

Monitoringbericht 2024

zur

Genehmigung zur Erzeugung von und Versorgung mit
aufbereitetem Wasser für die landwirtschaftliche
Bewässerung vom 29.02.2024

Berichtsjahr: 2024

Berechnungszeitraum: 01.03.2024 - 30.11.2024

Stand: 21.02.2025



Inhalt

Abbildungsverzeichnis.....	III
Tabellenverzeichnis.....	III
Abkürzungsverzeichnis.....	IV
1 Einleitung.....	1
2 Stellen der Einhaltung und Grenzwerte.....	2
3 Eigenüberwachung.....	3
4 Probenahmen.....	6
5 Ergebnisse.....	7
5.1 Wassermengen.....	7
5.2 Wasseruntersuchungen.....	8
5.2.1 BSB ₅ und TSS/AFS.....	8
5.2.2 <i>E. coli</i>	9
5.2.3 Legionellen.....	11
5.2.4 Spurenstoffe und PFAS.....	11
5.2.5 weitere Parameter.....	13
5.3 Bodenuntersuchungen.....	13
6 Umsetzung weiterer Anforderungen.....	13
7 Zukünftige Desinfektion mit UV.....	14
8 Zusammenfassung.....	17

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Prozessbild PFA-Dosierstation	1
Abbildung 2-1: Fließschema Klärwerk Steinhof mit den Stellen der Einhaltung 1 bis 4	2
Abbildung 3-1: Probenahmestellen für Oberflächenwasser und Grundwasser; OW 1: Okerhanggraben Gr. Schwülper, OW 2: Hauptgraben Seershausen, OW 3: Okerhanggraben Hillerse, OW 4: Okerhanggraben Volkse, OW 5: Schöpfwerkgraben Wense, OW 6: Dränung Wipshausen, GW 11: Grundwasserbrunnen 11, GW 21: Grundwasserbrunnen 21, GW 30: Grundwasserbrunnen 30	4
Abbildung 5-1: Menge des Verregnungswassers in m ³ in 2024 auf den landwirtschaftlichen Flächen des Abwasserverbands	8
Abbildung 5-2: BSB5 und AFS in der Beregnungssaison 2024 an der SdE 1.....	9
Abbildung 5-3: Ergebnisse der E. coli Analysen.....	9
Abbildung 7-1: Schnittzeichnung der geplanten UV-Anlage	15
Abbildung 7-2: Fließschema Klärwerk Steinhof mit integrierter UV-Desinfektion	16

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Parameter des Spurenstoffmonitorings	5
Tabelle 4-1: Probenahmehäufigkeit an den verschiedenen Stellen	6
Tabelle 4-2: Anmerkungen zu den Probenahmen.....	7
Tabelle 5-1: Ergebnisse der E. coli Untersuchungen an den SdE 1-4 und den Pumpwerken 1-4	10
Tabelle 5-2: Ergebnisse der E. coli Untersuchungen in Oberflächengewässern (OW1-OW6) und im Grundwasser (GW11, GW21 und GW30).....	11
Tabelle 5-3: Ergebnisse der Spurenstoffuntersuchungen	12
Tabelle 5-4: Ergebnisse der Untersuchung auf PFAS	12

Abkürzungsverzeichnis, ausgewählte Abkürzungen

AFS	Abfiltrierbare Stoffe
BSB ₅	Biochemischer Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
DÜV	Düngeverordnung
GOW	Gesundheitlicher Orientierungswert
GW	Grundwasser
LWK	Landwirtschaftskammer
N _{anorg}	Stickstoff (anorganisch)
N _{gesamt}	Stickstoff (gesamt)
NH ₄ -N	Ammonium-Stickstoff
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NO ₂ -N	Nitrit-Stickstoff
NO ₃ -N	Nitrat-Stickstoff
OW	Oberflächengewässer
PAK	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe
PFAS	Per- und Polyfluorierte Alkylverbindungen
P _{gesamt}	Phosphor (gesamt)
qPCR	Quantitative Polymerase-Kettenreaktion (quantitative Polymerase Chain Reaction)
RfSp	Rieselfeldspeicher
SdE	Stelle der Einhaltung
TOC	Gesamter organischer Kohlenstoff (Total Organic Carbon)
TOP-Assay	Labormethode zur Bestimmung (unbekannter) Vorläuferverbindungen von PFAS (Total Oxidizable Precursor)
TSS	Schwebstoffe (Total Suspended Solids)

1 Einleitung

Seit 26. Juni 2023 gilt die EU-Verordnung zur Wasserwiederverwendung auf landwirtschaftlich genutzten Flächen, EU 2020/741, (EU-Verordnung) in Deutschland unmittelbar. Gemäß den Vorgaben der Verordnung über Mindestanforderungen an die Wasserwiederverwendung wurde vom Abwasserverband Braunschweig (AVBS) ein Antrag auf Genehmigung der Wasserwiederverwendung auf den Flächen des Abwassererregungsgebietes des AVBS gestellt. Der in diesem Zusammenhang erforderliche Risikomanagementplan wurde erstellt und gemeinsam mit dem Antrag der Unteren Wasserbehörde Braunschweig vorgelegt. In der daraufhin erteilten Genehmigung zur Erzeugung von und Versorgung mit aufbereitetem Wasser für die landwirtschaftliche Bewässerung vom 29. Februar 2024, ausgestellt von der Stadt Braunschweig, ist ein umfassendes Monitoring gefordert. Mit diesem Monitoring soll sowohl die Einhaltung der Vorgaben der EU-Verordnung überprüft werden, sowie weitere Daten gesammelt werden, für die zwar aktuell keine Grenzwerte im Rahmen der Wasserwiederverwendung vorgegeben sind, die aber in Zukunft relevant werden könnten.

Nach EU-Verordnung ist eine Desinfektion des zur Beregnung vorgesehenen Kläranlagenablaufs erforderlich. Für die kurzfristige Umsetzung einer Desinfektion wurde eine Dosierstation für Perameisensäure (PFA) der Firma Kemira gemietet und am Ablauf des Klärwerks installiert.

In der nachfolgenden Abbildung ist das Verfahrensprinzip der derzeit eingesetzten PFA-Dosierstation näher beschrieben.

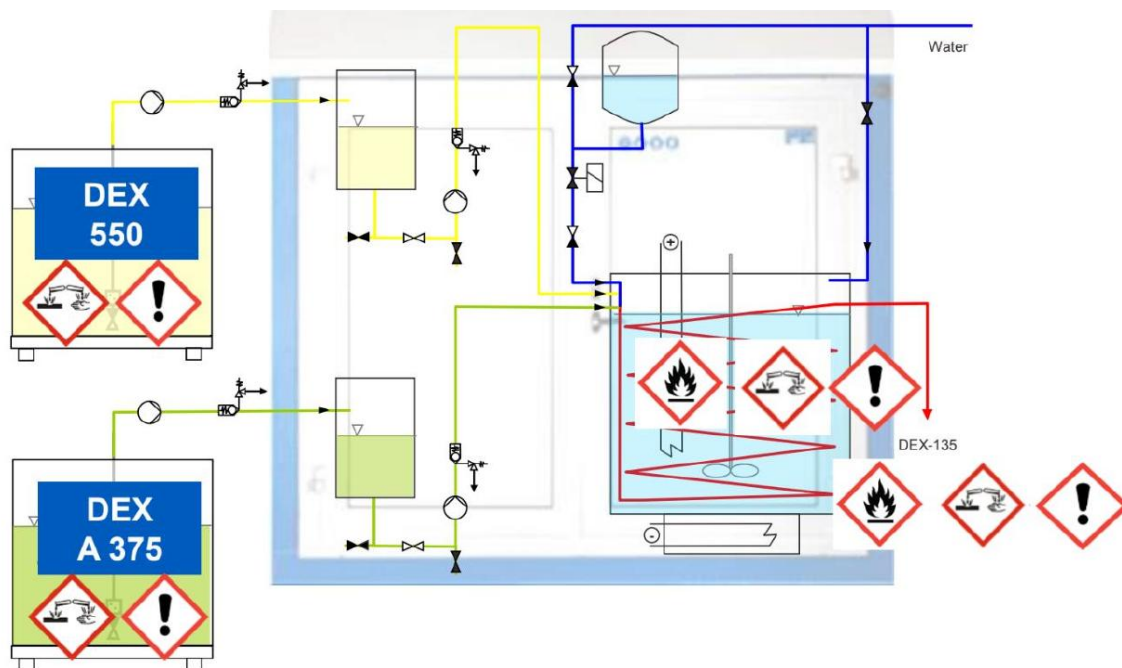


Abbildung 1-1: Prozessbild PFA-Dosierstation

Die aktuell auf dem Klärwerk Steinhof installierte Anlage dient zur Herstellung von PFA (DEX 135, rot) aus Ameisensäure (DEX A 375, grün) und Wasserstoffperoxid (DEX 550, gelb). Hierbei werden beide Medien aus zwei IBC-Behältern mithilfe von Transferpumpen in einen Vorlagebehälter gefördert. Von dort aus wird über zwei Dosierpumpen eine definierte Menge entnommen und in die Dosierleitung gefördert, wo sich die beiden Chemikalien miteinander vermischen. Die Mischung einer Lauge und einer Säure führt zu einer exothermen Reaktion, bei welcher Wärme freigesetzt wird. Diese Wärme könnte unter Umständen zu einer unkontrollierten Entzündung des Mediums führen. Um dem

entgegenzuwirken, verläuft die Dosierleitung in Form einer Schleife durch einen Wasserbehälter, in dem die entstehende PFA abgekühlt wird, bevor sie in den Ablauf des Klärwerks dosiert wird. Die Anlage wird im Automatikprogramm kontinuierlich mit Wasser gespült, um Ablagerungen zu vermeiden. Die Dosierung kann je nach Bedarf zwischen 0,5 und 2 ppm frei gewählt werden, immer in Bezug auf den Volumenstrom, in den die Dosierung erfolgt (aktuell "Ablauf Klärwerk zum Verband Durchfluss").

Der Betrieb hat gezeigt, dass die PFA-Dosierung mit einem erheblichen Arbeitsaufwand und insbesondere hinsichtlich der Arbeitssicherheit mit einem hohen Risiko verbunden ist. Durch den Betrieb der PFA-Dosierung entstehen erhebliche Kosten für den Chemikalieneinsatz. Außerdem hat die Firma Kemira signalisiert, dass sie die Anlage nicht mehr länger auf Mietbasis zur Verfügung stellen kann. Stattdessen wurde dem Verband entweder ein Kauf oder ein Rückbau der Anlage offeriert. Alternativ zur PFA-Dosierung soll die Abwasserdesinfektion zukünftig mithilfe einer UV-Anlage durchgeführt werden, siehe Kapitel 7.

2 Stellen der Einhaltung und Grenzwerte

Die Stellen der Einhaltung sind in der Genehmigung definiert. Für die hygienischen Parameter gilt die Stelle der Einhaltung (SdE) 2, während die chemischen Anforderungen (BSB₅ und TSS) aufgrund der verschiedenen Behandlungswege und Betriebszustände an den SdE 1, SdE 3 und SdE 4a bzw. 4b einzuhalten sind. Die Probenahmestellen sind in dem Fließschema der Kläranlage in Abbildung 2-1 dargestellt. Der Rieselfeldspeicher wurde in 2024 nicht in die Verregnung abgeleitet und daher nicht umfassend beprobt.

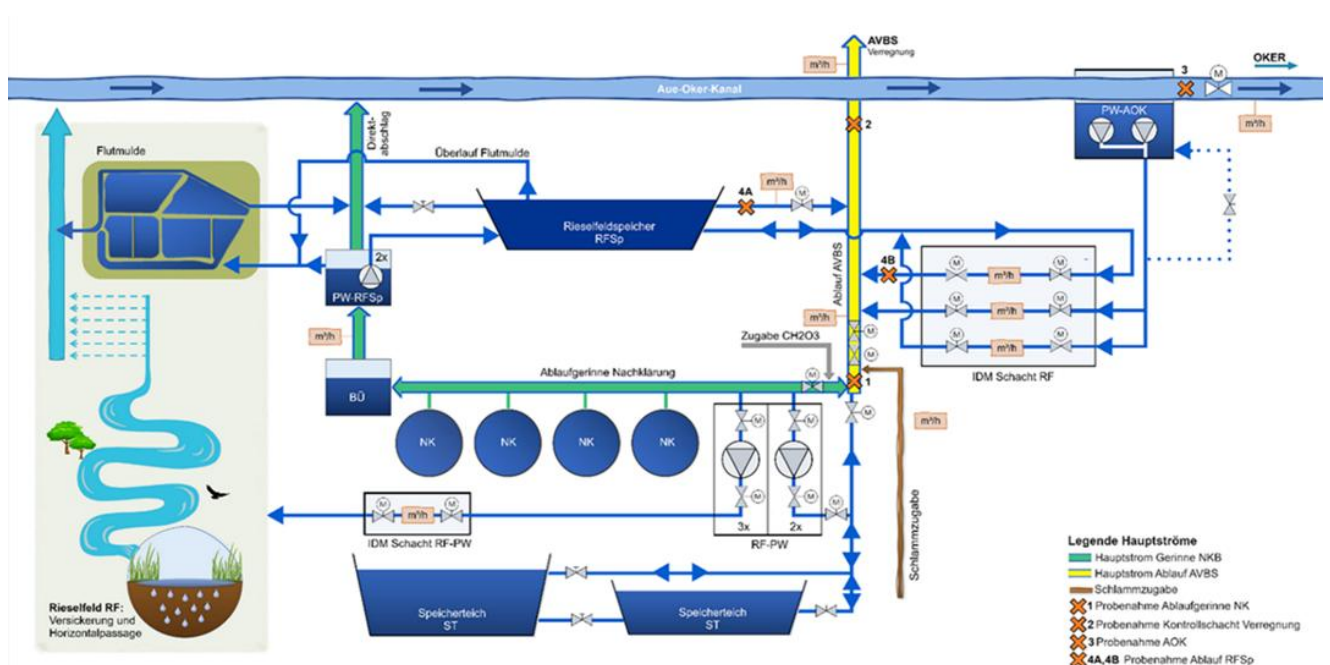


Abbildung 2-1: Fließschema Klärwerk Steinhof mit den Stellen der Einhaltung 1 bis 4

Für die Verregnung darf nur aufbereitetes Wasser der Mindestgüteklasse D (gemäß EU-Verordnung 2020/741) verwendet werden. An der Stelle der Einhaltung sind daher folgende Grenzwerte vorgegeben.

- *E. coli* ≤ 10.000 (Anzahl/100 ml),
- Legionellen < 1 000 KBE/l,
- Intestinale Nematoden (Eier von Helminthen) ≤ 1 Ei/Liter*
- BSB5 ≤ 25 mg/l
- TSS ≤ 35 mg/l**

*Ein standardisiertes Nachweisverfahren für die wässrige Phase ist derzeit nicht verfügbar. Sobald ein solches Verfahren zur Verfügung steht, sind entsprechende Untersuchungen durchzuführen.

**Auf eine Kontrolle im Rahmen der Überwachung wird mit Verweis auf den RMP verzichtet.

3 Eigenüberwachung

Die in der Genehmigung vorgeschriebene Eigenüberwachung umfasst Zusatzuntersuchungen zur „Rekontamination“ in den Pumpwerken sowie Oberflächen- und Grundwasseruntersuchungen im Verregnungsgebiet. Die Stellen für die Oberflächen- und Grundwasseruntersuchungen sind in der Genehmigung definiert und in der Karte in Abbildung 3-1 dargestellt.

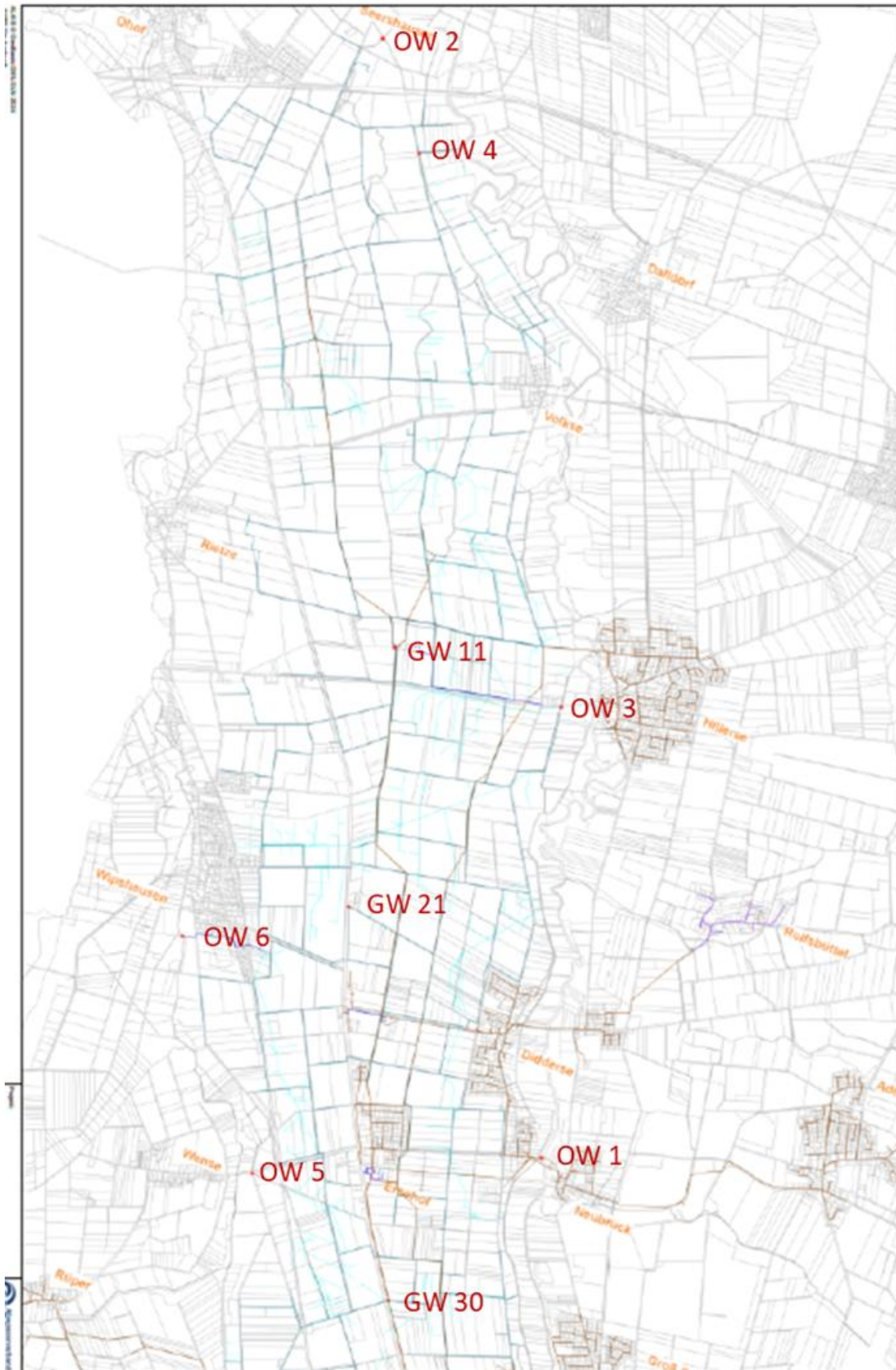


Abbildung 3-1: Probenahmestellen für Oberflächenwasser und Grundwasser; OW 1: Okerhanggraben Gr. Schwülper, OW 2: Hauptgraben Seershausen, OW 3: Okerhanggraben Hillerse, OW 4: Okerhanggraben Volkse, OW 5: Schöpfwerkgraben Wense, OW 6: Dränung Wipshausen, GW 11: Grundwasserbrunnen 11, GW 21: Grundwasserbrunnen 21, GW 30: Grundwasserbrunnen 30

In den Pumpwerken finden Untersuchungen zur Rekontamination mit *E. coli* statt. Das Verregnungswasser wird an den Regnern auf Legionellen untersucht.

Zur Grundwasseruntersuchung sind aus den Grundwasserbeobachtungsbrunnen 11, 21 und 30 qualifizierte Stichproben zu entnehmen und auf Temperatur, absetzbare Stoffe, Sauerstoffgehalt, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, CSB, TOC, BSB₅, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, N_{anorg.}, N_{gesamt} und P_{gesamt} zu untersuchen. Zusätzlich ist quartalsweise eine Bestimmung von *E. coli* und ein Spurenstoffmonitoring vorgeschrieben.

Zur Untersuchung der Oberflächengewässer sind in den Gräben (OW 1 bis OW 6, siehe Abbildung 3-1) qualifizierte Stichproben zu entnehmen und auf Temperatur, absetzbare Stoffe, Sauerstoffgehalt, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, CSB, TOC, BSB₅, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, N_{anorg.}, N_{gesamt} und P_{gesamt} zu untersuchen. Zusätzlich ist quartalsweise eine Bestimmung von *E. coli* und ein Spurenstoffmonitoring vorgeschrieben.

Der Schöpfwerksgraben Wense ist zusätzlich auf Schwermetalle (Cadmium, Chrom, Kupfer, Blei, Nickel, Zink) und PAK zu untersuchen (im ersten Jahr und dann im 5-Jahres-Rhythmus).

Für das Spurenstoffmonitoring zur Eigenüberwachung ist der Parameterumfang in Tabelle 3-1 vorgegeben.

Tabelle 3-1: Parameter des Spurenstoffmonitorings

Parameter	Beschreibung
1H-Benzotriazol	Korrosionsschutzmittel
4-Methylbenzotriazol und 5-Methylbenzotriazol als Gemisch	(Frostschutzmittel)/ Korrosionsschutzmittel
Carbamazepin	Arzneimittel: Antiepileptikum
Clarithromycin	Arzneimittel: Antibiotikum
Clofibrinsäure	Arzneimittel: Lipidsenker und Metabolite
Decabromdiphenylether	Flammschutzmittel
Diatrizoat bzw. Amidotrizoesäure	Röntgenkontrastmittel
Diclofenac	Arzneimittel: Schmerzmittel
Fenofibrinsäure	Arzneimittel: Lipidsenker und Metabolite
Gabapentin	Arzneimittel: Antiepileptikum
Hydrochlorothiazid	Arzneimittel: Herzmedikament
Iomeprol	Röntgenkontrastmittel
Iopamidol	Röntgenkontrastmittel
Iopromid	Röntgenkontrastmittel
Irbesartan	Arzneimittel: Herzmedikament
Metoprolol	Arzneimittel: Betablocker
Sulfamethoxazol	Arzneimittel: Antibiotikum
Sulfaminsäure	Entkalker
Tebuconazol	Pflanzenschutzmittel
Thiacloprid	Insektizid
TOP-Assay + PFAS	Testverfahren für PFAS und Precursor

Zur Vorsorge bzw. Überwachung des Bodens hinsichtlich einer möglichen Anreicherung von Schadstoffen, sind laut Genehmigung an vier Standorten in einem 5-jährigen Rhythmus Bodenproben zu entnehmen und auf die Parameter:

- Schwermetalle (Cadmium, Chrom, Kupfer, Blei, Nickel, Zink),
- TOP-Assay + PFAS (BUMV 2022, siehe 5.4)
- PAK
- Carbamazepin, Diclofenac

zu untersuchen. Die Standorte sind so auszuwählen, dass die in der Genehmigung genannten unterschiedliche Bodentypen und Bindungsstärken für Schwermetalle repräsentativ dargestellt werden.

4 Probenahmen

An einigen Stellen wurden häufiger Proben genommen (3 Proben pro Woche statt 1 Probe alle zwei Wochen) als es die Vorgaben der Genehmigung vorsieht, um die Dosierung der Desinfektionsanlage effizienter zu gestalten. Des Weiteren werden die Parameter BSB₅ und AFS/TSS ohnehin täglich im Ablauf des Klärwerks erfasst. Eine Übersicht ist in Tabelle 4-1 zu sehen, blau markiert sind Abweichungen gegenüber der Genehmigung. In grau markiert sind Probenahmen die nicht stattfanden bzw. nicht nötig waren, da noch kein standardisiertes Messverfahren für die Nematodeneier bekannt ist und der Ablauf aus den Rieselfeldspeichern nicht verregnet wurde.

Tabelle 4-1: Probenahmehäufigkeit an den verschiedenen Stellen

	<i>E. coli</i>	Legionellen	Nematodeneier	Spurenschadstoffe/ PFAS	BSB ₅	AFS
Abwasser						
SdE 1: Ablaufgerinne NK					1mal/Tag	1mal/Tag
SdE 2: Kontrollschacht Verregnung	3mal/Woche	3mal/Woche	2mal/Jahr	1mal /Quartal		
SdE 3: AOK						
SdE 4: A/B Ablauf RFS					2mal/Monat	2mal/Monat
Pumpwerk I	1mal/Monat					
Pumpwerk II	1mal/Monat					
Pumpwerk III	1mal/Monat					
Pumpwerke IV	1mal/Monat					
4 Regner (zeitversetzt, je 1 im Wechsel)		1mal/Monat				
Grundwasser						
Grundwasserbrunnen 11	1mal /Quartal			1mal /Quartal		
Grundwasserbrunnen 21	1mal /Quartal			1mal /Quartal		
Grundwasserbrunnen 30	1mal /Quartal			1mal /Quartal		
Oberflächengewässer						
Okerhanggraben Gr. Schwülper	1mal /Quartal			1mal /Quartal		
Hauptgraben Seershausen	1mal /Quartal			1mal /Quartal		
Okerhanggraben Hillerse	1mal /Quartal			1mal /Quartal		
Okerhanggraben Volkse	1mal /Quartal			1mal /Quartal		
Schöpfwerkgraben Wense	1mal /Quartal			1mal /Quartal		
Dränung Wipshausen	1mal /Quartal			1mal /Quartal		

In der Tabelle 4-2 sind Anmerkungen zu den Probenahmen aufgeführt.

Tabelle 4-2: Anmerkungen zu den Probenahmen

Datum	SdE	Anmerkung
12.03.2024	SdE 4	keine Einleitung zum Verband
26.03.2024	SdE 4	keine Einleitung zum Verband
16.04.2024	SdE 4	Entleerung des RfSp zum Verband über Oberflächenabzug
23.04.2024	SdE 4	Entleerung des RfSp zum Verband über Oberflächenabzug
07.05.2024	SdE 2	Verschmutzte 24h Probenehmer
15.05.2024	SdE 2	Verschmutzte 24h Probenehmer
22.05.2024	SdE 2	Reinigung der Probenehmer erfolgt. Ergebnisse noch nicht zufriedenstellend. Art der Probenahme über eine Schlauchpumpe wird in Frage gestellt.
28.05.2024	SdE 2	Trotz gereinigter Probenehmer weiterhin Überschreitungen.
28.05.2024	Sde 4	Keine Einleitung zum Verband
04.06.2024	SdE 2	Nach weiteren Überschreitungen werden die Speicherteiche als Ursache identifiziert. Algenbildung hemmt Desinfektion. Zudem wird die Probenahmestelle an der SdE 2 angepasst.
04.06.2024	SdE 4	Beprobung fand statt aber keine Einleitung zum Verband
11.06.2024		Ab 13.06.2024 Einstellung der Mitverregnung von Faulschlamm
02.07.2024		Ab 28.06.2024 wieder Faulschlamm im Beregnungswasser
02.07.2024	SdE2	Erneut Probleme durch verunreinigte Probenehmer
02.07.2024	PW 1-4	Verunreinigung der Probenehmer
16.07.2024	SdE2	Trotz wiederholter Reinigung keine Verbesserung der Situation. Die Art der Probenahme wird dauerhaft auf qual. Stichprobe umgestellt
23.07.2024	SdE 2	Ab hier Probenahme als qual. Stichprobe
06.08.2024	PW1-4	Verunreinigung der 24h Probenehmer in den Pumpwerken
20.08.2024		19.08.2024 Einstellung der Mitverregnung von Faulschlamm

Folgende Labore haben die Proben untersucht:

- Biolab Umweltanalysen GmbH, Braunschweig (Mikrobiologie)
- Eurofins Umwelt Nord GmbH, Peine (Spurenschadstoffe)
- Zertifiziertes und akkreditiertes Labor des Klärwerks Steinhof, Braunschweig (BSB₅, AFS, Temperatur, absetzbare Stoffe, Sauerstoffgehalt, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, CSB, TOC, BSB₅, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, N_{anorg.}, N_{gesamt} und P_{gesamt}, Schwermetalle: Cadmium, Chrom, Kupfer, Blei, Nickel, Zink und PAK)
- LUFA Nord-West, Institut für Düngemittel und Saatgut, Hameln (Bodenuntersuchungen)

5 Ergebnisse

Die Ergebnisse wurden in Form von Tabellen der Unteren Wasserbehörde zur Verfügung gestellt und sind in diesem Kapitel zusammenfassend dargestellt.

5.1 Wassermengen

Im Jahr 2024 wurden 7.999.400 m³ Klarwasser und 45.700 m³ Grundwasser verregnet. Die Menge liegt unter der genehmigten maximalen Verregnungsmenge von 12.000.000 m³. Die Abbildung 5-1 zeigt die Verregnungsmengen in den einzelnen Monaten.

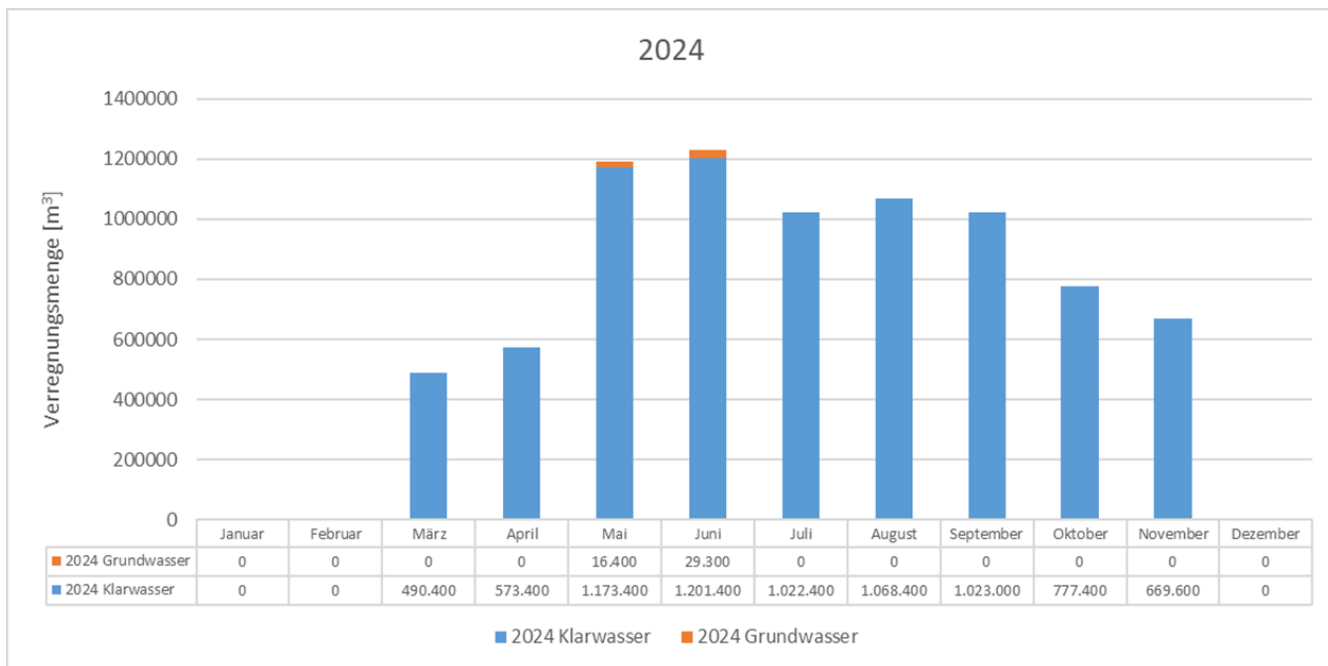


Abbildung 5-1: Menge des Verregnungswassers in m³ in 2024 auf den landwirtschaftlichen Flächen des Abwasserverbands

5.2 Wasseruntersuchungen

In dem Kapitel sind die Ergebnisse der Wasseruntersuchungen nach den Parametern geordnet aufgeführt.

5.2.1 BSB₅ und TSS/AFS

Die Suspendierten Schwebstoffe (TSS) wurden durch filtern einer repräsentativen Probe durch eine 0,45 µm Filtermembran und anschließendem Trocknen ermittelt. Dies entspricht den Vorgaben der Richtlinie des Rates vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser (91/271/EWG). Die Bestimmungsmethode ist identisch mit der Bestimmung von abfiltrierbaren Stoffen (AFS). Daher wird die im deutschsprachigen Raum und auf der Kläranlage Braunschweig gebräuchlichere Bezeichnung AFS hier anstelle von TSS verwendet.

Die Ergebnisse sind in Abbildung 5-2 dargestellt. In dem Berechnungszeitraum, rot markiert in der Abbildung, wurden die Grenzwerte (BSB₅ (blau) 25 mg/L; AFS (orange): 35 mg/L) nicht überschritten.

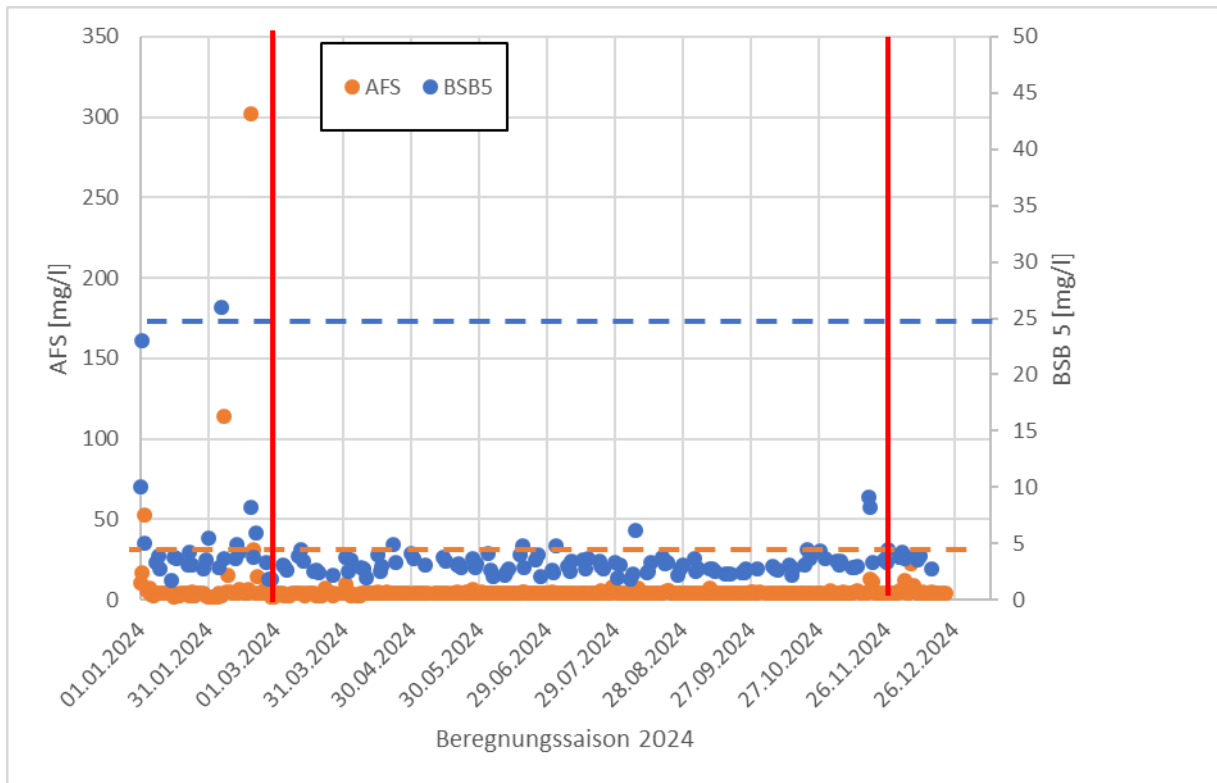


Abbildung 5-2: BSB5 und AFS in der Berechnungssaison 2024 an der SdE 1

5.2.2 E. coli

Die Ergebnisse der *E. coli* Untersuchungen sind in der Abbildung 5-3 zu sehen.

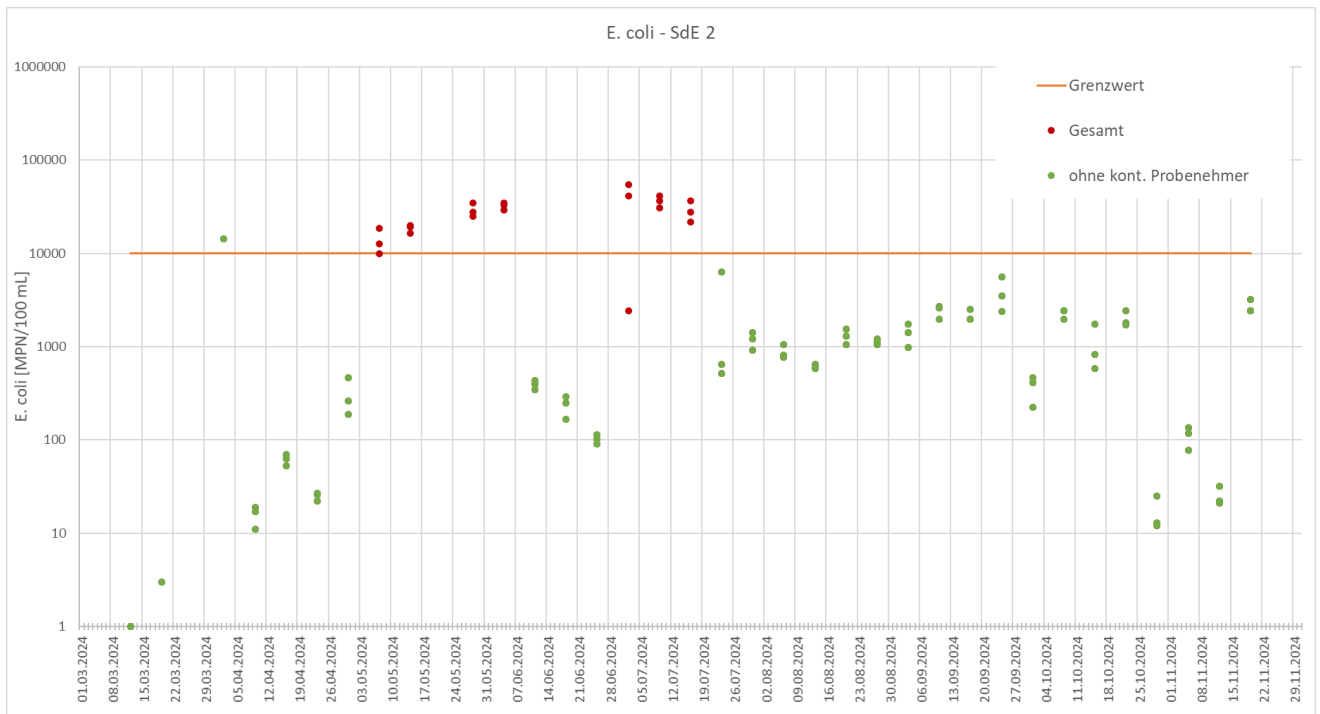


Abbildung 5-3: Ergebnisse der *E. coli* Analysen

Im März wurden am Kontrollschacht SdE 2 keine *E. coli* Grenzwertüberschreitungen festgestellt. Entsprechend der Genehmigung wurde nur eine Probe pro Probenahmestelle entnommen. Die Grenzwertüberschreitungen (> 10.000 MPN/100 ml) an den Entnahmestellen SdE 3 und SdE 4 sind für

die Wasserwiederverwendung unbedeutend, da zu diesem Zeitpunkt keine Einleitung zur Verregnung aus dem Aue-Oker-Kanal oder den Rieselfeldspeichern erfolgt ist. Am 02.04.2024 wurde der Grenzwert an der SdE 2 überschritten, was als Ausreißer bewertet wird, da bei der Analyse davor und danach bei gleicher Konzentration der Desinfizierung keine Grenzwertüberschreitungen gemessen wurden. Ab dem 09.04.2024 wurde auf eine dreifache Beprobung an der SdE 2 umgestellt, um an dieser Stelle fehlerhafte Ergebnisse auszuschließen. Im April kam es zu keiner weiteren Grenzwertüberschreitung an der SdE 2. Ab dem 23.04.2024 wurde Faulschlamm dem Verregnungswasser zugegeben.

Im Mai wurden Grenzwertüberschreitungen an der SdE 2 verzeichnet. Es bestand der Verdacht, dass der 24-Stunden-Probennehmer verunreinigt war. Daraufhin wurde dieser am 21.05.2024 gereinigt. Das Ergebnis vom 22.05.2024 war zwar besser, jedoch noch nicht zufriedenstellend da zwei Ergebnisse unterhalb des Grenzwertes lagen und eins oberhalb. Die am 28.05.2024 und am 04.06.2024 genommenen Proben, wiesen trotz erneut gereinigtem Probennehmer deutlich erhöhte Werte auf. Es wurde nach einer weiteren Ursache gesucht. Bei der Suche nach der Ursache für die Grenzwertüberschreitungen an der SdE 2 wurde eine Algenbildung in den Speicherteichen festgestellt, die die Desinfizierung hemmt. Als Maßnahme dagegen wurde die Einleitung aus den Speicherteichen in Richtung des Abwasserverbandes eingestellt. Vom 13.06.2024 bis zum 28.06.2024 wurde kein Faulschlamm hinzugefügt, in diesem Zeitraum kam es zu keiner Grenzwertüberschreitung.

Nach der erneuten Zugabe von Faulschlamm ab dem 28.06.2024 wurden bei den folgenden drei Probenahmen an der SdE 2 erhöhte Werte in der Probe festgestellt obwohl es keine Veränderung im Behandlungsregime gegeben hat. Diese werden auf eine Verunreinigung des 24-Stunden-Probennehmers zurückgeführt, da lediglich die Umstellung auf die qualifizierte Stichprobe ab dem 23.07.2024 zur Einhaltung des Grenzwerts geführt hat. Das bedeutet, dass ausschließlich die Probe nicht aber das zur Verregnung gelangte Wasser erhöhte Werte aufgewiesen hat. Die auffälligen Werte in den Pumpwerken am 02.07.2024 und 06.08.2024 sind ebenfalls auf eine Verschmutzung der 24-Stunden-Probennehmer zurückzuführen, auch hier wird im nächsten Jahr auf die qualifizierte Stichprobe umgestellt.

Einen auffälligen Wert im weiteren Jahresverlauf gab es am 10.09.2024 bei der Beprobung des Okerhanggrabens Gr. Schwülper (OW 1), dieser Wert kann auf andere Umwelteinflüsse zurückzuführen sein. Ein Zusammenhang mit der Wasserwiederverwendung wird aufgrund der übrigen niedrigen Werte ausgeschlossen.

Tabelle 5-2 sind die *E. coli* Ergebnisse aller Probenahmestellen zusammenfassend dargestellt. Die einzelnen Werte wurden in Tabellenform übermittelt.

Tabelle 5-1: Ergebnisse der E. coli Untersuchungen an den SdE 1-4 und den Pumpwerken 1-4

	SdE 1	SdE 2	SdE 3	SdE 4	PW 1	PW 2	PW 3	PW 4
Anzahl Probenahmen	37	81	37	11	6	9	9	9
Mittelwert [MPN/100 ml]	59.875,9	1.176,3	2.171,6	17.866,2	24.034,7	20.248,4	17.588,9	17.105,3
Median [MPN/100 ml]	41.100,0	580,0	1.083,0	4.700,0	19.050,0	15.700,0	9.600,0	4.800,0
10 % - Perzentil [MPN/100 ml]	5.348,0	19,0	345,0	195,0	1.054,0	131,6	52,6	70,8
90% -Perzentil [MPN/100 ml]	124.180,0	2.420,0	3.700,0	41.260,0	52.000,0	53.200,0	44.560,0	42.920,0

Tabelle 5-2: Ergebnisse der E. coli Untersuchungen in Oberflächengewässern (OW1-OW6) und im Grundwasser (GW11, GW21 und GW30)

	OW1	OW2	OW3	OW4	OW5	OW6	GW11	GW21	GW30
Anzahl Probenahmen	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Mittelwert [MPN/100 ml]	3.573,3	412,7	2,7	320,3	152,0	1,3	0,7	0,0	0,0
Median [MPN/100 ml]	249,0	248,0	0,0	126,0	179,0	2,0	1,0	0,0	0,0
10 % - Perzentil [MPN/100 ml]	58,6	57,6	0,0	111,6	36,6	0,4	0,2	0,0	0,0
90% -Perzentil [MPN/100 ml]	8.417,8	833,6	6,4	606,8	256,6	2,0	1,0	0,0	0,0

5.2.3 Legionellen

Im Berechnungsjahr 2024 wurden insgesamt 215 Proben hinsichtlich Legionellen entnommen. Die einzelnen Ergebnisse wurden in Form von Tabellen übermittelt. In Bezug auf die Mehrzahl der nicht auswertbaren Ergebnisse wurde nachfolgender Zusatz angefügt:

„Es war nur ein Ansatz mit geringem Volumen der Originalprobe auswertbar. In diesem Ansatz wurden keine Legionellenkolonien nachgewiesen. Daher ist die Angabe eines exakten quantitativen Endergebnisses pro 100 ml nicht möglich. Die Legionellenkonzentration liegt im Bereich von $< 10^2$ KBE / 100ml. Bei dem Endergebnis liegt wegen hoher Begleitflora eine erhöhte Messunsicherheit mit dem Risiko von Minderbefunden vor.“

Eine Bestimmungsmethode, die eventuell zuverlässigere Werte für Legionellen im Abwasser liefert, ist bisher nicht als Nachweis zugelassen.

5.2.4 Spurenstoffe und PFAS

Die Ergebnisse der Untersuchungen auf Spurenschadstoffe und PFAS wurden als Tabellen übermittelt. Insgesamt wurden dreimal 21 Spurenschadstoffe pro Probenahme betrachtet. Die Probenahmen fanden im Mai, im Juli und im November statt. Für sechs der untersuchten Stoffe liegt je ein Gesundheitlicher Orientierungswert (GOW) für Trinkwasser vor: 4-Methylbenzotriazol und 5-Methylbenzotriazol GOW (Summe) = 3 µg/L, Carbamazepin (GOW = 0,3 µg/L), Diclofenac (GOW = 0,3 µg/L), Gabapentin (GOW = 1 µg/L), Diatrizoat (GOW = 1 µg/L) und Iopamidol (GOW = 1 µg/L).

Tabelle 5-3: Ergebnisse der Spurenstoffuntersuchungen

	Anzahl Spurenstoffe < BG			Anzahl Spurenstoffe ≥ BG bis < 0,1µg/L			Anzahl Spurenstoffe ≥ 0,1µg/L bis < 1µg/L			Anzahl Spurenstoffe > 1 µg/L			Anzahl Spurenstoffe ≥ GOW		
	Mai	Jul	Nov	Mai	Jul	Nov	Mai	Jul	Nov	Mai	Jul	Nov	Mai	Jul	Nov
SdE 2	4	4	4	1	1	1	7	8	6	9	8	10	5	5	6
OW 1	14	10	14	4	8	4	2	2	1	1	1	2	0	0	1
OW 2	17	13	5	1	4	7	1	2	7	2	1	2	1	0	1
OW 3	13	14	13	4	3	4	2	2	2	2	2	2	1	1	1
OW 4	10	12	11	7	5	6	3	2	3	1	1	1	0	0	0
OW 5	17	14	14	1	4	4	2	2	1	1	1	2	1	0	1
OW 6	15	11	13	3	5	5	2	2	1	1	3	2	0	0	1
GW 11	16	16	16	3	3	3	0	0	1	2	2	1	1	1	0
GW 21	19	20	19	1	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0
GW 30	17	17	15	2	2	4	1	1	1	1	1	1	0	0	0

Bei der Probenahme im Juli sind Flaschen beim Transport zerbrochen, so dass der Spurenstoff Decabromdiphenylether im OW2 und OW 4 nicht untersucht wurde.

Auffällig war:

- hoher Gehalt an Sulfaminsäure im Ablauf der Kläranlage, der im Oberflächengewässer abnimmt und im Grundwasser teilweise bis unter die Bestimmungsgrenze gesunken ist
- Diatrizoat überschreitet den GOW für Trinkwasser sowohl im Oberflächen- als auch im Grundwasser
- Die Stoffe Tebuconazol, Thioclopid, Clofibrinsäure und Decabromdiphenylether konnten in keiner Probe nachgewiesen werden, nicht einmal im Ablauf der Kläranlage (SdE 2)

Es wurden 27 PFAS untersucht. Nach der Oxidation der Probe wurden erneut PFAS bestimmt um festzustellen, ob Vorläufersubstanzen im Wasser vorliegen.

Tabelle 5-4: Ergebnisse der Untersuchung auf PFAS

	Anzahl PFAS < BG			Anzahl PFAS ≥ BG			Anzahl PFAS im TOP-Assay < BG			Anzahl PFAS im TOP-Assay ≥ BG		
	Mai	Jul	Nov	Mai	Jul	Nov	Mai	Jul	Nov	Mai	Jul	Nov
SdE 2	26	25	27	1	2	0	24	21	26	3	6	1
OW 1	19	19	20	8	8	7	19	19	20	8	8	7
OW 2	20	20	25	7	7	2	20	20	25	7	7	2
OW 3	19	20	20	8	7	7	20	20	20	7	7	7
OW 4	20	20	20	7	7	7	20	20	20	7	7	7
OW 5	20	20	22	7	7	5	20	20	20	7	7	7
OW 6	20	24	20	7	3	7	20	21	20	7	6	7
GW 11	22	22	22	5	5	5	21	21	21	6	6	6
GW 21	27	27	27	0	0	0	27	27	27	0	0	0
GW 30	19	19	20	8	8	7	19	19	20	8	8	7

Insgesamt wurden im TOP-Assay mehr PFAS gefunden, was darauf hindeutet, dass Vorläufersubstanzen im Wasser sind. Es wurden mehr PFAS im Grund- und Oberflächenwasser gefunden als im Ablauf des Klärwerks. Im Grundwasserbrunnen 21 wurden keine PFAS gefunden.

5.2.5 weitere Parameter

Im Oberflächengewässer und Grundwasser wurden quartalsweise die Parameter Temperatur, absetzbare Stoffe, Sauerstoffgehalt, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, CSB, TOC, BSB₅, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, N_{anorg.}, N_{gesamt} und P_{gesamt} untersucht, sowie Schwermetalle (Cadmium, Chrom, Kupfer, Blei, Nickel, Zink) und PAK im Schöpfwerksgraben Wense. Die Konzentrationen der Schwermetalle Cadmium, Chrom, Kupfer und Blei sowie von den PAK im Schöpfwerksgraben Wense lagen unterhalb der Bestimmungsgrenze. Nickel wurde mit 5 µg/L und Zink mit 7 µg/L gemessen.

Die einzelnen Ergebnisse wurden in Tabellenform übermittelt.

5.3 Bodenuntersuchungen

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen werden, wie abgesprochen, nachgereicht.

6 Umsetzung weiterer Anforderungen

Die weiteren Vorgaben in den Nebenbestimmungen im Abschnitt IV in den Unterkapitel 2, 3, 4 und 10 der Genehmigung wurden wie folgt umgesetzt:

- Qualität und Menge des Beregnungswassers (Kapitel IV. 2. der Genehmigung)
 - o Die Beregnungsgaben wurden auf 40 mm begrenzt, die Bodenfeuchte wurde ermittelt, Beregnungsmengen wurden reduziert um eine Überschussbewässerung bei Niederschlägen sowie Überstauungen bei gefrorenem Boden zu vermeiden, im März, Oktober und November wurden nur mit Zwischenfrüchten bewachsene Flächen beregnet.
 - o Die verregneten Mengen wurden flächenmäßig dokumentiert.
 - o Bei der Beregnung wurde die Anbauplanung der Landwirte berücksichtigt.
- Beschränkung der landwirtschaftlichen Nutzung der beregneten Flächen; zusätzliche Barrieren (Kapitel IV. 3. der Genehmigung)
 - o Die landwirtschaftliche Nutzung der beregneten Flächen ist auf Industrie- und Energiepflanzen beschränkt, frisch zu verzehrende Nahrungsmittel wurden nicht angebaut.
 - o Die in der Genehmigung angegebenen Barrieren wurden umgesetzt (Getreide: Einstellung der Bewässerung 3 Wochen vor der Ernte; Zuckerrüben, Industriekartoffeln, Mais: Einstellung der Bewässerung 2 Wochen vor der Ernte; Heu, Futterpflanzen: Vollständige Durchtrocknung vor dem Verzehr; Futterpflanzen: Futterpflanzen nach der Ernte luftdicht verschließen und Silieren mit Absenkung des pH-Werts auf ca. 3,2).
- Klärschlammzugabe und Zugabe von Zentrat (Kapitel IV. 4. der Genehmigung)
 - Auf die Aufnahmefähigkeit des Bodens wurde bei der Klärschlammzugabe Rücksicht genommen. Wassergesättigten Böden wurden nicht beregnet.
 - Der Klärschlamm wurde thermophil ausgefault, eine düngerechtliche Ausnahmegenehmigung gem. § 6 (3) DÜV der Düngbehörde der Landwirtschaftskammer Niedersachsen liegt vor.

- Es wurden ausschließlich Kulturen mit Düngbedarf mit Klärschlamm versorgt, der vorgegebene Zeitraum vom 1. März bis 30. September wurde beachtet, die Klärschlammverregnung fand statt vom 23.04.2024 bis 13.06.2024, sowie vom 28.06.2024 bis 19.08.2024, Nährstoffmengen wurden erfasst, der Düngbedarf wurde beachtet.
- Die Daten wurden im POLARIS-Programm der LWK erfasst.
- Abstände der Regner zu den Grundstücksgrenzen von bewohnten Gebäuden (Kapitel IV. 10. der Genehmigung)
 - Die Abstände zu den Grundstücksgrenzen von bewohnten Gebäuden wurden entsprechend der Genehmigung eingehalten.
 - Die Windstärken und Windrichtungen wurden beachtet.
 - Bundes-, Landes- und Kreisstärken wurden nicht benetzt.
 - Gewässer zweiter und dritter Ordnung wurden nicht beregnet.
 - Windschutzhecken sind vorhanden, werden gepflegt und bei Bedarf neu angelegt.
 - Wohngebiete sind durch Hecken abgeschirmt, diese werden so geschnitten, dass sie auch in der blattlosen Zeit relativ dicht bleiben.
 - Ausnahme: In Höhe des Altenheims in Didderse am Roter-Morgen-Weg weist die Hecke nicht die notwendige Breite auf, daher sind entsprechend größere Abstände (entsprechend den Nebenbestimmungen 10.1 der Genehmigung) einzuhalten.
 - Insgesamt wurden 115 Hinweisschilder aufgestellt bzw. entsprechend den Vorgaben durch neue ersetzt.
 - Eine Karte mit den Hecken und den Standorten der Hinweisschilder wurde der Unteren Wasserbehörde am 08.01.2025 übergeben.

7 Zukünftige Desinfektion mit UV

Alternativ zur PFA-Dosierung besteht die Option, die Abwasserdesinfektion zukünftig mithilfe einer UV-Anlage durchzuführen. Bei dieser Technologie handelt es sich um ein übliches Verfahren im Bereich der (Ab)wasserdesinfektion. Es ist bereits auf vielen Anlagen umgesetzt. Der mit dem Betrieb einer UV-Anlage verknüpfte Arbeitsaufwand wird deutlich geringer eingeschätzt als bei der PFA-Dosierung. Die Arbeitssicherheit ist deutlich besser. Eine ergänzende Kostenbetrachtung im Vorfeld einer Ausschreibung hat nahegelegt, die Desinfektion von der PFA-Dosierung auf eine UV-Bestrahlung umzustellen. Dieser Empfehlung ist der Vorstand des Abwasserverbandes gefolgt und hat die Beauftragung der Umsetzung einer UV-Desinfektion beschlossen. Die Umsetzung soll bis zur nächsten Beregnungssaison ab dem 01. März 2025 erfolgen. Ein entsprechender Änderungsantrag wurde bei der UWB Braunschweig am 20. Dezember 2024 eingereicht.

Um Investitionskosten zu minimieren, insbesondere durch den Verzicht auf zusätzliche Bauwerke wie Becken oder Gerinne, soll ein sogenanntes Schrägbank-UV-System zum Einsatz kommen. Dieses System lässt sich mit minimalen bautechnischen Eingriffen in das bestehende Gerinne (Ablaufgerinne Nachklärung) integrieren. Der geplante Standort für die Dosierungseinrichtung befindet sich in unmittelbarer Nähe zur bestehenden PFA-Dosierung, kurz vor dem Ende des Ablaufgerinnes der Nachklärung, vor der Einleitstelle in die Speicherteiche und vor der Schlammzugabestelle (hinter SdE 1).

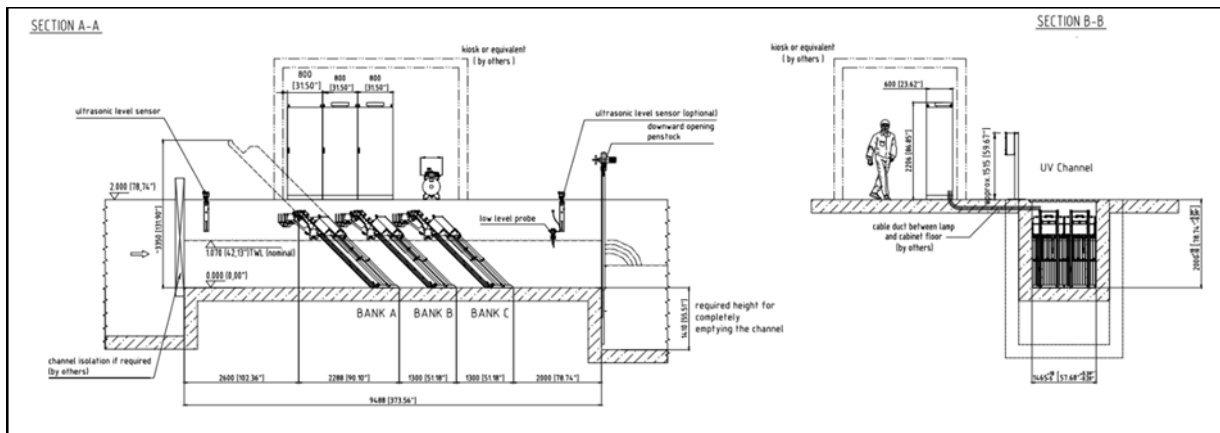


Abbildung 7-1: Schnittzeichnung der geplanten UV-Anlage

Das Abwasser durchströmt die schräg aufgestellten UV-Bänke, wodurch vorhandene Pathogene durch die UV-Strahlung deaktiviert werden. Das System wurde in enger Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro Zander und dem Anlagenhersteller Xylem speziell für die Abwassermatrix der Kläranlage Steinhof konzipiert. Für die Dimensionierung der Anlage wurden folgende Daten berücksichtigt:

- AFS in mg/l
- Trübung in NTU
- UV-Transmission in %
- Durchfluss in m³/h

Dank bereits im Vorfeld durchgeführter Forschungsprojekte mit der Firma Xylem (Forschungsvorhaben FlexTreat) ist die Wirksamkeit einer UV-Anlage für das Braunschweiger Abwasser zudem hinreichend nachgewiesen. Die Anlage wurde so dimensioniert, dass selbst unter den schlechtesten Bedingungen mindestens die Güteklasse D gewährleistet wird.

Um sicherzustellen, dass die Höchstzahl der Keimbelastung zu jedem Zeitpunkt eingehalten wird, wird die Beschickung der Anlage bei Schlammabtrieben oder zu geringen Transmissionswerten eingestellt. Eine Beschickung des Verbandes ist dann nur noch über das AOK-Pumpwerk möglich.

Das folgende Fließschema zeigt die Stellen der Einhaltung mit Betrieb der UV-Anlage.

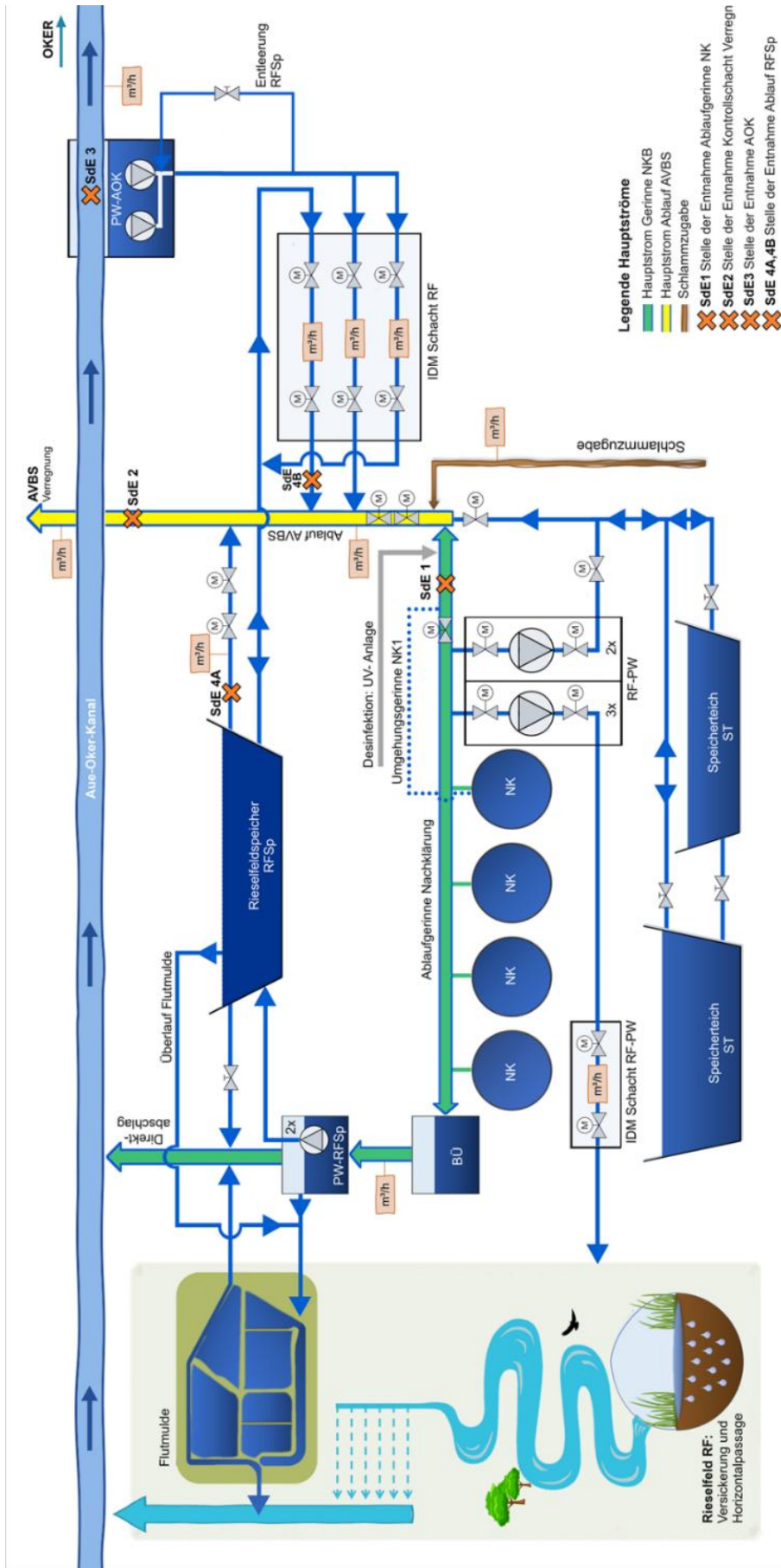


Abbildung 7-2: Fließschema Klärwerk Steinhof mit integrierter UV-Desinfektion

8 Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich folgendes feststellen:

BSB₅ und AFS

Die täglichen Messungen zeigen im Beregnungszeitraum keine Überschreitung der Grenzwerte.

E. coli:

Eine wichtige Erkenntnis, die im Laufe des Jahres gewonnen wurde ist, dass durch die Klärschlammzugabe viele Nährstoffe in das Wasser gelangen, die trotz Kühlung eine Wiederverkeimung in der Probe zur Folge haben. Durch die Wiederverkeimung entstanden Kontaminationen in den 24h-Probenehmern, wodurch das desinfizierte Wasser wieder mit Keimen angereichert wurde. Nachdem die Art der Probenahme geändert wurde, zeigte sich, dass es keine Grenzwertüberschreitungen mehr gab. Daher wurden die Werte mit den kontaminierten Probenehmern von der Auswertung ausgeschlossen. Die die Anforderungen in der EU-Verordnung 2020/741, siehe Kapitel 2, wurden erfüllt und damit auch die Vorgaben in der Genehmigung der UWB.

Legionellen:

Die vorliegenden Ergebnisse sind nicht aussagekräftig und zudem mit hohen Kosten verbunden. Es sollte daher geprüft werden, ob die Proben in einem anderen Labor mit der qPCR Methode auf Legionellen untersucht werden können.

Spurenschadstoffe:

Das Spurenschadstoffmonitoring wurde dreimal durchgeführt, je einmal pro Quartal der Beregnungssaison (März bis November). Um Trends zu erkennen, sind die Probenahmen in den nächsten Jahren abzuwarten. Im Vergleich zu den NLWKN Ergebnissen aus dem regionalen Themenbericht Band 20 und Band 30 zu Rückständen von Arznei- und Röntgenkontrastmitteln im Grundwasser (und Oberflächenwasser) von 2014 und 2017, die eine Überschneidung von 12 der beprobten Parametern haben, wurden im Jahr 2024 weniger Spurenschadstoffe im Grundwasser gefunden.

Die Beauftragung der fachgutachterlichen Auswertung des Monitorings befindet sich in der Vorbereitung.

Wendeburg, 21. Februar 2025,

gez.

Dr. F. Gromadecki