

Inhaltsverzeichnis:

1	Vorhabensträger	4
2	Zweck des Vorhabens	4
2.1	Anlass und Auftrag	4
2.2	Umfang der Bearbeitung	5
2.2.1	Datenerfassung	5
2.2.2	Hydrodynamische Berechnung des Kanalnetzes für den Prognose-Zustand 5	
2.2.3	Darstellung der Berechnungsergebnisse	5
3	Bestehende Verhältnisse	6
3.1	Lage des untersuchten Gebietes	6
3.2	Bestehende Abwasseranlage	6
3.3	Vorhandene Bestandsunterlagen	9
3.4	Synthetische Niederschlagsreihen des LfU	9
3.5	Bemessungswerte nach ATV-DVWK Arbeitsblatt A 198	10
3.5.1	Zielsetzung des ATV-DVWK Arbeitsblattes A 198	10
3.5.2	Ermittlung von Daten	11
3.5.2.1	Wasserverbrauch	11
3.5.2.2	Trockenwetterabfluss	12
3.5.2.3	Schmutzwasserabfluss	13
3.5.2.4	Fremdwasserabfluss	13
3.5.2.5	Regenwasserabfluss	13
3.5.2.6	Ermittlung des Mischwasserabflusses zur Kläranlage	13
3.6	Grundwasser / Fremdwasser	14
4	Hydrodynamische Überrechnung des Kanalnetzes	17
4.1	Bemessungswerte	18
4.1.1	Schmutz- und Fremdwasserbelastung	18
4.1.2	Niederschlagsbelastung	19
4.1.3	Befestigter Anteil und Einzugsgebiete	20
4.1.4	Oberflächenabfluss	22
4.1.5	Sonderbauwerke	23
4.1.6	Rechenzeiten	23
4.2	Modellkalibrierung	24
4.3	Berechnung des Prognose-Zustandes	26
4.3.1	Durchführung	26
5	Schmutzfrachtberechnung nach ATV-A 128	28

5.1	Allgemeines	29
5.1.1	Verwendete Software zur Berechnung.....	29
5.1.2	Niederschlagsbelastung.....	30
5.1.3	Kanalnetz.....	30
5.2	Ermittlung des Gesamtspeichervolumens (Fiktives Zentralbecken).....	30
5.2.1	Erläuterung der Eingabeparameter	31
5.2.2	Erforderliches Gesamtspeichervolumen Prognose-Zustand.....	36
5.2.3	Mischungsverhältnis zwischen Schmutzwasser und Regenwasser.....	37
5.3	Darstellung und Bewertung der bestehenden Sonderbauwerke.....	38
5.3.1	Allgemeines	38
5.3.2	Ermittlung des spezifischen Mindestspeichervolumens.....	38
5.3.3	Zentrales Pumpwerk Jahnstraße Tegernheim.....	40
5.3.4	EA Weinbergstraße.....	46
5.3.5	RRB Baugebiet Am Hang.....	46
5.4	Ergebnis des Nachweisverfahrens für das Gesamtsystem.....	47
5.5	Beschreibung der Einleitungsstelle	48
6	Antrag auf Neuerteilung der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis nach § 15 WHG	49
Anlage 1	Gewässersteckbrief Donau	
Anlage 2	Bemessungswerte nach ATV-DVWK Arbeitsblatt A198	

1 Vorhabensträger

Gemeinde Tegernheim

Ringstraße 47

93105 Tegernheim

Landkreis Regensburg

vertreten durch

Herrn Ersten Bürgermeister Maximilian Kollmannsberger

2 Zweck des Vorhabens

2.1 Anlass und Auftrag

Das Abwassernetz der Gemeinde Tegernheim wurde in seiner Gesamtheit zum ersten Mal im Jahr 1998 hydraulisch überrechnet. Im Zuge der Erstellung dieses Generalentwässerungsplanes (GEP) wurde der Antrag auf eine wasserrechtliche Genehmigung zur Einleitung von Mischwasser in die Donau gestellt. 2012 wurde mit der Überarbeitung des GEP auch eine Änderung der Erlaubnis beantragt, jedoch nicht genehmigt. Die bestehende wasserrechtliche Genehmigung endet Ende 2021.

Aus diesem Grund wurde das Ingenieurbüro S² Beratende Ingenieure mit der Erstellung des Antrags zur Neuerteilung der gehobenen wasserrechtliche Erlaubnis zur Einleitung von Niederschlagswasser aus der Kanalisation im Mischsystem in die Donau beauftragt.

Angestrebt wird eine Gültigkeit des Bescheids bis 31.12.2039. Mit diesem Stichtag endet das zweite bestehende Wasserrecht zur Einleitung von Niederschlagswasser aus der Kanalisation im Mischsystem an der Entlastungsanlage Weinbergstraße. Somit könnte dann zukünftig ein gemeinsames Wasserrecht beantragt werden.

2.2 Umfang der Bearbeitung

Die Erstellung der wasserrechtlichen Genehmigung umfasst folgende Punkte:

2.2.1 Datenerfassung

- Übernahme des Kanalnetzes aus digitalen Bestandsplänen.
- Kontrolle der übergebenen Daten.
- Eingabe der Sonderbauwerke und Netzzusammenhänge in Kanal++.
- Einarbeitung der bestehenden Einzugsgebiete mit zugehörigen abflusswirksamen Flächen und Zuordnung zu den einzelnen Haltungen auf Grundlage der örtlichen Begehung, von Orthofotos, digitaler Flurkarte, Entwässerungsakten sowie Erfahrungswerten aus anderen Gemeinden mit ähnlicher Bebauung.
- Einarbeitung der zu erwartenden Einzugsgebiete mit zugehörigen abflusswirksamen Flächen und Zuordnung zu den einzelnen Haltungen in Absprache mit der Gemeindeverwaltung Tegernheim.
- Einarbeitung der rechnerischen SW-Abflüsse und Verschmutzungsparameter sowie Berücksichtigung von Großeinleitern.
- Plausibilitätsprüfung der Eingabedaten.

2.2.2 Hydrodynamische Berechnung des Kanalnetzes für den Prognose-Zustand

- Berechnung des Regenabflusses durch das Transportmodell mit einem Niederschlagskontinuum über 52 Jahre (Synthetische Regenreihen des Landesamtes für Umwelt).
- Hydrodynamische Berechnung des zu erwartenden Kanalnetzes (bestehendes Netz und Erweiterungen).
- Überrechnung des Kanalnetzes hinsichtlich Schmutzfracht.

2.2.3 Darstellung der Berechnungsergebnisse

- Erstellung des Erläuterungsberichts.
- Nachweis der Schmutzfrachtberechnung.
- Darstellung der Ergebnisse

3 Bestehende Verhältnisse

3.1 Lage des untersuchten Gebietes

Die Gemeinde Tegernheim mit derzeit rund 5.600 Einwohnern und einer Fläche von 1143 ha befindet sich ca. 3 km östliche der Stadt Regensburg. Regensburg ist die Hauptstadt des Regierungsbezirkes Oberpfalz.

Das Gemeindegebiet wird im Süden durch die Donau und im Westen durch den Stadtteil Schwabelweis der Stadt Regensburg begrenzt. Der Ortskern weist kaum Höhenunterschiede auf. Der nördliche Ortsbereich von Tegernheim befindet sich im Randbereich des Vorwalds des Bayerischen Waldes und weist dementsprechend stärkeres bis starkes Gefälle nach Süden auf.

3.2 Bestehende Abwasseranlage

Mit dem Bau der Abwasseranlage und dem Anschluss an die Kläranlage Regensburg wurde in der Gemeinde Tegernheim Mitte der Siebziger Jahre begonnen. Im Jahr 1977 erfolgte die Einweihung des zentralen Pumpwerks Jahnstraße mit Abschlag von Niederschlagswasser aus der öffentlichen Kanalisation im Mischsystem in die Donau. Das Schmutzwasser wird über Schwabelweis und den Donaudüker zur Kläranlage der Stadt Regensburg in Barbing gefördert. In geringem Umfang sind im Hangbereich so genannte Bürgermeisterkanäle (Regenwasserkanäle) vorhanden, deren Alter nicht mehr exakt bestimmt werden kann. Das von der Gemeinde Tegernheim betreute Netz hat eine Gesamtlänge von 25,96 km. Die Abwasseranlage wurde bis auf die in den letzten Jahren erschlossenen Baugebiete im Mischsystem errichtet. Zusätzlich sind in den Bereichen Schluchtweg, Am Hang und Adlers-eige Regenwasserkanäle vorhanden. Dementsprechend stellt sich die Verteilung der Schmutz-, Regen- und Mischwasserkanäle wie folgt dar (ohne Betrachtung der Druckleitungen):

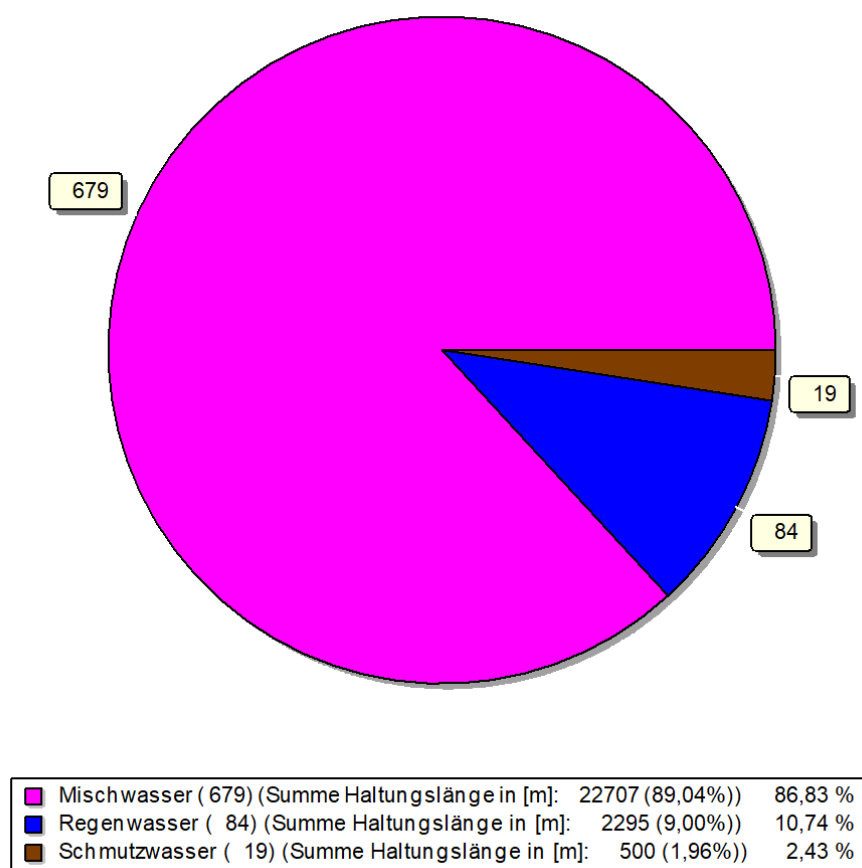


Abbildung 1: Verteilung der Misch-, Schmutz- und Regenwasserkanäle

Der Mischwasserabfluss erfolgt über das zentrale Pumpwerk in der Jahnstraße südlich von Tegernheim, auf dem Gelände des gemeindlichen Bauhofs, zur Stadt Regensburg und deren Kläranlage. Am Übergabepunkt im Pumpwerk befindet sich ein induktiver Durchflussmesser zur Aufzeichnung der Durchflussmenge. Die Daten werden durch die Stadt Regensburg aufgezeichnet.

Die Druckleitung verläuft teilweise weniger als 80 m von der Hochwasserschutzanlage der Donau entfernt.

Das Niederschlagswasser im Mischsystem wird derzeit an zwei Punkten entlastet. Am Hauptpunktwerk an der Donau, wird über Regenentlastungspumpen in die Donau abgeschlagen und beim Regenüberlaufbecken in der Weinbergstraße, im Nordosten Tegernheims, in den Hartgraben.

Zusätzlich befinden sich im Abwassernetz zwei Schmutzwasserhebwerke geringer Leistung.

Vor dem zentralen Pumpwerk Jahnstraße mit der Entlastungsanlage Jahnstraße befindet sich ein Stauraumkanal der Nennweiten Ei 1600/2400 bzw. Ei 1400/2100, in der Weinbergstraße ein Kreisprofil DN 2000. Weitere Rückhalteeinrichtungen sind nur in untergeordneter Form vorhanden. Die Entlastungsanlage Jahnstraße wird als Stauraumkanal mit untenliegender Entlastung betrieben, die Entlastungsanlage Weinbergstraße als Stauraumkanal mit obenliegender Entlastung.

Anlass für den Antrag auf Änderung der wasserrechtlichen Genehmigung im Juni 2012 war unter anderem der Umbau der Entlastungsanlage Jahnstraße. Diese Umbaumaßnahmen wurden im November 2012 abgeschlossen. Dabei wurden unter anderem drei neue Regewasserentlastungspumpen (Tauchmotor-Propellerpumpen der Firma Wilo), sowie eine Kulissentauchwand zum Grobstoffrückhalt (Fa. bgu) eingebaut. Eine vierte Entlastungspumpe war bereits vorhanden und wurde weiter genutzt. Diese hat mit 850 l/s die größte Förderleistung und sprang im Entlastungsfall als erstes an. Aufgrund ihres mittlerweile hohen Betriebsalters und der damit verbundenen gestiegenen Fehleranfälligkeit wurde sie jedoch zwischenzeitlich nur noch an vierter Stelle, nach den oben genannten drei neuen Pumpen, geschaltet. Auch die Schaltpunkte der vier Pumpen wurden dabei angepasst. Anfang 2020 wurde das Ingenieurbüro S² Beratende Ingenieure von der Gemeinde Tegernheim beauftragt die Entlastungspumpe 1 zu erneuern. Der Austausch der Pumpe wurde im Winter 2021/22 umgesetzt. Die neue Tauchmotorpumpe des Herstellers Hidrostat hat die gleiche Förderleistung von 850 l/s, ist jedoch durch ihr Schraubenzentrifugalrad insgesamt störunanfälliger gegenüber Verzopfungen oder ähnlichem. Daher wurden für die hydraulische Berechnung bereits die Schaltpunkte, welche ab Anfang 2022 angewendet werden sollen, verwendet.

Wie zuvor bereits erwähnt, ist auch der Stauraumkanal mit oben liegender Entlastung (SKO) in der Weinbergstraße bereits errichtet und in Betrieb, welcher im GEP von 2012 als Sanierungsmaßnahme vorgeschlagen wurde. Für diese Maßnahme wurde im Mai 2019 eine eigene gehobene Wasserrechtliche Erlaubnis genehmigt.

Nach einer Prüfung des GEP von 2012 durch den bayerischen kommunalen Prüfungsverband (BKPV) 2013 wurde Anfang 2014 die maximale Förderleistung der Schmutzwasserpumpen von 70 l/s auf 55 l/s herabgesetzt. Daher wird auch für die jetzige Berechnung der Mischwasserabfluss zur Kläranlage mit $Q_m = 55 \text{ l/s}$ angesetzt.

Der Gewässersteckbrief der Donau für den Abschnitt von der Einmündung der Naab im Westen Regensburgs bis zur Einmündung der Großen Laber bei Straubing ist dem Erläuterungsbericht als Anlage 1 beigelegt.

3.3 Vorhandene Bestandsunterlagen

Die Bestandspläne wurden bei Bau der Abwasseranlage in analoger Form und guter Qualität durch das Ingenieurbüro EBB erstellt. Ein digitales Bestandskataster ist vorhanden und wird über die GIS Service GmbH, einer Tochtergesellschaft der Realsteuerstelle Regensburg betrieben. Das Kanalnetz wurde vermessen.

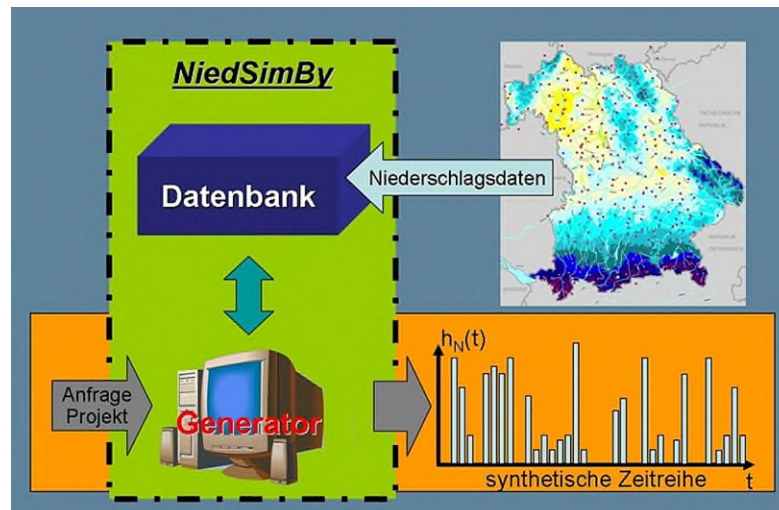
Für den Genehmigungsantrag wurde das digitale Bestandskataster übernommen.

Folgende Informationen des Kanalnetzes wurden verwendet:

- Schachtdeckel- und -sohlkoten und damit die Schachttiefe
- Nennweite der Haltungen
- Material der Haltungen
- Gefälle der Haltungen

3.4 Synthetische Niederschlagsreihen des LfU

Als Planungsgrundlage für die Kanalnetzberechnung eignen sich besonders Langzeitsimulationen, welche langjährige, zeitlich hoch aufgelöste und lückenlose Zeitreihen des Niederschlages als Eingangsdaten benötigen. Mangels Aufzeichnungen stehen solch lange Messreihen aber häufig nicht zur Verfügung. Diese Lücke kann durch synthetisch erzeugte Niederschlagsreihen geschlossen werden.



http://www.lfu.bayern.de/wasser/abwasser_synthetische_niederschlagsreihen/index.htm

Mit Hilfe des Niederschlagsgenerators "NiedSimBy" können für jeden beliebigen Ort in Bayern synthetische Niederschlagsreihen in hoher zeitlicher Auflösung (5-Minuten) über einen Zeitraum von 52 Jahren erzeugt werden. NiedSimBy berücksichtigt dabei die wichtigsten Eigenschaften des Niederschlags. Damit ist es nun möglich, z.B. Langzeitsimulationen zur Nachrechnung von Kanalnetzplanungen flächendeckend mit hoher Genauigkeit durchzuführen.

Für die Bemessung wurden synthetische Niederschlagsreihen für die Jahre 1961 bis 2012 eingesetzt.

3.5 Bemessungswerte nach ATV-DVWK Arbeitsblatt A 198

3.5.1 Zielsetzung des ATV-DVWK Arbeitsblattes A 198

Das ATV-DVWK Arbeitsblatt A 198 befasst sich mit Definitionen, der Erhebung, Auswertung und Prüfung von Daten sowie mit der darauf aufbauenden Ableitung von Bemessungswerten für Kläranlagen und Entwässerungssysteme.

3.5.2 Ermittlung von Daten

Grundlage für die Ermittlung der für die Bemessung relevanten Daten sind der Wasserverbrauch sowie der tägliche Mischwasserabfluss zur Kläranlage der Stadt Regensburg.

Im Idealfall ist neben dem Tagesabfluss auch der Tagesgang in digitaler Form vorhanden. Im Fall der Abwasseranlage Tegernheim liegen Aufzeichnungen der Tageswerte in digitaler Form vor.

Die Auswertung von Abflussdaten sollte sich auf mindestens ein Jahr (bei wenig Fremdwasser), besser drei bis fünf Jahre (bei viel Fremdwasser) erstrecken, da das Niederschlagsgeschehen nur eines Jahres unter Umständen zu falschen Ausgangswerten führen kann (trockenes oder nasses Jahr).

Im vorliegenden Fall wurde die Auswertung für insgesamt 18 Jahre durchgeführt.

3.5.2.1 Wasserverbrauch

Das in ein Einzugsgebiet eingespeiste Trink- und Brauchwasser und das Wasser aus Eigenförderungen von Betrieben entspricht annähernd dem in die Kanalisation gelangenden Schmutzwasser. Nicht zum Abfluss gelangendes Wasser, z.B. von Brauereien oder in der Landwirtschaft ist je nach Menge zu berücksichtigen.

Der Wasserverbrauchszahlen für die Gemeinde Tegernheim wurden für den Zeitraum von 2003 bis 2020 ausgewertet.

Großabnehmer sind in der Gemeinde Tegernheim kaum vorhanden. Der größte Wasserverbrauch liegt mit rund 6.000 m³/a vor.

Die installierten Gartenwasserzähler wurden berücksichtigt. Die Wassermengen werden bei der Ermittlung des Schmutzwasseranfalls von der Gesamtmenge abgezogen. Diese haben mit 500 m³/a jedoch keine gravierende Auswirkung auf die Bemessung.

Anhand der Einwohner des Versorgungsgebietes und der jährlichen Einspeisung an Wasser in das Versorgungsgebiet erfolgt die Ermittlung des mittleren spezifischen Wasserverbrauches $w_{d,aM}$ in $l/(E \cdot d)$. Die Einspeisung muss um die Einspeisung in Betriebe bereinigt werden. Der Wert $w_{d,aM}$ sollte innerhalb des üblichen Bereiches von 100 bis 150 $l/(E \cdot d)$ liegen.

Auffällig ist, dass der mittlere spezifische Wasserverbrauch von rund 120 $l/(E \cdot d)$ im Jahr 2019 auf annähernd 128 $l/(E \cdot d)$ 2020 gestiegen ist. Eine mögliche Ursache könnte sein, dass die Menschen, bedingt durch die Corona-Pandemie, deutlich mehr Zeit zu Hause verbringen mussten, als in den Jahren zuvor.

Der Wasserverbrauch liegt insgesamt jedoch trotzdem nur in der Mitte des üblichen Bereichs.

3.5.2.2 Trockenwetterabfluss

Auf Kläranlagen wird zwar in der Regel registriert, ob es geregnet oder geschneit hat, die Definition eines Trockenwettertrages sollte jedoch besser von vorhandenen repräsentativen Regenschreibern im Einzugsgebiet in Verbindung mit einer Grenzniederschlagshöhe von z.B. 1 mm/d und üblicherweise einem, in großen Einzugsgebieten bis zwei Nachlauf Tagen ausgehen.

Tage mit Schneeschmelze und Tage mit Einleitungen von Grundwasser aus größeren Baustellen sind keine Trockenwettertage. Wenn die Ermittlung des Trockenwetterabflusses rechnerisch nach der Methode des gleitenden Minimums erfolgt dienen die Witterungsaufzeichnungen zur Plausibilitätskontrolle.

Für die rechnerische Herleitung der täglichen Trockenwetterabflüsse wird empfohlen, das Polygon der gleitenden 21-Tage-Minima der täglichen Abflüsse zu bilden (Intervall 10 Tage vor und 10 Tage nach dem betrachteten Tag). Alle bis zu 20% über diesem Polygon vorhandenen täglichen Abflüsse gelten dann als Trockenwetterabflüsse. Der Wert von 20% entspricht in etwa der Schwankungsbreite des täglichen Trockenwetterabflusses bei konstantem Fremdwasserabfluss.

Für das Einzugsgebiet von Tegernheim liegen Aufzeichnungen über Trockenwettertage vor. Die Ermittlung der Trockenwettertage erfolgte dennoch über die Methode des gleitenden Minimums.

3.5.2.3 Schmutzwasserabfluss

Der mittlere jährliche Schmutzwasserabfluss $Q_{S,aM}$ wurde aus den Wasserverbrauchsdaten ermittelt. Dieser liegt im Mittel der vergangenen Jahre bei 8,08 l/s.

3.5.2.4 Fremdwasserabfluss

Der Fremdwasserabfluss ist infolge der Beeinflussung durch das Jahresniederschlagsgeschehen und der sich daraus entwickelnden Grundwasserstände einem Jahresgang mit Schwankungen unterworfen.

Der Fremdwasserabfluss kann durch Nachtmessungen oder als Differenz zwischen Trockenwetterabfluss und Schmutzwasserabfluss bestimmt werden.

Für die vorliegende Planung wurde der Fremdwasserabfluss anhand der Differenz aus Trockenwetterabfluss und Schmutzwasserabfluss ermittelt.

Der jährliche Fremdwasserabfluss $Q_{F,aM}$ und damit die Förderung zur Kläranlage der Stadt Regensburg liegt im Ist-Zustand durchschnittlich bei rund 2,63 l/s

3.5.2.5 Regenwasserabfluss

Der Regenwasserabfluss wird anhand der Differenz von Mischwasserabfluss (gemessene Werte) und Trockenwetterabfluss ermittelt. Als Trockenwetterabfluss wurden die errechneten Werte des 21-Tage-Durchschnittes angesetzt.

3.5.2.6 Ermittlung des Mischwasserabflusses zur Kläranlage

Entgegen früheren Bemessungen bei welchen der Mischwasserabfluss zur Kläranlage aus dem zweifachen Schmutzwasserabfluss Q_S zuzüglich dem Fremdwasserabfluss Q_F ermittelt wurde, wurde im ATV-DVWK Arbeitsblatt A 198 ein neuer Berechnungsansatz eingeführt. Dabei wird vom mittleren jährlichen Schmutzwasserabfluss $Q_{S,aM}$ in l/s und einem Faktor $f_{S,QM}$ ausgegangen. Der Ansatz lässt einen Spielraum zur Optimierung der hydraulischen Belastung der Kläranlage.

Die genaue Ermittlung ist unter Punkt 5, Schmutzfrachtberechnung, dargestellt.

3.6 Grundwasser / Fremdwasser

Auf dem Gemeindegebiet von Tegernheim sind keine Grundwasserpegel mit Langzeitauswertung vorhanden.

Aus durchgeführten Baumaßnahmen ist jedoch bekannt, dass der Grundwasserspiegel im Ortskern von Tegernheim teilweise nur 2,0 bis 2,5 m unter Geländeoberkante ansteht. Aus den Fremdwasserermittlungen geht hervor, dass der Abfluss im Lauf des Jahres absinkt. Eine genaue Angabe ob es sich um Grundwasser, oder etwa Schmelzwasser handelt, kann jedoch nicht getroffen werden.

Das Grundwasserhebewerk des Wasser- und Schifffahrtsamtes Regensburg am zentralen Pumpwerk Jahnstraße der Gemeinde hebt das in der Dammfußdrainage gesammelte Grundwasser unter dem Damm hindurch in den Tegernheimer Graben. Die Drainage ist auf der kompletten Ortslänge von Tegernheim verlegt. Über die Drainage wird entsprechend deren Höhenlage auch der Grundwasserstand in Tegernheim beeinflusst. Genaue Aussagen können jedoch nur durch ein Grundwasserströmungsmodell ermittelt werden.

In den Sommermonaten bleibt der Fremdwasserabfluss sehr gleichmäßig. Dies ist an den Jahreganglinien des täglichen Abflusses an Trockenwettertagen erkennbar. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass der Grundwasserspiegel keinen großen Schwankungen unterliegt, sondern durch das Grundwasserhebewerk relativ konstant gehalten wird. Mit Blick auf die Lage der Kanäle im Grundwasser wird daher davon ausgegangen, dass es keinen Grundwasserschwankungsbereich gibt. Mit oben genannten Erfahrungen, aus Baumaßnahmen wird daher angenommen, dass alle Kanäle mit einer Sohlhöhe < 328 müNN dauerhaft im Grundwasser liegen. Diese Kanäle sind im Lageplan in Beilage 6 rot hervorgehoben. Eine genauere Aussage, bzw. Eingrenzung kann aufgrund der vorhandenen Datenlage nicht getroffen werden. In dem Plan ist zu erkennen, dass Großteils Haltungen in und südlich der Hauptstraße im Grundwasser liegen.

Im Hangbereich tritt stellenweise Schichtenwasser auf. Es muss davon ausgegangen werden, dass ein Teil der Abwasserkanäle im Hangbereich zumindest zeitweise mit Grundwasser in Berührung kommt. Über Wasserstände und betroffene Kanalabschnitte kann jedoch keine Aussage getroffen werden.

Fremdwasser tritt über Schadstellen aus dem Grundwasser in den Kanal ein.

Im Rahmen der Eigenüberwachungsverordnung wird das Abwassernetz der Gemeinde Tegernheim alle 10 Jahre untersucht wobei alle 5 Jahre jeweils die Hälfte des Netzes untersucht wird. Festgestellte Undichtigkeiten werden durch Sanierungsmaßnahmen beseitigt. Aus den Berechnungen nach ATV-DVWK Arbeitsblatt A198 kann festgestellt werden, dass der Fremdwasserabfluss im Jahresmittel bis 2012 gesunken ist, seitdem jedoch wieder kontinuierlich steigt (siehe Abbildung 2). Dies kann auf durchgeführte Sanierungsmaßnahmen im südlichen Netzabschnitt in den 2000er Jahren zurückgeführt werden. Seitdem wurden jedoch keine größeren Sanierungsmaßnahmen im Süden Tegernheims mehr durchgeführt, wodurch die Schadenszahl in den öffentlichen Kanälen über die vergangenen Jahre vermutlich wieder zugenommen hat. In den 2010er Jahren wurde der nördliche Netzabschnitt saniert. Da dieser jedoch Großteils nicht im Grundwasser liegt, konnte dadurch kein signifikanter Rückgang des Fremdwasserabflusses erzielt werden.

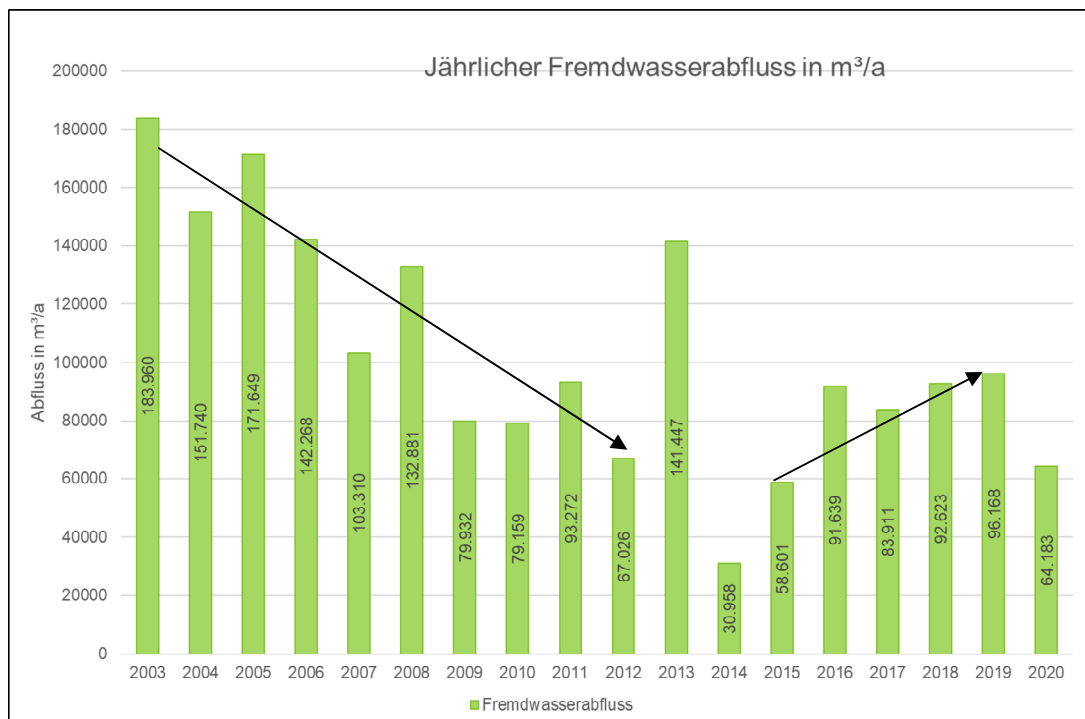


Abbildung 2: Geförderte Fremdwassermenge 2003-2020 nach DWA M 198

Aufgrund des tendenziell zunehmenden Fremdwasserabflusses sollten die Kanäle südlich der Hauptstraße einer erneuten optischen Inspektion und Sanierung unterzogen werden, um dem Trend entgegenzuwirken. Insbesondere sollte das Augenmerk hierbei auf die Anschlussleitungen gelegt werden, da diese bisher nicht inspiert und saniert wurden

Zeitnah ist dabei die Begehung und Sanierung des Hauptsammlers zum Zentralen Pumpwerk Jahnstraße (Stauraumkanal) geplant. Dabei handelt es sich um den am tiefsten gelegenen Kanal in Tegernheim, welcher daher mit Sicherheit ganzjährig zu großen Teilen im Grundwasserbereich liegt. Damit ergibt sich folgende Prioritätenlisten:

1. Inspektion und Sanierung Hauptsammler (= Stauraumkanal EA Jahnstraße)
2. Inspektion und Sanierung der Anschlussleitungen im Grundwasser
3. Inspektion und Sanierung Haltungen im Grundwasser

Ein Fremdwasserabfluss über Außeneinzugsgebiete, v.a. in den Hanglagen nördlich der Siedlungsbereiche, ist nicht bekannt. Über verschiedene Gräben und Verrohrungen wird das Niederschlagswasser hier über den Hartgraben abgeleitet (siehe auch Übersichtslageplan).

4 Hydrodynamische Überrechnung des Kanalnetzes

Verfahren zur Kanalnetzberechnung sind seit langem bekannt. Mit der Einführung des Zeitbeiwertverfahrens in Deutschland wurde der Zusammenhang zwischen Niederschlags- und Abflusshäufigkeit erkannt und in die Bemessungsverfahren übernommen.

Die Mehrzahl der existierenden Kanäle wurde nach diesem Verfahren - oder Varianten davon - bemessen und funktioniert zufrieden stellend. Für die Neubemessung und Dimensionierung ist das Zeitbeiwertverfahren auch heute noch das bevorzugte Verfahren, weil es einfach und plausibel ist und bei Beachtung der Voraussetzungen und Einschränkungen vernünftige Ergebnisse liefert.

Die heutigen Probleme bezüglich der Kanalnetze liegen jedoch weniger in der Neubemessung als in der Sanierung existierender Kanalnetze, die über viele Jahrzehnte hinweg gewachsen sind, die ergänzt, geteilt, vergrößert oder durch den Anschluss weiterer Gebiete zusätzlich belastet wurden. Die Leistungsfähigkeit solcher Netze kann nur mit Ganglinienverfahren ermittelt werden. Das Zeitbeiwertverfahren oder seine Weiterentwicklungen sind hier überfordert, da sie nur Spitzenabflusswerte für die Bemessung liefern.

Ganglinienverfahren beschreiben das Niederschlag-Abfluss-Geschehen an der Oberfläche und im Kanalnetz in seinem örtlichen und zeitlichen Verlauf. Mit der Entwicklung der Computertechnik sind in den letzten 10 Jahren auch die Berechnungsverfahren und -algorithmen ständig erweitert und verfeinert worden. Was vor wenigen Jahren noch enorme Rechenzeit erforderte und hohe Kosten verursachte und damit wenigen Sonderfällen vorbehalten blieb, kann heute auf jedem leistungsfähigen Mikrocomputer berechnet werden.

Die Berechnungen für das Gemeindegebiet Tegernheim wurden mit dem Programmpaket Kanal++ der Firma Tandler.com, Gesellschaft für Siedlungswasserwirtschaft mbH aus Buch am Erlbach durchgeführt. Das Programm arbeitet nach dem hydrodynamischen komplexen Parallelschnittverfahren. Im Gegensatz zu Hystem-Extran erfolgt eine exakte Nachbildung von Haltungen und Schächten. Die Definition der Einzugsgebiete und damit des Oberflächenabflusses erfolgt entsprechend den tatsächlichen Gegebenheiten. Eine Vereinfachung wie in Hystem-Extran ist zwar möglich, aber nicht sinnvoll.

4.1 Bemessungswerte

Nachfolgend sind die für die Durchführung der Berechnung relevanten Werte dargestellt und erläutert.

4.1.1 Schmutz- und Fremdwasserbelastung

Siedlungsdichte Gemeindegebiet Tegernheim: $D = 33,5 \text{ E / ha}$

Um die Wirklichkeit exakt nachbilden zu können sind für den Schmutzwasseranfall Tagesganglinien erforderlich. Für den Fremdwasseranfall sind Jahresganglinien, die jedoch für jedes Jahr differieren können, erforderlich. Diese Ganglinien liegen zwar vor, die Auswirkungen auf die Netzüberrechnung sind jedoch nicht entscheidend bzw. für manche Ergebnisse sogar kontraproduktiv. Es wird daher mit Jahresdurchschnittswerten gerechnet:

täglicher durchschnittlicher Wasserverbrauch:	$w_{S,aM} = 125,00 \text{ l/(E*d)}$
täglicher Schmutzwasseranfall, Jahresmittel	: $Q_{S,aM} = 8,08 \text{ l/s}$
täglicher Schmutzwasseranfall, Jahresmittel PROGNOSE:	$Q_{S,aM} = 9,36 \text{ l/s}$
täglicher Fremdwasseranfall im Jahresmittel:	$Q_{F,aM} = 2,63 \text{ l/s}$

Für den Schmutzwasseranfall Prognose wird davon ausgegangen, dass alle Baulücken, sowie die Baugebiete vollständig bebaut sind und die Bevölkerung in Tegernheim dementsprechend zunimmt.

4.1.2 Niederschlagsbelastung

Gemäß DWA Arbeitsblatt A 118 können für die Nachrechnung bestehender Systeme nach dem hydrodynamischen Modell Modellregen nach Euler (Typ II), Modellregengruppen und gemessene Starkregenserien verwendet werden.

Die einfachste, jedoch ungenaueste Methode ist die Berechnung mittels eines einzelnen Modellregens nach Euler Typ II. Die Regendauer sollte mindestens dem Zweifachen der längsten maßgebenden Fließzeit im Entwässerungsnetz entsprechen.

Modellregengruppen sollten bei Netzen mit längeren Fließzeiten und großen Einzugsgebieten verwendet werden da kritische Abflusszustände sowohl von kurzen Starkregen als auch durch lang andauernde Regen mit großer Niederschlagshöhe hervorgerufen werden können.

Die genauesten Ergebnisse liefert die Hydrodynamische Berechnung mittels gemessenen **Starkregenserien**. Die Daten können für verschiedene Stationen vom Deutschen Wetterdienst bzw. seit 2011 als synthetische Regenreihen für jeden beliebigen Standort vom Landesamt für Umwelt bezogen werden. Die empfohlenen Richtwerte zur Minstdauer von Niederschlagsregistrierungen können dem DWA Arbeitsblatt A 118, Tabelle 5 entnommen werden. Diese sind entsprechend der nachzuweisenden Überstauhäufigkeit gestaffelt. Wünschenswert ist jedoch immer eine Starkregenserie von 30 Jahren oder mehr.

Gemäß DIN EN 752 wird die **Überflutungshäufigkeit** als Maß für den Überflutungsschutz von Entwässerungssystemen vorgegeben. Da die modelltechnische Nachbildung der Überflutung bis vor kurzem nicht möglich war, wurde für den rechnerischen Nachweis von Entwässerungsnetzen in DWA Arbeitsblatt A 118 die **Überstauhäufigkeit** als Zielgröße eingeführt. Mittlerweile kann ein Überflutungsnachweis zwar geführt werden, der Aufwand hinsichtlich der Datengrundlagen und auch der Rechenzeit ist für ein komplettes Kanalnetz derzeit jedoch immer noch zu hoch (siehe Punkt 4.5 Überflutungsbetrachtung).

Die hydraulische Berechnung dient im vorliegenden Projekt nur als Grundlage für die Schmutzfrachtberechnung, daher erfolgte keine weitere Auswertung der Überstauhäufigkeiten einzelner Schachtbauwerke.

Für die Bemessung wurden synthetische Niederschlagsreihen für die Jahre 1961 bis 2012, insgesamt also 52 Jahren eingesetzt.

Die Daten liegen als Niederschlagskontinuum vor. Um die Rechenzeit zu reduzieren werden die Trockenperioden von der Berechnung ausgenommen.

Bei der Einspielung der Regendaten wird eine minimale Trockenperiode zur Trennung der einzelnen Regenereignisse voneinander festgelegt. Die Länge der Trockenperiode entspricht der Zeit, die notwendig ist um das Netz nach einem Regenereignis vollständig zu entleeren. So ist gewährleistet, dass der zweite Regen von zwei kurz aufeinander folgenden Regen wie in der Realität auf ein bereits zum Teil gefülltes Netz regnet.

Die minimale Trockenperiode wurde anhand von Vorberechnungen mit ausgewählten Regenereignissen mit rund 500 Minuten ermittelt. Mit diesem Wert wurde das vollständige Kontinuum in 7887 Einzelregen unterteilt.

4.1.3 Befestigter Anteil und Einzugsgebiete

Das Programmpaket Kanal++ bietet die Möglichkeit einer exakten Nachbildung der befestigten Flächen. Dazu werden in einem ersten Schritt die Dachflächen sowie die Straßenflächen ermittelt. Die Dachflächen werden als 100% befestigt angesetzt.

Die Straßenflächen wurden über die zugehörigen Grundstücke festgelegt und ebenfalls als 100% befestigt angesetzt.

Anschließend wird für die verbliebenen Grundstücksflächen ein Befestigungsgrad angesetzt. In Tegernheim wurde die getrennte Abwassergebühr bisher nicht eingeführt. Die Ermittlung der befestigten Grundstücksflächen für jedes Grundstück wurde anhand der Orthofotos sowie aus Erfahrungen mit den Gemeinden Obertraubling und Pettendorf durchgeführt. Im Allgemeinen wurden die Flächen mit 10 % angesetzt.

Für den Prognose-Zustand werden neue Wohn- und Gewerbegebiete entsprechend den vorliegenden Planungskonzepten sowie analog ähnlich strukturierter Gebiete mit einem befestigten Anteil von 35 % angesetzt.

Die Teilflächen werden anschließend den einzelnen Haltungen zugewiesen. Die durchschnittliche Neigung der Teilflächen wird aus dem digitalen Geländemodell des Gemeindegebietes ermittelt. Dieses wurde aus der Vermaschung der Deckelhöhen der Schächte erzeugt.

Die Flächen der Einzugsgebiete A_E sowie die befestigten Flächen $A_{E,b}$ (früher A_{red}) für den Prognose-Zustand können dem Lageplan Einzugsgebiete entnommen werden.

Der durchschnittliche Befestigungsgrad der im Mischsystem entwässerten Gebiete liegt bei 34 %. Die befestigten Flächen für den Ist- und Prognose-Zustand sind in der Beilage 7, Lagepläne Befestigungsgrade, dargestellt.

Die gesamte befestigte Fläche des Mischsystems beträgt im Prognose-Zustand 43,37 ha. Dies ist mit dem Flächennutzungsplan der Gemeinde Tegernheim abgestimmt.

Zahlreiche Grundstücke und ganze Straßenzüge/ Baugebiete versickern das auf den Grundstücken anfallende Regenwasser vollständig noch vor Ort. Diese sind von der Gemeinde Tegernheim in Listen erfasst, da sie dementsprechend von den Abwassergebühren für Niederschlagswasser ausgeschlossen sind.

Diese Grundstücke sind für den Regenwasserabfluss in Kanal++ als nicht einleitend definiert. Das heißt, dass kein Niederschlagswasser aktiv dem öffentlichen Kanal zugeführt wird, es wird jedoch dennoch der Oberflächenabfluss mit den entsprechenden Befestigungsgraden etc. berücksichtigt (siehe dazu auch nachfolgendes Kapitel 4.1.4).

Außeneinzugsgebiete wurden für die hydraulische Berechnungen nicht angesetzt. In den nördlichen Hanglagen sind mehrere Bäche und Gräben, auch verrohrt, vorhanden, welche das möglicherweise anfallende Wasser von diesen Flächen anderweitig ableiten. Dies bestätigt auch die Netzkalibrierung in Abschnitt 4.2.

4.1.4 Oberflächenabfluss

Der Oberflächenabfluss erfolgt zum einen von befestigten und zum anderen von unbefestigten Flächen. Bei beiden Arten von Flächen erfolgen vor dem Abfluss Abminderungen in Form von Benetzungs- und Muldenverlusten. In Kanal++ besteht die Möglichkeit die Verluste in Abhängigkeit der Geländeneigung anzugeben.

Für die Gemeinde Obertraubling wurde durch das Ingenieurbüro Stelzenberger + Scholz im Jahr 2011 eine Niederschlags-Abfluss-Messung mit insgesamt 11 Messstellen und anschließender Kalibrierung der Kanalnetzberechnung durchgeführt. Es konnte unter anderem festgestellt werden dass die Anfangs- und Muldenverluste in der Realität geringer sind als im DWA Arbeitsblatt A 118 angegeben. Wir führen dies auf immer glattere Oberflächen bei befestigten Oberflächen, vor allem bei Dachflächen (Photovoltaikanlagen, Ziegel mit Lotuseffekt, etc.) zurück. Die Anfangsverluste wurden entsprechend dem tatsächlichen Abfluss kalibriert und gegenüber den Vorschlägen im DWA Arbeitsblatt A 118 reduziert. Die Reduzierung der Anfangsverluste der undurchlässigen Flächen allein reicht jedoch nicht aus um die gemessenen Werte zu erreichen, daher wurden auch die Anfangsverluste der durchlässigen Flächen reduziert. Die in Klammern angegebenen Werte sind die ursprünglichen Werte entsprechend A 118.

Anfangsverluste der durchlässigen Flächen:

Geländeneigung	Flach (NG1)	Hügelig (NG2)	Steil (NG3)	Sehr steil (NG4)
Anfangsverlust	4,0 (5,0) mm	3,0 (4,0) mm	2,5 (3,5) mm	2,0 (3,0) mm

Abbildung 3: Anfangsverluste der durchlässigen Flächen

Anfangsverluste der undurchlässigen Flächen:

Geländeneigung	Flach (NG1)	Hügelig (NG2)	Steil (NG3)	Sehr steil (NG4)
Anfangsverlust	1,0 (1,5) mm	0,9 (1,4) mm	0,8 (1,3) mm	0,6 (1,1) mm

Abbildung 4: Anfangsverluste der undurchlässigen Flächen

Zusätzlich zu den Anfangsverlusten erfolgen bei den durchlässigen Flächen Versickerungsverluste. Der Anfangsverlust wurde mit 160 l/(s*ha) angesetzt. Die Rückgangskonstante beträgt 0,056. Der Endverlust beträgt 20 l/(s*ha) .

Die Verluste aus Verdunstung betragen $0,4 \text{ l/(s*ha)}$. Der Anteil der Abflusswirksamen durchlässigen Fläche wurde mit 0,5 angesetzt.

4.1.5 Sonderbauwerke

Das Regenwasser im Mischsystem wird derzeit über die Regenwetterentlastungspumpen in der Entlastungsanlage Jahnstraße der Donau, sowie über den Stauraumkanal mit oben liegender Entlastung in der Weinbergstraße dem Hartgraben zugeführt. Regenrückhaltebecken sind nur in Form von kleineren Stauraumkanälen vorhanden.

Die für die Berechnung erforderlichen Kennwerte wie Drosselabflüsse, Pumpenleistung, Ein- und Ausschaltpunkte, Steuerung der Pumpen, Volumen der Becken und Teiche, etc. sind unter Punkt 5 für jedes Sonderbauwerk aufgeführt.

4.1.6 Rechenzeiten

Die Überrechnung eines vollständigen Netzes mit einem Niederschlagskontinuum erfordert eine enorme Rechenleistung. Um die Berechnung zu beschleunigen kann bei dem Programmpaket Kanal++ die Berechnung der einzelnen Regen auf mehrere Rechner verteilt werden.

Die Länge der Regenereignisse beträgt für das Netz Tegernheim zwischen 5 Minuten und 12.550 Minuten. Hinzu kommen die Zeiten für die Befüllung des Netzes (rund 160 Minuten) und Entleerung des Netzes (maximal rund 500 Minuten).

Mit der Verteilung der Regen auf 7 Rechner dauert die Berechnung des Kontinuums mit 7.887 Regenereignissen rund 8 Stunden!

4.2 Modellkalibrierung

Bei der Modellkalibrierung werden die für den Ist-Zustand errechneten Werte für Schmutzwasser, Fremd- und Regenwasser mit den tatsächlich gemessenen bzw. aus den Messwerten nach DWA A 198 ermittelten Werten auf Plausibilität verglichen.

Die durchschnittliche Niederschlagsbelastung der Berechnung liegt bei 702 mm pro Jahr, siehe Punkt 5.1.2. Da am Standort Tegernheim kein Niederschlagsgeber vorhanden ist muss der Vergleich mit Realität anhand von Durchschnittswerten der letzten 18 Jahre geführt werden.

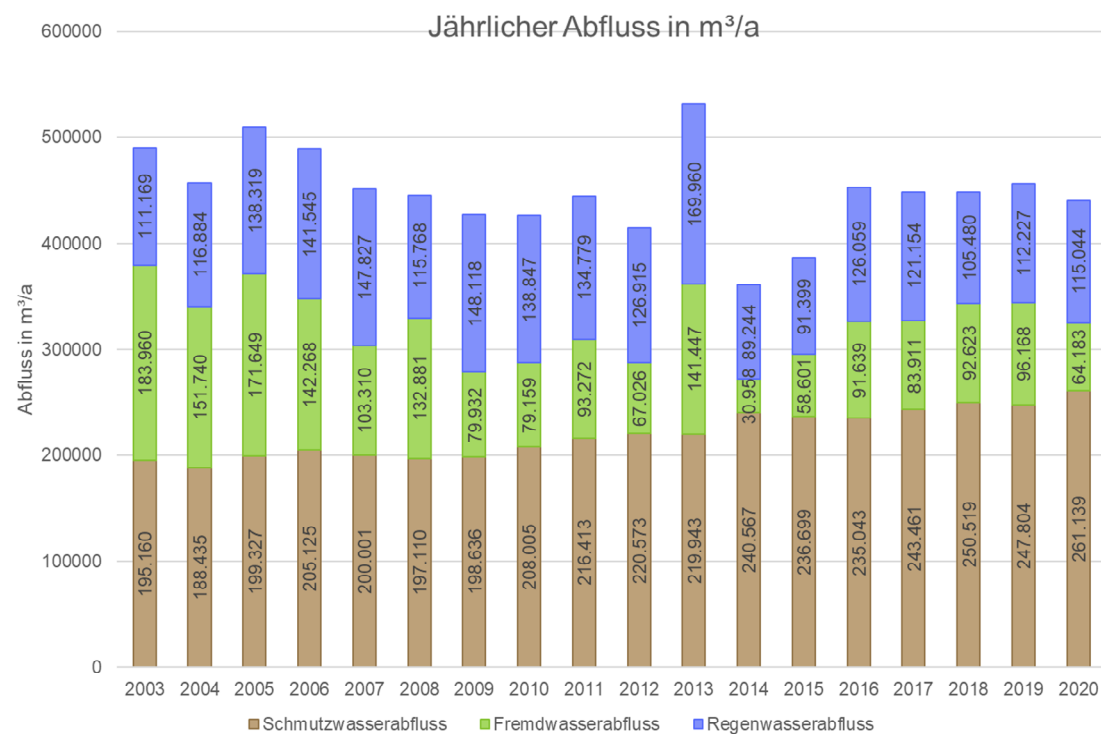


Abbildung 5: Geförderte Mischwassermenge 2003-2020 nach DWA M 198

Beim Schmutzwasserabfluss ist in den letzten 18 Jahren eine nicht unerhebliche Steigerung durch zusätzliche Bebauung von ca. 31 % zu erkennen. Die Zunahme ist dabei annähernd genauso groß wie der Bevölkerungszuwachs um ca. 34 % von 4277 auf 5588 Einwohner in dieser Zeitspanne. Die Berechnung wurde an den Verbrauch der letzten Jahre angeglichen und dementsprechend der Wert von 250.000 m³/Jahr des Wasserverbrauchs als Vergleichswert angesetzt.

Nachdem er zuvor durch intensive Kanalsanierungsmaßnahmen in den 2000er Jahren kontinuierlich gesunken ist, hat der Fremdwasseranteil trotz einiger trockener Jahre wieder zugenommen. Der Vergleichswert aus der Messung wurde daher mit 84.000 m³/Jahr angesetzt.

Der gemessene Regenwasseranteil lag in den letzten 18 Jahren zwischen 89.000 m³/Jahr und 170.000 m³/Jahr. Aus den letzten drei Jahren wurde ein Mittelwert von 110.000 m³/Jahr gewählt.

	Vergleichswerte der Messung	Berechnung
Regenwasser	110.000 m ³ /Jahr	111.000 m ³ /Jahr
Fremdwasser	84.000 m ³ /Jahr	78.000 m ³ Jahr
Schmutzwasser	250.000 m ³ /Jahr	242.000 m ³ /Jahr

Abbildung 6: Ergebnis der Netzkalibrierung

Die gewählten Vergleichswerte werden mit dem Berechnungsergebnis der Schmutzfrachtvariante verglichen. Bei dieser Berechnung wird jedoch als Simulationszeit nur der Zeitraum der Regenereignisse mit einer Vor- und Nachlaufzeit betrachtet, keine weitere Trockenwetterzeit. Die Vorlaufzeit dient dabei der „Befüllung“ des simulierten Netzes mit dem Trockenwetterabfluss. Da jedoch Fremdwasser und Schmutzwasser kontinuierlich, also auch zu Zeiten ohne Niederschlag abfließen, müssen diese Berechnungswerte mit einem Faktor „Betrachteter Zeitraum / Simulationszeit“ skaliert werden.

Ergeben sich größere Differenzen können Fehler im Berechnungsmodell bestehen. Ein möglicher Fehler ist die falsche Annahme der versiegelten Flächen. Je genauer die Flächen aufgenommen wurden (bestenfalls exakte Aufnahme im Zuge der Einführung einer getrennten Abwassergebühr) desto geringer ist die Fehlerwahrscheinlichkeit.

Ein weiterer Fehler kann darin bestehen, dass Einzugsgebiete, vor allem Außengebiete, übersehen wurden oder Fremdeinleitungen z.B. aus nicht ständig wasserführenden Entwässerungsgräben vorhanden sind. Der Anschluss von permanent Wasser führenden Gräben oder Bächen hingegen wäre in der Fremdwassermenge enthalten.

Die Messungen und die Berechnungen passen gut zusammen, die Abweichungen liegen unter 10 %. Daher kann auch davon ausgegangen werden, dass kein Niederschlagswasser von Außengebieten unerkannter Weise in die Kanalisation abfließt. Eine weitere Kalibrierung ist nicht erforderlich.

4.3 Berechnung des Prognose-Zustandes

4.3.1 Durchführung

Da die Neuerteilung der wasserrechtlichen Genehmigung für die nächsten 17 Jahre Gültigkeit haben soll, ist es unlogisch die für den Antrag erforderlichen Kennzahlen aus dem Ist-Zustand zu ermitteln, da davon auszugehen ist, dass z.B. der Bevölkerungszuwachs auch in den kommenden Jahren noch anhalten wird. Daher wurde die für die Schmutzfrachtberechnung erforderliche hydraulische Berechnung mit dem Prognose-Zustand durchgeführt.

Für den Prognose-Zustand wurden, in Abstimmung mit der Gemeinde Tegernheim, alle Flächen, die in den kommenden Jahren bebaut werden könnten in die Überrechnung mit einbezogen. Dies beinhaltet auch die vollständige Bebauung derzeit noch vorhandener Baulücken. Dazu wurde jedes Gebiet mit einem durchschnittlichen Befestigungsgrad versehen.

Es wird jedoch davon ausgegangen, dass sowohl bei der Schließung von Baulücken, als auch bei der Errichtung des möglichen neuen Baugebiets Tegernheim Süd-West II kein Niederschlagswasser in die Kanalisation abgeleitet, sondern stattdessen vor Ort versickert wird, da die Böden hierfür gut geeignet sind.

Von den im Ist-Zustand unbebauten Flächen wird also auch zukünftig kein Niederschlagswasser in den öffentlichen Kanal eingeleitet, nur Schmutzwasser. Dieses wurde über den durchschnittlichen Wasserverbrauch und der geschätzten Einwohnerzahl in Abhängigkeit der jeweiligen Grundstücksgröße ermittelt.

5 Schmutzfrachtberechnung nach ATV-A 128

Nach telefonischer Rücksprache mit dem Wasserwirtschaftsamt Regensburg vom 30.06.2021 wurde vereinbart, dass von der, zu diesem Zeitpunkt gültigen, Übergangsregelung für die Anwendung des alten Regelwerks ATV-A 128 Gebrauch gemacht werden darf und die Berechnungen noch nicht nach dem neuen Arbeitsblatt DWA-A 102 / 2 geführt werden. Dieser Vereinbarung zugrunde gelegt wurden die Feststellungen, dass mit der Bearbeitung des Projekts bereits begonnen wurde, dass es sich um die Erneuerung eines Wasserrechts einer schon lange bestehende Einleitungsstelle und nicht um einen Neubau handelt und dass die Donau ein sehr starker Vorfluter ist.

Zudem kann bei der Betrachtung der Bebauung im Gemeindegebiet festgestellt werden, dass es sich dabei überwiegend um reine Wohnbebauung mit vielen Grünflächen handelt, sodass die Flächenbelastung als gering eingeschätzt werden kann. Autobahnen oder Bundesstraßen sind im Gemeindegebiet ebenfalls nicht vorhanden.

Die Ergebnisse der Berechnungen wurden im fertiggestellten Antrag vom 24.09.2021 am 04.10.2021 an die Gemeinde versandt und von dieser zeitnah an das Landratsamt Regensburg weitergeleitet, sodass die Fälligkeit zum Ende des Jahres 2021 eingehalten wurde.

Mit Mail vom 28.01.2022 wurde die Gemeinde Tegernheim zum Nachreichen von Unterlage aufgefordert. Diese waren jedoch formeller Natur, Berechnungen und Ergebnisse waren davon nicht betroffen. Die gesetzte Frist zur Widervorlage wird eingehalten.

5.1 Allgemeines

Die Schmutzfrachtberechnung der Abwasseranlage der Gemeinde Tegernheim wurde gemäß Kapitel 8 und Kapitel 8.2 des ATV Arbeitsblattes A 128 für das Gesamtsystem im Nachweisverfahren erstellt.

Generell wurde die Bemessung der Regenentlastungsanlagen in drei Schritten vollzogen:

1. Bestimmung des erforderlichen Gesamtspeichervolumens (Kapitel 7, ATV-A 128).
2. Volumenbestimmung einzelner Entlastungsanlagen für Regenwasser im Mischsystem mit dem vereinfachten Aufteilungsverfahren sowie Durchführung der Schmutzfrachtberechnung für das Gesamtsystem mit dem Nachweisverfahren.
3. Bemessung einzelner Entlastungsbauwerke nach Normalanforderungen (Kapitel 9, ATV-A 128).

5.1.1 Verwendete Software zur Berechnung

Die Schmutzfrachtberechnung im Nachweisverfahren wurde mit dem Modul Flow++ des Programmpaketes Kanal++ der Firma Tandler.com durchgeführt. Das Verfahren wurde anhand des Abwassernetzes der Stadt Landshut überprüft und wurde im Zuge dessen durch das Wasserwirtschaftsamt Landshut sowie das Bayerische Landesamt für Umwelt anerkannt.

In der vorliegenden Planung erfolgt der Nachweis der ausgetragenen Schmutzfrachten aus der Entlastungsanlage Jahnstraße in die Donau für den Prognose-Zustand.

5.1.2 Niederschlagsbelastung

Gemäß ATV Arbeitsblatt A 128 sind für das Nachweisverfahren langjährige Regenreihen zugrunde zu legen, die einen möglichst guten Bezug zur Örtlichkeit aufweisen. Die Regenreihen sollen einen Zeitraum von mindestens 10 Jahren umfassen und unter statistischen Gesichtspunkten die Grundgesamtheit des örtlichen Niederschlagsgeschehens repräsentieren.

Der Nachweis wurde mit der gesamten vorhandenen Datenmenge von 52 Jahren durchgeführt. Die mittlere Jahresniederschlagshöhe über das gesamte Spektrum von 52 Jahren beträgt 702 mm.

5.1.3 Kanalnetz

Das Nachweisverfahren wurde am vollständigen Kanalnetz mit allen Einzugsgebieten durchgeführt. Gegenüber dem tatsächlichen Zustand werden bei der Berechnung mit dem fiktiven Zentralbecken sämtliche Querschnitte iterativ soweit erhöht, bis das anfallende Regenwasser im Mischsystem vollständig und rückstaufrei zum Zentralbecken geleitet wird.

Dazu wird zunächst ein geeignetes Regenereignis aus dem Kontinuum ausgewählt, welches möglichst kurz, jedoch mit sehr hoher Intensität stattfindet. Bei der iterativen Dimensionierung berechnet nun das Programm, nur für diesen Regen, die Hydraulikvariante und passt anschließend die Profilhöhen der Kanäle an. Dieser Vorgang wird sooft wiederholt, bis keine Profilvergrößerung mehr erforderlich ist, das Niederschlagswasser also ohne Rückstau zum Zentralbecken geleitet wird.

5.2 Ermittlung des Gesamtspeichervolumens (Fiktives Zentralbecken)

Die Größe des fiktiven Zentralbeckens für den Prognose-Zustand wurde entsprechend Kapitel 7.2 ATV Arbeitsblatt A 128 ermittelt. Das fiktive Becken wurde als „reales“ Becken (Durchlaufbecken im Nebenschluss mit Klärüberlauf, jedoch ohne Beckenüberlauf) in das Berechnungsmodell eingebaut. Vor dem Becken erfolgt ein Absturz von 100 Höhenmetern so dass kein Kanalvolumen aktiviert werden kann. Der Drosselabfluss entspricht der Schmutzwasserfördermenge des zentralen Pumpwerks Jahnstraße zur Kläranlage.

5.2.1 Erläuterung der Eingabeparameter

Mittlere Jahresniederschlagshöhe h_{Na}

Die mittlere Jahresniederschlagshöhe wird ermittelt als der Durchschnittswert der Jahresniederschlagshöhen der 52 Jahre des Kontinuums (siehe Punkt 5.1.2). Im vorliegenden Fall beträgt sie 702 mm.

Undurchlässige Gesamtfläche $A_{u, A128}$

Die undurchlässige Gesamtfläche der an das Kanalnetz bzw. die Kläranlage angeschlossenen Einzugsgebiete. Im vorliegenden Projekt sind dies 43,37 ha für den Prognose-Zustand. In die Werte ist bereits eine Erhöhung eingerechnet. Diese wird erforderlich wenn von durchlässigen Flächen bei Extremereignissen Regenwasser in das Kanalnetz gelangt. Dazu wird die Regenwassermenge von nicht befestigten Flächen durch die Regenwassermenge der befestigten Flächen dividiert. Die Erhöhung der undurchlässigen Gesamtfläche erfolgt dann um diesen Faktor. Die Regenwassermengen können in Kanal++ ermittelt werden. Die Erhöhung liegt in der Regel unterhalb 1%.

Längste Flieszeit im Gesamtgebiet t_f

Die längste Flieszeit im Gesamtgebiet wird in der hydraulischen Überrechnung des Netzes von Kanal++ automatisch ermittelt. Sie wird anhand der Fließgeschwindigkeit bei Vollfüllung errechnet.

Mittlere Geländeneigungsgruppe NG_m

Die mittlere Geländeneigungsgruppe ermittelt sich als gewichteter Mittelwert aller Neigungsgruppen der einzelnen Einzugsgebiete. Die Neigungsgruppe der einzelnen Einzugsgebiete wird aus dem digitalen Geländemodell ermittelt.

Dachflächen werden entsprechend der tatsächlichen Bebauung mit einer für die jeweiligen Ortsteile typischen Dachneigung eingegeben.

Trockenwetterabfluss (aus Misch- und Trenngebieten), 24-h Tagesmittel $Q_{T,aM}$

Der Trockenwetterabfluss im 24-h Tagesmittel, gemittelt über das gesamte Jahr ergibt sich als Summe von Schmutzwasserabfluss und Fremdwasserabfluss.

Die Werte wurden in der Anlage 2 des Erläuterungsberichts, Bemessungswerte nach ATV-DVWK A 198, für den Ist-Zustand ermittelt. Für den Prognose-Zustand wurde der Schmutzwasserabfluss entsprechend der geschätzten höheren Einwohnerzahl hochgerechnet.

Da sämtliche Neubaugebiete künftig im Trennsystem erschlossen werden sollen und auch weiterhin an einer Reduzierung des Fremdwasseranteils, z.B. durch Kanalsanierungsmaßnahmen, gearbeitet wird wurde der Fremdwasserabfluss für den Prognose-Zustand nicht angehoben.

$Q_{S,aM} = 8,08 \text{ l/s}$ im Ist-Zustand (nach ATV-DVWK A 198)

$Q_{F,aM} = 2,63 \text{ l/s}$ im Ist-Zustand (nach ATV-DVWK A 198)

$Q_{S,aM} = 9,36 \text{ l/s}$ im Prognose-Zustand für Schmutzfrachtberechnung

$Q_{F,aM} = 2,63 \text{ l/s}$ im Prognose-Zustand für Schmutzfrachtberechnung

MW-Abfluss der Kläranlage Q_M

Der Mischwasserabfluss zur Kläranlage ist entweder durch ein Drosselorgan oder eine Pumpe vorgegeben. Ist dies nicht der Fall wird er über ATV-DVWK Arbeitsblatt A 198 ermittelt:

$$Q_M = f_{S,QM} \cdot Q_{S,aM} + Q_{F,aM}$$

Der Wert $f_{S,QM}$ richtet sich nach den an die Kläranlage angeschlossenen Einwohnern. Gemäß Bild 1, ATV-DVWK Arbeitsblatt A 198 liegt er für kleine Gemeinden (Einwohner 5.000 – 20.000 E) an der unteren Grenze zwischen 5 und 8.

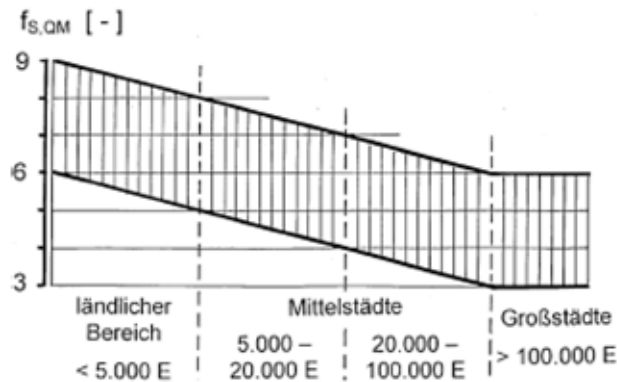


Abbildung 7: Bild 1, ATV-DVWK Arbeitsblatt A 198

Die Gemeinde Tegernheim ist jedoch an die Kläranlage der Stadt Regensburg mit rund 400.000 Einwohnergleichwerten angeschlossen. Damit läge der Wert $f_{S,QM}$ zwischen 3 und 6. Mit einem für beide Varianten gültigen Wert von $f_{S,QM} = 5,5$ läge der Abfluss zur Kläranlage damit bei $Q_M = 54,11$ für den Prognose-Zustand.

Im vorliegenden Fall ist der Mischwasserabfluss zur Kläranlage im Ist-Zustand jedoch durch die Fördermenge im zentralen Pumpwerk Jahnstraße zur Stadt Regensburg vorgegeben und soll auch für den Prognosezustand beibehalten werden:

Fördermenge im Ist-Zustand bei Regenwetter: $Q_M = 55,0 \text{ l/s}$

Die Entlastung von Regenwasser im Mischsystem erfolgt in Tegernheim derzeit über die Entlastungsanlage Jahnstraße, welche in das zentrale Pumpwerk integriert ist. Dem Pumpwerk vorgelagert ist ein Stauraumkanal. Die Entlastung erfolgt unten liegend.

Tagesspitzenbeiwert PF bzw. $x_{Q_{max}}$

Im Nachweisverfahren kann für den Schmutzwasseranfall eine Tagesganglinie angegeben werden. Diese wird dann bei der Berechnung der ausgetragenen Schmutzfrachten berücksichtigt. Der Tagesspitzenbeiwert PF ($= 24 / x_{Q_{max}}$, Bezeichnung in Kanal++) wird aus der Tagesganglinie ermittelt. Ist keine Ganglinie, z.B. durch Messungen vorhanden, wird ein gemäß ATV-DVWK A 198 ermittelter Wert verwendet.

Im vorliegenden Fall wurde der Wert für x_{Qmax} mit 12,5 (Annahme: ca. 6.500 Einwohner) für den Prognose-Zustand festgelegt (siehe Bild 2 ATV-DVWK Arbeitsblatt A 198). Der Tagesspitzenbeiwert PF beträgt damit 1,92.

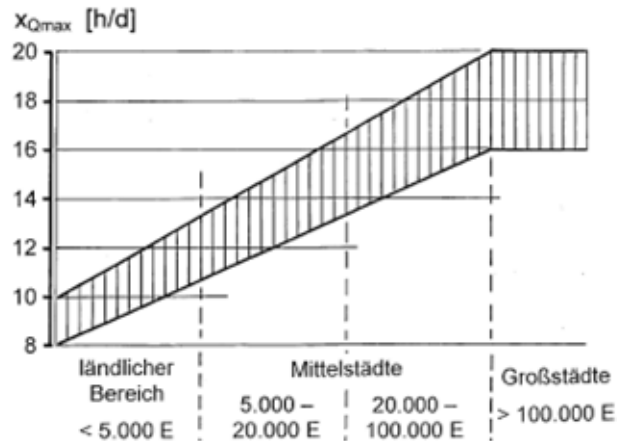


Abbildung 8: Bild 2, ATV-DVWK Arbeitsblatt A 198

Trockenwetterabfluss (aus Misch- und Trenngebieten), Tagesspitze $Q_{T,h,max}$

$$Q_{T,h,max} = 24 / x_{Qmax} * Q_{S,aM} + Q_{F,aM} = 24 / 12,5 * 9,36 \text{ l/s} + 2,63 \text{ l/s} \\ = 20,60 \text{ l/s (Prognose-Zustand)}$$

Regenabfluss aus Trenngebieten (100% Q_{S24}) $Q_{R,Tr,aM}$

Der Regenabfluss aus Trenngebieten stellt das Niederschlagswasser dar, das über die Öffnungen von Schachtdeckeln in den Schmutzwasserkanal von Trenngebieten gelangt. Der Wert muss anhand der Einzugsgebietsgröße in Kanal++ ermittelt werden.

Im vorliegenden Projekt beträgt der Abfluss für den Ist-Zustand:

$$Q_{R,Tr,aM} = 0,49 \text{ l/s} \quad \text{im Ist-Zustand}$$

Für den Prognose-Zustand wurden die Werte entsprechend der zusätzlichen Bauungen im Trennsystem ermittelt. In Summe mit dem Ist-Zustand ergibt sich:

$$Q_{R,Tr,aM} = 1,0 \text{ l/s} \quad \text{im Prognose-Zustand}$$

Mittlerer Fremdwasserabfluss $Q_{F,aM}$

Der Wert wurde in der Anlage 2, Bemessungswerte nach ATV-DVWK A 198, für den Ist-Zustand ermittelt. Für den Prognose-Zustand wird der Wert aufgrund der weiteren Erschließung im Trennsystem sowie weiterer Bemühungen zur Reduzierung des Fremdwasseranfalls nicht erhöht.

$Q_{F,aM} = 2,63 \text{ l/s}$ im Ist- und Prognose-Zustand

CSB-Konzentration im Trockenwetterabfluss c_t

Sind keine genauen Werte bekannt wird mit dem Standardwert $c_t = 600 \text{ mg/l}$ gerechnet. Dieser Wert darf nicht unterschritten werden. Sind tatsächlich niedrigere Werte vorhanden kommen diese dem Gewässer zu Gute.

Das Abwasser der Gemeinde Tegernheim wird jährlich an 3 bis 4 aufeinanderfolgenden Tagen untersucht. Nachfolgend sind die Ergebnisse der letzten 5 Jahre aufgelistet. Bei jeder Messung sind die Abwassermenge im Probezeitraum in m^3 sowie der gemessene CSB Wert in mg/l angegeben. Die letzte Spalte zeigt den mittleren CSB Wert eines Jahres auf dessen Grundlage der für die Schmutzfrachtberechnung verwendete CSB Wert ermittelt wird.

Jahr	Messung 1		Messung 2		Messung 3		Messung 4		Mittelw. CSB
	Q_T	CSB	Q_T	CSB	Q_T	CSB	Q_T	CSB	
2015	850 / 1016		862 / 919		841 / 948		871 / 848		933
2016	800 / 889		724 / 919		740 / 875		685 / 877		890
2017	974 / 700		1001 / 666		876 / 649		- / -		672
2018	677 / 1267		945 / 694		703 / 908		- / -		956
2019	934 / 804		740 / 694		771 / 735		- / -		744

Abbildung 9: Abwasseruntersuchung der letzten 5 Jahre

Es ergibt sich ein durchschnittlicher Wert von 839 mg/l für die letzten 5 Jahre.

Lässt man den Maximalwert 2018 und den Minimalwert 2017 unbeachtet ergibt sich ein Wert von 856 mg/l. Betrachtet man die letzten drei Jahre ergibt sich ein durchschnittlicher Wert von 791 mg/l.

Die Bemessungen nach ATV Arbeitsblatt A 128 werden mit einem mittleren Wert von 850 mg/l durchgeführt.

5.2.2 Erforderliches Gesamtspeichervolumen Prognose-Zustand

Mittlere Jahresniederschlagshöhe	DWD oder aus Regenauswertung	h_{Na}	702	mm
Undurchlässige Gesamtfläche	Rechenwert	$A_{u, A128}$	43.37	ha
Längste Fließzeit im Gesamtgebiet	nur bedeutsamere Flächen	t_f	31.791	min
Mittlere Geländeneigungsgruppe	$NG_m = \Sigma (NG_i \cdot A_{E,ki}) / \Sigma (A_{E,ki})$	NG_m	2.141	
MW-Abfluss der Kläranlage	Biologie bei Regenwetter	Q_M	55	l/s
TW-Abfluss, 24h-Tagesmittel	aus Misch- und Trenngebieten	$Q_{T,aM}$	11.99	l/s
Tagesspitzenbeiwert	aus Tagesganglinie für häusliches SW	PF	1.92	
TW-Abfluss, Tagesspitze	aus Misch- und Trenngebieten	$Q_{T,h,max}$	20.6	l/s
Regenabfluss aus Trenngebieten	100% Q_{s24} aus Trenngebieten	$Q_{R,Tr,aM}$	1	l/s
Mittlerer Fremdwasserabfluss	in $Q_{T,aM}$ enthalten	$Q_{F,aM}$	2.63	l/s
CSB-Konzentration im TW-Abfluss	Jahresmittel einschl. $Q_{F,aM}$	C_T	850	mg/l
Auslastungswert der Kläranlage	$n = (Q_M - Q_{F,aM}) / (Q_{T,h,max} - Q_{F,aM})$	n	2.914	
Regenabfluss, 24h-Tagesmittel	$Q_{R,aM} = Q_M - Q_{T,aM} - Q_{R,Tr,aM}$	$Q_{R,aM}$	42.01	l/s
Regenabflussspende der ZKA	$q_{R,ZKA,Au} = Q_{R,aM} / A_{u,A128}$		0.969	l/(s*ha)
TW-Abflussspende Gesamtgebiet	$q_{T,ZKA,Au} = Q_{T,aM} / A_{u,A128}$	$q_{T,ZKA,Au}$	0.276	l/(s*ha)
Fließzeitabminderung	$a_f = 0.5 + 50 / (t_f + 100); a_f \geq 0.885$	a_f	0.885	
mittl. Regenabfluss bei Entlastung	$Q_{R,e} = a_f \cdot (3.0 + 3.2 \cdot q_{R,ZKA,Au}) \cdot A_{u,A128}$	$Q_{R,e}$	234.12	l/s
mittleres Mischverhältnis	$m = (Q_{R,e} + Q_{R,Tr,aM}) / Q_{T,aM}$	m	19.61	
x-Wert für Kanalablagerungen	$x_a = 24 \cdot Q_{T,aM} / Q_{T,h,max}$	x_a	13.969	
Einflusswert TW-Konzentration	$a_c = C_T / 600; a_c \geq 1.0$	a_c	1.417	
Einflusswert Jahresniederschlag	$a_h = h_{Na} / 800 - 1; -0.25 \leq a_h \leq 0.25$	a_h	-0.123	
Einflusswert Kanalablagerungen	aus A 128, Bild 12; Anhang 4	a_a	0.357	
Bemessungskonzentration	$C_b = 600 \cdot (a_c + a_h + a_a)$	C_b	990.575	mg/l
rechn. Entlastungskonzentration	$C_e = (107 \cdot m + C_b) / (m + 1)$	C_e	149.872	mg/l
zulässige Entlastungsrate	$e_o = 3700 / (C_e - 70)$	e_o	46.324	%
Weitergehende Anforderungen	$e_{ow} = e_o \cdot 0.85$ (A128)	aktivieren <input type="checkbox"/>	0.85	
spezifisches Speichervolumen	aus A 128, Bild 13; Anhang 4	$V_{s,Au}$	16.649	m³/ha
min. spezifisches Speichervolumen	aus A 128, Bild 13; Anhang 4	$V_{s,min}$	7.32	m³/ha
erforderliches Gesamtvolumen	$V_v = V_{s,Au} \cdot A_{u,A128}$	V	722.071	m³

Abbildung 10: Bestimmung des erforderlichen Gesamtspeichervolumens (Prognose-Zustand)

Bei Stauraumkanälen mit untenliegender Entlastung (wie im vorliegenden Fall) muss im vereinfachten Aufteilungsverfahren das erforderliche Gesamtvolumen mit dem Faktor 1,5 multipliziert werden (ATV Arbeitsblatt A 128, Gleichung 9.6). Damit beträgt das erforderliche Gesamtspeichervolumen für die Entlastungsanlage Jahnstraße $V = 1083,10 \text{ m}^3$. Das vorhandene Volumen liegt jedoch nur bei 956 m^3 (siehe Abschnitt 5.3.3) und ist damit nicht ausreichend. Damit muss das Nachweisverfahren angewendet werden.

5.2.3 Mischungsverhältnis zwischen Schmutzwasser und Regenwasser

Schwache Durchmischung: Während einer Entlastung wird das Trockenwettervolumen ins Verhältnis zum Gesamtvolumen gesetzt. Bei der entlasteten Abflussmenge wird davon ausgegangen, dass das Verhältnis von Trockenwetterabfluss zu Gesamtentlastungsmenge dem zuvor berechneten Verhältnis entspricht. Daraus errechnet sich dann die entsprechende Menge des Schmutzstoffes.

Starke Durchmischung: Das Verhältnis von Trockenwettervolumen zum Gesamtvolumen wird für die Zeitintervalle berechnet für die Vollenfüllung an der Abflusshaltung herrscht. Durch diesen – gegenüber dem Entlastungszeitraum erheblich längeren – Zeitraum erfolgt eine stärkere Durchmischung.

Differenzierte Durchmischung: Bei einer unten liegenden Entlastung wird mit schwacher Durchmischung gerechnet. In allen anderen Fällen mit starker Durchmischung.

Bei der Berechnung im Nachweisverfahren wurde die differenzierte Durchmischung für alle Bauwerke gewählt.

5.3 Darstellung und Bewertung der bestehenden Sonderbauwerke

5.3.1 Allgemeines

Die Vorgehensweise bei der Bemessung einzelner Regenbecken entspricht der Ermittlung des erforderlichen Gesamtspeichervolumens (siehe Punkt 5.2).

An jedem Regenüberlaufbecken muss für das oberhalb liegende Einzugsgebiet ein bestimmtes Gesamtvolumen zur Mischwasserspeicherung vorhanden sein. Der zugehörige Drosselabfluss Q_d entspricht dabei dem Drosselabfluss dieses Beckens.

Nach Feststellung der zulässigen Entlastungsrate kann für das gesamte oberhalb liegende Einzugsgebiet der erforderliche Speicherbedarf ermittelt werden. Zieht man davon das oberhalb des Beckens bereits vorhandene anrechenbare Speichervolumen ab, so erhält man die erforderliche Größe des betrachteten Überlaufbeckens. Anschließend ist zu überprüfen ob dieses Volumen zur Einhaltung der Klärbedingungen ausreicht und das erforderliche Mindestvolumen nicht unterschritten wird.

5.3.2 Ermittlung des spezifischen Mindestspeichervolumens

Das spezifische Mindestspeichervolumen $V_{S,min}$ gemäß Punkt 7.4 ATV Arbeitsblatt A 128 wird einmalig für den gesamten Einzugsbereich der Kläranlage, bzw. für das gesamte Gemeindegebiet ermittelt. Sämtliche Regenüberlaufbecken müssen in Abhängigkeit der angeschlossenen undurchlässigen Fläche dieses Mindestvolumen aufweisen.

$$V_{S,min} = 3,60 + 3,84 \times q_r \quad \text{Gleichung 7.10}$$

$$q_r = Q_{r24} / A_u \quad \text{Gleichung 6.15}$$

$$Q_{r24} = Q_M - Q_{T,aM} - Q_{R,Tr,aM} \quad \text{Gleichung 6.7, Anpassung Kürzel}$$

Ermittlung für den Prognose-Zustand:

$$A_u = 43,37 \text{ ha}$$

$$Q_M = 55,0 \text{ l/s}$$

$$Q_{T,aM} = 11,99 \text{ l/s}$$

$$Q_{R,Tr,aM} = 1,00 \text{ l/s}$$

$$Q_{r24} = 55,0 \text{ l/s} - 11,99 \text{ l/s} - 1,00 \text{ l/s} = 42,01 \text{ l/s}$$

$$q_r = 42,01 \text{ l/s} / 43,37 \text{ ha} = 0,969 \text{ l/(s*ha)}$$

$$V_{S,min} = 3,60 + 3,84 \times 0,969 = 7,321 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Die Ermittlung ist in Abbildung 9 bereits enthalten.

5.3.3 Zentrales Pumpwerk Jahnstraße Tegernheim

Bauwerksdaten:

Bauwerkstyp: Stauraumkanal mit unten liegender Entlastung.

Förderleistungen und Schaltpunkte (Prognose-Zustand):

Pumpe	Schaltpunkt Ein [müNN]	Schaltpunkt Aus [müNN]	Förderleistung [l/s]
SW-Pumpe (2 Pumpen im Wechselbetrieb)	324,65	324,25	30 Bei Trockenwetter
	325,20	324,65	55 Bei Regenwetter
Entlastungspumpe 1	326,90	326,40	850
Entlastungspumpe 2	326,30	326,05	335
Entlastungspumpe 3	326,60	326,20	415
Entlastungspumpe 4	327,20	326,70	485

Abbildung 11: Pumpenkennwerte zentrales Pumpwerk Tegernheim

Der Bestandsplan des Entlastungsbauwerks ist in Beilage 8 zu finden. In den Beilagen 4 und 5 ist zudem der Stauraumkanal in Lageplan und Längsschnitt dargestellt.

Die beiden Schmutzwasserpumpen laufen im Wechselbetrieb und stellen den Drosselabfluss in Richtung Kanalisation im Mischsystem der Stadt Regensburg dar. Über Frequenzumformer kann die Leistung für den Betrieb bei Trocken- bzw. Regenwetter zwischen 30 und 55 l/s variiert werden. Durch den Betrieb mit Frequenzumformer kann zudem der Energieverbrauch durch die Vermeidung von unnötiger Förderleistung reduziert werden.

Entlastungspumpe 1 vom Hersteller Hidrostaal verfügt über ein Schraubenzentrifugalrad.

Bei den Entlastungspumpen 2, 3 und 4 für Niederschlagswasser im Mischsystem handelt es sich grundsätzlich um drei baugleiche Pumpen (Propellerpumpen der Fa. Wilo) mit einer nominellen Förderleistung von jeweils 765 l/s. Allerdings wurden u.a. die Anstellwinkel der Flügelräder an den Pumpen wie folgt variiert: Pumpe 2 6°; Pumpe 3 8° und Pumpe 4 10°. Durch begleitende Durchflussmessungen wurden die in Abbildung 11 genannten, reduzierten Förderleistungen festgestellt.

Der niedrigste Einschaltpunkt (Pumpe 2 bei 326,30 müNN) der Entlastungspumpen stellt in diesem besonderen Fall die Entlastungsschwelle dar. Wird diese Höhe überschritten erfolgt ein Abschlag von Niederschlagswasser im Mischsystem in die Donau.

Die Kalibrierung des Berechnungsmodells in Abschnitt 4.2 und der Abgleich mit den Aufzeichnungen der Kläranlage Regensburg bestätigen die angesetzten Förderleistungen.

Allgemein konnte die Störanfälligkeit der Entlastungspumpen und der Schmutzfrachtaustrag bei Entlastung durch die Nachrüstung von Fettabscheidern in den entsprechenden Betrieben reduziert werden.

Volumen:

Das Volumen des Stauraumkanals wird aufgrund der unten liegenden Entlastung durch die Wehrschwelle des Klärüberlaufs bestimmt. Im Fall des zentralen Pumpwerks an der Jahnstraße ist jedoch keine bauwerkstechnische Wehrschwelle vorhanden. Die Schwelle wird durch den niedrigsten Einschaltpunkt der Mischwasserentlastungspumpen bestimmt. Dieser liegt bei 326,30 mÜNN und damit 150 cm über der Sohle des ankommenden Stauraumkanals.

Das anrechenbare Volumen des Stauraumkanals beträgt in diesem speziellen Fall rund 770 m³. Hinzu kommen ca. 186 m³ im Pumpensumpf. Die gewünschte Klärwirkung des Stauraumkanals ist damit im einfachen Verfahren knapp nicht erreicht (Vorhanden: 956 m³, erforderlich 1083 m³), das erforderliche Mindestvolumen kann jedoch nachgewiesen werden (siehe unten).

Drosselabfluss (Prognose):	55 l/s
Fließzeit zum Bauwerk:	> 15 Minuten
Gesamtfläche A _u (Prognose):	43,37 ha abzgl. Weinbergstr

Bewertung des Bauwerks:

Das zentral Pumpwerk Jahnstraße ist für sich betrachtet nicht optimal aber solide konstruiert und ausgeführt. Die Funktion des Stauraumkanals wurde bei der Planung nur aus hydraulischer Sicht jedoch nicht aus Sicht der Schmutzfracht gesehen. Die Kombination aus Pumpwerk und Stauraumkanal ist aus Sicht des A 128 in dieser Ausführung nicht optimal. Als positiv ist zu bewerten, dass das Regenwasser im Mischsystem vor der Entlastung über den Schmutzwasserpumpensumpf geführt wird und damit ein geringfügiges „absaugen“ der schwereren Schmutzstoffe erfolgt.

Einhaltung des Mindestvolumens (Prognose-Zustand):

$$V_{S,min} = 7,321 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$\text{Gesamtfläche } A_u = 43,37 \text{ ha}$$

Stauraumkanäle mit unten liegender Entlastung erhalten wegen der schlechteren Absetzwirkung einen Zuschlag um den Faktor 1,5. Das erforderliches Mindestvolumen des Beckens errechnet sich zu

$$V_{min} = 1,5 \times V_{S,min} \times A_u = 476,27 \text{ m}^3 < 956 \text{ m}^3$$

Überprüfung der Normalanforderungen gem. Kapitel 9 ATV-A 128Rechnerische Entleerungsdauer:

$$t_{\text{Entl.}} = V / Q_{r24}$$

$$Q_{r24} = Q_{\text{dr}} - Q_{T,aM} - Q_{R,Tr,aM} \quad \text{Gleichung 6.8, Anpassung Kürzel}$$

$$Q_{T,aM} = 11,99 \text{ l/s}$$

$$Q_{R,Tr,aM} = 1,00 \text{ l/s}$$

$$t_{\text{Entl.}} = 956 \text{ m}^3 / (55,0 \text{ l/s} - 11,99 \text{ l/s} - 1,00 \text{ l/s}) = 6,3 \text{ h} < 10 - 15 \text{ Stunden}$$

Der Stauraumkanal wird über die Entlastungspumpen entleert. Dies geschieht bei Vollfüllung der Kanäle in einem Zeitraum von rund 2 Stunden.

Mindestmischverhältnis $m_{RÜB}$:

Die mittlere CSB-Konzentration im Trockenwetterabfluss beträgt 850 mg/l. Eine Erhöhung des Mindestmischverhältnisses ist daher erforderlich.

$$m_{RÜ} = (c_t - 180) / 60 = (850 - 180) / 60 = 11,17$$

$$m = (Q_{re} + Q_{R,Tr,aM}) / Q_{T,aM} \quad \text{Gleichung 6.17, Anpassung Kürzel}$$

$$Q_{re} = VQ_e / (T_e \times 3,6) + Q_{r24} \quad \text{Gleichung 6.11, Anpassung Kürzel}$$

$$VQ_e = 105.427 \text{ m}^3/\text{a} \quad \text{in einem Jahr entlastete Mischwasserabflusssumme}$$

$$T_e = 30 \text{ h/a} \quad \text{in einem Jahr aufsummierte Entlastungsdauer}$$

$$\begin{aligned} Q_{re} &= 105.427 \text{ m}^3/\text{a} / (30 \text{ h/a} \times 3,6) + (55,00 \text{ l/s} - 11,99 \text{ l/s} - 1,00 \text{ l/s}) = \\ &= 976,18 + 42,01 = 1.018,19 \text{ l/s} \end{aligned}$$

$$m = (1.018,19 + 1,00) / 11,99 = 85,00 > 11,17$$

Die Entlastungsdauer pro Jahr entspricht der durchschnittlichen Laufzeit pro Jahr der Regenwetterpumpe 1 in der Entlastungsanlage von Niederschlagswasser aus der öffentlichen Kanalisation im Mischsystem Jahnstraße. Diese liegt pro Jahr bei rund 30 Stunden. Die Zeit wurde anhand der Betriebstagebücher des Pumpwerks ermittelt.

Erforderliche Anpassungen des Bauwerks für den Prognose-Zustand:

Es muss dafür gesorgt werden, dass das abgeschlagene Regenwasser im Mischsystem möglichst frei von Schmutzstoffen ist.

Dies wird zum einen durch eine erhöhte Förderleistung der Schmutzwasserpumpen von 55 l/s im Regenwetterfall erreicht. Zum anderen wurden bei der Sanierung des zentralen Pumpwerks Jahnstraße Kulissentauchwände zwischen dem Zulaufbereich und den Pumpensümpfen der Entlastungspumpen für Niederschlagswasser eingebaut. Diese sorgen für den teilweisen Rückhalt von Grobstoffen. Die Kulissentauchwände haben folgende Bemessungswerte:

Kulissentauchwand 1 (vor dem gemeinsamen Pumpensumpf der Entlastungspumpen 2 bis 4, siehe auch Bestandsplan Entlastungsanlage Jahnstraße):

Länge (l _ü):	9,00 m
Überfallmenge (Q _ü):	4.000 l/s
Schwellenoberkante:	325,40 müNN
Entlastungsbeginn:	325,67 müNN
Überfallhöhe (h _ü):	0,49 m
Lamellenanzahl:	90 Stk.

Kulissentauchwand 2 (vor dem Pumpensumpf der Entlastungspumpe1, siehe auch Bestandsplan Entlastungsanlage Jahnstraße):

Länge (l _ü):	2,60 m
Überfallmenge (Q _ü):	1.000 l/s
Schwellenoberkante:	324,77 müNN
Entlastungsbeginn:	324,77 müNN
Überfallhöhe (h _ü):	0,44 m
Lamellenanzahl:	42 Stk.

Zusätzlich wird der Stauraumkanal vor dem zentralen Pumpwerk Jahnstraße regelmäßig gereinigt, da es durch die geringe Fließzeit zu starken Ablagerungen in der Kanalsole kommt, die bei Trockenwetter aufgrund des geringen Längsgefälles nicht wieder mobilisiert werden können.

Zukünftig sollen die Entlastungspumpen in der in Abbildung 19 genannter Reihenfolge (Pumpen 2, 3, 1, 4) geschaltet werden. Dadurch, dass die Pumpen mit den geringsten Förderleistungen zuerst anlaufen wird bei kleinen und mittleren Regeneignissen weniger Regenwasser im Mischsystem in die Donau entlastet und gleichzeitig der Stauraum besser aktiviert. Erst bei weiter steigendem Wasserspiegel im Kanal werden die beiden leistungstärksten Pumpen 1 und 4 zugeschaltet.

5.3.4 EA Weinbergstraße

Bauwerksdaten:

Bauwerkstyp: Stauraumkanal mit obenliegender Entlastung
 Volumen: 65 m³ (Stauraumkanal DN 1600)
 Drosselabfluss (Ist+ Prognose): 25 l/s
 Gesamtfläche A_u (Prognose): 0,53 ha

Einleitungsstelle:

Bezeichnung	SKO Weinbergstraße
Flurnummer	3113
Gemarkung	Tegernheim
UTM-Koordinaten Ostwert	Zone 32 732.584 m
Nordwert	5.435.741 m
Einleitungsmenge $T_n = 1$	420 l/s
Einzugsgebiet A_E	17,04 ha
Undurchlässige Fläche A_u	5,23 ha
Sohlhöhe der Einleitungsstelle	330,89 müNN

5.3.5 RRB Baugebiet Am Hang

Bauwerksdaten:

Bauwerkstyp: Regenrückhaltebecken ohne Notentlastung.
 Volumen: 120 m³ (Stauraumkanal DN 1600)
 Drosselabfluss (Ist+ Prognose): 10 l/s
 Gesamtfläche A_u (Prognose): 0,53 ha

Regenabflussspende

$$Q_r = Q_{r24} / A_u = (Q_{dr} - Q_{T,aM} - Q_{R,Tr,aM}) / A_u = (10,0 \text{ l/s} - 0,08 \text{ l/s} - 0,0 \text{ l/s}) / 0,53 = 18,71 \text{ l/(s * ha)}$$

Die Regenabflussspende liegt über 5 l/(s * ha) und hat damit keinen wesentlichen Einfluss auf nachfolgende Regenentlastungen (siehe Punkt 9.4 ATV A 128). Durch die Berechnung im Nachweisverfahren werden Volumen und Drosselabfluss jedoch berücksichtigt.

5.4 Ergebnis des Nachweisverfahrens für das Gesamtsystem

Die Berechnung im Nachweisverfahren wurde für den Prognose-Zustand für das tatsächliche Netz und das Netz mit fiktivem Zentralbecken durchgeführt.

Sowohl für die Berechnung mit dem tatsächlichen Netz als auch für die Berechnung mit dem fiktiven Zentralbecken ergibt sich anhand der Entlastungsmenge und der Gesamtregenwassermenge eine Entlastungsrate.

Der Nachweis für das Gesamtsystem gilt als erbracht, wenn die Entlastungsrate für das tatsächliche Netz niedriger ist als für das Netz mit fiktivem Zentralbecken.

Der Nachweis konnte im Stauraumkanal vor der Entlastungsanlage Jahnstraße erbracht werden.

Betrachtet man zusätzlich die ausgetragenen CSB-Frachten so ergibt sich auch hier im tatsächlichen Netz für den Prognose-Zustand ein geringerer Frachtaustrag als im fiktiven Zentralbecken.

Für das Auslaufbauwerk zur Donau sind die Werte von Punkt 5.3.3 anzusetzen. In der Berechnung sind die Werte für den Punkt Einlauf zur Donau angegeben. Durch den Ableitungskanal ergibt sich eine Vergleichmäßigung des Abflusses was erhöhte Fließzeiten zur Folge hat. Für das Mischungsverhältnis ausschlaggebend ist jedoch die tatsächliche Laufzeit der Pumpen.

Ergebnis / Variante	Zentralbecken	Tatsächliches Netz
Entlastungsrate	0,57	0,53
Entlastungsmenge [m³]	112.698	105.427
Regenwassermenge [m³]	197.894	217.288
CSB-Fracht [kg]	11.927	10.880
CSB-Konzentration [mg/l]	105,83	103,20

Abbildung 12: Bauwerks- und Entlastungskennwerte Prognose-Zustand

Die Entlastungsrate ergibt sich durch Division der Entlastungsmenge der jeweiligen Variante mit der Regenwassermenge der Variante Zentralbecken!

Für das Auslaufbauwerk an der Donau ergeben sich für die Berechnung des tatsächlichen Netzes im Detail folgende Kennwerte:

Gesamtabfluss	[m³/a]	105427,406
Max.Abfluss	[l/s]	3689,86
Häufigkeit	[1/a]	38,192
Entlastungsdauer	[h/a]	186,778
Regenwasser	[m³/a]	101162,008
Häusl. SW	[m³/a]	3336,468
Gewerbl. SW	[m³/a]	0
Fremdwasser	[m³/a]	934,214
Fracht-CSB	[kg/a]	10880,493
Konz.-CSB	[mg/l]	103,198

Abbildung 13: Entlastungskennwerte Auslauf Donau im Prognose-Zustand

5.5 Beschreibung der Einleitungsstelle

Bezeichnung	EA Jahnstraße
Flurnummer	320
Gemarkung	Irl
UTM-Koordinaten Ostwert	Zone 32 731.559 m
Nordwert	5.434.077 m
Einleitungsmenge $T_n = 1$	1.750 l/s
Einzugsgebiet A_E	109 ha
Undurchlässige Fläche A_U	43,37 ha
Sohlhöhe der Einleitungsstelle	325,65 müNN

6 Antrag auf Neuerteilung der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis nach § 15 WHG

Gemäß den Berechnungsergebnissen nach Punkt 4 und 5 in Verbindung mit den oben genannten Werten der Tabelle (Abbildung 23) wird die Neuerteilung der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis für die Einleitung von Niederschlagswasser aus der Kanalisation im Mischsystem nach § 15 WHG für die Entlastungsanlage von Niederschlagswasser aus der öffentlichen Kanalisation im Mischsystem Jahnstraße in die Donau beantragt.

Um eine terminliche Gleichschaltung mit dem genehmigten Wasserrecht der Entlastungsanlage Weinbergstraße zu erreichen wird eine Gültigkeit bis 31.12.2039 angestrebt.

Aufgestellt: Schuster / Scholz

Barbing, 31.05.2022

Wasserkörper-Steckbrief Flusswasserkörper (Bewirtschaftungszeitraum 2016–2021)

Flusswasserkörper (FWK)

Datenstand: 22.12.2015

Kennzahl	1_F348
Bezeichnung	Donau von Einmündung Naab bis Einmündung Große Laber
Kennzahl Bewirtschaftungsplan 2009 zum Vergleich	

Beschreibung des Flusswasserkörpers

Länge* Flusswasserkörper [km]	62,2
- Länge Gewässer 1. Ordnung [km]	62,2
- Länge Gewässer 2. Ordnung [km]	-
- Länge Gewässer 3. Ordnung [km]	-
Größe unmittelbares Einzugsgebiet [km²]	138
Einstufung gemäß §28 WHG (HMWB/AWB)	Erheblich veränderter Wasserkörper
Biozönotisch bedeutsamer Gewässertyp	Typ 10: Kiesgeprägte Ströme

*Alle Längenangaben sind aus dem Gewässernetz im Maßstab 1:25.000 abgeleitet. Angaben zu Gewässerordnungen erfolgen nur für Gewässerstrecken innerhalb Bayerns.

Gebiete, in denen der Flusswasserkörper vollständig oder anteilig liegt

Flussgebietseinheit	Donau
Planungsraum/Flussgebietsanteil	DNI: Donau (Naab bis Isar)
Planungseinheit	DNI_PE01: Donau (Naab bis Große Laber)
Gemeinde/Stadt (Länge Gewässer 3. Ordnung mit Unterhaltslast bei der jeweiligen Kommune in km)	Atting (-), Bach a.d.Donau (-), Barbing (-), Donaustauf (-), Kirchroth (-), Pettendorf (-), Pfatter (-), Regensburg (-), Straubing (-), Tegernheim (-), Wörth a.d.Donau (-)

Zuständigkeiten Wasserwirtschaftsverwaltung

Regierung	Oberpfalz
Wasserwirtschaftsamt	Regensburg

Schutzgebiete (gemäß Art. 6 WRRL)

Natura 2000-Gebiet(e) mit funktionalem Zusammenhang zum Flusswasserkörper		
Gebietsnummer	Bezeichnung	FFH/SPA
6741-371	Chamb, Regentalau und Regen zwischen Roding und Donaumündung	FFH
6937-371	Naab unterhalb Schwarzenfeld und Donau von Poikam bis Regensburg	FFH
7040-371	Donau und Altwässer zwischen Regensburg und Straubing	FFH
7040-471	Donau zwischen Regensburg und Straubing	SPA
7142-471	Donau zwischen Straubing und Vilshofen	SPA
7142-301	Donauauen zwischen Straubing und Vilshofen	FFH

EU-Badestelle(n)	nein
-------------------------	------

Wasserkörper-Steckbrief Flusswasserkörper (Bewirtschaftungszeitraum 2016–2021)

Entnahme von Trinkwasser (Art. 7 WRRL)	nein
--	------

Risikoanalyse (aktualisierte Bestandsaufnahme)

(Datenstand Dezember 2013)

Risikoabschätzung bzgl. Zielerreichung bis 2021		Ursache bei Zielverfehlung *
Zielerreichung Zustand gesamt	Zielerreichung unwahrscheinlich	Chemischer Zustand
Zielerreichung ökologischer/s Zustand/Potenzial	Zielerreichung unklar	(Nährstoffe), (Flussgebietsspezifische Schadstoffe), (Bodeneintrag), (Hydromorphologische Veränderungen)
Zielerreichung chemischer Zustand	Zielerreichung unwahrscheinlich	Quecksilber und Quecksilberverbindungen
Zielerreichung chemischer Zustand (ohne ubiquitäre Stoffe)	Zielerreichung unklar	unklar

*Angabe in Klammern: Anhaltspunkte vorhanden, dass genannte(r) Belastung(sbereich) Ursache für Zielverfehlung ist.

Potenzial

(Bewertung für den 2. Bewirtschaftungsplan: Datenstand Dezember 2015)

Ökologisches Potenzial	Mäßig
Zuverlässigkeit der Bewertung zum ökologischen Potenzial	Hoch
Ergebnisse zu Qualitätskomponenten des ökologischen Potenzials	
Makrozoobenthos - Modul Saprobie	Gut
Makrozoobenthos - Modul Allgemeine Degradation	Mäßig
Makrozoobenthos - Modul Versauerung	Nicht relevant
Makrophyten & Phytobenthos	Mäßig
Phytoplankton	Mäßig
Fischfauna	Mäßig
Flussgebietsspezifische Schadstoffe mit Umweltqualitätsnorm-Überschreitung	Umweltqualitätsnormen erfüllt
Chemischer Zustand*	Nicht gut

Details zum chemischen Zustand	
Chemischer Zustand (ohne ubiquitäre Stoffe)	Gut
Prioritäre Schadstoffe mit Umweltqualitätsnorm-Überschreitung	Quecksilber und Quecksilberverbindungen

*Flächenhaftes Verfehlen der Umweltqualitätsnormen (UQN) in der EU (insbes. bei Quecksilber). Die UQN wurden als ökotoxikologische Grenzwerte ausschließlich für die aquatische Nahrungskette festgelegt.

Hinweis: In einigen Fällen und sofern fachlich zulässig können Bewertungsergebnisse von einem Wasserkörper auf einen anderen Wasserkörper übertragen werden. In diesen Fällen ist nur an einem der Wasserkörper eine Messstelle vorhanden.

Bewirtschaftungsziele

Guter chemischer Zustand	Erreichen des Umweltziels voraussichtlich bis 2027
Gutes ökologisches Potenzial	Erreichen des Umweltziels voraussichtlich nach 2027

Wasserkörper-Steckbrief Flusswasserkörper (Bewirtschaftungszeitraum 2016–2021)

Maßnahmen

- gemäß Maßnahmenprogramm 2016–2021

Code (lt. LAWA)	Geplante Maßnahme	
Belastung: Punktquellen		
keine		
Belastung: Diffuse Quellen		
N1) Maßnahme mit Synergien für Ziele Natura 2000-Gebiet(e)		
N2) Maßnahme gemäß Managementplan zur Zielerreichung Natura 2000-Gebiet(e)		
keine		
Belastung: Wasserentnahmen		
N1) Maßnahme mit Synergien für Ziele Natura 2000-Gebiet(e)		
N2) Maßnahme gemäß Managementplan zur Zielerreichung Natura 2000-Gebiet(e)		
keine		
Belastung: Abflussregulierungen und morphologische Veränderungen		
N1) Maßnahme mit Synergien für Ziele Natura 2000-Gebiet(e)		
N2) Maßnahme gemäß Managementplan zur Zielerreichung Natura 2000-Gebiet(e)		
H) Maßnahme mit Synergien für Hochwasserschutz/Hochwasserrisikomanagement		
63.2	Sonstige Maßnahmen zur Verbesserung der hydraulischen Verhältnisse (z.B. natürliche Abflusssdynamik zulassen)	N2
65.1	Deiche verlegen	N2, H
69.3	Passierbares BW (Umgebungsgewässer, Fischauf- und/oder -abstiegsanlage) an einem Wehr/Absturz/Durchlassbauwerk anlegen	N1
70.2	Massive Sicherungen (Ufer/Sohle) beseitigen/reduzieren	N1
71	Maßnahmen zur Habitatverbesserung im vorhandenen Profil	
72.1	Gewässerprofil naturnah umgestalten	N1
72.3	Punktueller Maßnahmen zur Habitatverbesserung mit Veränderung des Gewässerprofils (z.B. Kiesbank mobilisieren)	N2
73.3	Ufervegetation erhalten, naturnah pflegen	N2
74.1	Primäraue naturnah wiederherstellen	H
74.5	Sonstige Maßnahmen zur Auenentwicklung und zur Verbesserung von Habitaten (z. B. Gewässersohle anheben, Uferrehne abtragen, Flutrinne aktivieren)	N2
75.1	Altgewässer anbinden	N1
81.2	Parallelwerke einbauen/aufhöhen (bis über das Mittelwasser, Uferschutz vor Wellenschlag)	N2
85.3	Gewässerbett entschlammen	N2
Belastung: Andere anthropogene Auswirkungen		
keine		
Konzeptionelle Maßnahmen		
508	Vertiefende Untersuchungen und Kontrollen	

- nach 2021 zur Zielerreichung geplante Maßnahmen

Geplante Maßnahmen zur Zielerreichung		
	Abflussregulierung und morphologische Veränderungen, Morphologie	
	Abflussregulierung und morphologische Veränderungen, Durchgängigkeit	

Wasserkörper-Steckbrief Flusswasserkörper (Bewirtschaftungszeitraum 2016–2021)

Nutzungsbedingungen:

© Bayerisches Landesamt für Umwelt

Siehe auch die Nutzungsbedingungen des UmweltAtlas Bayern

Haftungsausschluss:

Das Kartenthema „Gewässerbewirtschaftung“ im UmweltAtlas Bayern wird vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) mit Sorgfalt erstellt und gepflegt. Dennoch kann das LfU für die Vollständigkeit, die Richtigkeit und die Aktualität der dargestellten Daten keine Gewähr übernehmen.

Ermittlung des Schmutzwasserabflusses:

Wasserverbrauch

Ortschaft	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Tegernheim	195.660	188.935	199.827	205.625	200.501	197.610	199.136
abzüglich Gartenwasser	500	500	500	500	500	500	500
Gesamt	195.160	188.435	199.327	205.125	200.001	197.110	198.636

Ortschaft	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Tegernheim	208.505	216.913	221.073	220.443	241.067	237.199	235.543
abzüglich Gartenwasser	500	500	500	500	500	500	500
Gesamt	208.005	216.413	220.573	219.943	240.567	236.699	235.043

Ortschaft	2017	2018	2019	2020			
Tegernheim	243.961	251.019	248.304	261.639			
abzüglich Gartenwasser	500	500	500	500			
Gesamt	243.461	250.519	247.804	261.139			

Großabnehmer (in Wasserverbrauch bereits enthalten)

1	2	3	4	5	6	7	8
Wasser [m³/a]	Wasser [m³/a]	Wasser [m³/a]	Wasser [m³/a]	Wasser [m³/a]	Wasser [m³/a]	Wasser [m³/a]	Wasser [m³/a]
1.580	2.035	1.357	6.011	1.216	1.200	1.370	1.201

9	10	11	12	13	14	15	16
Wasser [m³/a]	Wasser [m³/a]	Wasser [m³/a]	Wasser [m³/a]	Wasser [m³/a]	Wasser [m³/a]	Wasser [m³/a]	Wasser [m³/a]
4.936	1.495	4.311	1.489	4.481			
Summe:	32.682						

**Bemessungswerte nach
ATV-DVWK Arbeitsblatt A198**

Einwohnerzahlen / Hauptwohnsitz

Ortschaft	Einwohner 2003	Einwohner 2004	Einwohner 2005	Einwohner 2006	Einwohner 2007	Einwohner 2008	Einwohner 2009
Tegernheim	4.277	4.277	4.350	4.581	4.651	4.741	4.846
Gesamt	4.277	4.277	4.350	4.581	4.651	4.741	4.846

Ortschaft	Einwohner 2010	Einwohner 2011	Einwohner 2012	Einwohner 2013	Einwohner 2014	Einwohner 2015	Einwohner 2016
Tegernheim	4.930	5.000	5.141	5.260	5.315	5.412	5.473
Gesamt	4.930	5.000	5.141	5.260	5.315	5.412	5.473

Ortschaft	Einwohner 2017	Einwohner 2018	Einwohner 2019	Einwohner 2020			
Tegernheim	5.569	5.583	5.661	5.588			
Gesamt	5.569	5.583	5.661	5.588			

Wasserverbrauch je Einwohner

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	$l/(E \cdot d)$	$l/(E \cdot d)$	$l/(E \cdot d)$	$l/(E \cdot d)$	$l/(E \cdot d)$	$l/(E \cdot d)$	$l/(E \cdot d)$
ohne Großabnehmer	104,08	99,77	104,96	103,13	98,56	95,02	93,82
Gesamt	125,01	120,71	125,54	122,68	117,81	113,91	112,30

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	$l/(E \cdot d)$	$l/(E \cdot d)$	$l/(E \cdot d)$	$l/(E \cdot d)$	$l/(E \cdot d)$	$l/(E \cdot d)$	$l/(E \cdot d)$
ohne Großabnehmer	97,43	100,67	100,13	97,54	107,16	103,28	101,30
Gesamt	115,59	118,58	117,55	114,56	124,01	119,82	117,66

	2017	2018	2019	2020			
	$l/(E \cdot d)$	$l/(E \cdot d)$	$l/(E \cdot d)$	$l/(E \cdot d)$			
ohne Großabnehmer	103,69	106,90	104,11	112,01			
Gesamt	119,77	122,94	119,93	128,03			

Schmutzwasserabfluss im Jahresmittel ($Q_{S,aM}$)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
$Q_{S,aM}$	6,19	5,98	6,32	6,50	6,34	6,25	6,30

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
$Q_{S,aM}$	6,60	6,86	6,99	6,97	7,63	7,51	7,45

	2017	2018	2019	2020			
	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]			
$Q_{S,aM}$	7,72	7,94	7,86	8,28			

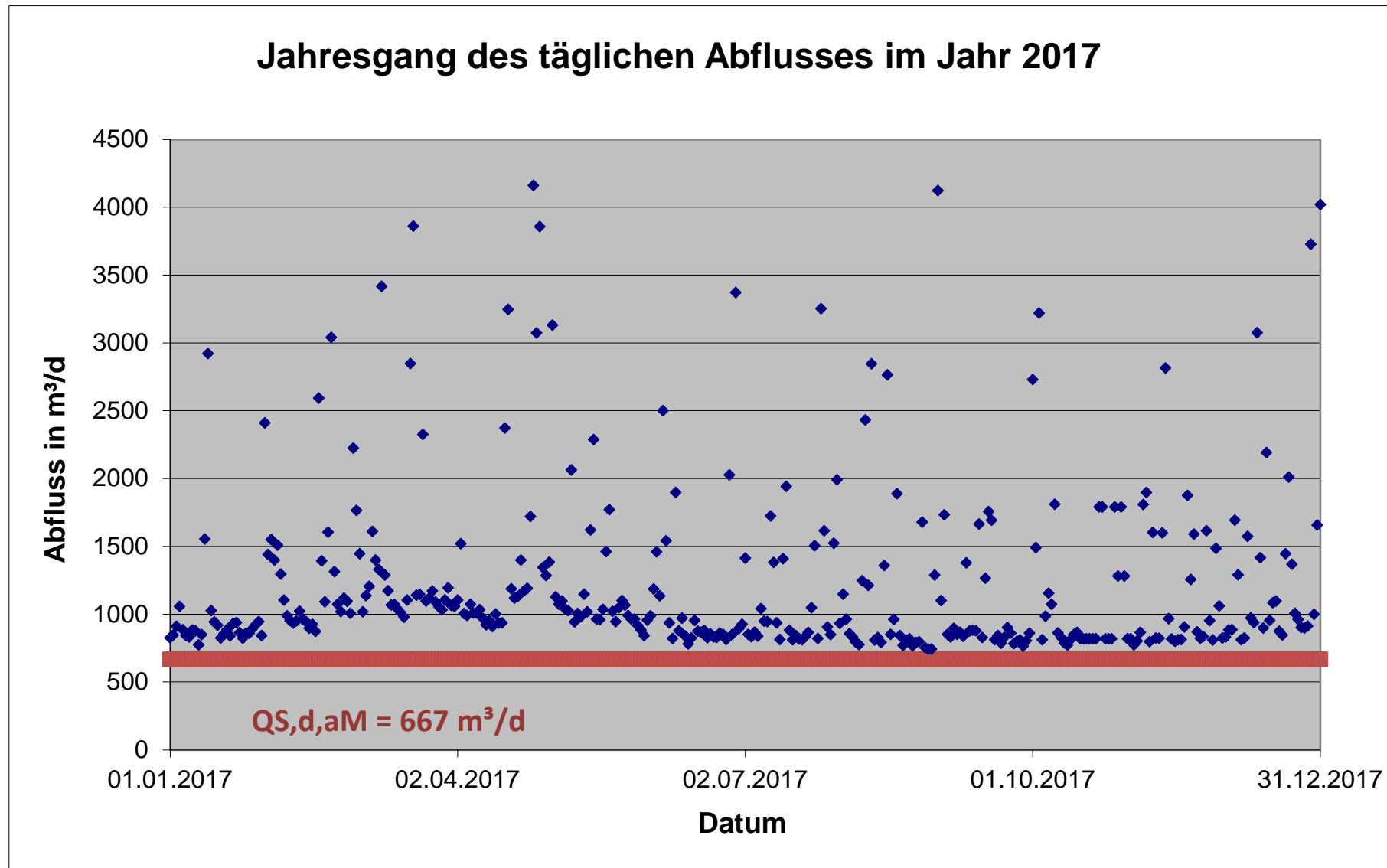
Fremdwasserabfluss im Jahresmittel ($Q_{F,aM}$) im Jahr 2017

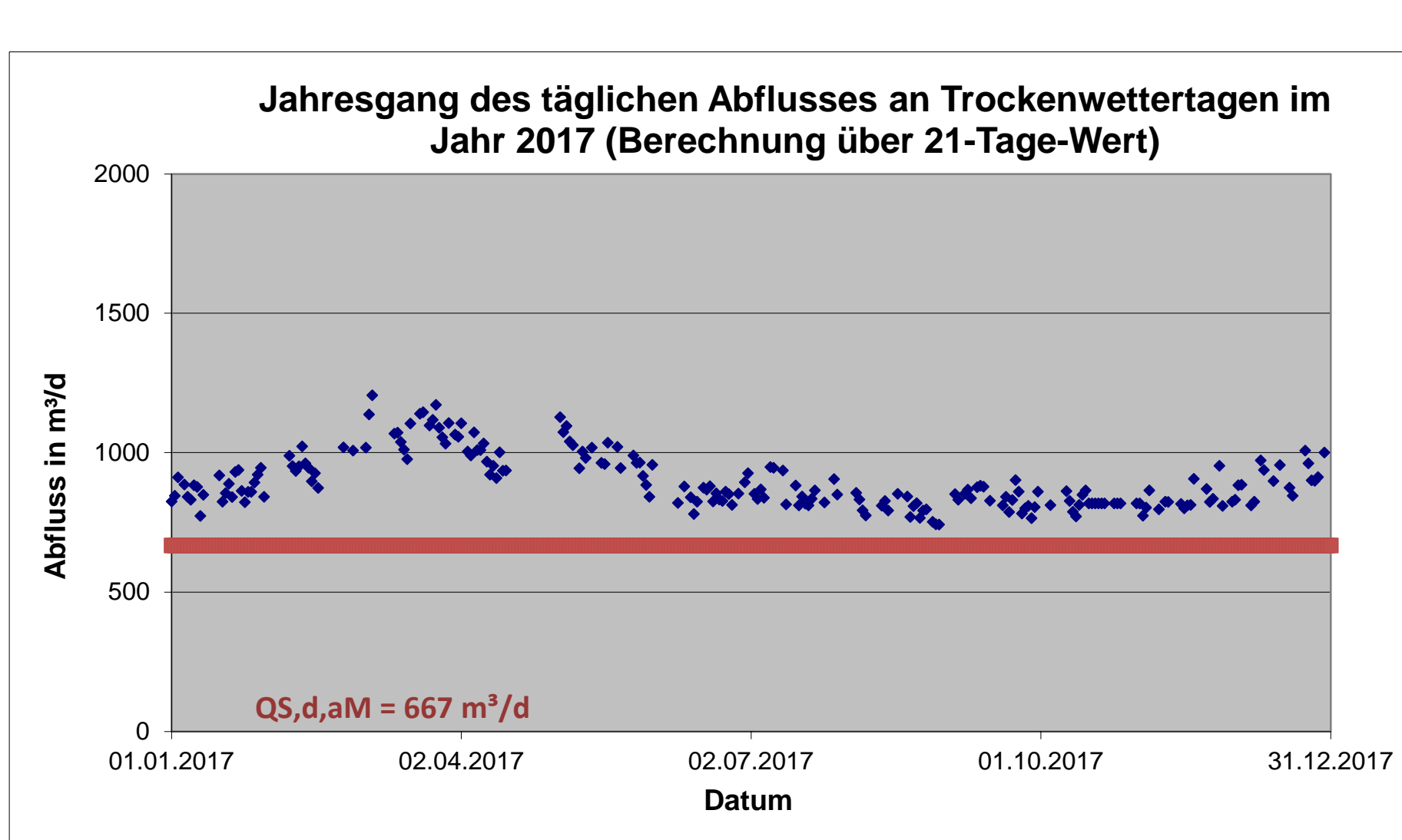
Bezeichnung	Einheit	Auswertung nach Berechnung (21d)
$Q_{T,d,aM}$	m³/d	896,9
$Q_{T,aM}$	l/s	10,4
$Q_{S,aM}$	l/s	7,7
$Q_{F,aM}$	l/s	2,7
$Q_{F,aM} / Q_{T,aM}$	%	25,6%
$Q_{F,mM,max} / Q_{F,aM}$	-	1,83

<2 keine Anhebung von QF bei Ermittlung QM

Fremdwasserabfluss im Monatsmittel ($Q_{F,mM}$) im Jahr 2017 aus errechneten Werten (21-Tage-Durchschnitt)

Monat	$Q_{T,d,mM}$ [m³/d]	$Q_{T,mM}$ [l/s]	$Q_{S,mM}$ [l/s]	Abfluss $Q_{F,mM}$ [l/s]	$Q_{F,aM} / Q_{T,aM}$ [%]
Januar	869,7	10,1	7,7	2,3	23,3%
Februar	956,5	11,1	7,7	3,4	30,3%
März	1088,0	12,6	7,7	4,9	38,7%
April	998,0	11,6	7,7	3,8	33,2%
Mai	997,5	11,5	7,7	3,8	33,1%
Juni	848,7	9,8	7,7	2,1	21,4%
Juli	864,8	10,0	7,7	2,3	22,9%
August	798,2	9,2	7,7	1,5	16,4%
September	834,7	9,7	7,7	1,9	20,1%
Oktober	822,7	9,5	7,7	1,8	18,9%
November	831,0	9,6	7,7	1,9	19,7%
Dezember	901,2	10,4	7,7	2,7	26,0%
Maximum	1088,0	12,6	7,7	4,9	38,7%





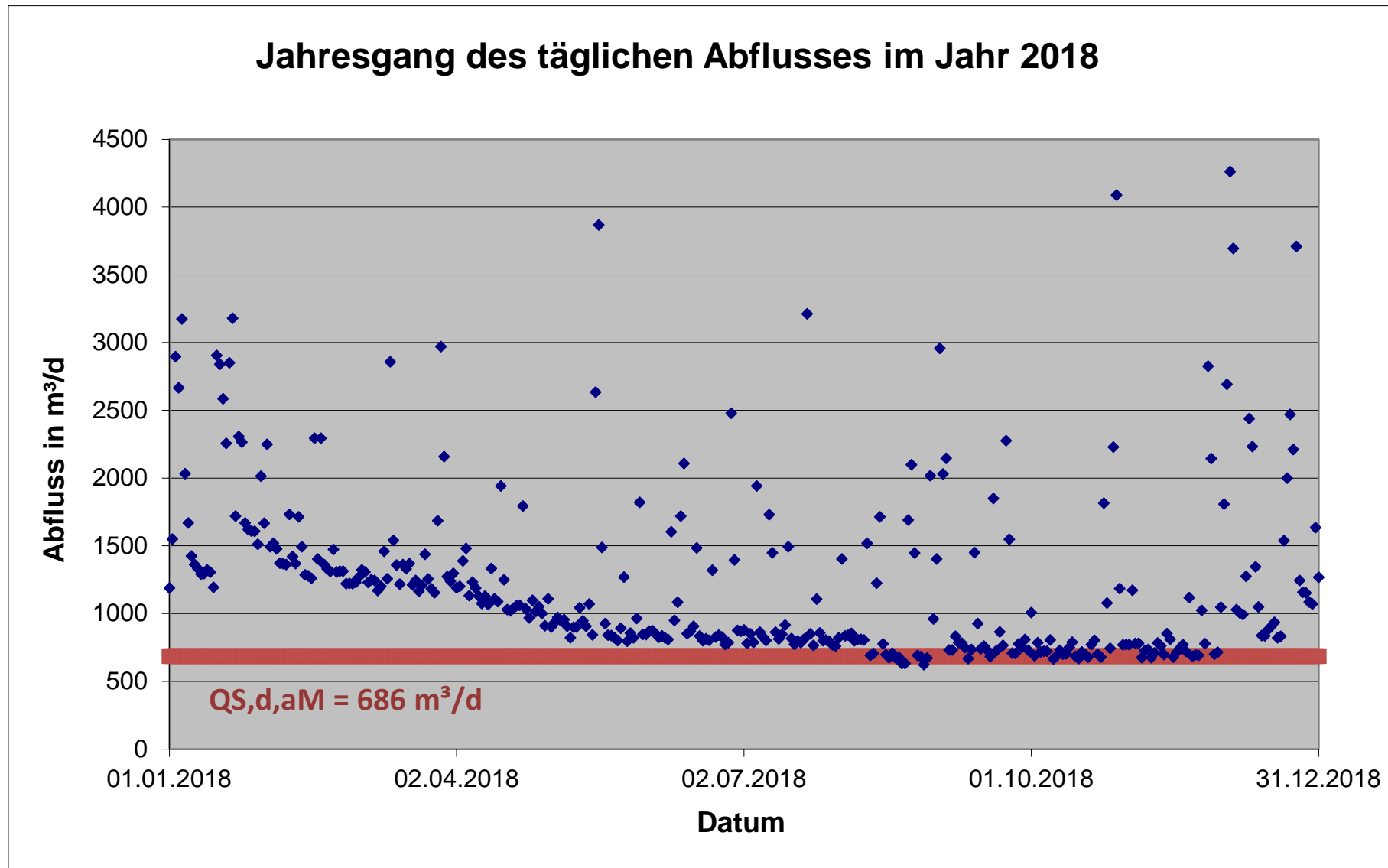
Fremdwasserabfluss im Jahresmittel ($Q_{F,aM}$) im Jahr 2018

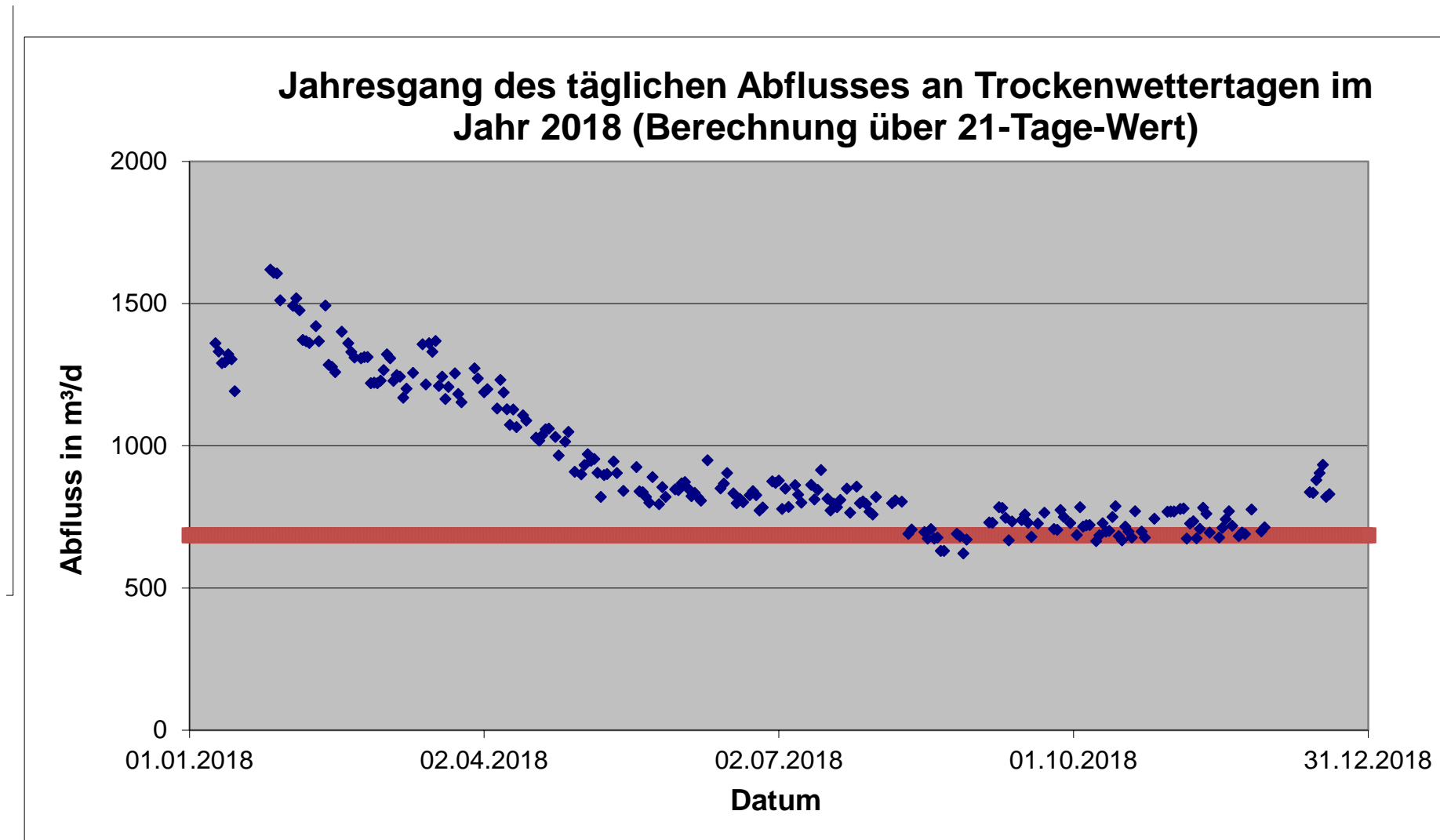
Bezeichnung	Einheit	Auswertung nach Berechnung (21d)
$Q_{T,d,aM}$	m³/d	940,1
$Q_{T,aM}$	l/s	10,9
$Q_{S,aM}$	l/s	7,9
$Q_{F,aM}$	l/s	2,9
$Q_{F,aM} / Q_{T,aM}$	%	27,0%
$Q_{F,mM,max} / Q_{F,aM}$	-	2,83

>2 --> ggf. Anhebung von QF bei Ermittlung QM

Fremdwasserabfluss im Monatsmittel ($Q_{F,mM}$) im Jahr 2018 aus errechneten Werten (21-Tage-Durchschnitt)

Monat	$Q_{T,d,mM}$ [m³/d]	$Q_{T,mM}$ [l/s]	$Q_{S,mM}$ [l/s]	Abfluss $Q_{F,mM}$ [l/s]	$Q_{F,aM} / Q_{T,aM}$ [%]
Januar	1404,3	16,3	7,9	8,3	51,1%
Februar	1356,2	15,7	7,9	7,8	49,4%
März	1251,1	14,5	7,9	6,5	45,1%
April	1097,2	12,7	7,9	4,8	37,4%
Mai	882,8	10,2	7,9	2,3	22,3%
Juni	838,4	9,7	7,9	1,8	18,1%
Juli	823,5	9,5	7,9	1,6	16,7%
August	708,2	8,2	7,9	0,3	3,1%
September	736,4	8,5	7,9	0,6	6,8%
Oktober	716,8	8,3	7,9	0,4	4,2%
November	727,9	8,4	7,9	0,5	5,7%
Dezember	863,4	10,0	7,9	2,0	20,5%
Maximum	1404,3	16,3	7,9	8,3	51,1%





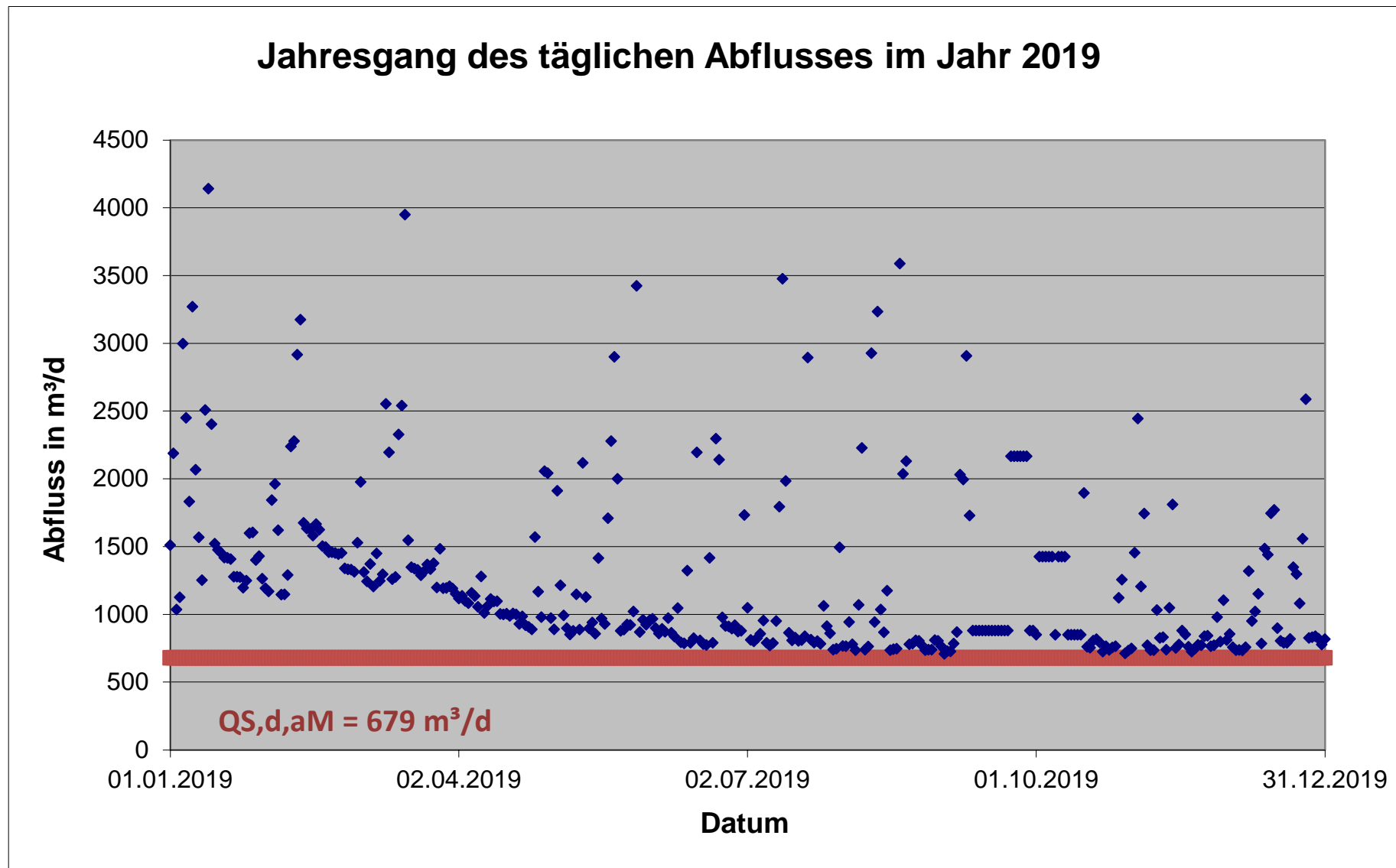
Fremdwasserabfluss im Jahresmittel ($Q_{F,aM}$) im Jahr 2019

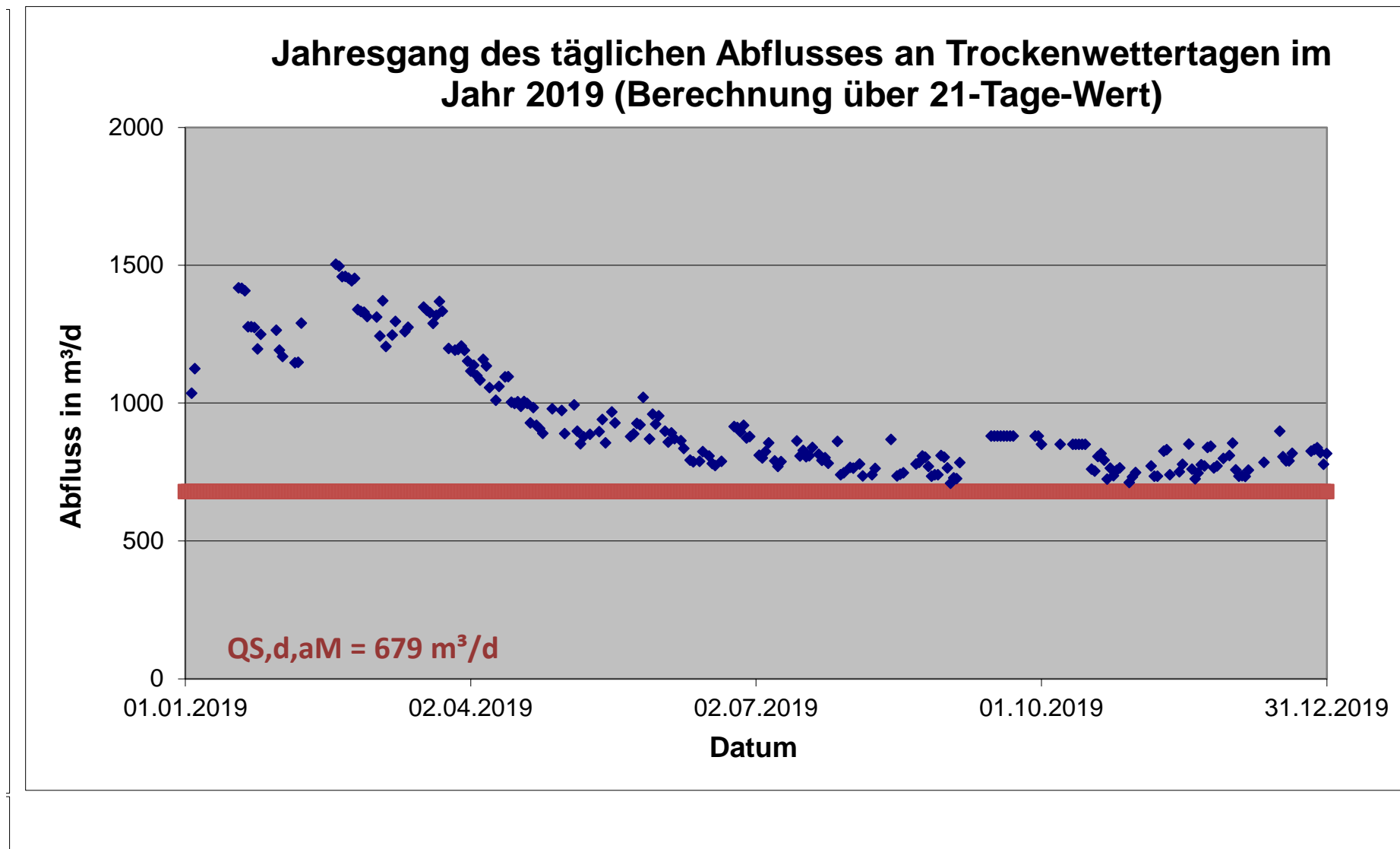
Bezeichnung	Einheit	Auswertung nach Berechnung (21d)
$Q_{T,d,aM}$	m³/d	942,4
$Q_{T,aM}$	l/s	10,9
$Q_{S,aM}$	l/s	7,9
$Q_{F,aM}$	l/s	3,0
$Q_{F,aM} / Q_{T,aM}$	%	28,0%
$Q_{F,mM,max} / Q_{F,aM}$	-	2,54

>2 --> ggf. Anhebung von QF bei Ermittlung QM

Fremdwasserabfluss im Monatsmittel ($Q_{F,mM}$) im Jahr 2019 aus errechneten Werten (21-Tage-Durchschnitt)

Monat	$Q_{T,d,mM}$ [m³/d]	$Q_{T,mM}$ [l/s]	$Q_{S,mM}$ [l/s]	Abfluss $Q_{F,mM}$ [l/s]	$Q_{F,aM} / Q_{T,aM}$ [%]
Januar	1267,2	14,7	7,9	6,8	46,4%
Februar	1347,3	15,6	7,9	7,7	49,6%
März	1281,8	14,8	7,9	7,0	47,0%
April	1039,8	12,0	7,9	4,2	34,7%
Mai	917,0	10,6	7,9	2,8	26,0%
Juni	855,0	9,9	7,9	2,0	20,6%
Juli	810,0	9,4	7,9	1,5	16,2%
August	769,1	8,9	7,9	1,0	11,7%
September	829,1	9,6	7,9	1,7	18,1%
Oktober	797,5	9,2	7,9	1,4	14,9%
November	778,2	9,0	7,9	1,1	12,8%
Dezember	798,1	9,2	7,9	1,4	14,9%
Maximum	1347,3	15,6	7,9	7,7	49,6%





Fremdwasserabfluss im Jahresmittel ($Q_{F,aM}$) im Jahr 2020

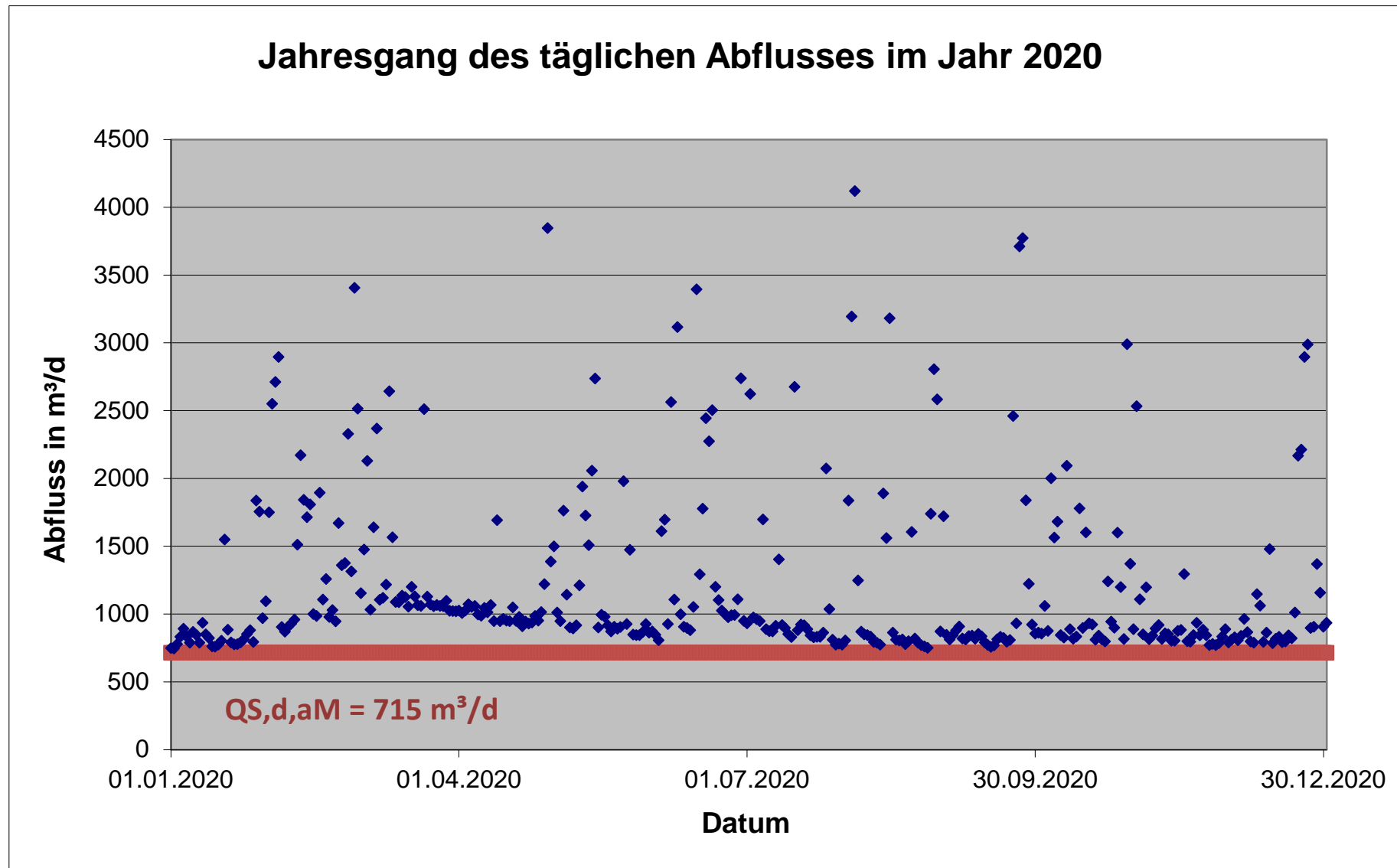
Bezeichnung	Einheit	Auswertung nach Berechnung (21d)
$Q_{T,d,aM}$	m³/d	891,3
$Q_{T,aM}$	l/s	10,3
$Q_{S,aM}$	l/s	8,3
$Q_{F,aM}$	l/s	2,0
$Q_{F,aM} / Q_{T,aM}$	%	19,7%
$Q_{F,mM,max}/Q_{F,aM}$	-	2,14

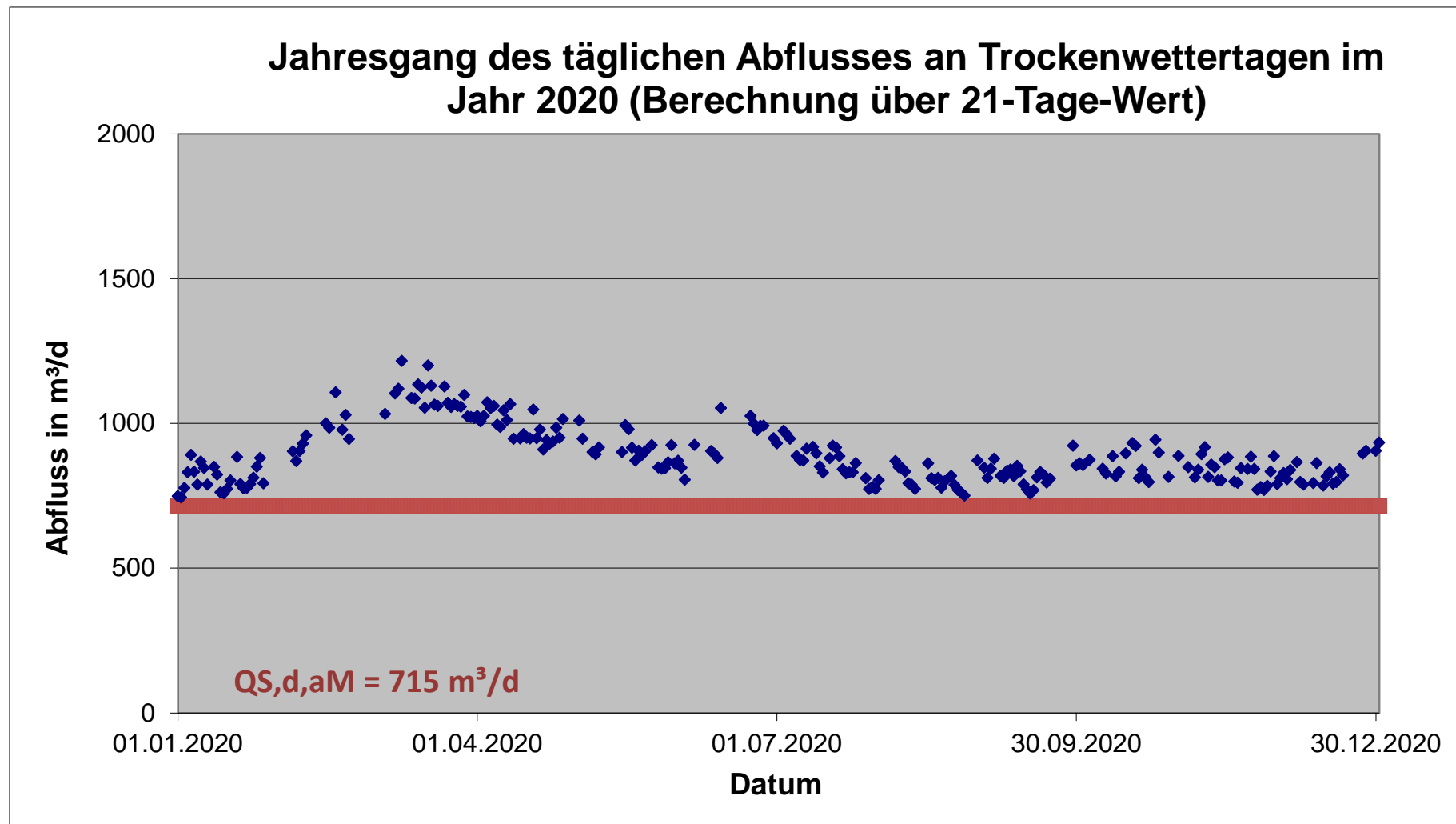
>2 --> ggf. Anhebung von QF bei Ermittlung QM

Fremdwasserabfluss im Monatsmittel ($Q_{F,mM}$) im Jahr 2020 aus errechneten Werten (21-Tage-Durchschnitt)

Monat	$Q_{T,d,mM}$ [m³/d]	$Q_{T,mM}$ [l/s]	$Q_{S,mM}$ [l/s]	Abfluss $Q_{F,mM}$ [l/s]	$Q_{F,aM} / Q_{T,aM}$ [%]
Januar	810,1	9,4	8,3	1,1	11,7%
Februar	964,8	11,2	8,3	2,9	25,8%
März	1090,9	12,6	8,3	4,3	34,4%
April	991,7	11,5	8,3	3,2	27,9%
Mai	909,7	10,5	8,3	2,2	21,4%
Juni	930,9	10,8	8,3	2,5	23,1%
Juli	876,2	10,1	8,3	1,9	18,3%
August	804,4	9,3	8,3	1,0	11,1%
September	825,1	9,6	8,3	1,3	13,3%
Oktober	859,4	9,9	8,3	1,7	16,7%
November	837,0	9,7	8,3	1,4	14,5%
Dezember	829,1	9,6	8,3	1,3	13,7%
Maximum	1090,9	12,6	8,3	4,3	34,4%

Grundlagen zur Ermittlung des Mischwasserabflusses zur Kläranlage der Stadt Regensburg





**Bemessungswerte nach
ATV-DVWK Arbeitsblatt A198**

Bezeichnung	Einheit	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Einwohner	E	5.412	5.473	5.569	5.583	5.661	5.588
Wasserverbrauch	m³/a	236.699	235.043	243.461	250.519	247.804	261.139
Großabnehmer	m³/a	32.682	32.682	32.682	32.682	32.682	32.682
Wasserverbrauch	l/(E*d)	119,82	117,66	119,77	122,94	119,93	128,03
Q _{S,d,aM}	m³/d	648,5	644,0	667,0	686,4	678,9	715,4
Q _{S,aM}	l/s	7,5	7,5	7,7	7,9	7,9	8,3
Q _{S,a}	m³/a	236.699	235.043	243.461	250.519	247.804	261.139
Q _{F,d,aM}	m³/d	160,6	251,1	229,9	253,8	263,5	175,8
Q _{F,aM}	l/s	1,9	2,9	2,7	2,9	3,0	2,0
Q _{F,mM,max}	l/s	3,7	6,0	4,9	8,3	7,7	4,3
Q _{F,aM,Bereinigung}	l/s	-	-	-	-	-	-
Q _{F,a}	m³/a	58.601	91.639	83.911	92.623	96.168	64.183
Q _{T,d,aM}	m³/d	809,0	895,0	896,9	940,1	942,4	891,3
Q _{T,aM}	l/s	9,4	10,4	10,4	10,9	10,9	10,3
Q _{T,a}	m³/a	295.300	326.682	327.372	343.142	343.972	325.322
Q _{R,a}	m³/a	91.399	126.059	121.154	105.480	112.227	115.044
Q _a	m³/a	386.699	452.741	448.526	448.622	456.199	440.366
CSB-Konz. Maß	[mg/l]	1.016	919	700	1.267	804	-
CSB-Konz. Mittel	[mg/l]	933	890	672	956	744	-
Bezeichnung	Einheit	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Q _{F,mM,max} /Q _{F,aM}	-	2,0	2,1	1,8	2,8	2,5	2,1
Q _{F,aM} /Q _{T,aM}	%	19,8%	28,1%	25,6%	27,0%	28,0%	19,7%

**Bemessungswerte nach
ATV-DVWK Arbeitsblatt A198**

$f_{s,QM,min}$	-	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
$f_{s,QM,max}$	-	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
$f_{s,QM,gewählt}$	-	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
$Q_{M,min}$	l/s	38,6	39,4	40,5	41,9	41,6	42,6
$Q_{M,max}$	l/s	61,2	61,8	63,6	65,7	65,1	67,5
$Q_{M,fs\ gewählt}$	l/s	43,1	43,9	45,1	46,6	46,3	47,6
$Q_{M,Bemessung}$	l/s	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0