.infra-teck.de			
Projekt Strukturgutachten Anschluss SKA Bissingen-Nabern an das GKW			
Planbezeichnung Systemskizze - Ergebnisse der Entlastungsfracht Auslastungsgrade Anschluss RÜB12 Schritt 18 (SKA Bissingen-Nabern => RÜB12 => LA6 => LA7 => LA9 => LA10 => MZB)			
Planungsstand			
Studie			
Maßstab:	Plan:	1:11.027,02	Größe: 135 x 70
	Datum:	02.03.2020	Geltinger: infra-teck GmbH
Auftraggeber Gemeinde Bissingen an der Teck Landkreis Esslingen			
Anerkannnt der Bauherr			



Legende:

- RÜB** Bezeichnung, Volumen, Auslastung. "Auslastung" = tatsächliche Entlastungsfracht / Entlastungsfracht fiktives Zentralbecken %
- Q_W** - Wassermenge Bestand, Q_W - Wassermenge optimiert
- RÜ** Bezeichnung, Volumen, Auslastung. "Auslastung" = tatsächliche Entlastungsfracht / Entlastungsfracht fiktives Zentralbecken %
- Bemerkung:** Regenüberläufe werden als Verbund mit dem direkt unterhalb liegenden Regenüberlaufbecken betrachtet
- PW** Bezeichnung, Volumen, Auslastung. "Auslastung" = tatsächliche Entlastungsfracht / Entlastungsfracht fiktives Zentralbecken %
- Entlastung, Vorfluter
- Neubau GKW - Sammler
- GKW - Sammler bzw. Bauwerk entfällt
- LA 2 Leitungsabschnitt
- Ortskanalisation
- Neubau Ortskanalisation
- Ortskanalisation entfallend
- hydraulische Mehr- oder Minderbelastung der Kanalisation
- RÜB** Bezeichnung, Volumen, Auslastung. Bauwerk "Auslastung" ≥ 90 - 100% im Bereich sensibler Gewässerabschnitte in Abstimmung mit Genehmigungsbehörde

GKW:
 Entlastungsfracht
Gesamtsystem = 322,71 kg CSB₅/ha a
 Entlastungsfracht
 fiktives Zentralbecken = 394,00 kg CSB₅/ha a
Gesamtauslastung:
 $\frac{322,71 \text{ kg CSB}_5/\text{ha a}}{394,00 \text{ kg CSB}_5/\text{ha a}} = 82\%$

Anforderungsindex		Datum	
infra-teck GmbH Kelterstraße 69 73055 Dettingen unter Teck Telefon: 07021-9316720 Fax: 07021-9316722 www.infra-teck.de			
Projekt Strukturgutachten Anschluss SKA Bissingen-Nabern an das GKW			
Planbezeichnung Systemskizze - Ergebnisse der Entlastungsfracht Auslastungsgrade Anschluss RÜB42 Schritt 28 (SKA Bissingen-Nabern => RÜB 42 => LA8 => LA9 => LA10 => MZB)			
Planungsstand			
Studie			
Maßstab:	Plan:	1:21.1027,03	Größe: 135 x 70
	Datum:	02.03.2020	Gesamtec: infra-teck GmbH
Auftraggeber Gemeinde Bissingen an der Teck Landkreis Esslingen			
Anerkannet der Bauherr			

**Anlage 7: Übersicht Kostenprognose Umbau bestehende Kanalisation
 Variante 1 - Anschluss Einzugsgebiet RÜB 12**

Anzahl Haltungen	DN	Länge	Einheitspreis	Gesamtkosten
St	mm	m		
1	700	31	1.800,00 €	55.800,00 €
3	800	97	2.000,00 €	194.000,00 €
Summe netto				249.800,00 €
Baunebenkosten			20%	49.960,00 €
Summe netto				299.760,00 €
Mehrwertsteuer			19%	56.954,40 €
Summe brutto				356.714,40 €
Summe brutto gerundet				357.000,00 €

Variante 2 - Anschluss Einzugsgebiet RÜB 42

Anzahl Haltungen	DN	Länge	Einheitspreis	Gesamtkosten
St	mm	m		
9	500	319	1.400,00 €	446.600,00 €
3	600	115	1.600,00 €	184.000,00 €
11	700	402	1.800,00 €	723.600,00 €
6	800	278	2.000,00 €	556.000,00 €
1	1000	21	2.200,00 €	46.200,00 €
3	1100	99	2.400,00 €	237.600,00 €
Summe netto				2.194.000,00 €
Baunebenkosten			20%	438.800,00 €
Summe netto				2.632.800,00 €
Mehrwertsteuer			19%	500.232,00 €
Summe brutto				3.133.032,00 €
Summe brutto gerundet				3.133.000,00 €

Dettingen unter Teck, den 2. März 2020

Anlage 8: Kostenprognose Umbau bestehende Kanalisation
Variante 1 - Anschluss Einzugsgebiet RÜB 12

Leistung	Menge	Einheit	EP	GP
Oberflächenwasserkanal DA 400 PP Grünbereich	325	m	950,00 €	308.750,00 €
Oberflächenwasserkanal DA 400 PP Feldweg wassergebunden	1665	m	1.000,00 €	1.665.000,00 €
Oberflächenwasserkanal DA 400 PP Asphalt	135	m	1.050,00 €	141.750,00 €
Durchpressung DN 800 (Minstdurchmesser)	175	m	3.750,00 €	656.250,00 €
Summe Baukosten netto				2.771.750,00 €
Baunebenkosten netto ca.	20%			554.350,00 €
Nettosumme				3.326.100,00 €
Mehrwertsteuer 19%				631.959,00 €
Bruttosumme				3.958.059,00 €
Bruttosumme gerundet				3.958.000,00 €

Dettingen unter Teck, den 2. März 2020

Anlage 9: Kostenprognose Umbau bestehende Kanalisation
Variante 2.1 - Anschluss Einzugsgebiet RÜB 42

Leistung	Menge	Einheit	EP	GP
Oberflächenwasserkanal DA 400 PP Grünbereich	265	m	950,00 €	251.750,00 €
Oberflächenwasserkanal DA 400 PP Feldweg Gras	610	m	975,00 €	594.750,00 €
Oberflächenwasserkanal DA 400 PP Feldweg wassergebunden	865	m	1.000,00 €	865.000,00 €
Oberflächenwasserkanal DA 400 PP Asphalt	120	m	1.050,00 €	126.000,00 €
Oberflächenwasserkanal DN 600 Stb Asphalt	340	m	1.600,00 €	544.000,00 €
Dükerung	27	m	3.500,00 €	94.500,00 €
Summe Baukosten netto				2.476.000,00 €
Baunebenkosten netto ca.	20%			495.200,00 €
Nettosumme				2.971.200,00 €
Mehrwertsteuer 19%				564.528,00 €
Bruttosumme				3.535.728,00 €
Bruttosumme gerundet				3.536.000,00 €

Dettingen unter Teck, den 2. März 2020

Projekt-Nummer 20134-00001-50428

infra-teck GmbH

Kläranlage Bissingen-Nabern

Machbarkeitsstudie zur Umnutzung der Kläranlage Bissingen - Nabern zur Regenwasserbehandlung

Einschätzung des Bauwerkszustandes und Überprüfung der Auftriebssicherheit an den Bauwerken:

Denitrifikationsbecken 1 und 2
Nitrifikationsbecken 1 und 2
Nachklärbecken

Pforzheim, den 25.11.2019



(i. V. Constanze Hanekrad, Dipl.-Ing.)



(i. A. Torsten Vetter, Dipl.-Ing. (FH))

INHALT

	Seite
1	Veranlassung.....2
2	Planungsgrundlagen.....3
3	Denitrifikationsbecken 15
3.1	Beurteilung der Umnutzung des Beckens zum RÜB aus statischer Sicht7
3.2	Planung für die Nutzung als RÜB7
4	Denitrifikationsbecken 2.....9
4.1	Beurteilung der Umnutzung des Beckens zum RÜB aus statischer Sicht..... 12
4.2	Planung für die Nutzung als RÜB 12
5	Nitrifikationsbecken 114
5.1	Beurteilung der Umnutzung des Beckens zum RÜB aus statischer Sicht..... 16
5.2	Planung für die Nutzung als RÜB 16
6	Nitrifikationsbecken 217
7	Nachklärbecken.....18
7.1	Beurteilung der Umnutzung des Beckens zum RÜB aus statischer Sicht.....20
7.2	Planung für die Nutzung als RÜB20
8	Theoretische Variantenbetrachtung22
8.1	Abgesenkter Grundwasserspiegel.....22
9	Kostenannahme23
10	Zusammenfassung.....24

ANLAGEN

Anlage 1

Statische Berechnung zur Überprüfung der Auftriebssicherheit – Denitrifikationsbecken 1,
4 Seiten

Statische Berechnung zur Überprüfung der Auftriebssicherheit – Denitrifikationsbecken 2
und Nitrifikationsbecken 2,
4 Seiten

Statische Berechnung zur Überprüfung der Auftriebssicherheit – Nitrifikationsbecken 1,
3 Seiten

Statische Berechnung zur Überprüfung der Auftriebssicherheit – Nachklärbecken,
3 Seiten

Anlage 2

Statische Berechnung zur Überprüfung der Auftriebssicherheit bei reduziertem Grundwasserstand– Denitrifikationsbecken 1,
4 Seiten

Statische Berechnung zur Überprüfung der Auftriebssicherheit bei reduziertem Grundwasserstand – Denitrifikationsbecken 2 und Nitrifikationsbecken 2,
4 Seiten

Statische Berechnung zur Überprüfung der Auftriebssicherheit bei reduziertem Grundwasserstand – Nitrifikationsbecken 1,
3 Seiten

Statische Berechnung zur Überprüfung der Auftriebssicherheit bei reduziertem Grundwasserstand – Nachklärbecken,
3 Seiten

Anmerkungen:

Dieser Prüfbericht umfasst 24 Seiten sowie 28 Seiten Anlagen.

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die zur Verfügung gestellten Unterlagen (siehe Kapitel 2) und die Ortsbegehung am 15.10.2019.

Dieser Bericht ist urheberrechtlich geschützt. Auszugsweise oder vollständige Veröffentlichung ist nur mit schriftlicher Genehmigung der Weber-Ingenieure GmbH erlaubt. Das Nutzungsrecht besteht nur für den konkreten Einzelfall.

1 Veranlassung

Die Stadt Kirchheim unter Teck betreibt die Kläranlage Bissingen - Nabern zur Abwasserreinigung. Im Rahmen von Untersuchungen des Büros infra-teck GmbH, Dettingen unter Teck, zur Stilllegung der Kläranlage wird über eine Umnutzung der Kläranlage zur Regenwasserbehandlung nachgedacht. Die Weber-Ingenieure GmbH wurde von der infra-teck GmbH am 12.06.2019 mit zwei Studien wie folgt beauftragt:

- Inaugenscheinnahme und Zustandseinschätzung der Becken Nitrifikation 1, Nitrifikation 2, Denitrifikation 1, Denitrifikation 2 und Nachklärbecken einschließlich Beurteilung der Auftriebssicherheit der Becken

und

- Machbarkeitsstudie zur Umnutzung der Kläranlage Bissingen - Nabern zur Regenwasserbehandlung.



Abb. 1: Übersichtsplan Kläranlage Bissingen - Nabern [Quelle google-maps] mit den in der Studie bewerteten Bauwerken

Die zu bewertenden Becken können derzeit unter laufendem Betrieb der Kläranlage nicht geleert werden. Somit sind keine Betonuntersuchungen möglich. Die Aussagen zu den Becken basieren auf optischer Überprüfung der Wandkronen und Nutzung von Erfahrungswerten an vergleichbar genutzten Becken.

2 Planungsgrundlagen

Die Bearbeitung der Studie basiert auf folgenden Unterlagen:

Nr.	Unterlagen Bezeichnung / Titel	Datum
[1]	Ingenieurgeologisches Gutachten über die Untergrundverhältnisse im Bereich der geplanten Erweiterung der Kläranlage Bissingen-Nabern, Ingenieur- und Hydrogeologisches Büro GmbH, Tübingen	04.12.1995
[2]	Ausführungsplan / Lageplan Nr. 15138-00002/42039-03-5.001: Stadt Kirchheim unter Teck, Ertüchtigung der Kläranlage Bissingen-Nabern: Elektrotechnische Ausrüstung, M 1:200, Weber-Ingenieure GmbH, Pforzheim	24.02.2015
[3]	Schal- und Bewehrungsplan Nr. 6034/1: Stadt Kirchheim unter Teck, Kläranlage Bissingen-Nabern: Nitrifikationsbecken, M 1:50 und 1:25, Ing.-büro Dipl.-Ing. Max Raff, Kirchheim unter Teck	27.04.1996
[4]	Statische Berechnung Nr. 6034: Stadt Kirchheim unter Teck, Kläranlage Bissingen-Nabern: Nitrifikationsbecken, Ing.-büro Dipl.-Ing. Max Raff, Kirchheim unter Teck	-
[5]	Entwurfsplan Nr. 7312-1-5: Stadt Kirchheim unter Teck, Kläranlage Bissingen-Nabern: Nitrifikation 1 u. 2, M 1:50, Ing.-büro Dipl.-Ing. W. Hertkorn, Sindelfingen	10.12.1992 / 02.03.1993
[6]	Entwurfsplan Nr. 7312-1-6: Stadt Kirchheim unter Teck, Kläranlage Bissingen-Nabern: Denitrifikation 2 / Nitrifikation 3, M 1:50, Ing.-büro Dipl.-Ing. W. Hertkorn, Sindelfingen	10.12.1992 / 02.03.1993
[7]	Entwurfsplan Nr. 7312-1-10: Stadt Kirchheim unter Teck, Kläranlage Bissingen-Nabern: Denitrifikation 1, M 1:50, Ing.-büro Dipl.-Ing. W. Hertkorn, Sindelfingen	15.02.1993 / 02.03.1993
[8]	Entwurfsplan Nr. 7312-1-3: Stadt Kirchheim unter Teck, Kläranlage Bissingen-Nabern: Nachklärbecken und IDM, M 1:100 und 1:20, Ing.-büro Dipl.-Ing. W. Hertkorn, Sindelfingen	10.12.1992 / 02.03.1993
[9]	Ausführungsplan Nr. 15138-00004/43281-03-5.001 a: Stadt Kirchheim unter Teck, Sammelkläranlage Bissingen-Nabern: Optimierung der biologischen Stufe, Nitrifikationsbecken 1 und 2, M 1:50, Weber-Ingenieure GmbH, Pforzheim	06.11.2013

Nr.	Richtlinien und Regelwerke	Datum
[A]	DIN 1045, Teil 2	08 - 2008
[B]	Normenreihe DIN EN 1504	Aktuelle Fassung
[C]	Richtlinie des Deutschen Ausschuss für Stahlbeton „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“	10 - 2001

Tabelle 1: Bauwerkshöhen und Wasserstandshöhen

Bauwerk	Höhe Beckenkronen bzw. Wasserstand und Quelle	Höhe Beckenkronen und Quelle
Denitrifikationsbecken 1	354,03 m ü NN - [2]	354,05 m ü NN - [7]
Denitrifikationsbecken 2	354,10 m ü NN - [2]	354,05 m ü NN - [6]
Nitrifikationsbecken 1	353,60 m ü NN - [2]	353,95 m ü NN - [9]
Nitrifikationsbecken 2	354,10 m ü NN - [2]	354,05 m ü NN - [6]
Nachklärbecken	353,74 m ü NN - [2]	353,72 m ü NN - [8]
Grundwasserstand Kläranlage	Siehe unten - [1]	-
Aktueller Hochwasserstand Gelände bzw. Jauchertbach	Keine Daten abrufbar -	Hochwassergefahrenkarte für Land BW

Im Ingenieurgeologischen Gutachten [1] Seiten 12-13 wird zu den Grundwasserverhältnissen auf der Kläranlage beschrieben, dass von gespannten Grundwasserverhältnissen ausgegangen werden muss. Der höchstmögliche Grundwasserstand ist nicht bekannt, bzw. nur über langjährige Pegelmessungen ermittelbar. Der Bemessungswasserstand sollte daher im Bereich der Geländeoberfläche angesetzt werden.

Für die Überprüfung der Auftriebssicherheit der Becken wurde angenommen, dass der Grundwasserstand der Oberkante Gelände am Becken entspricht.

3 Denitrifikationsbecken 1

Das ehemalige Vorklärbecken wurde in unbekanntem Baujahr errichtet und wird derzeit als Denitrifikationsbecken genutzt.



Abb. 2: Blick auf das Denitrifikationsbecken 1, im Vordergrund bemooste Wandkrone

Die Wandkronen des Beckens weisen eine waschbetonartige Struktur mit Moosbewuchs auf. Durch das Moos wird die Feuchtigkeit in den Betonporen gehalten, so dass es bei Frosteinwirkung zum Gefrieren des Wassers mit Volumenvergrößerung und somit zu kleinen aber kontinuierlichen Absprengungen in der Betonstruktur kommen kann.

Auch der Beton auf der ehemaligen Räumlerlaufbahn ist sehr rau und ausgelaugt. Aufgrund des früheren Räumereinsatzes ist davon auszugehen, dass im Winter Tausalz zum Enteisen der Räumlerlaufbahn eingesetzt wurde. Daher können Chloride in den Beton eingedrungen sein, die Korrosion an der Bewehrung im Bereich der Wandkrone auslösen können. Dies sind zum jetzigen Zeitpunkt nur Erfahrungswerte. Andere sichtbare Schäden sind in diesem Bereich derzeit nicht erkennbar. Das Bauwerk weist keine Fugen auf.

Infolge der Umnutzung wurde gemäß [7] der vorhandene Trichter am Vorklärbecken aufgefüllt, um eine ebene Bodenfläche herzustellen. Dieser Umstand wurde durch WI nicht nochmals überprüft.



Abb. 3 und 4: Blick auf die Wandkrone und in das Becken

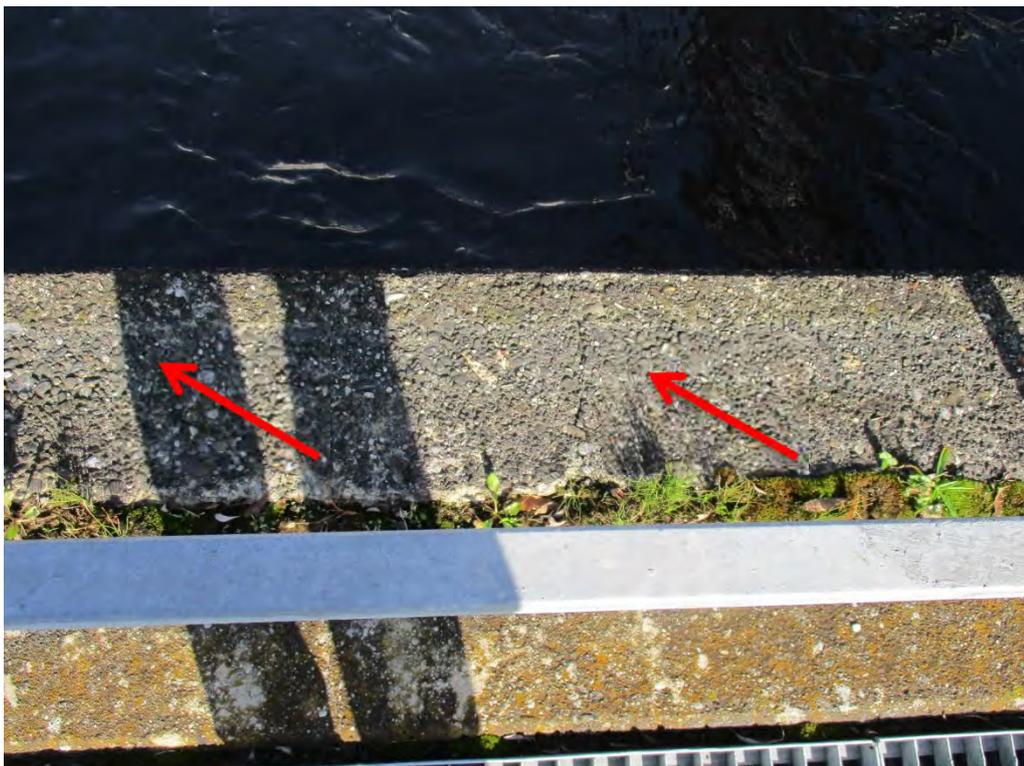


Abb. 5: Detail Wandkrone, ehemals Räumlerlaufbahn mit rauer Oberfläche

3.1 Beurteilung der Umnutzung des Beckens zum RÜB aus statischer Sicht

Aufgrund des uns vorliegenden Planes [7] wurde überprüft, dass bei einem maximal möglichen Einstau des Grundwassers bis Oberkante Gelände das zukünftige RÜB mit den vorhandenen Einbauten nicht auftriebssicher ist. Für die Berechnung wurde angenommen, dass der Trichter und eine Rinne mit Profilbeton verfüllt wurden.

Es ist davon auszugehen, dass infolge der Nutzung als RÜB das Becken zukünftig zeitweise leer steht. Dies bedeutet für die Bauteile (insbesondere die Wände) eine zusätzliche Beanspruchung durch Temperaturdifferenzen und somit einen Lastfall, auf den die eingebaute Bewehrung u. U. nicht dimensioniert wurde. Ist dies der Fall, kann es an den Beckenwänden zur Rissbildung kommen, da die eingebaute Bewehrung nicht ausreicht, die entstehenden Spannungen infolge Temperaturbewegungen aufzunehmen. Weiterhin ist zu prüfen, ob die innenliegende Bewehrung der Bodenplatte bei einseitiger Beanspruchung durch Erddruck / Grundwasser von außen ausreichend dimensioniert wurde.

Im Vorfeld der Umnutzung müssen die erforderliche Bewehrung für den Lastfall Temperatur an den Wänden und die einseitige Beanspruchung der Bodenplatte durch einen Statiker berechnet und mit der vorhandenen Bewehrung im Becken abgeglichen werden. Unter Umständen ist dann der Einbau zusätzlicher Bewehrung an den Beckeninnenflächen erforderlich.

3.2 Planung für die Nutzung als RÜB

Auf der Basis der vorliegenden Informationen ist das jetzige Denitrifikationsbecken 1 nicht auftriebssicher. Für den Umnutzungsfall sind dauerhafte Maßnahmen zur Auftriebssicherung erforderlich. Denkbar ist eine Erhöhung des Beckeneigengewichts in Verbindung mit einer Bewehrungsergänzung mit folgenden Maßnahmen:

- Erhöhen der Wandkronen um ca. 0,5 m (auch für die Regenwasserbehandlung erforderlich)
- Betonieren von bewehrten Vorsatzschalen vor die Innenwandflächen, Dicke ca. 15 cm
- Einbau eines Aufbetons auf der Bodenfläche von i. M. 0,5 m mit zusätzlicher Bewehrung
- Betoninstandsetzung der Beckenaußenflächen und Überarbeitung mit Beschichtung zum Schutz vor korrosionsfördernden Stoffen

Die vorbeschriebenen Maßnahmen beruhen lediglich auf Erfahrungswerten, da eine genaue Berechnung der zusätzlichen erforderlichen Bewehrung, der Betonauflast und die praktische Umsetzbarkeit erst nach Vorlage der Bauwerksstatik bzw. nach Bestandsuntersuchungen vom Tragwerksplaner durchgeführt werden können. Eine weitere wesentliche Angabe für diese Berechnungen ist die des tatsächlich vorhandenen Grundwasserstandes und der möglichen Schwankungen desselben.

Für die Außerbetriebnahme des Denitrifikationsbeckens 1 innerhalb der Bauzeit (Arbeiten am Bauwerk und Technische Umrüstung) müssen zusätzliche Maßnahmen zur Reduzierung des Grundwasserstandes wie z.B. Grundwasserabsenkung / Grundwasserhaltung geplant und umgesetzt werden, da eine Beckenentleerung ansonsten nicht durchführbar ist.

4 Denitrifikationsbecken 2

Das Denitrifikationsbecken wurde mit unbekanntem Baujahr in Verbindung mit dem jetzigen Nitrifikationsbecken 2 errichtet. Das Becken ist durch eine Betonrinne mit dem Denitrifikationsbecken 1 verbunden. Dieser Rinnenabschnitt weist neben Moosbewuchs keine weiteren sichtbaren Mängel auf. (siehe Kapitel 3)



Abb. 6: Blick auf das Denitrifikationsbecken 1 (unterer Bildrand) und Denitrifikation 2 (Bildmitte)

An den Beckenaußenflächen und auf der Steglauffläche ist partiell freiliegende korrodierte Bewehrung sichtbar. Die Betondeckung beträgt in diesen Bereichen max. 10 mm (gefordert nach DIN 1045 von 2008 sind 25 mm Mindestbetondeckung). An den Wandinnenflächen sind korrodierte Bolzen (vermutlich Reste ehemaliger Einbauten) sichtbar. Die äußeren und innenliegenden Betonflächen sind teilweise rau und ausgelaugt. Ansonsten sind keine Schäden zu erkennen.

Das Bauwerk wurde ebenfalls ohne Bewegungsfugen errichtet.



Abb. 7 und 8: Blick auf die Rinne und den Laufsteg über dem Becken



Abb. 9: Freiliegende Bewehrung auf der Stegoberseite



Abb. 10: Freiliegende Bewehrung an der Beckenaußenseite

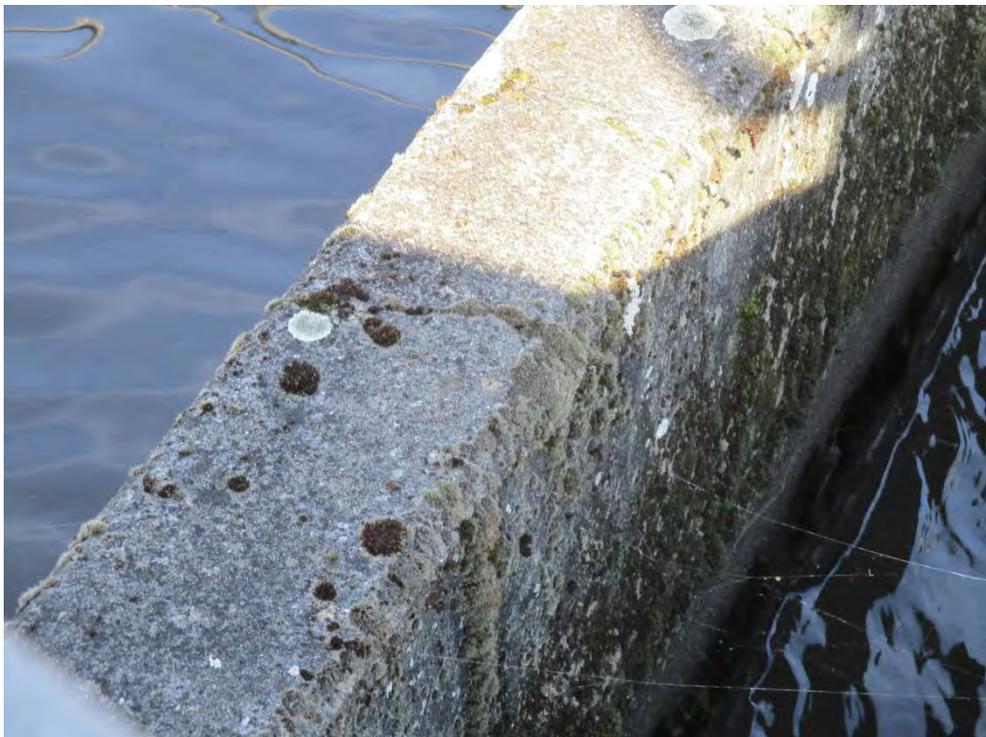


Abb. 11: Blick auf eine Wandkrone im Denitrifikationsbecken 2 mit Moosbewuchs

4.1 Beurteilung der Umnutzung des Beckens zum RÜB aus statischer Sicht

Aufgrund des uns vorliegenden Planes [6] wurde überprüft, dass bei einem maximal möglichen Einstau des Grundwassers bis Oberkante Gelände das zukünftige RÜB mit den Einbauten nicht auftriebssicher ist.

Es ist auch bei diesem Becken davon auszugehen, dass infolge der Nutzung als RÜB das Becken zukünftig zeitweise leer steht. Dies bedeutet für die Bauteile (insbesondere die Wände) eine zusätzliche Beanspruchung durch Temperaturdifferenzen und somit einen Lastfall, auf den die eingebaute Bewehrung u. U. nicht dimensioniert wurde. Ist dies der Fall, kann es an den Beckenwänden zur Rissbildung kommen, da die eingebaute Bewehrung nicht ausreicht, die entstehenden Spannungen infolge Temperaturbewegungen aufzunehmen. Weiterhin ist zu prüfen, ob die innenliegende Bewehrung der Bodenplatte bei einseitiger Beanspruchung durch Erddruck / Grundwasser von außen ausreichend dimensioniert wurde.

Im Vorfeld der Umnutzung müssen die erforderliche Bewehrung für den Lastfall Temperatur an den Wänden und die einseitige Beanspruchung der Bodenplatte durch einen Statiker berechnet und mit der vorhandenen Bewehrung im Becken abgeglichen werden. Unter Umständen ist dann der Einbau zusätzlicher Bewehrung an den Beckeninnenflächen erforderlich.

4.2 Planung für die Nutzung als RÜB

Auf der Basis der vorliegenden Informationen ist das jetzige Denitrifikationsbecken 2 auch in Verbindung mit dem benachbarten Nitrifikationsbecken 2 nicht auftriebssicher. Für den Umnutzungsfall sind dauerhafte Maßnahmen zur Auftriebssicherung erforderlich. Denkbar ist für beide Becken eine Erhöhung des Beckeneigengewichts in Verbindung mit einer Bewehrungsergänzung mit folgenden Maßnahmen:

- Erhöhen der Wandkronen um ca. 0,5 m (auch für die Regenwasserbehandlung erforderlich)
- Betonieren von bewehrten Vorsatzschalen vor die Innenwandflächen, Dicke ca. 0,3 m
- Einbau eines Aufbetons auf der Bodenfläche von 0,3 m mit zusätzlicher Bewehrung
- Betoninstandsetzung der Beckenaußenflächen und der Stege sowie Überarbeitung dieser Flächen mit Beschichtung zum Schutz vor korrosionsfördernden Stoffen

Die vorbeschriebenen Maßnahmen beruhen lediglich auf Erfahrungswerten, da eine genaue Berechnung der zusätzlichen erforderlichen Bewehrung, der Betonauflast und die praktische Umsetzbarkeit erst nach Vorlage der Bauwerksstatik bzw. nach Bestandsuntersuchungen vom Tragwerksplaner durchgeführt werden können. Eine weitere wesentliche Angabe für diese Berechnungen ist die des tatsächlich vorhandenen Grundwasserstandes und der möglichen Schwankungen desselben.

Für die Außerbetriebnahme des Denitrifikationsbeckens 2 in Verbindung mit dem Nitrifikationsbecken 2 innerhalb der Bauzeit (Arbeiten am Bauwerk und Technische Umrüstung) müssen zusätzliche Maßnahmen zur Reduzierung des Grundwasserstandes wie z.B. Grundwasserabsenkung / Grundwasserhaltung geplant und umgesetzt werden, da eine Beckenentleerung ansonsten nicht durchführbar ist.

In diesem Zusammenhang sollte überprüft werden, ob eine Entleerung nur eines Beckens technisch realisierbar ist und ob dies evtl. Vorteile für die Auftriebssicherung bringen würde.

5 Nitrifikationsbecken 1

Das Nitrifikationsbecken 1 wurde im Zuge einer Kläranlagenerweiterung 1996/97 gebaut. Die damalige Planung sah erst den Bau von zwei Becken vor, wurde aber zugunsten eines etwas größeren Beckens geändert.



Abb. 12: Blick auf das Nitrifikationsbecken 1

An der Wandkrone wurden Betonfertigteile aufgesetzt. Ein Betonfertigteil weist deutliche Schäden in Form von Rissen auf. Die Innenflächen des Beckens sehen noch sehr glatt und nicht ausgelaugt aus.



Abb. 13: Betonfertigteile auf der Wandkrone



Abb. 14: Betonschäden an einem Betonfertigteil



Abb. 15: Sichtbare Beckeninnenflächen

5.1 Beurteilung der Umnutzung des Beckens zum RÜB aus statischer Sicht

Aufgrund der uns vorliegenden Pläne [3] und [9] wurde überprüft, dass bei einem maximal möglichen Einstau des Grundwassers bis Oberkante Gelände das zukünftige RÜB mit den Einbauten nicht auftriebssicher ist. Dies entspricht auch der Angabe aus der bei diesem Becken vorliegenden statischen Berechnung [4], die wie folgt lautet:

Seite 1: „Für die völlige Entleerung des Beckens ist eine Absenkung des Grundwassers bis auf OK Bodenplatte durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen !!“

Weiterhin ist die eingelegte Bewehrung nicht ausreichend, um für die derzeitige Nutzung die Rissesicherheit am Becken zu gewährleisten. Die bei der Umnutzung des Beckens zu erwartende Rissbildung aufgrund von Spannungen infolge Temperaturbewegungen kann dann ebenfalls nicht aufgenommen werden.

Seite 27: „Rissesicherheit – Auf einen Nachweis nach DIN wurde verzichtet. ... Evtl. auftretende Risse werden verpresst.“

Auch im Vorfeld dieser Umnutzung müssen die erforderliche Bewehrung für den Lastfall Temperatur an den Wänden und die einseitige Beanspruchung der Bodenplatte durch einen Statiker berechnet und mit der vorhandenen Bewehrung im Becken abgeglichen werden. Ebenso ist die genaue Angabe des Grundwasserstandes unerlässlich.

5.2 Planung für die Nutzung als RÜB

Auf der Basis der vorliegenden Informationen ist das jetzige Nitrifikationsbecken 1 nicht auftriebssicher. Für den Umnutzungsfall sind dauerhafte Maßnahmen zur Auftriebssicherung erforderlich. Diese werden wie folgt vorgeschlagen:

- Erhöhen der Wandkronen um ca. 0,5 m (auch für die Regenwasserbehandlung erforderlich)
- Betonieren von bewehrten Vorsatzschalen vor die Innenwandflächen, Dicke ca. 0,3 m
- Einbau eines Aufbetons auf der Bodenfläche von 0,3 m mit zusätzlicher Bewehrung
- Betoninstandsetzung der Beckenaußenflächen und Überarbeitung dieser Flächen mit Beschichtung zum Schutz vor korrosionsfördernden Stoffen

Die vorbeschriebenen Maßnahmen beruhen auf Erfahrungswerten. Die Verankerung des Nitrifikationsbeckens 1 könnte ebenfalls in Betracht kommen, wobei neben dem Ankeraufbau noch ähnliche Maßnahmen wie vorab beschrieben umgesetzt werden müssten, sodass diese Variante nicht näher betrachtet wurde.

Für die Außerbetriebnahme des Nitrifikationsbeckens innerhalb der Bauzeit müssen wie bei den vorbeschriebenen Becken zusätzliche Maßnahmen zur Reduzierung des Grundwasserstandes geplant und umgesetzt werden, da eine Beckenentleerung ansonsten nicht durchführbar ist.

6 Nitrifikationsbecken 2

Dieses Becken wurde zeit- und baugleich mit dem Denitrifikationsbecken 2 errichtet. Es gilt also für dieses Becken komplett das in Kapitel 4 Geschriebene.



Abb. 16: Blick auf das Nitrifikationsbecken 2



Abb. 17: Blick auf die Trennwand zw. DN 2 und N 2 mit außen sichtbaren Kalksinter-
spuren an Rissen in der Wandkrone

7 Nachklärbecken

Das Nachklärbecken wurde ebenfalls mit unbekanntem Baujahr errichtet. Zwischenzeitlich wurde die Wandkrone teilweise abgebrochen, neu aufbetoniert und mit einer Blechabdeckung auf der Räumlerlaufbahn versehen. Dies wurde durch WI optisch festgestellt.



Abb. 18: Blick auf das Nachklärbecken

An den einsehbaren Flächen in der Auslaufrinne waren optisch keine Schäden sichtbar. Der Fliesenpiegel war intakt.



Abb. 19: Blick ins Nachklärbecken



Abb. 20: Detail Außenwand mit Blechabdeckung und neu betonierter Wandkrone

7.1 Beurteilung der Umnutzung des Beckens zum RÜB aus statischer Sicht

Aufgrund des uns vorliegenden Planes [8] wurde überprüft, dass bei einem maximal möglichen Einstau des Grundwassers bis Oberkante Gelände das zukünftige RÜB mit den Einbauten nicht auftriebssicher ist.

Auch für dieses Becken gilt, wie bei den vorherbeschriebenen Becken, dass die Lastfälle Temperatur und einseitige Beanspruchung der Bodenplatte durch Erddruck / Grundwasser statisch überprüft und mit der im Bauwerk vorhandenen Bewehrung abgeglichen werden müssen. Auch bei diesem Becken werden bei einer Umnutzung zusätzliche Verstärkungsmaßnahmen erforderlich.

7.2 Planung für die Nutzung als RÜB

Auf der Basis der vorliegenden Informationen ist das jetzige Nachklärbecken nicht auftriebssicher.

Eine Erhöhung des Beckeneigengewichtes zur Auftriebssicherung erscheint aus jetziger Sicht aufgrund des großen Missverhältnisses der stabilisierenden zu den destabilisierenden Kräften nicht sinnvoll. Die überschlägliche Berechnung ergab den erforderlichen Einbau eines Aufbetons mit mind. 1 m Dicke auf die bestehende Bodenplatte. Eine teilweise Verfüllung des Trichters und die für die Regenwasserbehandlung sinnvolle Erhöhung der Wandkrone um ca. 1,20 m reichen alleine nicht für eine Auftriebssicherung des Beckens aus.

Alternativ wurde die rückwärtige Verankerung der Bodenplatte zur Auftriebssicherung geprüft, da dies aus jetziger Sicht die einzig mögliche Variante ist. Für die überschlägliche Ermittlung der Ankerlängen wurde nach Sichtung des ingenieur-geologischen Gutachtens [1] der Wert für die vorhandene Mantelreibung mit 25 kN/m zugrunde gelegt. Die für eine genaue Berechnung erforderlichen Bodenkennwerte sind durch entsprechende Baugrunduntersuchungen zu ermitteln und der Ansatz ggfs. zu korrigieren.

Weiterhin wurde von einer fugenlos gebauten Bodenplatte ausgegangen, sodass zur Ertüchtigung des Nachklärbeckens und zur Auftriebssicherung im Umnutzungsfall folgende Maßnahmen erforderlich sind:

- Erhöhen der Wandkronen um ca. 1,2 m (auch für die Regenwasserbehandlung erforderlich)
- Betonieren von bewehrten Vorsatzschalen vor die Innenwandflächen, Dicke ca. 0,2 m
- Einbau eines Aufbetons auf der Bodenfläche von 0,3 m mit zusätzlicher Bewehrung und zur Einbindung der Ankerköpfe
- Einbau von Bodenankern einschl. Verpressung
- Betoninstandsetzung der Beckenaußenflächen und Überarbeitung dieser Flächen mit Beschichtung zum Schutz vor korrosionsfördernden Stoffen

Die vorherbeschriebenen Maßnahmen beruhen auf Erfahrungswerten.

Für die Außerbetriebnahme des Nachklärbeckens innerhalb der Bauzeit müssen wie bei den vorbeschriebenen Becken zusätzliche Maßnahmen zur Reduzierung des Grundwasserstandes geplant und umgesetzt werden, da eine Beckenentleerung ansonsten nicht durchführbar ist.

8 Theoretische Variantenbetrachtung

Aufgrund der fehlenden Auftriebssicherheiten an den überprüften Becken wurde folgende Betrachtung vorgenommen:

- Wie wirkt sich ein abgesenkter Grundwasserspiegel auf die Auftriebssicherheit der Bauwerke aus ?

8.1 Abgesenkter Grundwasserspiegel

Gemäß [1] muss auf der Kläranlage von gespannten Grundwasserverhältnissen ausgegangen werden. Der höchstmögliche Grundwasserstand ist nicht bekannt, bzw. nur über langjährige Pegelmessungen ermittelbar. Der Bemessungswasserstand sollte daher im Bereich der Geländeoberfläche angesetzt werden. Eine Abfrage der aktuellen Hochwasserstände bei der Datenbank zum Hochwasserisikomanagement des Landes Baden-Württemberg ergab keine Informationen, weil für die Gemeinde Nabern keine Daten hinterlegt sind.

Für die Berechnung wurde also der theoretische Fall angenommen, dass der höchste Grundwasserstand 1,00 m unter der Geländeoberkante liegt. In diesem Fall ist das Denitrifikationsbecken 1 im jetzigen Zustand ohne weitere Maßnahmen auftriebssicher, die anderen Becken sind es nicht (siehe nachfolgende Tabelle).

Tabelle 2: Vergleich der errechneten Auftriebssicherheiten bei unterschiedlichen Grundwasserständen:

Bauwerk	max. GWS in m ü. NHN *1	Auftrieb	Annahme max. GWS in m ü. NHN *2	Auftrieb
Nitrifikation 1	353,20	2,3 > 1,0	352,20	1,84 > 1,0
Nitrifikation 2	353,52	2,37 > 1,0	352,52	1,76 > 1,0
Denitrifikation 1	353,65	1,69 > 1,0	352,65	0,99 < 1,0
Denitrifikation 2	353,52	2,37 > 1,0	352,52	1,76 > 1,0
Nachklärbecken	353,52	7,04 > 1,0	353,52	5,86 > 1,0

*1 Der max. Grundwasserstand (Bemessungswasserstand) entspricht der Geländeoberkante am Bauwerk.

*2 Der max. Grundwasserstand (Bemessungswasserstand) wurde theoretisch mit – 1,00 m unter der Geländeoberkante am Bauwerk angenommen, um die Einflussgröße des Grundwasserstandes auf die Auftriebssicherheit der Bauwerke transparenter zu machen.

9 Kostenannahme

Denitrifikationsbecken 1: Vorsatzschale an Innenwänden, Dicke 15 cm, Aufbeton Bodenfläche 0,5 m, Wanderhöhung 0,5 m, Betoninstandsetzung Außenwände 120.000,00 Euro

Nitrifikationsbecken 1: Vorsatzschale an den Innenwänden, Dicke 0,3 m, Aufbeton Bodenfläche 0,3 m, Wanderhöhung 0,5 m, Betoninstandsetzung Außenwände 300.000,00 Euro

Denitrifikationsbecken 2 / Nitrifikationsbecken 2: Vorsatzschale an Innenwänden, Dicke 0,3 m, Aufbeton Bodenfläche 0,3 m, Wanderhöhung 0,5 m, Betoninstandsetzung an Außenwänden und Stegen 340.000,00 Euro

Nachklärbecken: Verankerung der Bodenplatte im Baugrund, Vorsatzschale an Innenwänden, Dicke 0,2 m, Aufbeton Bodenfläche 0,3 m, Wanderhöhung 1,2 m, Betoninstandsetzung an Außenwänden und Stegen 435.000,00 Euro

Gesamtkosten 1.195.000,00 Euro

Zuschlag für Planungsunschärfe aufgrund fehlender Daten (10 %) 119.500,00 Euro

Zwischensumme 1.314.500,00 Euro

Baunebenkosten (ca.) 197.175,00 Euro

(ca. 15 % der Gesamtkosten)

Herstellungskosten (netto) ca. 1.511.675,00 Euro

+ 19 % Mehrwertsteuer (gerundet) 288.325,00 Euro

Herstellungskosten (brutto) ca. 1.800.000,00 Euro

Die Kostenannahme beinhaltet nur die Kosten für die beschriebenen Beton- und Betoninstandsetzungsarbeiten an den Becken. Die Kosten für notwendige Voruntersuchungen an den Becken, Baugrunduntersuchungen und Maßnahmen zur Grundwasserabsenkung bzw. -wasserhaltung vor und während der Bauzeit sind nicht beinhaltet.

10 Zusammenfassung

Auf der Basis der vorliegenden Informationen sind die überprüften fünf Becken nicht auftriebssicher. Im Fall der Beckenleerung werden bei allen Becken zusätzliche Maßnahmen zur Erhöhung des Beckeneigengewichtes für die Auftriebssicherung bzw. eine Grundwasserabsenkung und -haltung erforderlich. Weiterhin sind an den Beckeninnenflächen zusätzliche Ertüchtigungsmaßnahmen aufgrund statischer Erfordernisse notwendig.

Für alle Becken kann unter Einhaltung der getroffenen Annahmen (siehe entsprechende Kapitel) ein Ertüchtigungs- bzw. Instandsetzungsvorschlag gemacht werden.

Aufgrund der beschriebenen Maßnahmen sind die Becken im Umnutzungsfall auftriebssicher und diese Maßnahmen ersetzen Instandsetzungsmaßnahmen an den Beckeninnenflächen.

Vor einer weiteren Planung werden eine statische Überprüfung der Bauwerke im Detail, eine Prüfstatik und Baugrunduntersuchungen zwingend erforderlich.

Zusätzlich müssen für die Voruntersuchungen und für den Bauzustand Maßnahmen geplant und umgesetzt werden, um die Becken in dieser Zeit gegen Aufschwimmen zu sichern.

Anlage 1

Statische Berechnung

Bauherr: Stadt Kirchheim unter Teck

Bauvorhaben: Sammelkläranlage Bissingen-Nabern
Denitrifikation 1

Projektnummer: 20134/50428

Planverfasser: Weber-Ingenieure GmbH
Bauschlotter Straße 62
75177 Pforzheim

Aufsteller: Dipl.-Ing. (FH) Torsten Vetter

Seiten: 4

Pforzheim, den 23.10.2019

T. Vetter

.....
i. A. Dipl.-Ing. (FH) Torsten Vetter

Weber-Ingenieure GmbH

Bauschlöter Straße 62
7 5 1 7 7 Pforzheim
Tel. 07231 / 583 - 0
FAX 07231 / 583 - 100

Abwasser
Trinkwasser
Infrastruktur
Energieanlagen
Abfall / Altlasten
Wasserbau
Boden / Grundbau
Geotechnik
Ingenieurbau



1 Allgemeine Angaben

1.1 Unterlagen

Plan des "Ingenieurbüros Hertkorn" vom 15.02.1993 bzw. 02.03.1993.

1.2 Software

VCmaster "Classic-Edition"

2 Denitrifikation 1

2.1 Bemerkungen

Aufgrund eventuell abweichender Gebäudegeometrie oder Rückbauabsichten ist zu überprüfen, ob das Becken "auftriebssicher" ist und nicht "aufschwimmen" kann.

2.2 Sicherheit gegen Aufschwimmen

Der bereits vorhandene Schacht befindet sich im Grundwasserstand, wodurch zu überprüfen ist, ob dieser "auftriebssicher" ist. Es wird angenommen, dass sich ein maximaler Grundwasserstand (Bemessungswasserstand) bis 353,65 m ü. NHN einstellen kann.

Es ergeben sich folgende stabilisierende Lasten.

Bodenplatte:	$24 * 12,6 * 5,6 * 0,25$	=	423 kN
Bodenplatte (Rinne):	$24 * 0,80 * 5,6 * 0,25$	=	27 kN
Bodenplatte (Schräge 1):	$24 * 2,1 * 5,6 * 0,25$	=	71 kN
Bodenplatte (Schräge 2):	$24 * 1,1 * 5,6 * 0,25$	=	37 kN
Bodenplatte (Schräge 3):	$24 * 1,4 * 5,6 * 0,25$	=	47 kN
Rechte Wand (vertikal):	$24 * 0,3 * 5,60 * 1,00$	=	40 kN
Mittlere Wand (vertikal):	$24 * 0,15 * 5,00 * 1,30$	=	23 kN
1. linke Wand (vertikal):	$24 * 0,30 * 5,00 * 0,80$	=	29 kN
2. linke Wand (vertikal):	$24 * 0,10 * 5,00 * 0,65$	=	8 kN
Gerinnewände:	$24 * 0,20 * (6,9 + 1,4 + 2,4) * 1,50$	=	77 kN
Gerinnewände (dünn):	$24 * 0,15 * 3,9 * 0,65$	=	9 kN
Wände (horizontal):	$24 * 0,3 * (13,2 + 13,7) * 1,90$	=	368 kN
Voute Wände (horiz.):	$24 * \left(\frac{0,4 * 13,2 * 0,6}{2} * 2 \right)$	=	76 kN
Profilbeton 1:	$24 * 1,6 * 5,6 * 1,30$	=	280 kN
Profilbeton 2:	$24 * \left(\frac{0,95 * 5,6}{2} * 1,1 \right)$	=	70 kN

$$G_{\text{stb}} = \underline{\underline{1585 \text{ kN}}}$$

Und folgende destabilisierende Last.

$$\begin{aligned} \text{Auftrieb Bopla: } & 12,60 * 5,60 * (353,65 - 351,400) * 10,0 & = & 1588 \text{ kN} \\ \text{AT Bopla (Rinne): } & 0,80 * 5,60 * (353,65 - 352,250) * 10,0 & = & 63 \text{ kN} \\ \text{AT Bopla (Schräge 1): } & 2,1 * 5,6 * (353,65 - 350,15) * 10,00 & = & 412 \text{ kN} \\ \text{AT Bopla (Schräge 2): } & 1,1 * 5,6 * (353,65 - 350,15) * 10,00 & = & 216 \text{ kN} \\ \text{AT Bopla (Schräge 3): } & 1,4 * 5,6 * (353,65 - 351,80) * 10,00 & = & 145 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$G_{dstb} = \underline{\underline{2424 \text{ kN}}}$$

$$G_{stb,d} = G_{stb} * 0,95 = 1506 \text{ kN}$$

$$G_{dstb,d} = G_{dstb} * 1,05 = 2545 \text{ kN}$$

Nachweis:

$$n = \frac{G_{dstb,d}}{G_{stb,d}} = \underline{\underline{1,69 \geq 1,0}}$$

Das Bauwerk ist "**nicht auftriebssicher**".

Weber-Ingenieure GmbH

Bauschlotter Straße 62
7 5 1 7 7 Pforzheim
Tel. 07231 / 583 - 0
FAX 07231 / 583 - 100

Abwasser
Trinkwasser
Infrastruktur
Energieanlagen
Abfall / Altlasten
Wasserbau
Boden / Grundbau
Geotechnik
Ingenieurbau



Statische Berechnung

Bauherr: Stadt Kirchheim unter Teck

Bauvorhaben: Sammelkläranlage Bissingen-Nabern
Nitrifikation 2 und Denitrifikation 2

Projektnummer: 20134/50428

Planverfasser: Weber-Ingenieure GmbH
Bauschlotter Straße 62
75177 Pforzheim

Aufsteller: Dipl.-Ing. (FH) Torsten Vetter

Seiten: 4

Pforzheim, den 23.10.2019

T. Vetter

.....
i. A. Dipl.-Ing. (FH) Torsten Vetter

Weber-Ingenieure GmbH

Bauschlöter Straße 62
7 5 1 7 7 Pforzheim
Tel. 07231 / 583 - 0
FAX 07231 / 583 - 100

Abwasser
Trinkwasser
Infrastruktur
Energieanlagen
Abfall / Altlasten
Wasserbau
Boden / Grundbau
Geotechnik
Ingenieurbau



1 Allgemeine Angaben

1.1 Unterlagen

Plan des "Ingenieurbüros Hertkorn" vom 10.12.1992 bzw. 02.03.1993.

1.2 Software

VCmaster "Classic-Edition"

2 Nitrifikation 2 und Denitrifikation 2

2.1 Bemerkungen

Aufgrund eventuell abweichender Gebäudegeometrie oder Rückbauabsichten ist zu überprüfen, ob das Becken "auftriebssicher" ist und nicht "aufschwimmen" kann.

2.2 Sicherheit gegen Aufschwimmen

Der bereits vorhandene Schacht befindet sich im Grundwasserstand, wodurch zu überprüfen ist, ob dieser "auftriebssicher" ist. Es wird angenommen, dass sich ein maximaler Grundwasserstand (Bemessungswasserstand) bis 353,52 m ü. NHN einstellen kann.

Es ergeben sich folgende stabilisierende Lasten.

Bodenplatte:	$24 * 21,9 * 11,1 * 0,3$	=	1750 kN
Bopla (Anbau):	$24 * (6,4 * 0,65 + 5,8 * 0,7 + 1,4 * 1,2) * 0,3$	=	71 kN
Bopla (Innenl.):	$24 * (9,7 * 0,60 + 1,9 * 1,55) * 0,2$	=	42 kN
Wände (vertikal):	$24 * 0,3 * 11,10 * 4,10 * 2$	=	655 kN
Wände Anbau (vertikal):	$24 * 0,3 * 0,65 * 3,00 * 2$	=	28 kN
Wände Anbau (vertikal):	$24 * 0,2 * 1,00 * 3,00 * 2$	=	29 kN
Wände Anbau (vertikal):	$24 * 0,2 * 1,00 * 3,50 * 2$	=	34 kN
Wände Innenl. (vertikal):	$24 * 0,2 * (1,55 + 0,8) * 0,80$	=	9 kN
Wände (horizontal):	$24 * 0,30 * 21,90 * 4,10 * 2$	=	1293 kN
Wände Anbau (hori.):	$24 * 0,2 * (5,8 + 1,4) * 3,50$	=	121 kN
Wände Innenl. (hori.):	$24 * 0,2 * (9,7 + 1,9) * 0,80$	=	45 kN
Mittelwand:	$24 * 0,3 * 8,95 * 4,10$	=	264 kN
Profilbeton (vertikal):	$24 * \left(\frac{0,5 * 0,5 * 10,5}{2} * 4 \right)$	=	126 kN
Profilbeton (horizontal):	$24 * \left(\frac{0,5 * 0,5 * 10,5}{2} * 3 \right)$	=	95 kN

$$G_{\text{stb}} = \underline{\underline{4562 \text{ kN}}}$$

Und folgende destabilisierende Last.

$$\text{Auftrieb: } 21,90 * 11,10 * (353,52 - 349,650) * 10,0 = 9408 \text{ kN}$$

$$\text{Auftrieb (Anbau): } 9,9 * (353,52 - 349,650) * 10,0 = 383 \text{ kN}$$

$$G_{dstb} = \underline{\underline{9791 \text{ kN}}}$$

$$G_{stb,d} = G_{stb} * 0,95 = 4334 \text{ kN}$$

$$G_{dstb,d} = G_{dstb} * 1,05 = 10281 \text{ kN}$$

Nachweis:

$$n = \frac{G_{dstb,d}}{G_{stb,d}} = \underline{\underline{2,37 \geq 1,0}}$$

Das Bauwerk ist "**nicht auftriebssicher**".

Statische Berechnung

Bauherr: Stadt Kirchheim unter Teck

Bauvorhaben: Sammelkläranlage Bissingen-Nabern
Nitrifikation 1

Projektnummer: 20134/50428

Planverfasser: Weber-Ingenieure GmbH
Bauschlotter Straße 62
75177 Pforzheim

Aufsteller: Dipl.-Ing. (FH) Torsten Vetter

Seiten: 3

Pforzheim, den 21.10.2019

T. Vetter

.....
i. A. Dipl.-Ing. (FH) Torsten Vetter

1 Allgemeine Angaben

1.1 Unterlagen

Ausführungsplan der Firma Weber-Ingenieure GmbH.

1.2 Software

VCmaster "Classic-Edition"

2 Nitrifikation 1

2.1 Bemerkungen

Aufgrund eventuell abweichender Gebäudegeometrie oder Rückbauabsichten ist zu überprüfen, ob das Becken "auftriebssicher" ist und nicht "aufschwimmen" kann.

2.2 Sicherheit gegen Aufschwimmen

Der bereits vorhandene Schacht befindet sich im Grundwasserstand, wodurch zu überprüfen ist, ob dieser "auftriebssicher" ist. Es wird angenommen, dass sich ein maximaler Grundwasserstand (Bemessungswasserstand) bis 353,20 m ü. NHN einstellen kann.

Es ergeben sich folgende stabilisierende Lasten.

Bodenplatte:	$24 * 14,3 * 14,3 * 0,4$	=	1963 kN
Wände (vertikal):	$24 * 14,3 * 5,35 * 0,40 * 2$	=	1469 kN
Wände (horizontal):	$24 * 13,50 * 5,35 * 0,40 * 2$	=	1387 kN
Voute (vertikal):	$24 * \left(\frac{0,3 * 0,5 * 14,3}{2} * 2 \right)$	=	51 kN
Voute (horizontal):	$24 * \left(\frac{0,3 * 13,5 * 0,5}{2} * 2 \right)$	=	49 kN

$$G_{stb} = \underline{\underline{4919 \text{ kN}}}$$

Und folgende destabilisierende Last.

Auftrieb:	$14,30 * 14,30 * (353,20 - 348,200) * 10,0$	=	10225 kN
-----------	---	---	----------

$$G_{dstb} = \underline{\underline{10225 \text{ kN}}}$$

$G_{stb,d} =$	$G_{stb} * 0,95$	=	4673 kN
---------------	------------------	---	---------

$G_{dstb,d} =$	$G_{dstb} * 1,05$	=	10736 kN
----------------	-------------------	---	----------

Nachweis:

$$n = \frac{G_{dstb,d}}{G_{stb,d}} = \underline{\underline{2,30 \geq 1,0}}$$

Das Bauwerk ist "nicht auftriebssicher".

Weber-Ingenieure GmbH
Bauschlötter Straße 62
7 5 1 7 7 Pforzheim
Tel. 07231 / 583 - 0
FAX 07231 / 583 - 100

Abwasser
Trinkwasser
Infrastruktur
Energieanlagen
Abfall / Altlasten
Wasserbau
Boden / Grundbau
Geotechnik
Ingenieurbau



Statische Berechnung

Bauherr: Stadt Kirchheim unter Teck

Bauvorhaben: Sammelkläranlage Bissingen-Nabern
Nachklärbecken

Projektnummer: 20134/50428

Planverfasser: Weber-Ingenieure GmbH
Bauschlötter Straße 62
75177 Pforzheim

Aufsteller: Dipl.-Ing. (FH) Torsten Vetter

Seiten: 3

Pforzheim, den 04.11.2019

T. Vetter

.....
i. A. Dipl.-Ing. (FH) Torsten Vetter

1 Allgemeine Angaben

1.1 Unterlagen

Plan des "Ingenieurbüros Hertkorn" vom 10.12.1992 bzw. 02.03.1993.

1.2 Software

VCmaster "Classic-Edition"

2 Nachklärbecken

2.1 Bemerkungen

Aufgrund eventuell abweichender Gebäudegeometrie oder Rückbauabsichten ist zu überprüfen, ob das Becken "auftriebssicher" ist und nicht "aufschwimmen" kann.

Anlage 2

Statische Berechnung

Bauherr: Stadt Kirchheim unter Teck

Bauvorhaben: Sammelkläranlage Bissingen-Nabern
Denitrifikation 1
Variante: "Absenkung Grundwasserstand"

Projektnummer: 20134/50428

Planverfasser: Weber-Ingenieure GmbH
Bauschlöter Straße 62
75177 Pforzheim

Aufsteller: Dipl.-Ing. (FH) Torsten Vetter

Seiten: 4

Pforzheim, den 30.10.2019

T. Vetter

.....
i. A. Dipl.-Ing. (FH) Torsten Vetter

Weber-Ingenieure GmbH

Bauschlöter Straße 62
7 5 1 7 7 Pforzheim
Tel. 07231 / 583 - 0
FAX 07231 / 583 - 100

Abwasser
Trinkwasser
Infrastruktur
Energieanlagen
Abfall / Altlasten
Wasserbau
Boden / Grundbau
Geotechnik
Ingenieurbau



1 Allgemeine Angaben

1.1 Unterlagen

Plan des "Ingenieurbüros Hertkorn" vom 15.02.1993 bzw. 02.03.1993.

1.2 Software

VCmaster "Classic-Edition"

2 Denitrifikation 1

2.1 Bemerkungen

Aufgrund eventuell abweichender Gebäudegeometrie oder Rückbauabsichten ist zu überprüfen, ob das Becken "auftriebssicher" ist und nicht "aufschwimmen" kann.

2.2 Sicherheit gegen Aufschwimmen

Der bereits vorhandene Schacht befindet sich im Grundwasserstand, wodurch zu überprüfen ist, ob dieser "auftriebssicher" ist. Es wird angenommen, dass sich ein maximaler Grundwasserstand (Bemessungswasserstand) bis 352,65 m ü. NHN (ein Meter unter Geländeoberkante) einstellen kann.

Es ergeben sich folgende stabilisierende Lasten.

Bodenplatte:	$24 * 12,6 * 5,6 * 0,25$	=	423 kN
Bodenplatte (Rinne):	$24 * 0,80 * 5,6 * 0,25$	=	27 kN
Bodenplatte (Schräge 1):	$24 * 2,1 * 5,6 * 0,25$	=	71 kN
Bodenplatte (Schräge 2):	$24 * 1,1 * 5,6 * 0,25$	=	37 kN
Bodenplatte (Schräge 3):	$24 * 1,4 * 5,6 * 0,25$	=	47 kN
Rechte Wand (vertikal):	$24 * 0,3 * 5,60 * 1,00$	=	40 kN
Mittlere Wand (vertikal):	$24 * 0,15 * 5,00 * 1,30$	=	23 kN
1. linke Wand (vertikal):	$24 * 0,30 * 5,00 * 0,80$	=	29 kN
2. linke Wand (vertikal):	$24 * 0,10 * 5,00 * 0,65$	=	8 kN
Gerinnewände:	$24 * 0,20 * (6,9 + 1,4 + 2,4) * 1,50$	=	77 kN
Gerinnewände (dünn):	$24 * 0,15 * 3,9 * 0,65$	=	9 kN
Wände (horizontal):	$24 * 0,3 * (13,2 + 13,7) * 1,90$	=	368 kN
Voute Wände (horiz.):	$24 * \left(\frac{0,4 * 13,2 * 0,6}{2} * 2 \right)$	=	76 kN
Profilbeton 1:	$24 * 1,6 * 5,6 * 1,30$	=	280 kN
Profilbeton 2:	$24 * \left(\frac{0,95 * 5,6}{2} * 1,1 \right)$	=	70 kN

$$G_{stb} = \underline{\underline{1585 \text{ kN}}}$$

Und folgende destabilisierende Last.

Auftrieb Bopla:	$12,60 * 5,60 * (352,65 - 351,400) * 10,0$	=	882 kN
AT Bopla (Rinne):	$0,80 * 5,60 * (352,65 - 352,250) * 10,0$	=	18 kN
AT Bopla (Schräge 1):	$2,1 * 5,6 * (352,65 - 350,15) * 10,00$	=	294 kN
AT Bopla (Schräge 2):	$1,1 * 5,6 * (352,65 - 350,15) * 10,00$	=	154 kN
AT Bopla (Schräge 3):	$1,4 * 5,6 * (352,65 - 351,80) * 10,00$	=	67 kN

$$G_{dstb} = \underline{\underline{1415 \text{ kN}}}$$

$$G_{stb,d} = G_{stb} * 0,95 = 1506 \text{ kN}$$

$$G_{dstb,d} = G_{dstb} * 1,05 = 1486 \text{ kN}$$

Nachweis:

$$n = \frac{G_{dstb,d}}{G_{stb,d}} = \underline{\underline{0,99 \geq 1,0}}$$

Das Bauwerk kann unter der Voraussetzung, dass eine Grundwasserabsenkung (bis mindestens ein Meter unter Geländeroberkante) erfolgt, als "auftriebssicher" bezeichnet werden.

Weber-Ingenieure GmbH
Bauschlöter Straße 62
7 5 1 7 7 Pforzheim
Tel. 07231 / 583 - 0
FAX 07231 / 583 - 100

Abwasser
Trinkwasser
Infrastruktur
Energieanlagen
Abfall / Altlasten
Wasserbau
Boden / Grundbau
Geotechnik
Ingenieurbau



Statische Berechnung

Bauherr: Stadt Kirchheim unter Teck

Bauvorhaben: Sammelkläranlage Bissingen-Nabern
Nitrifikation 2 und Denitrifikation 2
Variante: "Absenkung Grundwasserstand"

Projektnummer: 20134/50428

Planverfasser: Weber-Ingenieure GmbH
Bauschlöter Straße 62
75177 Pforzheim

Aufsteller: Dipl.-Ing. (FH) Torsten Vetter

Seiten: 4

Pforzheim, den 30.10.2019

T. Vetter

.....
i. A. Dipl.-Ing. (FH) Torsten Vetter

Weber-Ingenieure GmbH

Bauschlöter Straße 62
7 5 1 7 7 Pforzheim
Tel. 07231 / 583 - 0
FAX 07231 / 583 - 100

Abwasser
Trinkwasser
Infrastruktur
Energieanlagen
Abfall / Altlasten
Wasserbau
Boden / Grundbau
Geotechnik
Ingenieurbau



1 Allgemeine Angaben

1.1 Unterlagen

Plan des "Ingenieurbüros Hertkorn" vom 10.12.1992 bzw. 02.03.1993.

1.2 Software

VCmaster "Classic-Edition"

2 Nitrifikation 2 und Denitrifikation 2

2.1 Bemerkungen

Aufgrund eventuell abweichender Gebäudegeometrie oder Rückbauabsichten ist zu überprüfen, ob das Becken "auftriebssicher" ist und nicht "aufschwimmen" kann.

2.2 Sicherheit gegen Aufschwimmen

Der bereits vorhandene Schacht befindet sich im Grundwasserstand, wodurch zu überprüfen ist, ob dieser "auftriebssicher" ist. Es wird angenommen, dass sich ein maximaler Grundwasserstand (Bemessungswasserstand) bis 352,52 m ü. NHN (ein Meter unter Geländeoberkante) einstellen kann.

Es ergeben sich folgende stabilisierende Lasten.

Bodenplatte:	$24 * 21,9 * 11,1 * 0,3$	=	1750 kN
Bopla (Anbau):	$24 * (6,4 * 0,65 + 5,8 * 0,7 + 1,4 * 1,2) * 0,3$	=	71 kN
Bopla (Innenl.):	$24 * (9,7 * 0,60 + 1,9 * 1,55) * 0,2$	=	42 kN
Wände (vertikal):	$24 * 0,3 * 11,10 * 4,10 * 2$	=	655 kN
Wände Anbau (vertikal):	$24 * 0,3 * 0,65 * 3,00 * 2$	=	28 kN
Wände Anbau (vertikal):	$24 * 0,2 * 1,00 * 3,00 * 2$	=	29 kN
Wände Anbau (vertikal):	$24 * 0,2 * 1,00 * 3,50 * 2$	=	34 kN
Wände Innenl. (vertikal):	$24 * 0,2 * (1,55 + 0,8) * 0,80$	=	9 kN
Wände (horizontal):	$24 * 0,30 * 21,90 * 4,10 * 2$	=	1293 kN
Wände Anbau (hori.):	$24 * 0,2 * (5,8 + 1,4) * 3,50$	=	121 kN
Wände Innenl. (hori.):	$24 * 0,2 * (9,7 + 1,9) * 0,80$	=	45 kN
Mittelwand:	$24 * 0,3 * 8,95 * 4,10$	=	264 kN
Profilbeton (vertikal):	$24 * \left(\frac{0,5 * 0,5 * 10,5}{2} * 4 \right)$	=	126 kN
Profilbeton (horizontal):	$24 * \left(\frac{0,5 * 0,5 * 10,5}{2} * 3 \right)$	=	95 kN

$$G_{stb} = \underline{\underline{4562 \text{ kN}}}$$

Und folgende destabilisierende Last.

$$\text{Auftrieb: } 21,90 * 11,10 * (352,52 - 349,650) * 10,0 = 6977 \text{ kN}$$

$$\text{Auftrieb (Anbau): } 9,9 * (352,52 - 349,650) * 10,0 = 284 \text{ kN}$$

$$G_{\text{dstb}} = \underline{\underline{7261 \text{ kN}}}$$

$$G_{\text{stb,d}} = G_{\text{stb}} * 0,95 = 4334 \text{ kN}$$

$$G_{\text{dstb,d}} = G_{\text{dstb}} * 1,05 = 7624 \text{ kN}$$

Nachweis:

$$n = \frac{G_{\text{dstb,d}}}{G_{\text{stb,d}}} = \underline{\underline{1,76 \geq 1,0}}$$

Selbst wenn eine Grundwasserabsenkung (bis ein Meter unter Geländeoberkante) erfolgt, muss das Bauwerk dennoch als "nicht auftriebssicher" bezeichnet werden.

Weber-Ingenieure GmbH
Bauschlötter Straße 62
7 5 1 7 7 Pforzheim
Tel. 07231 / 583 - 0
FAX 07231 / 583 - 100

Abwasser
Trinkwasser
Infrastruktur
Energieanlagen
Abfall / Altlasten
Wasserbau
Boden / Grundbau
Geotechnik
Ingenieurbau



Statische Berechnung

Bauherr: Stadt Kirchheim unter Teck

Bauvorhaben: Sammelkläranlage Bissingen-Nabern
Nitrifikation 1
Variante: "Absenkung Grundwasserstand"

Projektnummer: 20134/50428

Planverfasser: Weber-Ingenieure GmbH
Bauschlötter Straße 62
75177 Pforzheim

Aufsteller: Dipl.-Ing. (FH) Torsten Vetter

Seiten: 3

Pforzheim, den 30.10.2019

T. Vetter

.....
i. A. Dipl.-Ing. (FH) Torsten Vetter

Weber-Ingenieure GmbH

Bauschlotter Straße 62
7 5 1 7 7 Pforzheim
Tel. 07231 / 583 - 0
FAX 07231 / 583 - 100

Abwasser
Trinkwasser
Infrastruktur
Energieanlagen
Abfall / Altlasten
Wasserbau
Boden / Grundbau
Geotechnik
Ingenieurbau



1 Allgemeine Angaben

1.1 Unterlagen

Ausführungsplan der Firma Weber-Ingenieure GmbH.

1.2 Software

VCmaster "Classic-Edition"

2 Nitrifikation 1

2.1 Bemerkungen

Aufgrund eventuell abweichender Gebäudegeometrie oder Rückbauabsichten ist zu überprüfen, ob das Becken "auftriebssicher" ist und nicht "aufschwimmen" kann.

2.2 Sicherheit gegen Aufschwimmen

Der bereits vorhandene Schacht befindet sich im Grundwasserstand, wodurch zu überprüfen ist, ob dieser "auftriebssicher" ist. Es wird angenommen, dass sich ein maximaler Grundwasserstand (Bemessungswasserstand) bis 352,20 m ü. NHN (ein Meter unter Geländeoberkante) einstellen kann.

Es ergeben sich folgende stabilisierende Lasten.

Bodenplatte:	$24 * 14,3 * 14,3 * 0,4$	=	1963 kN
Wände (vertikal):	$24 * 14,3 * 5,35 * 0,40 * 2$	=	1469 kN
Wände (horizontal):	$24 * 13,50 * 5,35 * 0,40 * 2$	=	1387 kN
Voute (vertikal):	$24 * \left(\frac{0,3 * 0,5 * 14,3}{2} * 2 \right)$	=	51 kN
Voute (horizontal):	$24 * \left(\frac{0,3 * 13,5 * 0,5}{2} * 2 \right)$	=	49 kN
		G_{stb} =	<u>4919 kN</u>

Und folgende destabilisierende Last.

Auftrieb:	$14,30 * 14,30 * (352,20 - 348,200) * 10,0$	=	8180 kN
		G_{dstb} =	<u>8180 kN</u>

$$G_{stb,d} = G_{stb} * 0,95 = 4673 \text{ kN}$$

$$G_{dstb,d} = G_{dstb} * 1,05 = 8589 \text{ kN}$$

Nachweis:

$$n = \frac{G_{dstb,d}}{G_{stb,d}} = \underline{\underline{1,84 \geq 1,0}}$$

Selbst wenn eine Grundwasserabsenkung (bis ein Meter unter Geländeoberkante) erfolgt, muss das Bauwerk dennoch als "nicht auftriebssicher" bezeichnet werden.

Weber-Ingenieure GmbH
Bauschlotter Straße 62
7 5 1 7 7 Pforzheim
Tel. 07231 / 583 - 0
FAX 07231 / 583 - 100

Abwasser
Trinkwasser
Infrastruktur
Energieanlagen
Abfall / Altlasten
Wasserbau
Boden / Grundbau
Geotechnik
Ingenieurbau



Statische Berechnung

Bauherr: Stadt Kirchheim unter Teck

Bauvorhaben: Sammelkläranlage Bissingen-Nabern
Nachklärbecken
Variante: "Absenkung Grundwasserstand"

Projektnummer: 20134/50428

Planverfasser: Weber-Ingenieure GmbH
Bauschlotter Straße 62
75177 Pforzheim

Aufsteller: Dipl.-Ing. (FH) Torsten Vetter

Seiten: 3

Pforzheim, den 04.11.2019

T. Vetter

.....
i. A. Dipl.-Ing. (FH) Torsten Vetter

Weber-Ingenieure GmbH

Bauschlottter Straße 62
7 5 1 7 7 Pforzheim
Tel. 07231 / 583 - 0
FAX 07231 / 583 - 100

Abwasser
Trinkwasser
Infrastruktur
Energieanlagen
Abfall / Altlasten
Wasserbau
Boden / Grundbau
Geotechnik
Ingenieurbau



1 Allgemeine Angaben

1.1 Unterlagen

Plan des "Ingenieurbüros Hertkorn" vom 10.12.1992 bzw. 02.03.1993.

1.2 Software

VCmaster "Classic-Edition"

2 Nachklärbecken

2.1 Bemerkungen

Aufgrund eventuell abweichender Gebäudegeometrie oder Rückbauabsichten ist zu überprüfen, ob das Becken "auftriebssicher" ist und nicht "aufschwimmen" kann.

Projekt-Nummer 20134-00002-50498

infra-teck GmbH

**Machbarkeitsstudie zur Umnutzung der Kläranlage
Bissingen - Nabern zur Regenwasserbehandlung**

Erläuterungsbericht

Studie

Stuttgart, den 18.12.2019



.....
i.V. Miriam Glas



.....
i. V. Heike Besier

INHALT

	Seite
1	Veranlassung..... 1
2	Grundlagen..... 2
2.1	Planungsgrundlagen 2
2.2	Richtlinien und Regelwerke 3
2.3	Bauwerksgrundlagen..... 4
2.3.1	Bauwerksoberkanten..... 4
2.3.2	Bauwerkssohlen..... 4
2.3.3	Schwellenhöhen..... 4
3	Allgemeines 5
3.1	Regenwasserbehandlung auf der Kläranlage Bissingen Nabern 5
3.2	Vorgehensweise..... 7
4	Bemessungsgrundlagen..... 8
4.1	Bauwerke 8
4.1.1	Schwellenhöhen..... 8
4.2	Wassermengen 9
4.3	Flächenwerte – Einzugsgebiet des RÜB III 10
4.4	Kritischer Mischwasserabfluss Q_{krit} 10
4.5	Hochwasser 11
4.6	Auftriebssicherheit der Baukonstruktion 11
4.7	Bauwerkskronen 11
5	Konstruktive Eignungsprüfung nach Arbeitsblatt DWA-A 166 13
5.1	Prüfkriterien..... 13
5.1.1	Mindestvolumen 13
5.1.2	Mindestwassertiefe..... 13
5.1.3	Geometrie der Sedimentationskammer 13
5.1.4	Hydraulische Anforderungen an Durchlaufbecken..... 14
6	Denitrifikationsbecken 1 16
6.1	Abmessungen 16
6.2	Volumenberechnung 16
6.3	Prüfung, ob das Becken als Durchlaufbecken geeignet ist 16
6.4	Nutzung als Regenüberlaufbecken..... 17

7	Nitrifikationsbecken 1	18
7.1	Abmessungen	18
7.2	Volumenberechnung	18
7.3	Prüfung, ob das Becken als Durchlaufbecken geeignet ist	18
7.4	Nutzung als Regenüberlaufbecken.....	19
8	Denitrifikationsbecken 2 und Nitrifikationsbecken 2.....	20
8.1	Abmessungen	20
8.2	Volumenberechnung	20
8.3	Prüfung, ob das Becken als Durchlaufbecken geeignet ist	20
8.4	Nutzung als Regenüberlaufbecken.....	22
9	Nachklärbecken.....	23
9.1	Abmessungen	23
9.2	Volumenberechnung	23
9.3	Prüfung, ob das Becken als Durchlaufbecken geeignet ist	24
9.4	Nutzung als Regenüberlaufbecken.....	26
10	Regenüberlaufbeckenvolumen	27
11	Regenwasserbehandlung auf der Kläranlage Nabern	29
11.1	RÜB III – Durchlaufbecken	29
11.1.1	Abmessungen	29
11.1.2	Volumen.....	29
11.1.3	Prüfung, ob das Becken als Durchlaufbecken geeignet ist	29
11.1.4	Nutzung als Regenüberlaufbecken.....	31
11.2	Beckenüberlauf (RÜ Kläranlage).....	31
11.2.1	Eignungsprüfung nach A166	31
11.2.2	Beckenüberlauf bei Außerbetriebnahme des Klärüberlaufs	31
11.3	Entlastungskanal.....	32
11.4	Beckenentleerung	33
12	Konzept zur Nutzung von Kläranlagenbecken zur Regenwasserbehandlung	34
12.1	Allgemeines	34
12.2	Konzeption	34
12.3	Baumaßnahmen.....	35
12.4	Technische Ausstattung	36
12.5	Elektrotechnische Ausrüstung.....	36

13	Kosteneinschätzung	38
14	Zusammenfassung.....	40

ANLAGEN

Anlage 1

1 Veranlassung

Die Stadt Kirchheim unter Teck betreibt die Kläranlage Bissingen - Nabern zur Abwasserreinigung. Im Rahmen von Untersuchungen des Büros infra-teck GmbH, Dettingen unter Teck, zur Stilllegung der Kläranlage wird über eine Umnutzung der Kläranlage zur Regenwasserbehandlung nachgedacht. Die Weber-Ingenieure GmbH wurde von der infra-teck GmbH am 12.06.2019 mit zwei Studien wie folgt beauftragt:

- Inaugenscheinnahme und Zustandseinschätzung der Becken Nitrifikation 1, Nitrifikation 2, Denitrifikation 1, Denitrifikation 2 und Nachklärbecken einschließlich Beurteilung der Auftriebssicherheit der Becken

und

- Machbarkeitsstudie zur Umnutzung der Kläranlage Bissingen - Nabern zur Regenwasserbehandlung.



Abb. 1: Übersichtsplan Kläranlage Bissingen - Nabern [Quelle google-maps] mit den in der Studie bewerteten Bauwerken

2 Grundlagen

2.1 Planungsgrundlagen

Zur Bearbeitung der Studie wurden folgenden Unterlagen zur Verfügung gestellt.

Nr.	Unterlagen Bezeichnung / Titel	Datum
[1]	Systemskizze Nabern, SFB, Mail von infra-teck vom 25.07.2019	25.07.2019
[2]	Ausführungsplan / Lageplan Nr. 15138-00002/42039-03-5.001: Stadt Kirchheim unter Teck, Ertüchtigung der Kläranlage Bissingen-Nabern: Elektrotechnische Ausrüstung, M 1:200, Weber-Ingenieure GmbH, Pforzheim	24.02.2015
[3]	Schal- und Bewehrungsplan Nr. 6034/1: Stadt Kirchheim unter Teck, Kläranlage Bissingen-Nabern: Nitrifikationsbecken, M 1:50 und 1:25, Ing.-büro Dipl.-Ing. Max Raff, Kirchheim unter Teck	27.04.1996
[4]	Plan Nr. 7312-1-2: Stadt Kirchheim unter Teck, Kläranlage Bissingen-Nabern: Regenüberlaufbecken, Nachrüstung mit Wirbeljet, M 1:50 und 1:10, Ing.-büro Dipl.-Ing. W. Hertkorn, Sindelfingen	20.6.1988
[5]	Entwurfsplan Nr. 7312-1-5: Stadt Kirchheim unter Teck, Kläranlage Bissingen-Nabern: Nitrifikation 1 u. 2, M 1:50, Ing.-büro Dipl.-Ing. W. Hertkorn, Sindelfingen	10.12.1992 / 02.03.1993
[6]	Entwurfsplan Nr. 7312-1-6: Stadt Kirchheim unter Teck, Kläranlage Bissingen-Nabern: Denitrifikation 2 / Nitrifikation 3, M 1:50, Ing.-büro Dipl.-Ing. W. Hertkorn, Sindelfingen	10.12.1992 / 02.03.1993
[7]	Entwurfsplan Nr. 7312-1-10: Stadt Kirchheim unter Teck, Kläranlage Bissingen-Nabern: Denitrifikation 1, M 1:50, Ing.-büro Dipl.-Ing. W. Hertkorn, Sindelfingen	15.02.1993 / 02.03.1993
[8]	Entwurfsplan Nr. 7312-1-3: Stadt Kirchheim unter Teck, Kläranlage Bissingen-Nabern: Nachklärbecken und IDM, M 1:100 und 1:20, Ing.-büro Dipl.-Ing. W. Hertkorn, Sindelfingen	10.12.1992 / 02.03.1993
[9]	Entwurfsplan Nr. 7312-1-2: Stadt Kirchheim unter Teck, Kläranlage Bissingen-Nabern: Hydr. Längsschnitt, M 1:200/1:100, Ing.-büro Dipl.-Ing. W. Hertkorn, Sindelfingen	10.12.1992 / 02.03.1993
[10]	Nabern Schachtbild, Nr. 34860006, Art: Sonderbauwerk, Lage: Neue Straße, Mail von infra-teck vom 25.07.2019	-
[12]	Mail von infra-teck GmbH, Infos, 20191014151032.pdf	14.10.2019
[13]	Mail von infra-teck GmbH, Teil 1 bis 4	14.10.2019

- | | | |
|------|--|------------|
| [14] | Betriebsanweisung für die Sammelkläranlage Bissingen / Nabern, Zweckverband Gruppenklärwerk Wendlingen am Neckar | 07.07.2017 |
| [15] | Ingenieurgeologisches Gutachten über die Untergrundverhältnisse im Bereich der geplanten Erweiterung der Kläranlage Bissingen-Nabern, Ingenieur- und Hydrogeologisches Büro GmbH, Tübingen | 04.12.1995 |
| [16] | Kläranlage Bissingen-Nabern, Machbarkeitsstudie zur Umnutzung der Kläranlage Bissingen - Nabern zur Regenwasserbehandlung, Einschätzung des Bauwerkszustandes und Überprüfung der Auftriebssicherheit an den Bauwerken: Denitrifikationsbecken 1 und 2, Nitrifikationsbecken 1 und 2, Nachklärbecken, Weber-Ingenieure GmbH, Pforzheim | 25.11.2019 |
| [17] | Besprechung mit Zweckverband Gruppenklärwerk Wendlingen am Neckar, infra-teck GmbH, Weber-Ingenieure GmbH GWK, Wendlingen | 29.11.2019 |

2.2 Richtlinien und Regelwerke

Die folgenden Richtlinien bzw. Regelwerke wurden zur Bearbeitung herangezogen.

Nr.	Richtlinien und Regelwerke	Datum
[A]	Arbeitsblatt DWA-A 166, Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.	11/2013
[B]	Arbeitsblatt DWA-A 111, Hydraulische Dimensionierung und betrieblicher, Leistungsnachweis von Anlagen zur Abfluss- und Wasserstandsbegrenzung in Entwässerungssystemen, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.	12/2010
[C]	Arbeitsblatt DWA-A 128, Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkämen, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.	04/1992
[D]	Merkblatt DWA-M 176, Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung	11/2013
[E]	Handbuch für den Betrieb von Regenüberlaufbecken in Baden-Württemberg, Heft 12, Fachliche Grundlagen und Empfehlungen für die Praxis, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Landesverband Baden-Württemberg, Stuttgart (Herausgeber)	2012

2.3 Bauwerksgrundlagen

2.3.1 Bauwerksoberkanten

Bauwerk	Bauwerksoberkante mit Quellenangabe	Bauwerksoberkante mit Quellenangabe
Regenüberlauf Nr. 34860006	-	354,84 m ü NN – [10]
Regenüberlaufbecken III	354,41 m ü NN – [2]	354,10 m ü NN – [4]
Denitrifikationsbecken 1	354,03 m ü NN - [2]	354,05 m ü NN - [7]
Denitrifikationsbecken 2	354,10 m ü NN - [2]	354,05 m ü NN - [6]
Nitrifikationsbecken 1	353,60 m ü NN - [2]	354,05 m ü NN - [3]
Nitrifikationsbecken 2	354,10 m ü NN - [2]	354,05 m ü NN - [6]
Nachklärbecken	353,74 m ü NN - [2]	353,72 m ü NN - [8]

2.3.2 Bauwerkssohlen

Bauwerk	Bauwerkssohle mit Quellenangabe
Regenüberlaufbecken III	350,52 – 350,23 m ü NN – [4]
Denitrifikationsbecken 1	352,05 – 351,65 m ü NN - [7]
Denitrifikationsbecken 2	349,95 m ü NN - [6]
Nitrifikationsbecken 1	348,80 m ü NN - [3]
Nitrifikationsbecken 2	349,95 m ü NN - [6]
Nachklärbecken	351,10 - 350,10 m ü NN - [8]

2.3.3 Schwellenhöhen

Bauwerk	Oberkante Schwelle mit Quellenangabe
Klärüberlauf	353,27 m ü NN – [4]
Regenüberlaufbecken III	
Beckenüberlauf Regenüberlauf Nr. 34860006	353,79 m ü NN – [7]
Differenz	0,52 m

3 Allgemeines

3.1 Regenwasserbehandlung auf der Kläranlage Bissingen Nabern

Bestand

Bei der Kläranlage Bissingen-Nabern handelt es sich um eine einstufige Belebungsanlage mit mechanischer Vorreinigung. Der Kläranlage vorgelagert ist ein Regenüberlaufbecken (RÜB III) mit einem Nutzvolumen von 352 m³. Bei dem RÜB III handelt es sich laut Planunterlagen um ein Durchlaufbecken im Nebenschluss [4].

Der zugehörige Beckenüberlauf (RÜ) dem RÜB III vorgeschaltet.

Das RÜB III hat zwei Zuläufe.

1. Vom Beckenüberlauf wird das RÜB III über eine Leitung DN 1400 direkt befüllt. Der Zulauf zum Beckenüberlauf erfolgt ausgehend von zwei Trennbauwerken. Diese liegen ca. 135 m bzw. 205 m entfernt in der Neue Straße. Von den Trennbauwerken führen zwei Staukanäle (DN 1200, DN 800) in Richtung Beckenüberlauf, die sich nach ca. 115 m vor dem Beckenüberlauf zu einem Staukanal DN 1.400 vereinigen (Abb. 2).

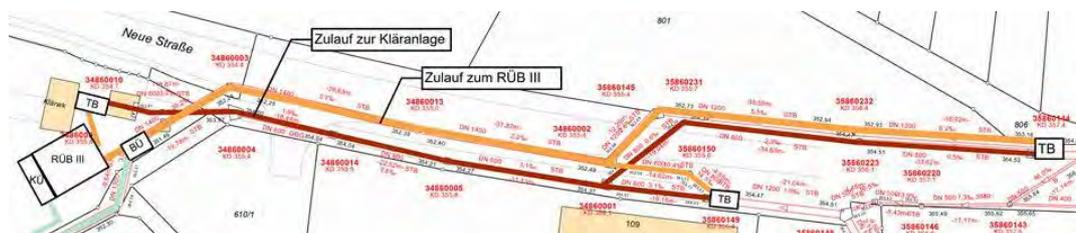


Abb. 2: Bestehende Zulaufsituation zum RÜB III auf der Kläranlage Bissingen-Nabern

2. Am Zulauf zur Kläranlage wird der Mischwasserzufluss auf den Zulaufwert $Q_{Dr} = 82$ l/s gedrosselt. Übersteigt der Mischwasserzufluss diesen Wert wird das Abwasser über eine weitere Trennschwelle und nachfolgende Rohrleitung DN 400 dem RÜB III zugeleitet.

Laut den vorliegenden Planunterlagen [4] wird nach Füllung des RÜB III das Abwasser zuerst über die Klärüberlaufschwelle (KÜ 353,27 m ü N N) und einen Kanal DN 800 in den Jauchertbach entlastet. Bei weiter ansteigenden Wasserspiegel erfolgt die Entlastung über den Beckenüberlauf (BÜ 353,79 m ü N N) und die Entlastungsleitung DN 1300 in den Jauchertbach.

Das RÜB ist ein rechteckiges Durchlaufbecken (L x B = 15 m * 10 m). Der Klärüberlauf liegt laut Plan 0,52 m unter dem Beckenüberlauf. Bei der Begehung der Anlage war der Klärüberlauf durch eine Edelstahlwand bis nahe der Oberkante des RÜB III hochgezogen. Unter der Annahme, dass die vorgefundenen Bauwerksoberkanten denen der Pläne entsprechen, liegt die KÜ-Schwellenhöhe über der Beckenüberlaufschwelle. Die KÜ-Schwelle muss nach Regelwerk unterhalb der Beckenüberlaufschwelle liegen.



Abb. 3: Detail vom Überlauf im RÜB III

Nach dem Regelwerk DWA Arbeitsblatt A 128 [C] sind RÜB, die Abflüsse aus einem vorentlasteten Gebiet erhalten als Durchlaufbecken auszubilden. Der Zufluss zur Kläranlage enthält den Abfluss von vorentlasteten Gebieten. Dies sind die Abflüsse vom RÜ N I und dem RÜB II Brühlstraße. Aufgrund dieser Abflüsse ist das RÜB als Durchlaufbecken zu betreiben.

Planung

Durch die geplante Stilllegung der Kläranlage Bissingen-Nabern und Weiterleitung des Abwassers zum Gruppenklärwerk Wendlingen, wird bei einer geplanten Drosselwassermenge von 106 l/s, ein Regenwasserbehandlungsvolumen von $V = 3.133 \text{ m}^3$ notwendig. Für diesen ersten groben Volumenansatz, wurden in einer Schmutzfrachtberechnung ein zusätzlich erforderliches Volumen von $V = 2.500 \text{ m}^3$ als Fangbeckenvolumen ermittelt [12].

Das vorhandene Regenbeckenvolumen $V = 633 \text{ m}^3$ setzt sich aus dem Volumen des RÜB III ($V = 352 \text{ m}^3$) und einem vorgelagerten statischen Kanalstauvolumen ($V = 281 \text{ m}^3$) zusammen.

An Beckenvolumen werden nach Aufgabe des Kläranlagenbetriebs diese vier Becken zur weiteren Nutzung frei:

• Denitrifikationsbecken 1	V =	126 m ³
• Nitrifikationsbecken 1	V =	820 m ³
• Kombibecken Denitrifikationsbecken 2 und Nitrifikationsbecken 2	V =	728 m ³
• <u>Nachklärbecken</u>	V =	980 m ³
Summe	V =	2.654 m ³

Grundsätzlich steht ausreichend Volumen zur Verfügung. Die Nutzbarkeit dieser Becken als Regenüberlaufbecken wird in dieser Studie untersucht.

3.2 Vorgehensweise

Zur Klärung welche Becken für eine Regenwasserbehandlung in Frage kommen, wurde folgendermaßen vorgegangen:

1. Analyse der zur Verfügung gestellten Daten mit Auswahl der maßgebenden Wassermengen und Bauwerksabmessungen
2. Einarbeitung der Ergebnisse aus den Untersuchungen zur Auftriebssicherung
3. Überprüfung der Becken anhand der Regelwerke
4. Ermittlung der zur Verfügung stehenden Einzelvolumen
5. Zusammenstellen des möglichen Nutzvolumens
6. Überprüfung der Bestandsbauwerke RÜB III, Beckenüberlauf und Entlastungsleitung nach Regelwerk
7. Beschreibung und Bewertung eines möglichen Nutzungskonzepts
8. Aufstellung einer Kosteneinschätzung
9. Zusammenfassung

4 Bemessungsgrundlagen

4.1 Bauwerke

Die vorhandenen Planunterlagen basieren auf verschiedenen Planungs- bzw. Ausbaustufen und stammen aus unterschiedlichen Jahren. Aus den Unterlagen sind unterschiedliche Höhenangaben der Bauwerke ersichtlich. Höhenangaben der Entlastungsleitung des Klärüberlaufs am RÜB III fehlen komplett. Eine durchgängige Vermessung aller Bauwerke mit Ihren Oberkanten, Schwellen und Sohlhöhen ist nicht vorhanden.

Eine bauwerksübergreifende Vermessung von Kläranlagenbauwerken, Zulaufkanal und Entlastungsbauwerk ist zur weiteren Planung erforderlich.

Zur Volumenermittlung der Bauwerke wurden aus den Bauwerksgrundlagen (Kap. 2.3) die folgenden Pläne verwendet. Die Pläne enthalten alle notwendigen Angaben.

Bauwerk	Bauwerksoberkante m ü NN	Bauwerkssohle m ü NN
Regenüberlauf Nr. 34860006 [10]	354,84	
Regenüberlaufbecken III [4]	354,10	350,52 – 350,23
Denitrifikationsbecken 1 [7]	354,05	352,05 – 351,65
Denitrifikationsbecken 2 [6]	354,05	349,95
Nitrifikationsbecken 1 [3]	354,05	348,80
Nitrifikationsbecken 2 [6]	354,05	349,95
Nachklärbecken [8]	353,72	351,10 - 350,10

4.1.1 Schwellenhöhen

Bauwerk	Oberkante Schwelle m ü NN
Klärüberlauf, Regenüberlaufbecken III [4]	353,27 m ü NN
Beckenüberlauf, Regenüberlauf Nr. 34860006 [7]	353,79 m ü NN
Differenz	0,52 m

Durch eine Vermessung ist zu prüfen, ob die Höhen und Abmessungen den Plänen entsprechen. Weiterhin sind die Höhen der Zulauf- und Entlastungsleitungen (Klärüberlauf und Beckenüberlauf) als Anschlusshöhen aufzunehmen.

Für die folgenden Berechnungen werden diese Schwellenhöhen verwendet.

4.2 Wassermengen

Für die hydraulischen Nachweise werden Bemessungswassermengen benötigt. Die maßgeblichen Bemessungswassermengen wurden vom Auftraggeber aus dem Allgemeinen Kanalisationsplan (AKP) von 2001 übergeben [12]. Bei den Daten handelt es sich um zwei Betrachtungsfälle:

- Fall I: Bestand + Erweiterungen (n = 1)
- Fall II: Planung (n = 1)

Neuere Berechnungen liegen nicht vor, um den derzeitigen Ausbauzustand widerzuspiegeln, dazu ist eine Aktualisierung des AKP notwendig. Eine aktuell, genehmigte Schmutzfrachtberechnung liegt nicht vor. Unter dieser Voraussetzung werden als „worst case“ für eine überschlägige Berechnung die hydraulisch ungünstigen Werte aus dem AKP übernommen.

Für die hydraulischen Nachweise werden die folgenden Abflüsse herangezogen. Der Anlage 1 kann die Herleitung der Abflüsse entnommen werden.

Trockenwetterabfluss Q_T am Zulauf zur Kläranlage (Daten aus AKP 2001 Bestand + Erweiterungen) [12]:

$$Q_T = 67 \text{ l/s}$$

Trockenwetterabfluss für das direkte Einzugsgebiet des RÜB III (Daten aus AKP 2001 Bestand + Erweiterungen) [12], [13]:

$$Q_{t,aM} = 19 \text{ l/s}$$

Der maximale Mischwasserzufluss wird für die hydraulische Berechnung des Beckenüberlaufs und für die Entlastungsleitung in den Jauchertbach herangezogen.

Die Nachweise werden mit $Q_{0,max}$ der „Planung (n = 1)“ berechnet, da dies die ungünstigere hydraulische Belastung ist.

Maximaler Mischwasserzufluss, $Q_{0,max}$ (Daten aus AKP 2001, Planung) [12]

$$Q_{0,max} = 3.831 \text{ l/s}$$

Entlastungsabfluss Beckenüberlauf $Q_{Bü}$

$$Q_{Bü} = 3.831 \text{ l/s} - 106 \text{ l/s} = 3.725 \text{ l/s}$$

Drosselabfluss Q_{Dr}

Bei Aufgabe der Kläranlage Bissingen-Nabern und Weiterleitung des gesamten Mischwassers zum Gruppenklärwerk Wendlingen, beträgt der geplante Drosselabfluss nach [1]

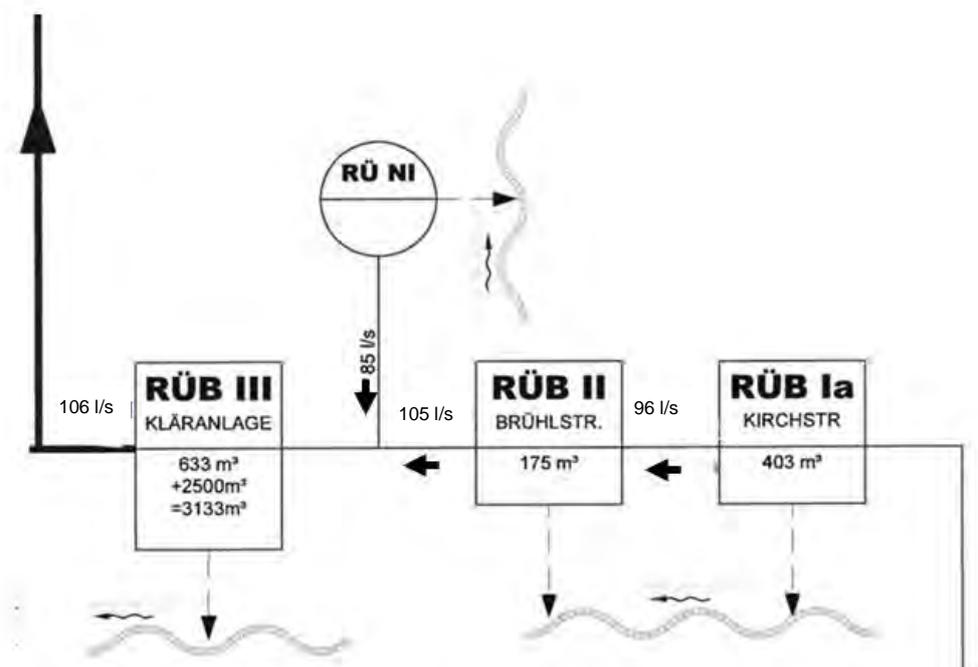


Abb. 4: Systemskizze Anschluss an das GWK Wendlingen [1]

Oberhalb liegende Drosselabflüsse:

$$Q_{Dr} = 106 \text{ l/s [1]}$$

Drosselabfluss vom Regenüberlauf RÜ NI [1]

$$Q_{dr,RÜ I} = 85 \text{ l/s}$$

Drosselabfluss vom RÜB II Brühlstraße

$$Q_{dr,RÜB II} = 105 \text{ l/s [1]}$$

4.3 Flächenwerte – Einzugsgebiet des RÜB III

Die befestigte, abflusswirksame Fläche des direkten Einzugsgebiets des RÜB III beträgt nach [12].

$$A_U = 26,362 \text{ ha}$$

4.4 Kritischer Mischwasserabfluss Q_{krit}

Nachrichtlich wird für das Einzugsgebiet des RÜB III der kritische Mischwasserabfluss Q_{krit} aufgeführt. Die Berechnung findet sich in Anlage 1. Der kritische Mischwasserabfluss wird unter anderem mit Hilfe der kritischen Regenspende r_{krit} berechnet. Die kritische Regenspende wird je nach Empfindlichkeit des betroffenen Gewässers festgelegt. In Baden-Württemberg liegt sie im Normalfall bei 15 l/(s*ha) [E]. Bei empfindlichen Gewässern wird sie auf 30 l/(s*ha) erhöht bzw. bis zu 45 l/(s*ha) erhöht.

Unter der Abwägung ökologischer und wirtschaftlicher Faktoren wird der kritische Mischwasserabfluss Q_{krit} als Grenzwert für die Behandlung im Mischsystem festgelegt. Wegen der vertretbaren Auswirkungen auf die Umwelt können Abflüsse über dem kritischen Mischwasserabfluss daher grundsätzlich ohne Behandlung in der Kläranlage oder in einem Regenbecken direkt in ein Gewässer entlastet werden [E].

Für das direkte Einzugsgebiet des RÜB III ergeben sich bei unterschiedlichen Anforderungen die folgenden Wassermengen.

	Normalanforderungen	weitergehende Anforderungen	
	$r_{krit} = 15 \text{ l/(s*ha)}$	$r_{krit} = 30 \text{ l/(s*ha)}$	$r_{krit} = 45 \text{ l/(s*ha)}$
$Q_{krit} =$	604 l/s	1.000 l/s	1.395 l/s

4.5 Hochwasser

Ein aktueller Hochwasserstand ist auf der Hochwassergefahrenkarte des Landes Baden-Württemberg für das Gelände bzw. für den Jauchertbach im Bereich der Kläranlage Bissingen-Nabern nicht abrufbar [16].

Bei den hydraulischen Betrachtungen wurde ein Rückstau aus dem Gewässer nicht angesetzt.

4.6 Auftriebssicherheit der Baukonstruktion

Mit Änderung der Beckennutzung, ändern sich die Anforderungen an die Baukonstruktion. Für die Einzelbecken sind diese:

- Auftriebssicherheit der leeren Becken
- Anpassung der Betonkonstruktion an die klimatische Randbedingungen
- Ausreichendes Sohlgefälle zur Entleerung der Becken

Durch Vorsatzschalen an Wänden und Aufbeton auf den Beckensohlen sind die Auftriebssicherheit und der Schutz der Bausubstanz bei den Rechteckbecken herstellbar. Das Sohlgefälle lässt sich im Zuge der Herstellung des Aufbetons ausbilden. Das Nachklärbecken erhält mit Anker und Aufbeton seine Auftriebssicherheit [16].

Aus den Maßnahmen folgt eine Verkleinerung des Beckenvolumen.

4.7 Bauwerkskronen

Die Becken sind hydraulisch durch die Trennschwelle am Kläranlagenzulauf von der Regenwasserbehandlung getrennt. Das führt dazu, dass die Oberkanten der Becken in Bezug auf den vorhandenen Beckenüberlauf tiefer liegen.

Um die Becken nutzen zu können, muss gewährleistet sind, dass alle Bauwerks-oberkanten zuzüglich eines Freibords (mind. 25 cm) oberhalb des maximalen Wasserspiegel liegen. Andernfalls kommt es bei Entlastung mit $Q_{0,max} = 3.725 \text{ l/s}$ über den Beckenüberlauf zum Überströmen über die Beckenkronen.

Nimmt man die Oberkante des bestehenden Beckenüberlaufs als Referenz für die Becken und erhöht die bestenden Becken auf diese Höhe, erhält man mit den vorliegenden Wassermengen einen ausreichenden Freibord.

Bauwerk	Bauwerksoberkante m ü NN	Erhöhung der Beckenkronen
Regenüberlauf Nr. 34860006 [10]	354,84	-
Regenüberlaufbecken III [4]	354,10	0,74 m
Denitrifikationsbecken 1 [7]	354,05	0,79 m
Denitrifikationsbecken 2 [6]	354,05	0,79 m
Nitrifikationsbecken 1 [3]	354,05	0,79 m
Nitrifikationsbecken 2 [6]	354,05	0,79 m
Nachklärbecken [8]	353,72	1,12 m

5 Konstruktive Eignungsprüfung nach Arbeitsblatt DWA-A 166

Die einzelnen Becken werden nach DWA-Arbeitsblatt A 166 [A] auf ihre Eignung als Regenüberlaufbecken untersucht und bewertet. Das Regelwerk unterscheidet bei Regenüberlaufbecken zwischen Fangbecken und Durchlaufbecken.

- Fangbecken haben die Aufgabe, den ersten Spül-/ Schmutzstoß zu speichern [A].
- Durchlaufbecken haben die Aufgabe vor der Entlastung über den Klärüberlauf das Mischwasser einer mechanischen Reinigung zu unterziehen [A]. Diese Becken werden hydraulisch und geometrisch für den kritischen Mischwasserzufluss bemessen. Die Reinigung erfolgt bei kritischem Mischwasserzufluss durch Sedimentation der partikulären Stoffe und durch Rückhaltung von Schwimm-, Leicht- und Grobstoffen.

Durchlaufbecken werden laut DWA Arbeitsblatt A 128 [C] angeordnet, wenn Abflüsse von oberhalb liegenden Regenüberlaufbecken vorhanden sind und/oder Abflüsse aus vorentlasteten Gebieten zufließen oder aufgrund von langen Fließzeiten nicht mit einem ausgeprägten Spülstoß zu rechnen ist.

Bei Durchlaufbecken wird zwischen geometrischen und hydraulischen Anforderungen unterschieden. Die Anforderungen können zwischen Rechteck- und Rundbecken variieren.

Das anrechenbare Volumen ergibt sich aus der Summe der Einzelvolumina der Einzelbecken oder -kammern und der verbindenden Rohrleitungen und Gerinne zwischen Beckenüberlauf und Speicherkammern unterhalb der Höhe der niedrigsten Entlastungsschwelle (Klär- oder Beckenüberlauf) [A]. Für die Berechnung des Nutzvolumens wird die Klärüberlaufschwelle aus dem Bauwerksplan des RÜB III herangezogen [4].

5.1 Prüfkriterien

5.1.1 Mindestvolumen

Gemäß Arbeitsblatt DWA-A 128 wird empfohlen für Fangbecken ein Volumen von 50 m³ nicht zu unterschreiten. Für Durchlaufbecken gilt ein Mindestvolumen von 100 m³ [C].

5.1.2 Mindestwassertiefe

Für Regenüberlaufbecken wird eine Mindestwassertiefe von 2,0 m empfohlen.

5.1.3 Geometrie der Sedimentationskammer

Es werden gemäß Arbeitsblatt DWA-A 166 [A] bestimmte Verhältnisse von Länge zu Höhe bzw. von Länge zu Breite bzw. Breite zu Höhe für Rechteckbecken empfohlen. Sind diese erfüllt, wird davon ausgegangen, dass das Becken die Sedimentation begünstigt und es als Durchlaufbecken geeignet ist.

Empfohlene Werte:

$$6 < l_{DB} / h_{DB} < 15$$

$$3 < l_{DB} / b_{DB} < 4,5$$

$$2 < b_{DB} / h_{DB} < 4$$

5.1.4 Hydraulische Anforderungen an Durchlaufbecken

Die hydraulischen Anforderungen dienen der Einhaltung der Klärbedingungen im Durchlaufbecken.

Oberflächenbeschickung q_A

Um eine ausreichende Sedimentationsleistung zu erzielen, soll die Oberflächenbeschickung bei Rechteckbecken $q_A = 10 \text{ m/h}$ nicht übersteigen. Der Nachweis erfolgt mit der kritischen Mischwassermenge abzüglich des Drosselabflusses gemäß den Anforderungen für Becken im Nebenschluss.

$$q_A = 3,6 * (Q_{\text{krit}} - Q_{\text{Dr}}) / A \quad \text{mit: } A = \text{Oberfläche in m}^2$$

Setzt man $q_A = 10 \text{ m/h}$, erhält man als den die kritischen Mischwasserzufluss zu einem Durchlaufbecken, der gerade noch die Anforderung für

$$q_A < 10 \text{ m/h} \text{ erfüllt.}$$

Das heißt, es wird noch gerade die Mindestanforderung an die Sedimentationsleistung erreicht.

Horizontale Fließgeschwindigkeit

Die horizontale Fließgeschwindigkeit sollte außerdem $v_h \leq 0,05 \text{ m/s}$ nicht überschreiten.

$$v_h \leq 0,05 \text{ m/s mit}$$

$$v_h = (Q_{\text{krit}} - Q_{\text{Dr}}) / A_h, \quad A_h = \text{horizontal durchflossene Fläche in m}^2$$

Schwellenbelastung des Klärüberlaufs

Die spezifische Schwellenbelastung $q_{KÜ}$ darf bei einem Klärüberlauf 75 l/(s*m) nicht überschreiten.

$$q_{KÜ} = (Q_{\text{krit}} - Q_{\text{Dr}}) / L_{KÜ} < 75 \text{ l/(s*m)}$$

$L_{KÜ}$ = Schwellenlänge des Klärüberlaufs

Spezifische Zulaufleistung P_{spez} für runde Durchlaufbecken

Die spezifische Zulaufleistung ist bei tangential angeströmten Becken bei Eintritt in die runde Sedimentationskammer nachzuweisen. Dieser Nachweis ist zusätzlich zum Nachweis der Oberflächenbeschickung erforderlich.

$$P_{\text{spez}} = \frac{Q_{\text{zu}} \cdot v_{\text{zu}}^2 \cdot \rho}{2 \cdot V_{\text{N}}} \leq 0,08 \left(\frac{\text{m}^3 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}}{\text{s} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}^3 \cdot \text{m}^3} = \text{W}/\text{m}^3 \right)$$

$$P_{\text{spez}} \leq 0,08 \text{ W}/\text{m}^3$$

mit:

$$Q_{\text{zu}} = (Q_{\text{krit}} - Q_{\text{Dr}} + Q_{\text{Pumpe}})$$

$$Q_{\text{Pumpe}} = \text{Abfluss der Entleerungspumpe}$$

$$V_{\text{N}} = \text{Nutzvolumen Nachklärbecken}$$

$$v_{\text{zu}} = \text{Zuflussgeschwindigkeit}$$

$$\rho = \text{Dichte (kg}/\text{m}^3\text{) für Abwasser (1.000 kg}/\text{m}^3\text{)}$$

6 Denitrifikationsbecken 1

Die Abmessungen und Höhen sind den Plänen entnommen, die in Kap. 4.1 und 4.2 genannt sind. Die Abmessungen der Betonvorsatzschalen und des Aufbetons der Sohlen sind [16] entnommen. Die Nachweise erfolgen unter der Annahme, dass das RÜB III wie in den Plänen dargestellt ist, als Durchlaufbecken betrieben wird. Dies entspricht auch den Anforderungen des Regelwerks [C].

6.1 Abmessungen

	Becken Bestand	Abzug für Auftriebssicherung	Becken auftriebssicher
Länge l:	13,9 m	-2 * 0,15 m = -0,30 m	13,6 m
Breite b:	5,0 m	-2 * 0,15 m = -0,30 m	4,7 m

Oberfläche

$$A = l * b = 13,6 * 4,7 \text{ m} = 64 \text{ m}^2$$

Mittlere Bauwerkssohle: 351,85 m ü NN

Auftriebsicherung - Aufbeton + 0,50 m

Neue mittlere Bauwerkssohle: 352,35 m ü N N

6.2 Volumenberechnung

Zur Volumenberechnung wird die vorhandene KÜ-Schwellen herangezogen. Mit dieser wird das Nutzvolumen berechnet.

KÜ-Schwelle: 353,27 m ü NN – [4]

Mittlere Wassertiefe: $h = 353,27 - 352,35 = 0,92 \text{ m}$

Volumen: $V = A * h = 64 \text{ m}^2 * 0,92 \text{ m} = 59 \text{ m}^3$

6.3 Prüfung, ob das Becken als Durchlaufbecken geeignet ist

Die Entscheidung ob ein Becken als Fangbecken oder als Durchlaufbecken nutzbar ist, hängt von den in Kap. 5 beschriebenen Anforderungen ab:

Das Mindestvolumen beträgt bei Durchlaufbecken $V = 100 \text{ m}^3$ [C].

$V = 59 \text{ m}^3 > 100 \text{ m}^3$ nicht erfüllt

Die Mindestwassertiefe soll $h = 2,00 \text{ m}$ nicht unterschreiten.

$h = 0,92 \text{ m} > 2,00 \text{ m}$ nicht erfüllt

Weitere Untersuchungen werden nicht vorgenommen, da diese grundlegenden Anforderungen nicht erfüllt sind.

6.4 Nutzung als Regenüberlaufbecken

Die Ermittlung des Nutzvolumens des Denitrifikationsbecken 1 ergab mit 59 m³ ein geringes Nutzvolumen. Eine Nutzung als Durchlaufbecken ist wegen des nicht erreichten Mindestvolumen nicht zu empfehlen. Hinzu kommt die geringe Wassertiefe, die deutlich unter der empfohlenen Mindesttiefe von 2,0 m liegt.

Die Nutzung als Fangbecken ist durch die geringe Wassertiefe ebenfalls nicht zu empfehlen.

Das Denitrifikationsbecken 1 wird deshalb nicht weiter für die Regenwasserbehandlung betrachtet.

7 Nitrifikationsbecken 1

Die Abmessungen und Höhen sind den Plänen entnommen, die in Kap. 4.1 und 4.2 genannt sind. Die Abmessungen der Betonvorsatzschalen und des Aufbetons der Sohlen sind [16] entnommen. Die Nachweise erfolgen unter der Annahme, dass das RÜB III wie in den Plänen dargestellt ist, als Durchlaufbecken betrieben wird. Dies entspricht auch den Anforderungen des Regelwerks [C].

7.1 Abmessungen

	Becken Bestand	Abzug für Auftriebssicherung	Becken auftriebssicher
Länge l:	13,5 m	-2 * 0,30 m = -0,60 m	12,9 m
Breite b:	13,5 m	-2 * 0,30 m = -0,60 m	12,9 m

Oberfläche

$$A = l * b = 12,9 * 12,9 = 166 \text{ m}^2$$

Mittlere Bauwerkssohle: 348,80 m ü NN

Auftriebsicherung - Aufbeton + 0,30 m

Neue mittlere Sohlhöhe 349,10 m ü N N

7.2 Volumenberechnung

Zur Volumenberechnung wird die vorhandene KÜ-Schwellen-Höhe herangezogen. Mit dieser wird das Nutzvolumen berechnet.

KÜ-Schwelle: 353,27 m ü NN – [4]

Mittlere Wassertiefe: $h = 353,27 - 349,10 = 4,17 \text{ m}$

Volumen: $V = A * h = 166 \text{ m}^2 * 4,17 \text{ m} = 692 \text{ m}^3$

7.3 Prüfung, ob das Becken als Durchlaufbecken geeignet ist

Die Entscheidung ob ein Becken als Fangbecken oder als Durchlaufbecken nutzbar ist, hängt von den in Kap. 5 beschriebenen Anforderungen ab:

Das Mindestvolumen beträgt bei Durchlaufbecken $V = 100 \text{ m}^3$ [C].

$V = 692 \text{ m}^3 > 100 \text{ m}^3$ erfüllt

Die Mindestwassertiefe soll $h = 2,00 \text{ m}$ nicht unterschreiten.

$h = 4,17 \text{ m} > 2,00 \text{ m}$ erfüllt

Geometrie der Sedimentationskammer

Es wird nach DWA-Arbeitsblatt A166 [A] bestimmte Anforderungen an die Geometrie gestellt. Sind diese erfüllt wird davon ausgegangen, dass das Becken die Sedimentation begünstigt und es als Sedimentationsbecken geeignet ist.

Geometrie der Sedimentationskammer

L (m)	H (m)	B (m)	$6 < l : h < 15$	$3 < l : b < 4,5$	$2 < b : h < 4$
12,9	4,17	12,9	3,1	1,0	3,1
			x	x	✓

Zwei von drei der geometrischen Anforderungen werden nicht erfüllt.

Weitere Untersuchungen werden nicht vorgenommen, da diese grundlegenden Anforderungen nicht erfüllt sind. Das Becken ist nicht als Durchlaufbecken geeignet.

7.4 Nutzung als Regenüberlaufbecken

Das Nitrifikationsbecken erfüllt die Anforderungen an das Mindestvolumen und die Mindestwassertiefe für Fangbecken und Durchlaufbecken.

Die Überprüfung der geometrischen Randbedingungen für eine optimale Sedimentation ergab, dass zwei von drei Kriterien deutlich nicht erfüllt werden. Das Becken ist nicht als Durchlaufbecken geeignet.

Eine Nutzung als Fangbecken ist möglich und aufgrund der Größe und Wassertiefe des Beckens sinnvoll. Als Beckenvolumen stehen $V = 692 \text{ m}^3$ zur Verfügung.

8 Denitrifikationsbecken 2 und Nitrifikationsbecken 2

Die Abmessungen und Höhen sind den Plänen entnommen, die in Kap. 4.1 und 4.2 genannt sind. Die Abmessungen der Betonvorsatzschalen und des Aufbetons der Sohlen sind [16] entnommen. Die Nachweise erfolgen unter der Annahme, dass das RÜB III wie in den Plänen dargestellt ist, als Durchlaufbecken betrieben wird. Dies entspricht auch den Anforderungen des Regelwerks [C].

Das Denitrifikationsbecken 2 und Nitrifikationsbecken 2 sind baugleich, deshalb gelten die nachfolgend geführten Nachweise für beide Becken.

8.1 Abmessungen

	Becken Bestand	Abzug für Auftriebssicherung	Becken auftriebssicher
Länge l:	10,5 m	-2 * 0,30 m = -0,60 m	9,9 m
Breite b:	10,5 m	-2 * 0,30 m = -0,60 m	9,9 m

Oberfläche

$$A = l * b = 9,9 * 9,9 = 98 \text{ m}^2$$

Bauwerkssohle: 349,95 m ü NN

Auftriebsicherung - Aufbeton + 0,30 m

Neue Bauwerkssohle: 350,25 m ü NN

8.2 Volumenberechnung

Zur Volumenberechnung wird die vorhandene KÜ-Schwellen-Höhe herangezogen. Mit dieser wird das Nutzvolumen berechnet.

KÜ-Schwelle: 353,27 m ü NN – [4]

Mittlere Wassertiefe: $h = 353,27 - 350,25 = 3,02 \text{ m}$

Volumen: $V = A * h = 98 \text{ m}^2 * 3,02 \text{ m} = 296 \text{ m}^3$

8.3 Prüfung, ob das Becken als Durchlaufbecken geeignet ist

Die Entscheidung ob ein Becken als Fangbecken oder als Durchlaufbecken nutzbar ist, hängt von den in Kap. 5 beschriebenen Anforderungen ab:

Das Mindestvolumen beträgt bei Durchlaufbecken $V = 100 \text{ m}^3$ [C].

$V = 296 \text{ m}^3 > 100 \text{ m}^3$ erfüllt

Die Mindestwassertiefe soll $h = 2,00 \text{ m}$ nicht unterschreiten.

$h = 3,02 \text{ m} > 2,00 \text{ m}$ erfüllt

Geometrie der Sedimentationskammer

Es wird nach DWA-Arbeitsblatt A166 [A] bestimmte Anforderungen an die Geometrie gestellt. Sind diese erfüllt wird davon ausgegangen, dass das Becken die Sedimentation begünstigt und es als Sedimentationsbecken geeignet ist.

Geometrie der Einzelbecken

L (m)	H (m)	B (m)	$6 < l : h < 15$	$3 < l : b < 4,5$	$2 < b : h < 4$
9,9	3,02	9,9	3,3	1,0	3,3
			x	x	✓

Zwei von drei der geometrischen Anforderungen werden nicht erfüllt.

Weitere Untersuchungen werden nicht vorgenommen, da diese grundlegenden Anforderungen nicht erfüllt sind. Das Becken ist nicht als Durchlaufbecken geeignet.

Es wird geprüft, ob durch Entfernen der Trennwand zwischen den Becken eine Verbesserung der geometrischen Eigenschaften möglich ist.

Geometrie bei Entfernen der Beckentrennwand

l	h	b	$6 < l : h < 15$	$3 < l : b < 4,5$	$2 < b : h < 4$
20,7	3,02	9,9	6,9	2,1	3,3
			✓	x	✓

Durch das Entfernen der Trennwand ist eine Verbesserung der geometrischen Randbedingungen möglich.

Hydraulische Nachweise

Mit den hydraulischen Nachweisen wird die Sedimentationsleistung der Becken untersucht. Der Nachweis soll eine Aussage liefern welcher kritische Mischwasserzufluss gerade noch zulässig ist. Der kleinste Wert, der verschiedenen Nachweise ist maßgebend.

Oberflächenbeschickung

Um eine ausreichende Sedimentationsleistung zu erzielen, soll die Oberflächenbeschickung q_A begrenzt werden. Sie soll $10 \text{ m}^3/\text{h}$ nicht überschreiten.

$$q_A = 3,6 \cdot (Q_{\text{krit}} - Q_{\text{Dr}}) / A$$

Aus diesem Kriterium lässt sich der kritische Mischwasserzufluss des Beckens errechnen.

$$(Q_{\text{krit}} - Q_{\text{Dr}}) = q_A \cdot A / 3,6 = 10 \cdot 2 \cdot 98 / 3,6 = 275 \text{ l/s}$$

Oberflächenbeschickung q_A	Oberfläche A	max. Beschickung $(Q_{\text{krit}} - Q_{\text{Dr}})$
10 m/h	196 m ²	544 l/s

Horizontale Fließgeschwindigkeit v_h

Um eine ausreichende Sedimentationsleistung zu erzielen, sollte die horizontale Fließgeschwindigkeit $v_h \leq 0,05 \text{ m/s}$ nicht überschritten werden.

$v_h \leq 0,05 \text{ m/s}$ mit

$$v_h = (Q_{\text{krit}} - Q_{\text{Dr}}) / A_h, \quad A_h = \text{horizontal durchflossene Fläche in m}^2$$

Aus diesem Kriterium lässt sich der kritische Mischwasserzufluss des Beckens errechnen.

$$(Q_{\text{krit}} - Q_{\text{Dr}}) = v_h / A = 0,05 \cdot 3,02 \cdot 9,9 \cdot 1000 = 1.495 \text{ l/s}$$

8.4 Nutzung als Regenüberlaufbecken

Das Denitrifikationsbecken 2 und Nitrifikationsbecken 2 erfüllen die Anforderungen an das Mindestvolumen und die Mindestwassertiefe für Fangbecken und Durchlaufbecken.

Die Überprüfung der geometrischen Randbedingungen ergab, dass zwei von drei Kriterien deutlich nicht erfüllt werden. Die Becken als Einzelbecken sind deshalb nicht als Durchlaufbecken geeignet.

Eine Entfernung der Trennwand zwischen den beiden Becken ergibt eine Verbesserung der geometrischen Randbedingungen.

Sollte im Verlauf der weiteren Planung Volumen in Form von Durchlaufbecken notwendig werden, sind weitere Untersuchungen in einem nächsten Planungsschritt nötig, um die Verwendbarkeit als Durchlaufbecken zu prüfen. Der wichtigste Punkt ist die Klärung, ob eine Entfernung der Trennwand statisch möglich ist.

Eine Nutzung als Fangbecken ist möglich und aufgrund der Größe und Wassertiefe des Beckens sinnvoll. Als Beckenvolumen stehen je Becken $V = 296 \text{ m}^3$ zur Verfügung. In Summe sind diese $V_{\text{ges}} = 592 \text{ m}^3$

9 Nachklärbecken

Die Abmessungen und Höhen sind den Plänen entnommen, die in Kap. 4.1 und 4.2 genannt sind. Die Abmessungen der Betonvorsatzschalen und des Aufbetons der Sohlen sind [16] entnommen. Die Nachweise erfolgen unter der Annahme, dass das RÜB III wie in den Plänen dargestellt ist, als Durchlaufbecken betrieben wird. Dies entspricht auch den Anforderungen des Regelwerks [C].

9.1 Abmessungen

	Becken Bestand	Abzug für Auftriebssicherung	Becken auftriebssicher
Durchmesser innen:	24,7 m	2 * 0,20 m = -0,40 m	24,3 m

Oberfläche

$$A = \pi * d^2 / 4 = \pi * 24,3^2 / 4 = 464 \text{ m}^2$$

Sohlhöhe am Außenrand: 351,08 m ü NN

Auftriebssicherung - Aufbeton + 0,30 m

Neue Sohlhöhe 351,38 m ü N N

Sohlhöhe am Trichter: 350,10 m ü NN

Auftriebssicherung - Aufbeton + 0,30 m

Neue Sohlhöhe 350,40 m ü N N

9.2 Volumenberechnung

Aus den Unterlagen [4] geht hervor, dass das vorhandene RÜB III als Durchlaufbecken betrieben wird. Zur Volumenberechnung wird die vorhandene KÜ-Schwellen-Höhe herangezogen. Mit dieser wird das Nutzvolumen berechnet.

KÜ-Schwelle: 353,27 m ü NN – [4]

Wassertiefe h am Rand: 353,27 – 351,38 = 1,89 m

Wassertiefe h am Trichter: 353,27 – 350,40 = 2,87 m

Mittlere Wassertiefe: h = 2,38 m

Volumen

Radius Becken: R = 24,3/2 = 12,15 m

Radius Trichter $r = 3,5/2 = 1,75 \text{ m}$
 Höhe Kegelstumpf: $351,38 - 350,40 = 0,98 \text{ m}$
 Wassertiefe h am Rand: $1,89 \text{ m}$

$$V = \pi * 12,15^2 * 1,89 + \pi / 3 * (12,15^2 + 12,15 * 1,75 + 1,75^2) * 0,98 =$$

$$V = 877 + 165 \text{ m}^3 = 1.042 \text{ m}^3$$

9.3 Prüfung, ob das Becken als Durchlaufbecken geeignet ist

Die Entscheidung ob ein Becken als Fangbecken oder als Durchlaufbecken nutzbar ist, hängt von den in Kap. 5 beschriebenen Anforderungen ab:

Das Mindestvolumen beträgt bei Durchlaufbecken $V = 100 \text{ m}^3$ [C].

$$V = 1.042 \text{ m}^3 > 100 \text{ m}^3 \quad \text{erfüllt}$$

Die Mindestwassertiefe soll $h = 2,00 \text{ m}$ nicht unterschreiten.

$$h = 2,38 \text{ m} > 2,00 \text{ m} \quad \text{erfüllt}$$

Hydraulische Nachweise

Mit den hydraulischen Nachweisen wird die Sedimentationsleistung der Becken untersucht. Der Nachweis soll eine Aussage liefern welcher kritische Mischwasserzufluss gerade noch zulässig ist. Der kleinste Wert, der verschiedenen Nachweise ist maßgebend.

Oberflächenbeschickung

Um eine ausreichende Sedimentationsleistung zu erzielen, soll die Oberflächenbeschickung q_A begrenzt werden. Sie soll 10 m/h nicht überschreiten.

$$q_A = 3,6 * (Q_{\text{krit}} - Q_{\text{Dr}} + Q_{\text{Pumpe}}) / A$$

Aus diesem Kriterium lässt sich die maximale Beschickung des Beckens errechnen.

$$(Q_{\text{krit}} - Q_{\text{Dr}} + Q_{\text{Pumpe}}) = q_A * A / 3,6 = 10 * 464 / 3,6 = 1.288 \text{ l/s}$$

Oberflächenbeschickung q_A	Oberfläche A	max. Beschickung $(Q_{\text{krit}} - Q_{\text{Dr}})$
10 m/h	464 m ²	1.288 l/s

Klärüberlauf - Spezifische Schwellenbelastung $q_{KÜ}$

Die spezifische Schwellenbelastung $q_{KÜ}$ darf bei einem Klärüberlauf 75 l/(s*m) nicht überschreiten.

Unter der Annahme die Schwelle im 4. Quadranten anzuordnen, ergibt sich eine Schwellenlänge im Nachklärbecken von $L_{KÜ} = \pi * 24,30 / 4 = 19,0$ m

Bei einer Schwellenbelastung von 75 l/(s*m) lässt sich eine maximale Belastung mit $(Q_{\text{krit}} - Q_{\text{Dr}}) = L_{KÜ} * 75 \text{ l/(s*m)} = 19 * 75 \text{ l/(s*m)} = 1.488 \text{ l/s}$ errechnen.

Von den ermittelten Beschickungswassermengen ist die kleinste Wassermenge eine Anhaltsgröße für weitere Berechnungen.

Spezifische Zulaufleistung P_{spez} für runde Durchlaufbecken

Die spezifische Zulaufleistung ist bei tangential angeströmten Becken bei Eintritt in die runde Sedimentationskammer nachzuweisen. Dieser Nachweis ist zusätzlich zum Nachweis der Oberflächenbeschickung erforderlich.

Dieser Nachweis kann nur unter Annahmen durchgeführt werden

$$P_{\text{spez}} = \frac{Q_{\text{zu}} \cdot v_{\text{zu}}^2 \cdot \rho}{2 \cdot V_N} \leq 0,08 \left(\frac{\text{m}^3 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}}{\text{s} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}^3 \cdot \text{m}^3} = \text{W/m}^3 \right)$$

$$P_{\text{spez}} = 0,9 * 0,43^2 * 1000 / (2 * 1.042) = 0,11 \text{ W/m}^3$$

Dieser Nachweis kann nur unter Annahmen durchgeführt werden:

Es werden folgende Annahmen getroffen:

$$P_{\text{spez}} \leq 0,08 \text{ W/m}^3$$

mit:

$$Q_{\text{zu}} = (Q_{\text{krit}} - Q_{\text{Dr}} + Q_{\text{Pumpe}})$$

$$Q_{\text{Pumpe}} = \text{Abfluss der Entleerungspumpe}$$

$$V_N = \text{Nutzvolumen Nachklärbecken}$$

$$v_{\text{zu}} = \text{Zuflussgeschwindigkeit}$$

$$\rho = \text{Dichte (kg/m}^3\text{) für Abwasser (1.000 kg/m}^3\text{)}$$

Die spezifische Zulaufleistung hängt von verschiedenen Faktoren ab. Dieser Nachweis kann deshalb mit der vorhandenen Untersuchungstiefe nur unter Annahmen durchgeführt werden:

Es werden folgende Annahmen getroffen:

$$Q_{\text{Pumpe}} = 40 \text{ l/s}$$

$$V_N = 1.042 \text{ m}^3$$

$$v_{\text{zu}} = 1.100 / (1,0 * 3,0) / 1.000 = 0,37 \text{ m/s}$$

$$Q_{\text{zu}} = 1.100 \text{ l/s}$$

$$P_{\text{spez}} = 1,1 * 0,43^2 * 1000 / (2 * 1.042) = 0,07 \text{ W/m}^3 \leq 0,08 \text{ W/m}^3$$

Bei einer Zulaufmenge von $Q_{\text{zu}} = 1.100 \text{ l/s}$ und einem Einlaufquerschnitt von 3 m^2 lässt sich die spezifische Zulaufleistung einhalten.

Die Sohlenneigung im Rundbecken soll mindestens 5 % sein:

vorh $I_{SO} = 9\%$ > 5% erfüllt

9.4 Nutzung als Regenüberlaufbecken

Das Nachklärbecken erfüllt die Anforderungen an das Mindestvolumen und die Mindestwassertiefe für Fangbecken und Durchlaufbecken.

Die Überprüfung der geometrischen Randbedingungen ergab, dass das Nachklärbecken nach der vorliegenden Datenlage als Durchlaufbecken geeignet ist. Sollte im Verlauf der weiteren Planung Volumen in Form von Durchlaufbecken notwendig werden, ist mit aktuellen Zahlen eine weitere Überprüfung notwendig.

Eine Nutzung als Fangbecken ist möglich und aufgrund der Größe und Wassertiefe des Beckens sinnvoll. Als Beckenvolumen stehen $V = 1.042 \text{ m}^3$ zur Verfügung.

10 Regenüberlaufbeckenvolumen

Aus den Einzelprüfungen der Becken ergibt sich im Hinblick auf die nutzbaren Volumina folgendes

Bauwerk	Nutzvolumen bezogen auf die KÜ-Schwelle
Denitrifikationsbecken 1	0 m ³
Denitrifikationsbecken 2	296 m ³
Nitrifikationsbecken 1	692 m ³
Nitrifikationsbecken 2	296 m ³
Nachklärbecken	1.042 m ³
Summe	2.326 m ³

Das Nutzvolumen wurde mit den in Kap. 4 genannten Unterlagen ermittelt. Das Nutzvolumen wurde unter der Voraussetzung ermittelt, dass die Klärüberlaufschwelle des RÜB III in Betrieb ist und das Becken als Durchlaufbecken betrieben wird.

Von den fünf untersuchten Becken können vier Becken zur Regenwasserbehandlung herangezogen. Mit einem Gesamtvolumen von $V = 2.326 \text{ m}^3$ wird das geplante RÜB-Volumen $V = 2.500 \text{ m}^3$ nicht ganz erreicht. Die Becken sind entsprechend der in Kapitel 3.1 genannten Randbedingungen als Fangbecken nachweisbar.

Das Regelwerk sieht für das RÜB III ein Durchlaufbecken vor. Demgemäß ist das geplante RÜB-Volumen auch als Durchlaufbecken auszubilden.

Als Durchlaufbecken wäre das Nachklärbecken mit einem Volumen $V = 1.042 \text{ m}^3$ grundsätzlich nutzbar. Sollte in der weiteren Planung die Anforderung bestehen ein Durchlaufbecken zu betreiben, ist mit aktuellen Zahlen eine weitere Überprüfung notwendig.

Sollte die weitere Planung von reinen Fangbecken ausgehen, ist eine Volumenerhöhung möglich, indem der Klärüberlauf aufgegeben wird und der Beckenüberlauf als Berechnungshöhe für das Nutzvolumen herangezogen wird.

Bauwerk	Nutzvolumen bezogen auf die BÜ-Schwelle
Denitrifikationsbecken 1	0 m ³
Denitrifikationsbecken 2	$296 \text{ m}^3 + 34 \text{ m}^3 = 330 \text{ m}^3$
Nitrifikationsbecken 1	$692 \text{ m}^3 + 58 \text{ m}^3 = 750 \text{ m}^3$
Nitrifikationsbecken 2	$296 \text{ m}^3 + 34 \text{ m}^3 = 330 \text{ m}^3$
Nachklärbecken	$1.042 \text{ m}^3 + 162 \text{ m}^3 = 1.204 \text{ m}^3$
Summe	$2.326 \text{ m}^3 + 289 \text{ m}^3 = 2.615 \text{ m}^3$

Mit einem Fangbecken-Gesamtvolumen von $V = 2.615 \text{ m}^3$ wird das geplante Volumen von 2.500 m^3 überschritten.

Davon ausgehend, dass durch das vorentlastete Gebiet des RÜ N I und den Abfluss aus dem vorgelagerten RÜB Brühlstraße die Anforderung an ein Durchlaufbecken für die Regenwasserbehandlung auf der Kläranlage notwendig ist [C], lässt sich das geplante Volumen von $V = 2.500 \text{ m}^3$ nicht nachweisen. Als Durchlaufbecken ist nach derzeitiger Datenlage grundsätzlich das Nachklärbecken mit $V = 1.045 \text{ m}^3$ geeignet.

11 Regenwasserbehandlung auf der Kläranlage Nabern

11.1 RÜB III – Durchlaufbecken

Die Abmessungen und Höhen sind den Plänen entnommen, die in Kap. 4.1 und 4.2 genannt sind. Die Nachweise erfolgen unter der Annahme, dass das RÜB III wie in den Plänen dargestellt ist, als Durchlaufbecken betrieben wird. Dies entspricht auch den Anforderungen des Regelwerks [C].

11.1.1 Abmessungen

Bestand	
Länge l_{DB} :	13,85 m
Breite b_{DB} :	10 m

Oberfläche

$$A = l \cdot b = 13,85 \cdot 10 = 138 \text{ m}^2$$

11.1.2 Volumen

Das Volumen und die Abmessungen wurden aus den Unterlagen entnommen[4].

KÜ-Schwelle:	353,27 m ü NN – [4]
Mittlere Wassertiefe:	$h = 2,89 \text{ m}$
Volumen:	$V = 352 \text{ m}^3$
Bauwerkssohle:	350,23 – 350,52 m ü NN - [6]
Wassertiefe (mittlere Tiefe) h_{DB} :	2,89 m

11.1.3 Prüfung, ob das Becken als Durchlaufbecken geeignet ist

Das Becken wurde in der Vergangenheit als Durchlaufbecken betrieben. Der Vollständigkeit halber wird die Prüfung auch bei diesem Becken durchgeführt. Die Entscheidung ob ein Becken als Fangbecken oder als Durchlaufbecken nutzbar ist, hängt von den in Kap. 5 beschriebenen Anforderungen ab:

Das Mindestvolumen beträgt bei Durchlaufbecken $V = 100 \text{ m}^3$ [C].

$$V = 352 \text{ m}^3 > 100 \text{ m}^3 \quad \text{erfüllt}$$

Die Mindestwassertiefe soll $h = 2,00 \text{ m}$ nicht unterschreiten.

$h = 2,89 \text{ m} > 2,00 \text{ m}$ erfüllt

Geometrie der Sedimentationskammer

Es wird nach DWA-Arbeitsblatt A166 [A] bestimmte Anforderungen an die Geometrie gestellt. Sind diese erfüllt wird davon ausgegangen, dass das Becken die Sedimentation begünstigt und es als Sedimentationsbecken geeignet ist.

l_{DB}	h_{DB}	b_{DB}	$6 < l_{DB} : h_{DB} < 15$	$3 < l_{DB} : b_{DB} < 4,5$	$2 < b_{DB} : h_{DB} < 4$
13,85	2,89	10	4,79	1,39	3,46
			x	x	✓

Zwei von drei Anforderungen werden nicht erfüllt. Demnach kann das Becken nicht als Durchlaufbecken empfohlen werden.

Oberflächenbeschickung

Um eine ausreichende Sedimentationsleistung zu erzielen, soll die Oberflächenbeschickung q_A begrenzt werden. Sie soll 10 m/h nicht überschreiten.

$$q_A = 3,6 \cdot (Q_{krit} - Q_{Dr}) / A$$

Aus diesem Kriterium lässt sich der kritische Mischwasserzufluss des Beckens errechnen.

$$(Q_{krit} - Q_{Dr}) = q_A \cdot A / 3,6 = 10 \cdot 138 / 3,6 = 383 \text{ l/s}$$

Oberflächenbeschickung q_A	Oberfläche A	max. Beschickung $(Q_{krit} - Q_{Dr})$
10 m/h	138 m ²	383 l/s

Horizontale Fließgeschwindigkeit v_h

Um eine ausreichende Sedimentationsleistung zu erzielen, sollte die horizontale Fließgeschwindigkeit $v_h \leq 0,05 \text{ m/s}$ nicht überschritten werden.

$$v_h \leq 0,05 \text{ m/s mit}$$

$$v_h = (Q_{krit} - Q_{Dr}) / A_h, \quad A_h = \text{horizontal durchflossene Fläche in m}^2$$

Aus diesem Kriterium lässt sich der kritische Mischwasserzufluss des Beckens errechnen.

$$(Q_{krit} - Q_{Dr}) = v_h / A = 0,05 \cdot 2,89 \cdot 10 \cdot 1000 = 1.445 \text{ l/s}$$

11.1.4 Nutzung als Regenüberlaufbecken

Das RÜB III erfüllt die Anforderungen an das Mindestvolumen und die Mindestwassertiefe für Fangbecken und Durchlaufbecken.

Die Überprüfung der geometrischen Randbedingungen ergab, dass zwei von drei Kriterien deutlich nicht erfüllt werden. Demnach ist das Becken nicht als Durchlaufbecken zu empfehlen. Die horizontale Fließgeschwindigkeit lässt eine hohe Beschickungswassermenge zu. Während die Oberflächenbeschickung eine deutlich geringe Beschickung erlaubt. Als größter Wert sind zur Beschickung ($Q_{\text{krit}} - Q_{\text{Dr}}$) = 383 l/s zulässig. Weitere Angaben sind notwendig, um zu klären, ob diese Beschickungswassermenge ausreicht. Ist eine weitere Nutzung als Durchlaufbecken geplant, ist zu prüfen, ob es Maßnahmen zu einer Verbesserung der Sedimentationsfähigkeit gibt.

Als Fangbecken ist das RÜB III zur weiteren Nutzung geeignet.

11.2 Beckenüberlauf (RÜ Kläranlage)

11.2.1 Eignungsprüfung nach A166

Kriterium nach A166 spezifische Schwellenbelastung

Wegen der Gefahr von Feststoffaustrag, sollte die Schwellenbelastung auf $q_{\text{Schw}} = 300 \text{ l/(s*m)}$ beschränkt werden, bei hohen Schwellen kann sie auf $q_{\text{Schw}} < 700 \text{ l/(s*m)}$ erhöht werden.

Schwellenlänge: $L_{\text{BÜ}} = 4,73 \text{ m}$

hohe Schwelle vorhanden

$Q_{0,\text{max}} = Q_{\text{BÜ}} = 3.725 \text{ l/s}$

$q_{\text{Schw}} = Q_{\text{BÜ}} / L_{\text{BÜ}} = 787 \text{ l/s} < 700 \text{ l/(s*m)}$

Die Beckenüberlaufschwelle ist zu kurz.

Um den Anforderungen zu genügen, ist mindestens folgende Schwellenlänge notwendig:

$L_{\text{BÜ}} = Q_{\text{BÜ}} / q_{\text{Schw}} = 3.725 \text{ l/s} / 700 \text{ l/s} = 5,23 \text{ m}$

11.2.2 Beckenüberlauf bei Außerbetriebnahme des Klärüberlaufs

Bei Wartung oder Umbaumaßnahmen am Klärüberlauf sollte die unschädliche Ableitung des Zuflusses $Q_{0,\text{max}}$ ausschließlich über den Beckenüberlauf möglich sein.

Schwelle bei $Q_{0,\text{max}}$

Prüfung ob genügend Freibord in den Speicherkammern vorhanden ist.

Schwellenlänge: $L_{\text{BÜ}} = 4,73 \text{ m}$

Lastfall I

$$Q_{BÜ} = Q_{0,max} = 3.725 \text{ l/s}$$

$$h_{ü} = 0,68 \text{ m}$$

$$\text{WSP} = 354,47 \text{ m ü N N}$$

Wie schon in Kapitel 4.7 erläutert liegt die Bauwerkskrone aller Bauwerke unterhalb des maximalen Wasserspiegels $\text{WSP} = 354,47 \text{ m ü N N}$. Deshalb wird bei allen Becken die zur Regenwasserbehandlung in Frage kommen und auch beim RÜB III eine Erhöhung der Beckenkronen erforderlich, um zu verhindern, dass es bei $Q_{0,max} = 3.725$ zum Überfluten von Bauwerkskronen kommt.

11.3 Entlastungskanal

Der Entlastungsabfluss wird am Beckenüberlauf (RÜ Kläranlage) über einen Kanal DN 1300 in den Jauchertbach abgeleitet.

Für den Entlastungskanal muss nach DWA-Arbeitsblatt A166 [A] der Nachweis erbracht werden, dass $Q_{0,max}$ im Freispiegel abgeführt werden kann.

Anhand der Angaben aus der Kanalnetzrechnung [12] werden zwei Fälle betrachtet:

- Lastfall I: Bestand mit Erweiterungen ($n = 1$)
- Lastfall II: Planung ($n = 1$)

Für beide Lastfälle wurden die maximalen Abflüsse vorgegeben, so dass sich folgendes Bild ergibt. Rückstau durch Hochwasser wird gemäß Kap. 4.4 nicht angesetzt.

Lastfall I: Bestand mit Erweiterungen

$$Q_{0,max} = 1.842 \text{ l/s} \ll Q_v = 3.248 \text{ l/s}$$

Ergebnis: $Q_{0,max}$ kann im Freispiegel abgeführt werden.

Der Wasserspiegel liegt auf der Entlastungsseite unterhalb der Beckenüberlaufschwelle. Die Anforderung eines vollkommenen Überfalls gemäß DWA Arbeitsblatt A 111 ist erfüllt.

$$\text{WSP} = 353,04 \text{ m ü N N} < \text{OK-BÜ-Schwelle} = 353,79 \text{ m ü N N}$$

Lastfall II: Planung

$$Q_{0,max} = 3.725 \text{ l/s}$$

Laut Kanalnetzrechnung [12] stellt sich bereits bei einem Abfluss von 3.097 l/s der BÜ-Wasserspiegel bei 353,89 m ü N N ein. Der Entlastungskanal DN 1300 und die Beckenüberlaufschwelle sind eingestaut. Ein vollkommener Überfall über die Schwelle ist nicht möglich.

Ergebnis: Der Entlastungskanal DN 1300 reicht nicht aus, um $Q_{0,max}$ im Freispiegel abzuleiten. Das $Q_{0,max} = 3.725 \text{ l/s}$ ist größer als 3.097 l/s und kann deshalb nicht im Freispiegel abgeführt werden. Ebenso ist die BÜ-Schwelle eingestaut, es besteht kein freier Überfall.

Inwieweit der Rückstau für das Kanalnetz hingenommen werden kann, wurde nicht geprüft. Es ist in einem weiteren Planungsschritt zu prüfen, ob der Rückstau zu Schäden führt. Das $Q_{0,max}$ ist in der weiteren Planung auf Richtigkeit zu prüfen. Sollte Rückstau durch das Gewässer austreten, sind weitere Maßnahmen erforderlich, die evtl. mit Kosten verbunden sind.

11.4 Beckenentleerung

Die Entleerung der insgesamt fünf Becken und des Zulaufkanal bedarf einer genaueren Kenntnis des Trockenwetterzulauf. Bei einer Drosselwassermenge von 106 l/s und einem Trockenwetterabfluss von ca. 67 l/s ist eine variable Entleerungsstrategie notwendig, da rechnerisch nur ca. 40 l/s für die Entleerung zur Verfügung stehen. Bei einem Volumen von $V = 3.133 \text{ m}^3$ bedeutet dies eine rechnerische Entleerungszeit von ca. 22 h, die deutlich zu lang ist. Als Entleerungszeit sollen 15 h nicht überschritten werden.

12 Konzept zur Nutzung von Kläranlagenbecken zur Regenwasserbehandlung

12.1 Allgemeines

Anhand der Ergebnisse ist eine Nutzung der vorhandenen Becken zur Regenwasserbehandlung möglich, sofern alle Becken als Fangbecken betrieben werden.

Das nachfolgende Konzept beruht auf den dieser Studie vorliegenden Unterlagen und stellt eine mögliche Variante dar. Weiterbegehende Planungen und neue Randbedingungen führen gegebenenfalls zu neuen Lösungen.

12.2 Konzeption

Die Becken Nachklärung, Denitrifikation²/Nitrifikation² und Nitrifikation 1 werden zu Fangbecken umgebaut.

Um den Mischwasserzufluss bis zum Nachklärbecken zu führen, ist ein ca. 80 m langer Verbindungskanal mit der Abmessung von ca. 2,0 m x 2,0 m zu erstellen.

Ausgehend vom Beckenüberlauf verläuft der Verbindungskanal parallel zu den südlichen Wänden der Rechteckbecken bis er im Nachklärbecken als tangentialer Zulauf endet.

Wegen des geringen Platzes zwischen dem Beckenüberlauf und dem RÜB III ist das Beckenüberlaufbauwerk zu erneuern. In diesem Zug wird die Beckenüberlaufschwelle verlängert. Die Entlastungsleitung wird verlegt, um für den Verbindungskanal genügend Platz zur Verfügung zu haben. Die Entlastungsleitung des Klärüberlaufs wird im Zuge des Baus abgebrochen und neben dem Verbindungskanal neu verlegt.

Die Anbindung der Becken wird so gestaltet, dass zuerst das RÜB III und das Nitrifikationsbecken 2 teilbefüllt wird, danach wird das Nachklärbecken und zum Schluss das Nitrifikationsbecken 1 befüllt. Nachdem alle Becken teilbefüllt sind, werden sie gemeinsam bis zum Erreichen der Schwellenhöhe des Beckenüberlaufs gemeinsam befüllt. Aufgrund der Höhenlagen ist eine Freispiegelentleerung nicht möglich. Die Entleerung/Abwirtschaftung erfolgt nacheinander durch Pumpen. Dazu wird ein neues Pumpwerk erstellt. Das Nachklärbecken erhält ein eigenes Pumpwerk, da es sich nicht im Freispiegel zum Pumpwerk entleeren lässt.

Das RÜB III wird wie bisher betrieben. Es erhält einen neuen Zulauf und eine Trennwand mit Schwelle, um die Sedimentation in dem Becken zu optimieren.

Durch die Länge des Verbindungskanals ergibt sich ein weiterer Volumengewinn von $V = \text{mind. } 320 \text{ m}^3$.

12.3 Baumaßnahmen

Allgemein

Alle Beckenkronen werden erhöht, um genügend Freibord zu erhalten.

In den Becken sind die klärtechnischen Einrichtungen zu demontieren und zu entsorgen. Vorhandene Öffnungen von Zu- und Ableitung sind zu verschliessen. Bei den Einzelbecken sind folgende Arbeiten notwendig.

Nitrifikationsbecken 1

Das Becken wird vom Verbindungskanal über eine Schwelle beschickt, die in der südlichen Beckenwand hergestellt wird. In beiden Becken werden Kernbohrungen für die Entleerungsleitungen hergestellt.

Denitrifikations-/Nitrifikationsbecken 2

In der südlichen Wand des Beckens wird eine Zulauföffnung zum Verbindungskanal erstellt. Für die Entleerungsleitungen sind Kernbohrungen notwendig. Die Trennwand zwischen den beiden Becken wird abgesenkt, um die Becken nacheinander zu beschicken.

Nachklärbecken

In der südlichen Wand wird eine Öffnung für die Zulaufleitung hergestellt. Für die beiden Entleerungsleitungen werden Kernbohrungen hergestellt.

Entleerungspumpwerk

Auf der nördlichen Seite des Nitrifikationsbeckens wird ein Schachtbauwerk für zwei Tauchpumpen erstellt. Aus den Becken führen Entleerungsleitungen zu dem Bauwerk. Die Druckleitungen werden zum Zulauf der Kläranlage verlegt.

Beckenüberlauf

Der vorhandene Beckenüberlauf wird abgebrochen und ein neues Bauwerk mit Beckenüberlauf und Verteilungsschacht für den Zulauf zum RÜB III und den Verbindungskanal zu den Becken erstellt. Der Anschluss zum Zulaufkanal und der Entlastungsleitung wird erneuert.

Hinweis: Mit der Entlastungsleitung DN 1300 ist mit dem vorliegenden Bemessungsabfluss kein Freispiegelabfluss möglich. Der Beckenüberlauf hat einen unvollkommenen Überfall. An der Entlastungsleitung sind deshalb Maßnahmen evtl. erforderlich.

RÜB III

Das RÜB erhält einen neuen Zulauf und eine Trennwand mit Schwelle, um die Sedimentation in dem Becken zu optimieren. Die Entlastungsleitung des Klärüberlaufs muss wegen des Verbindungskanal verlegt werden.

12.4 Technische Ausstattung

Die Beckenausstattung wird bei den vier Becken gleichermaßen ausgeführt. Als Reinigungseinrichtung werden die Becken mit Rührwerken ausgestattet.

Zur Entleerung erhalten sie steuerbare Beckenentleerungsschieber, um die Becken kontrolliert abwirtschaften zu können. Bei Ausfall der Entleerungsschieber kann durch Notentleerungsschieber jedes Becken manuell entleert werden.

Die Rechteckbecken erhalten jeweils eine Entleerungsleitung DN 400 zum gemeinsamen Entleerungspumpwerk.

Das Nachklärbecken benötigt ein eigenes Entleerungspumpwerk. Die Entleerungspumpen werden in der Beckenmitte installiert. Ein Zugangssteg zur Mitte dient als Leitungsbrücke für die Druckleitungen und als Wartungszugang zu den Pumpen.

Die Entleerung der Becken erfolgt durch frequenzgesteuerte Tauchmotorpumpen mit 20 bis 50 l/s Pumpleistung. Die Pumpen sind redundant ausgeführt. Für die Pumpen werden getrennte Druckleitungen DN 200 zum Zulaufgerinne geführt.

Ein im Zulaufgerinne installierter Drosselschieber und eine Durchflussmessung sorgen für einen konstanten Drosselabfluss von $Q_{DR} = 106$ l/s. Die Abflussmessung steuert die Entleerungspumpen.

In den Becken und Zuleitungskanälen werden Einstiegs-/Notausstiegsleiter installiert. Absturzsicherungen werden sofern notwendig auf die Beckenkronen montiert.

12.5 Elektrotechnische Ausrüstung

Zustand

Die elektrotechnische Ausrüstung der Kläranlage Nabern wurde in den Jahren 2016/17 erneuert. Die Anlage wird vom Zweckverband Gruppenklärwerk Wendlingen (GKW) betreut und ist an das zentrale Prozessleitsystem auf der Kläranlage Wendlingen angebunden. Die EMSR-Technik der Anlage ist nach den Standardisierungsrichtlinien des GKW ausgeführt.

Elektrotechnische Ertüchtigung

Die Energieversorgung der Kläranlage erscheint für einen Betrieb als Regenwasserbehandlungsanlage ausreichend. Der vorgesehene Leistungsbedarf der Schmutzwasser- und Entleerungspumpen sowie der Beckenreinigungseinrichtungen ist als gering zu betrachten.

Ein Kabelzugsystem mit Kabelleerrohren verbindet die einzelnen Bauwerke untereinander. Im Betriebsgebäude ist die zentrale Schaltanlage aufgestellt. Dieser Aufstellungsort könnte für den Umbau beibehalten werden.



Abb. 5: Bestehende Schaltanlage mit Arbeitsplatz Prozessleitsystem

Durch die vorab beschriebene Errichtung eines Entleerungspumpwerks und der Nutzung der einzelnen Becken als RÜB ist die Schaltanlage anzupassen oder neu zu errichten. Die Kabel und Leitungen müssen den veränderten Aufbauorten der Antriebe und Messstellen angepasst werden. Bei Rückbau der EMSR-Technik sollten nicht mehr benötigte Komponenten und Kabel rückgebaut werden. Die Programmierung der Automatisierungs- und Prozessleittechnik muss auf die geänderte Ausrüstung und Funktion angepasst werden. In der Umbauphase sind Provisorien vorzusehen die eine Weiterleitung des Schmutzwassers gewährleisten.

13 Kosteneinschätzung

Bauwerke	Baukosten
Nitrifikationsbecken 1	93.000,00 €
Denitrifikationsbecken 2 / Nitrifikationsbecken 2	226.000,00 €
Nachklärbecken	314.000,00 €
Entleerungspumpwerk	220.000,00 €
Verteilungsgerinne	616.000,00 €
Beckenüberlauf	257.000,00 €
RÜB III	54.000,00 €
Gesamtkosten	1.780.000,00 €
Zuschlag für Planungsunschärfe aufgrund feh- lender Daten (10 %)	178.000,00 €
Zwischensumme	1.958.000,00 €
Baunebenkosten (ca.) (ca. 15 % der Gesamtkosten)	293.700,00 €
Herstellungskosten (netto)	2.251.700,00 €
ca. + 19 % Mehrwertsteuer (gerundet)	427.800,00 €
Herstellungskosten (brutto) ca.	2.679.500,00 €

In den aufgeführten Kosten sind **nicht enthalten**:

- Kosten für die Grundwasserhaltung /-absenkung, aufgrund fehlender Informationen zu den Grundwasserverhältnissen
- Kosten für besondere Bauwerksgründungen, die über eine Flächengründung hinausgehen
- Kosten für besonderes Aushubmaterial (z. B. Bodenklasse 2, 7)
- Entsorgungskosten für belasteten Aushub
- Kosten für den Rückbau der Kläranlage
- Kosten für die Erneuerung Entlastungsleitung
- Kosten für Sanierungsmaßnahmen am RÜB III zur Verbesserung der Sedimentationsfähigkeit und die Betonsanierung
- Kosten für das Trennbauwerk mit Abflussmessung und -regelung zur Überleitung des Abwassers zum Anschluss GWK Wendlingen
- Kosten für Kampfmittelerkundung und -beseitigung
- Vermessungskosten der weiter genutzten Bauwerke

14 Zusammenfassung

Weber-Ingenieure wurde beauftragt in einer Machbarkeitsstudie zu untersuchen, welche Volumina zur Regenwasserbehandlung von vorhandenen Becken der Kläranlage Bissingen-Nabern genutzt werden können. Dies unter Beachtung der Anforderungen gängigen Regelwerke. Es soll eine mögliche Beckenumnutzung dargestellt werden. Gleichzeitig soll untersucht Reinigungs- und Entleerungseinrichtungen erforderlich sind. Die Untersuchung soll ebenfalls Aussagen über die elektrotechnische Ausrüstung zur Steuerung und Auszeichnung des Entlastungsverhaltens enthalten. Eine grobe Kosteneinschätzung der Baukosten ergänzt die Studie.

Auf Grundlage der vorliegenden Informationen sind von den Becken mit Ausnahme des Denitrifikationsbecken 1 alle Becken als Fangbecken nutzbar.

Bauwerk	Nutzvolumen bezogen auf die KÜ-Schwelle
Denitrifikationsbecken 1	0 m ³
Denitrifikationsbecken 2	296 m ³
Nitrifikationsbecken 1	692 m ³
Nitrifikationsbecken 2	296 m ³
Nachklärbecken	1.042 m ³
Summe	2.326 m ³

Das Nutzvolumen der Becken beläuft sich in Summe auf $V = 2.326 \text{ m}^3$. Hinzu kommen ca. $V = 320 \text{ m}^3$ Nutzvolumen aus dem erforderlichen Verbindungskanal. So sind insgesamt $V = 2.646 \text{ m}^3$ für die Regenwasserbehandlung möglich. Dies unter Beibehaltung des vorhandenen RÜB III als Durchlaufbecken.

Durch Erhöhung des Bemessungswasserspiegel auf das Niveau der Beckenüberlaufschwelle lassen sich weitere $V = 289 \text{ m}^3$ aktivieren. Die Berechnung gilt jedoch ausschließlich unter der Annahme, dass **alle** Becken als Fangbecken betrieben werden und die zuständige Behörde dem zustimmt.

Das Regelwerk sieht Durchlaufbecken vor, wenn diesen Becken andere Entlastungsbauwerke vorgeschaltet sind (durch RÜ oder RÜB vorentlastete Gebiete) [C].

Durch das RÜ N I und durch den Abfluss aus dem oberhalb liegendem RÜB II Brühlstraße, Abb 2, ist am Standort der Kläranlage Bissingen-Nabern systembedingt die Anforderung eines Durchlaufbecken zur Regenwasserbehandlung gegeben.

In diesem Fall wären für eine Nutzung als Durchlaufbecken das Nachklärbecken mit $V = 1.042 \text{ m}^2$ vorhanden.

Die Anforderung 2.500 m³ zusätzliches Durchlaufbeckenvolumen bereitzustellen ist mit den vorhandenen Becken nicht nachzuweisen.

Es wird deshalb dringend empfohlen, mit der Genehmigungsbehörde zu klären, ob bzw. in welcher Konstellation Fangbecken genehmigungsfähig sind.

Das vorgestellte Nutzungskonzept sieht vor, die Becken durch einen Rechteckkanal (2,0 x 2,0) mit dem vorhandenen RÜB zu verbinden.

Die Kosten für die Einbindung der Becken in die Regenwasserbehandlung belaufen sich in Summe auf brutto € 2.679.000,-. Die Hauptkosten liegen dabei in der Herstellung der Verbindung zwischen dem Beckenüberlauf und den einzelnen Becken.

Weitere Ergebnisse der Untersuchung sind:

Das RÜB III (Durchlaufbecken) erfüllt nach Regelwerk nicht alle Anforderungen. Evtl. sind Optimierungen möglich, um es zu sanieren.

Mit den zu Grunde gelegten Wassermengen erfüllt der Beckenüberlauf nicht die Regelwerkanforderungen. Die Schwellenlänge ist zu kurz und müsste verlängert werden, diese Kosten sind durch den notwendigen Umbau des Beckenüberlaufs in der Kostenaufstellung enthalten.

Mit der bestehende Entlastungsleitung DN 1300 kann die Forderung nach rückstaufreiem Abfluss nicht erfüllt werden. Der Beckenüberlauf hat keinen freien Überfall. Der Mischwasserzufluss wird in den Zulaufkanal zurückgestaut. Kosten eine Vergrößerung der Abflussleistung der Entlastungsleitung sind nicht enthalten.

Die aktuelle Hochwassergefahrenkarte liefert zum Jauchertbach keine Hochwasserstände, bei der hydraulische Betrachtung wurde deshalb Rückstau aus dem Gewässer nicht angesetzt.

Für die weitere Planung wird in diesem Zusammenhang auf die Notwendigkeit einer bauwerksübergreifende Vermessung von den Kläranlagenbauwerken, Zu- und Ablaufkanal sowie Entlastungsbauwerke bis zum Gewässer hingewiesen.

Es wird empfohlen die oben aufgeführten Einzelpunkte bei der weiteren Planung aufzunehmen, da hier Mehrkosten entstehen können

Das Nutzungskonzept ist unter dem Gesichtspunkt der Verwendung von vorhandenen Beckenvolumen zu betrachten. Es kann im Hinblick auf Geometrie, Verbindungswege und Betriebskosten zu keinem optimalen Ergebnis führen, wie es zum Beispiel bei einem Neubau der Fall wäre. Das wird vor allem durch den langen Verbindungskanal deutlich, der notwendig wird, um die Becken miteinander zu verbinden.

In einem nächsten Planungsschritt, wenn weitere Informationen wie zum Beispiel zum Grundwasser und dem Baugrund vorliegen, empfiehlt es sich einen Kostenvergleich mit einem Neubau anzustreben.

Anlage 1

Zusammenstellung der Wassermengen

1 Wassermengen

Die folgend aufgelisteten Wassermengen wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt:

Drosselabfluss Kläranlage Nabern

AKP 2001 - Bestand: $Q_{Dr} = 82 \text{ l/s [14]}$

AKP 2001 - Aufgabe KA und Überleitung: $Q_{Dr} = 106 \text{ l/s [1]}$

Trockenwetterabfluss (Daten aus AKP 2001) [12]

AKP 2001 - Bestand + Erweiterungen: $Q_T = 67,33 \text{ l/s}$

AKP 2001 - Planung : $Q_T = 58,49 \text{ l/s}$

Trockenwetterabfluss für das direkte Einzugsgebiet des RÜB III [12], [13]

$$Q_{t,aM} = Q_T - Q_{T,RÜB II} - Q_{T,RÜ I}$$

AKP 2001 - Bestand + Erweiterungen:

$$Q_{t,aM} = 67,33 \text{ l/s} - 47,87 \text{ l/s} - 0,49 \text{ l/s} = 18,97 \text{ l/s}$$

AKP 2001 - Planung: $Q_{t,aM} = 58,49 \text{ l/s} - 43,17 \text{ l/s} - 0,49 \text{ l/s} = 14,88 \text{ l/s}$

Maximaler Mischwasserzufluss, $Q_{0,Max}$ [12]

AKP 2001 - Bestand + Erweiterungen: $Q_{0,Max} = 1.842,10 \text{ l/s}$

AKP 2001 - Planung: $Q_{0,Max} = 3.830,80 \text{ l/s}$

Entlastungsabfluss Beckenüberlauf $Q_{Bü}$

AKP 2001 - Bestand + Erweiterungen:

$$Q_{Bü} = 1.842,10 \text{ l/s} - 106 \text{ l/s} = 1.736,10 \text{ l/s}$$

AKP 2001 - Planung: $Q_{Bü} = 3.830,80 \text{ l/s} - 106 \text{ l/s} = 3.724,80 \text{ l/s}$

2 Ermittlung des kritischen Mischwasserabfluss Q_{krit}

$$Q_{krit} = r_{krit} * A_u + Q_{t,aM} + \sum Q_{dr,oben}$$

mit:

$r_{krit} =$ 15 l/(s*ha) für Normalanforderungen
 30 bis 45 l/(s*ha) für weitergehende Anforderungen
 siehe DWA Arbeitsblatt A 128

$A_u =$ 26,362 ha für das direkte Einzugsgebiet des RÜB III [12]

$Q_{t,aM} =$ für das direkte Einzugsgebiet des RÜB III [12], [13]

$\sum Q_{dr,oben} = Q_{dr,RÜB II} + Q_{dr,RÜ I} = 105 + 85 = 190$ l/s [1]

AKP 2001 - Bestand + Erweiterungen:

	Normalanforderungen	weitergehende Anforderungen	
	$r_{krit} = 15$ l/(s*ha)	$r_{krit} = 30$ l/(s*ha)	$r_{krit} = 45$ l/(s*ha)
$r_{krit} * A_u$	395,43 l/s	790,86 l/s	1.186,29 l/s
$Q_{t,aM}$	18,97 l/s	18,97 l/s	18,97 l/s
$\sum Q_{dr,oben}$	190,00 l/s	190,00 l/s	190,00 l/s
Q_{krit}	604,40 l/s	999,83 l/s	1.395,26 l/s

AKP 2001 - Planung:

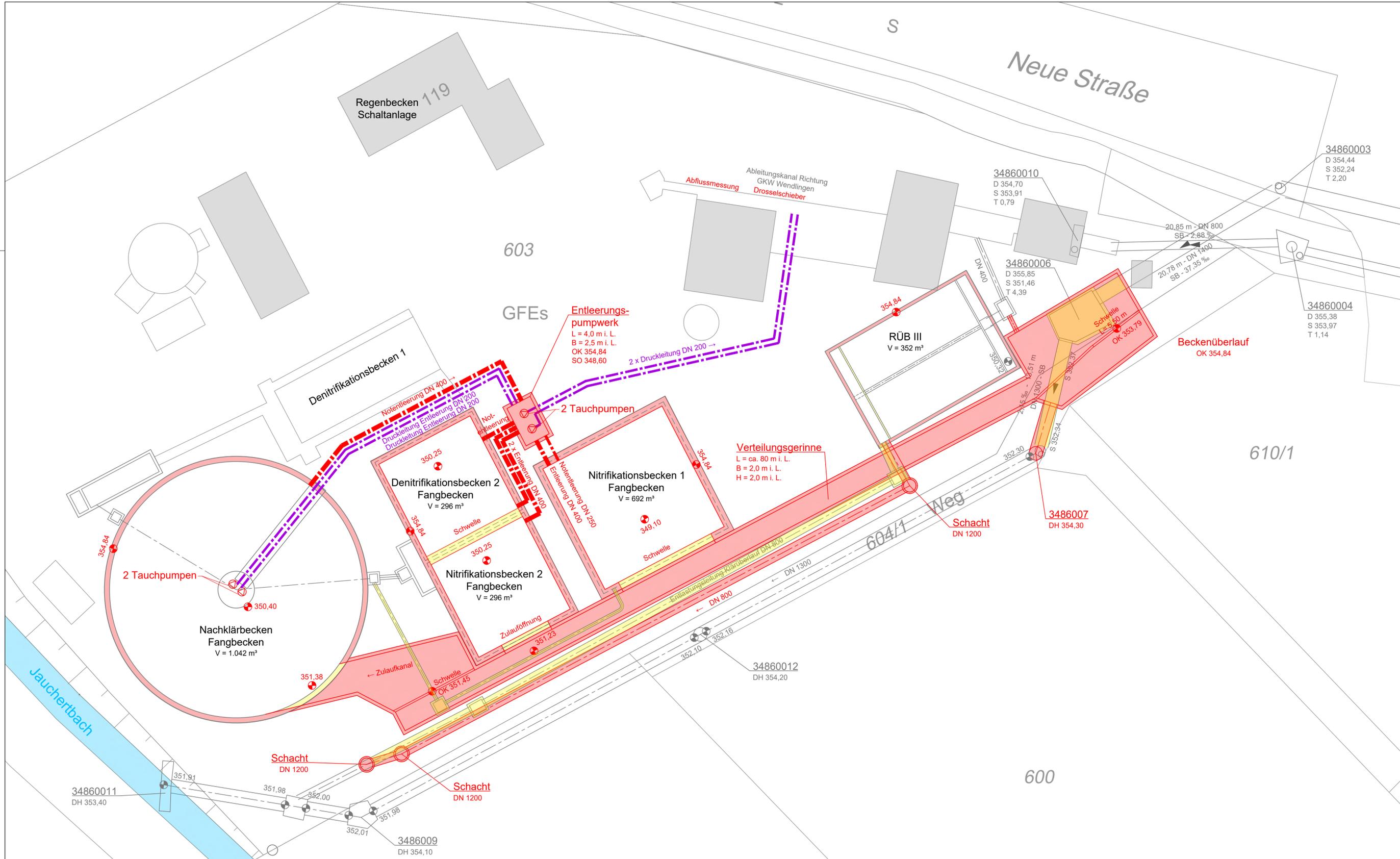
	Normalanforderungen	weitergehende Anforderungen	
	$r_{krit} = 15$ l/(s*ha)	$r_{krit} = 30$ l/(s*ha)	$r_{krit} = 45$ l/(s*ha)
$r_{krit} * A_u$	395,43	790,86	1186,29
$Q_{t,aM}$	14,88	14,88	14,88
$\sum Q_{dr,oben}$	190,00	190,00	190,00
Q_{krit}	600,31	995,74	1.391,17

Projekt-Nummer 20134-00002-50498

Anlage 2

Lageplan

M 1: 200



HINWEIS
Sämtliche Gelände- und Sohlhöhen sind vor Ort zu überprüfen

LEGENDE:

Bestand

- Kanal
- Gewässer

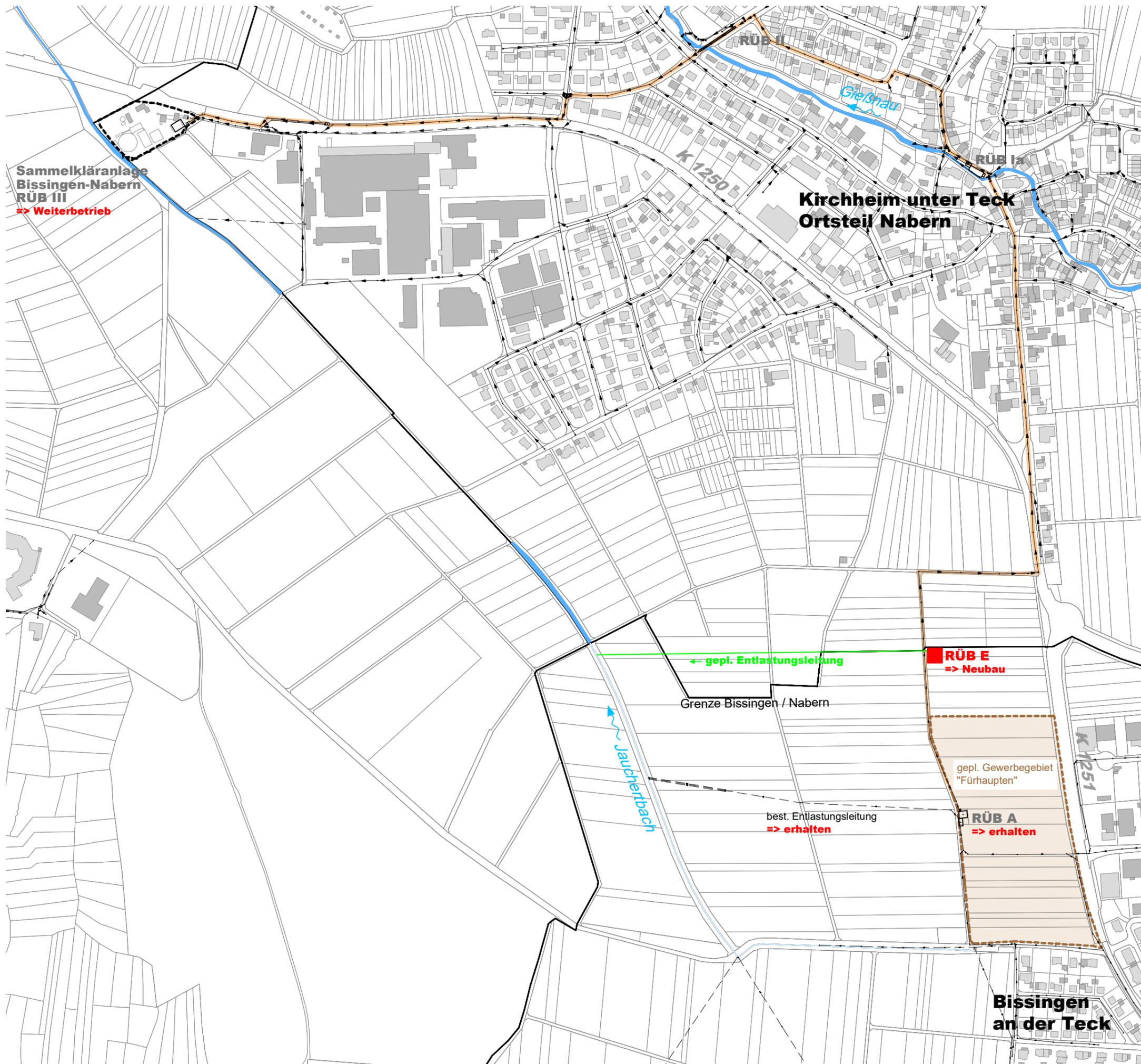
Planung

- Kanal
- Bauwerk
- Stilllegung / Abbruch

STUDIE

Index	Datum	Unterschrift	Änderung	geprüft	gesehen
	Datum	Unterschrift	Maßstab	Anlage	
gezeichnet	19.12.2019	N. Mast	1:200	2	
geprüft	19.12.2019	<i>[Signature]</i>			
gesehen	19.12.2019	<i>[Signature]</i>			

INFRA-TECK GMBH Umnutzung der KA Bissingen - Nabern zur Regenwasserbehandlung		 Weber-Ingenieure GmbH Hohenstraße 23 70469 Stuttgart Tel. 0711 / 365337-0 Fax 0711 / 365337-20
Machbarkeitsstudie Lageplan		
Zeichnung Nr.: 20134-00002 / 50498 -09- 2.100 Ersatz für Nr.:		



Sammelkläranlage
Bissingen-Nabern
RÜB III
=> Weiterbetrieb

Kirchheim unter Teck
Ortsteil Nabern

← gepl. Entlastungsleitung

Grenze Bissingen / Nabern

best. Entlastungsleitung
=> erhalten

RÜB E
=> Neubau

gepl. Gewerbegebiet
"Fürhaupten"

RÜB A
=> erhalten

Bissingen
an der Teck

Gemeinde Bissingen a.d.T. Landkreis Esslingen

Strukturgutachten Anschluss SKA Bissingen- Nabern an das GWK

Betrachtung Alternativmöglichkeiten für Weiterbetrieb SKA Bissingen- Nabern => Schaffung erf. Volumen Variante A:

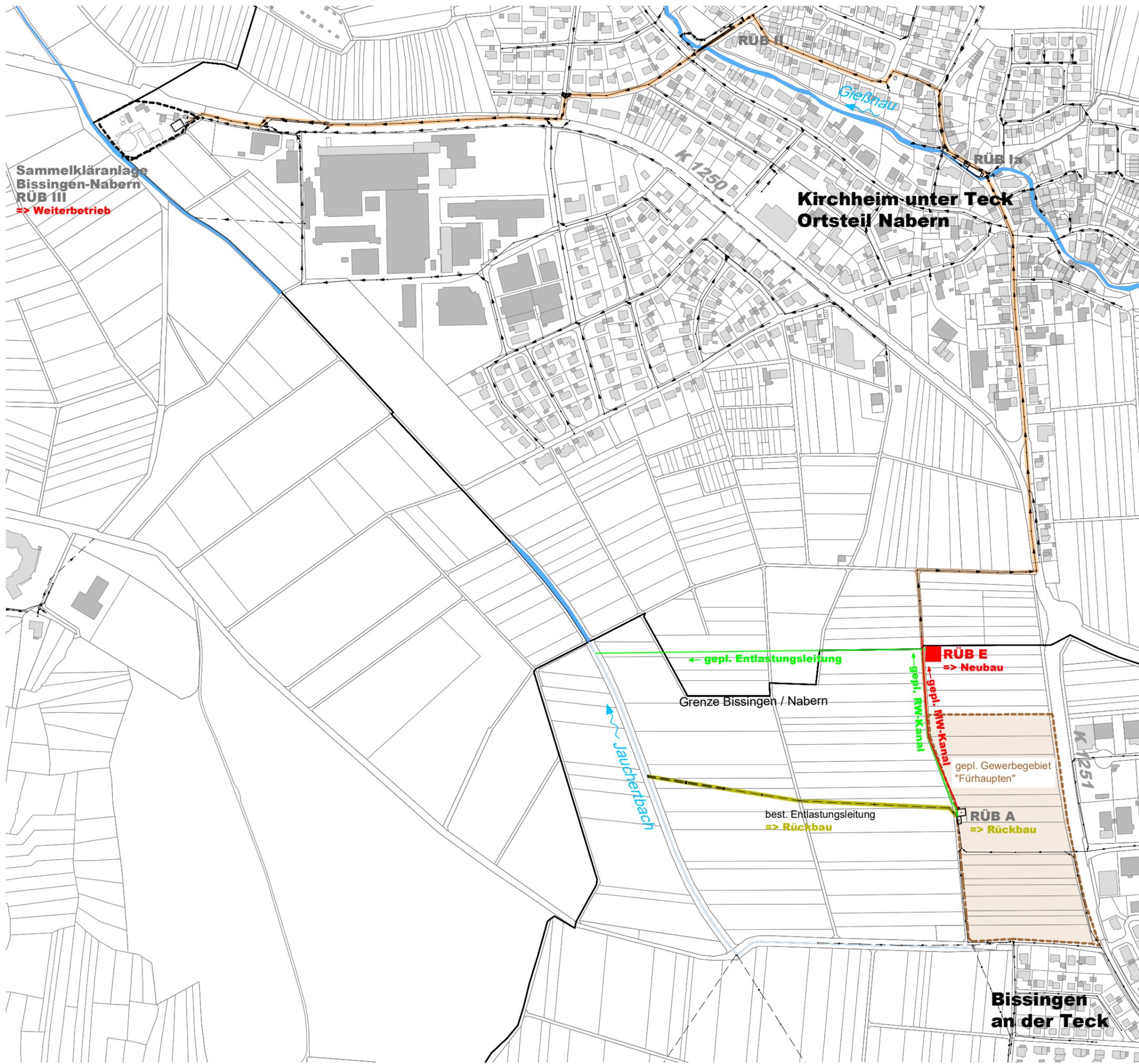
Erhalt RÜB A, Neubau RÜB E

2. März 2020 M 1:5.000 Projekt: 121.1027

infra-teck GmbH
Kellerstraße 69
73265 Dettingen unter Teck
Telefon 07021-9316720
Fax 07021-9316722
www.infra-teck.de



Hinweis: Koordinatensystem der dwg-Datei: Gauß-Krüger-Koordinatensystem.
(Die ALKIS- Daten wurden mit dem Koordinatengitter für Baden-Württemberg von UTM auf Gauß-Krüger transformiert.)



**Gemeinde Bissingen a.d.T.
Landkreis Esslingen**

**Strukturgutachten
Anschluss SKA Bissingen-
Nabern an das GWK**

**Betrachtung Alternativmöglichkeiten
für Weiterbetrieb SKA Bissingen-
Nabern => Schaffung erf. Volumen**

**Variante B:
Rückbau RÜB A, Neubau RÜB E**

2. März 2020 M 1:5.000 Projekt: 121.1027

infra-teck GmbH
Kellerstraße 69
73265 Dettingen unter Teck
Telefon 07021-9316720
Fax 07021-9316722
www.infra-teck.de



Hinweis: Koordinatensystem der dwg-Datei: Gauß-Krüger-Koordinatensystem.
(Die ALKIS- Daten wurden mit dem Koordinatengitter für Baden-Württemberg von UTM auf Gauß-Krüger transformiert.)

Anlage 14: Kostenprognose Bau RÜB in Bissingen

Leistung	Menge	Einheit	EP	GP
Oberflächenwasserkanal DA 400 PP Asphalt	225	m	1.050,00 €	236.250,00 €
Mischwasserkanal DN 1200 Asphalt	225	m	2.400,00 €	540.000,00 €
Entlastungskanal DN 1100 Grün	450	m	2.200,00 €	990.000,00 €
RÜB E	2500	m ³	1.600,00 €	4.000.000,00 €
Summe Baukosten netto				5.766.250,00 €
Baunebenkosten netto ca.	20%			1.153.250,00 €
Nettosumme				6.919.500,00 €
Mehrwertsteuer 19%				1.314.705,00 €
Bruttosumme				8.234.205,00 €
Bruttosumme gerundet				8.234.000,00 €

Dettingen unter Teck, den 2. März 2020

Anlage 15: Übersicht Kostenprognose Umnutzung SKA Bi-Na in Regenwasserbehandlungsanlage

Investitionen Variante Umbau bestehende SKA

	Bemerkung	Gesamtkosten brutto incl. Baunebenkosten		Abschreibungsdauer		Abschreibungskosten pro Jahr	
		ohne Finanzierung					
		Variante 1	Variante 2.1			Variante 1	Variante 2.1
Hydraulische Sanierung bestehende Kanalisation	infra-teck	357.000,00 €	3.133.000,00 €	50	Jahre	7.140,00 €	62.660,00 €
Herstellung Sammler SKA Bi-Na bis Einzugsgebiet GWK	infra-teck	3.958.000,00 €	3.536.000,00 €	50	Jahre	79.160,00 €	70.720,00 €
Bauwerkssanierung und Herstellung Auftriebssicherung	Weber-Ingenieure	1.800.000,00 €	1.800.000,00 €	33	Jahre	54.545,45 €	54.545,45 €
Umbau der Anlagen auf SKA Bi-Na in RW-Behandlungsanlage	Weber-Ingenieure	2.679.000,00 €	2.679.000,00 €	28,5	Jahre	94.000,00 €	94.000,00 €
RÜB III Bauwerkssanierung	fiktiver Ansatz infra-teck	50.000,00 €	50.000,00 €	28,5	Jahre	1.754,39 €	1.754,39 €
Rückbau weitere Anlagen SKA Bi-Na	fiktiver Ansatz infra-teck	250.000,00 €	250.000,00 €	28,5	Jahre	8.771,93 €	8.771,93 €
Herstellung Trenn- und Drosselbauwerk SKA	fiktiver Ansatz infra-teck	100.000,00 €	100.000,00 €	28,5	Jahre	3.508,77 €	3.508,77 €
Zusatzkosten: Vorarbeiten, Geologie, GW-Management etc.	fiktiver Ansatz infra-teck	150.000,00 €	150.000,00 €	28,5	Jahre	5.263,16 €	5.263,16 €
Zusatzkosten exakte Bauwerksvermessung SKA etc.	fiktiver Ansatz infra-teck	50.000,00 €	50.000,00 €	28,5	Jahre	1.754,39 €	1.754,39 €
Summe Kosten		9.394.000,00 €	11.748.000,00 €			255.898,09 €	302.978,09 €
Summe Kosten gerundet		9.400.000,00 €	11.700.000,00 €			260.000,00 €	300.000,00 €

Erhöhung Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungskosten KA GWK und RÜB-Betreuung pro Jahr

Bemerkung	Betriebskosten brutto
Betriebskosten RÜB auf SKA Bi-Na	20.000,00 €
Instandhaltungskosten RÜB auf SKA Bi-Na	25.000,00 €
zusätzliche Betriebskosten KA GWK aufgrund Anschluss SKA Bi-Na	120.000,00 €
Summe Kosten pro Jahr	165.000,00 €
Summe Kosten pro Jahr gerundet	170.000,00 €

Gesamtkosten pro Jahr

	Gesamtkosten brutto
Investitionen Variante 1 gerundet	260.000,00 €
Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungskosten gerundet	170.000,00 €
Summe Kosten pro Jahr gerundet	430.000,00 €

angesetzte Abschreibungsdauern:

Technische Ausrüstung	15 Jahre
Becken und Kläranlage (Bauwerk)	33 Jahre
Kanäle	50 Jahre
Bauwerk + Technische Ausrüstung (Gewichtung aus Bauwerk und Technik, 75 % 33 Jahre und 25 % 15 Jahre: 28,5 Jahre)	28,5 Jahre

Dettingen unter Teck, den 2. März 2020

Anlage 16: Übersicht Kostenprognose Weiterbetrieb SKA Bi-Na

Investitionen Weiterbetrieb SKA und Bau RÜB in Bissingen

	Bemerkung	Gesamtkosten brutto		Abschreibungsdauer		Abschreibungskosten
		incl. Baunebenkosten				pro Jahr
						ohne Finanzierung
Herstellung neues RÜB E in Bissingen - Variante B.1 V = 2.500 m³ geschlossene Bauweise	infra-teck	5.712.000,00 €	28,5	Jahre		200.421,05 €
mit Entlastungsleitung DN 1100 L ca. 450 m , MW-Kanal DN 1200 L ca. 225 m und RW-Kanal DN 400 L ca. 225 m	infra-teck	2.522.205,00 €	50	Jahre		50.444,10 €
Rückbau RÜB A	fiktiver Ansatz infra-teck	100.000,00 €	28,5	Jahre		3.508,77 €
Nachrüstung SKA Bi-Na, langfristiger Substanzerhalt der Verfahrenstechnik	Zusammenstellung GWK	250.000,00 €	15	Jahre		16.666,67 €
SKA Bi-Na - Kosten für die Verbesserung der Phosphorelimination aus dem Abwasser	fiktiver Ansatz infra-teck	250.000,00 €	15	Jahre		16.666,67 €
Bauwerkssanierung ohne Auftriebssicherung unter laufendem Betrieb der SKA	fiktiver Ansatz infra-teck	1.300.000,00 €	33	Jahre		39.393,94 €
Zusatzkosten: Vorarbeiten, Geologie, GW-Management etc. RÜB Bissingen und SKA Bi-Na	fiktiver Ansatz infra-teck	150.000,00 €	28,5	Jahre		5.263,16 €
Zusatzkosten exakte Bauwerksvermessung SKA etc.	fiktiver Ansatz infra-teck	50.000,00 €	28,5	Jahre		1.754,39 €
Summe Kosten		10.284.205,00 €				334.118,74 €
Summe Kosten gerundet		10.300.000,00 €				330.000,00 €

Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungskosten pro Jahr SKA Bi-Na und neues RÜB Bissingen

	Bemerkung	Betriebskosten brutto
Betriebskosten SKA Bi-Na	Abrechnung 2017 + 2018	280.000,00 €
Betriebskosten neues RÜB Bissingen		8.000,00 €
Instandhaltungskosten neues RÜB Bissingen		25.000,00 €
Summe Kosten pro Jahr		313.000,00 €
Summe Kosten pro Jahr gerundet		310.000,00 €

Gesamtkosten pro Jahr

	Gesamtkosten brutto
Investitionen gerundet	330.000,00 €
Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungskosten gerundet	310.000,00 €
Summe Kosten pro Jahr gerundet	640.000,00 €

angesetzte Abschreibungsdauern:

Technische Ausrüstung	15 Jahre
Becken und Kläranlage (Bauwerk)	33 Jahre
Kanäle	50 Jahre
Bauwerk + Technische Ausrüstung (Gewichtung aus Bauwerk und Technik, 75 % 33 Jahre und 25 % 15 Jahre: 28,5 Jahre)	28,5 Jahre

Dettingen unter Teck, den 2. März 2020