



VERBANDSKLÄRANLAGE LANGEN

Errichtung einer 4. Reinigungsstufe

Ausführungsplanung

Funktions- und Steuerungsbeschreibung



Abwasserverband
Langen • Egelsbach • Erzhausen

INHALTSVERZEICHNIS

SEITE

1	Allgemeines	1
1.1	Zweck.....	1
1.2	Sollwertvorgaben.....	1
2	Allgemeine Anforderungen an die Steuerung	2
2.1	Netzausfall.....	2
3	Konzeption und Einbindung in die Kläranlage.....	3
4	Anschluss- und Umfahrungsschacht	4
4.1	Funktion	4
5	Zwischenpumpwerk	5
5.1	Funktion	5
5.2	Antriebe / Funktionsgruppe.....	5
5.3	Messungen.....	5
5.4	Steuerbeschreibung	5
5.5	Störungen und Ersatzstrategien	6
5.6	Wählbare Parameter und Grundeinstellungen	7
5.7	Rechenwerte und grafische Darstellung	8
6	Fällmitteldosierung	9
6.1	Funktion	9
6.2	Antriebe / Funktionsgruppe.....	9
6.3	Schnittstelle zum Bestand	10
6.4	Messungen.....	10
6.5	Steuerbeschreibung	11
6.6	Störungen und Ersatzstrategien	12
6.7	Wählbare Parameter und Grundeinstellungen	13
6.8	Berechnungen	14
6.9	Grafische Darstellung	14
7	Tuchfiltration	15
7.1	Funktion	15
7.2	Antriebe / Funktionsgruppe.....	15
7.3	Messungen.....	15
7.4	Steuerbeschreibung	16
7.5	Störungen und Ersatzstrategien	16
7.6	Wählbare Parameter und Grundeinstellungen	17
7.7	Grafische Darstellung	18
8	GAK-Filter	19
8.1	Allgemeines.....	19
8.1.1	Zweck.....	19

8.1.2	Wesentliche Bestandteile des GAK-Filters.....	19
8.1.3	Betriebsmodi und Betriebskenngrößen.....	20
8.2	Funktion und Aggregate	22
8.2.1	Rohwasserschieber Schieberkammer (1A-AF01-MS12 bis 1A-AF01-MS20).....	22
8.2.2	Filtratwasserschieber (1A-AF01-MS21 bis 1A-AF01-MS29)	22
8.2.3	Spülwasserschieber (1A-AF01-MS48).....	23
8.2.4	Spülwasserschieber (1A-AF01-MS30 bis 1A-AF01-MS38)	24
8.2.5	Spülluftschieber (1A-AF01-MS39 bis 1A-AF01-MS47).....	24
8.2.6	Magnetventil (1A-AF01-MV01 bis 1A-AF01-MV09).....	25
8.2.7	Spülwasserpumpwerk (1A-AF01-PU01 bis 1A-AF01-PU03).....	26
8.2.8	Spülluftgebläsestation (1A-AF01-LV01 bis 1A-AF01-LV02)	28
8.2.9	Schlammwasserpumpwerk (1A-AF01-PU02 bis 1A-AF01-PU02)	29
8.2.10	Schlammwasserklappen (1A-AF01-MS01 bis 1A-AF01-MS09)	31
8.2.11	Schlammwasserrührwerke (1A-AF01-RW01 bis 1A-AF01-RW03).....	31
8.3	Messungen.....	33
8.3.1	Durchflussmessungen	33
8.3.2	Niveaumessungen.....	35
8.3.3	Druckmessung Filterkammern (1A-AF01-MW21 bis 1A-AF01-MW29).....	38
8.3.4	Qualitätsmessungen.....	38
8.4	Regelbetrieb	39
8.4.1	Notwendige Bedingung für den Regelbetrieb.....	39
8.4.2	Abwasserverteilung auf die einzelnen Kammern	39
8.4.3	Eingriffe in den Regelbetrieb	43
8.5	Betriebszustände einer Filterkammer	44
8.5.1	Benötigte Informationen für den Automatikbetrieb	44
8.5.2	Filtrieren	45
8.5.3	Rückspülung.....	48
8.5.4	GAK-Austausch.....	55
8.5.5	Stand-by (Außerbetriebnahme)	60
9	Brauchwassersystem.....	61
9.1	Allgemeines.....	61
9.2	Antriebe / Funktionsgruppe.....	61
9.3	Messungen.....	61
9.4	Steuerbeschreibung	62
9.4.1	Regelbetrieb	62
9.4.2	Treibwasserbetrieb	63
9.5	Störungen und Ersatzstrategien	63
9.6	Wählbare Parameter und Grundeinstellungen	63
9.7	Grafische Darstellung	64

10	Lüftungs- und Gebäudetechnik.....	65
10.1	Lüftung	65
10.2	Kellerentwässerung	65
11	Ablaufmessung.....	66
11.1	Qualitätsmessungen	66
11.2	Probenehmer	66

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	Seite
Abbildung 1: Schrittkette Rückspülung GAK-Filter	52
Abbildung 2: Bettausdehnung GAK-Rückspülung.....	59

TABELLENVERZEICHNIS	Seite
Es konnten keine Einträge für ein Abbildungsverzeichnis gefunden werden.	

ANLAGENVERZEICHNIS
Anlage 1:

1 ALLGEMEINES

1.1 Zweck

Die Kläranlage Langen soll um eine 4. Reinigungsstufe zur Spurenstoffelimination erweitert werden. Auf Grundlage eines jahrelangen Forschungsprojekts auf der Kläranlage wurde eine Verfahrenskombination aus Tuchfiltration und Aktivkohlefiltration ausgewählt. In Vorbereitung auf sich ändernde Anforderungen an die Reinigungsleistung soll außerdem die Möglichkeit zu einer späteren Erweiterung um eine Ozonung vorgesehen werden. Die hydraulische Anbindung an den Bestand erfolgt über ein Zwischenhebewerk, welcher den Ablauf der konventionellen Abwasserbehandlung in die neue Reinigungsstufe fördert und fortan als Hochwasserpumpwerk fungiert.

Die vorliegende Funktionsbeschreibung stellt die Planungsvorgaben für die in der Schaltanlage enthaltenen Komponenten sowie den in der SPS zu realisierenden Steuer- und Regelfunktionen dar. Die entsprechenden Steuerungskomponenten werden in der Schaltanlage integriert.

Alle in dieser Steuerungsbeschreibung aufgeführten Darstellungen, Abhängigkeiten und Verriegelungsbedingungen dienen in erster Linie als richtungsweisende Vorgaben. **Eine Vollständigkeit bzw. konkrete Parameterfestlegung ist, auch im Hinblick auf Erkenntnisse bei der Inbetriebnahme, nicht unbedingt gegeben.** Dem Ausführenden bzw. dem Programmierer obliegt es daher, alle notwendigen Bedingungen eigenverantwortlich einzubeziehen und die angegebenen Sollwerte bei der Inbetriebnahme auf deren Plausibilität mit den tatsächlichen Ausführungen zu überprüfen bzw. gegebenenfalls zu berichtigen und zu dokumentieren.

Bei evtl. Unklar- bzw. Unstimmigkeiten in Bezug auf die Beschreibungen ist vor endgültiger Ausführung eine entsprechende Rücksprache zu halten.

1.2 Sollwertvorgaben

Die in der vorliegenden Beschreibung aufgeführten Sollwertvorgaben müssen im Rahmen der Inbetriebnahme verifiziert und ggf. in Abstimmung mit dem Betrieb angepasst werden.

Die endgültigen Sollwertvorgaben sind im Pflichtenheft zu dokumentieren. Dabei sind die entsprechenden Parameterbilder mit den Grundeinstellungen zu implementieren.

2 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN AN DIE STEUERUNG

2.1 Netzausfall

Da das Zwischenpumpwerk auch als Hochwasserpumpwerk für die Kläranlage bei hohen Wasserständen im Hundsgaben dient, wird der Betrieb durch das Notstromsystem sichergestellt.

Die Tuchfiltration wird bei Stromausfall weiterhin durchströmt, aber nicht mehr gereinigt. Es kann somit zu einer Umfahrung über den Notüberlauf kommen. Bei länger anhaltenden Stromausfällen kann händisch die komplette Umfahrung der Tuchfiltration eingerichtet werden.

Die GAK-Filtration wird bei Stromausfall ebenfalls nicht mehr gereinigt. Um eine Überlastung der GAK-Filtration zu vermeiden, wird das Absenkschütz (1A-TF01-MS06) im Verteiler-/Abschlagsbauwerk der Tuchfiltration bei Stromausfall vollständig geöffnet. Bei länger anhaltenden Stromausfällen kann der Zulauf zur GAK-Filtration händisch geschlossen werden.

3 KONZEPTION UND EINBINDUNG IN DIE KLÄRANLAGE

Die 4. Reinigungsstufe der Kläranlage Langen wird sowohl verfahrenstechnisch als auch örtlich zwischen dem Ablauf der beiden Nachklärbecken und der aktuellen Einleitstelle der Kläranlage in den Hundsgaben vorgesehen.

Hierfür wird in den Ablaufkanal zwischen Nachklärung und Einleitstelle ein neuer Verteilschacht errichtet, von welchem aus das vorbehandelte Abwasser zum neuen Zwischenpumpwerk fließt. Das Zwischenpumpwerk fördert den gesamten Abwasserstrom zu einer vierstraßigen Tuchfiltration, welche für einen zusätzlichen Feststoffrückhalt im gesamten Abwasserstrom vorgesehen ist. Außerdem wird durch die Tuchfiltration eine weitergehende Phosphorelimination ermöglicht. Hierfür wird Fällmittel direkt in die Druckleitung hinter dem Zwischenpumpwerk dosiert. Die ausgefällten Phosphorverbindungen werden in der Tuchfiltration zurückgehalten.

Im Anschluss an die Tuchfiltration fließt ein Teilstrom (bis $Q_{\text{Spur}} = 227 \text{ l/s}$) der GAK-Filtration zur Spurenstoffelimination zu. Bei größeren Wassermengen ($> Q_{\text{Spur}} = 227 \text{ l/s}$) wird ein Teilstrom nach der Tuchfiltration direkt zur Ablaufmessung abgeschlagen. Das Filtrat der GAK-Filtration fließt anschließend ebenfalls zur Ablaufmessung.

Der Kläranlagenablauf wird über einen neuen Vereinigungsschacht wieder der aktuellen Einleitstelle in den Hundsgaben zugeführt.

4 ANSCHLUSS- UND UMFÄHRUNGSSCHACHT

4.1 Funktion

Zur Anbindung der neuen Verfahrensstufen an den Bestand ist ein Anschluss- und Umfährungs-schacht in der Ablaufleitung der Nachklärung vorgesehen. In diesem Schacht befinden sich zwei Schieber. Bei Betrieb der 4. Reinigungsstufe ist der Schieber in Richtung Zulauf des Zwischen-pumpwerks (1A-PW01-HS01) geöffnet und der Schieber in Richtung der neuen Auslaufmessung (1A-PW01-HS02) geschlossen.

Zur vollständigen Umfährung der 4. Reinigungsstufe bei niedrigem Wasserstand im Hundsgaben kann der Schieber in Richtung der Auslaufmessung (1A-PW01-HS02) geöffnet und der Schieber zum Pumpwerk (1A-PW01-HS01) geschlossen werden. Da es sich hierbei lediglich um einen Revisionsbetrieb handelt, müssen die Schieber händisch betätigt werden.

5 ZWISCHENPUMPWERK

5.1 Funktion

Der Ablauf der Nachklärung wird mithilfe eines Zwischenpumpwerks gefördert, sodass die nachfolgende 4. Reinigungsstufe hydraulisch im freien Gefälle durchlaufen werden kann.

Im Zwischenpumpwerk sind insgesamt 5 Pumpen verbaut. Davon sind 2 Pumpen mit einer maximalen Fördermenge von 100 l/s als Trockenwetterpumpen und 3 Pumpen mit einer maximalen Förderleistung von 200 l/s als Regenwetterpumpen vorgesehen. Alle Pumpen sind als Tauchmotorpumpen ausgeführt und verfügen über einen Frequenzumformer.

Die zwei kleinen Pumpen (1 + 1) werden bei einem Trockenwetterzulauf und minimalen Zulaufwassermengen von ca. 50 – 100 l/s in Abhängigkeit von den jeweiligen Betriebsstunden betrieben. Ab einer Zulaufwassermenge von größer 100 l/s wird eine der größeren Regenwetterpumpen mit einer Förderleistung von 100 l/s zugeschaltet und die Trockenwetterpumpe abgeschaltet. Steigt die Zulaufwassermenge weiter an, werden je nach Füllstand die zweite und bei Bedarf die dritte Regenwetterpumpe zugeschaltet. Bei Ausfall einer Regenwetterpumpe werden beide Trockenwetterpumpen als Redundanz zugeschaltet.

5.2 Antriebe / Funktionsgruppe

Trockenwetterpumpe 1	1A-PW01-PU01
Trockenwetterpumpe 2	1A-PW01-PU02
Regenwetterpumpe 1	1A-PW01-PU03
Regenwetterpumpe 2	1A-PW01-PU04
Regenwetterpumpe 3	1A-PW01-PU05

5.3 Messungen

Niveaumessung 1 Pumpensumpf	1A-PW01-MW06
Niveaumessung 2 Pumpensumpf	1A-PW01-MW07

5.4 Steuerbeschreibung

Sämtliche Pumpen sind Frequenzgeregelt und werden bei Einschaltung auf 50 Hz angefahren und dann über die Frequenzregelung füllstandsabhängig auf der vorgegebenen Frequenz betrieben.

Im Pumpensumpf sind zwei Füllstandsmessungen montiert. Zur Steuerung wird aus beiden Messungen ein Mittelwert gebildet.

Die erste Trockenwetterpumpe schaltet ab einer Wasserspiegelhöhe von $H_{Min1, ein}$ ein. Das Abschaltniveau beträgt $H_{Min1, aus}$. Bei einer Wasserspiegelhöhe von $H_{Min1, max}$ läuft die Pumpe mit der maximalen Frequenz von 50 Hz.

Steigt der Wasserspiegel im Pumpensumpf weiter bis zu einer Höhe von $H_{Min2, ein}$, schaltet eine der Mischwasserpumpen zu und die in Betrieb befindliche Trockenwetterpumpe schaltet ab. Die zugeschaltete Pumpe fährt mit 50 Hz an und versucht den Wasserstand frequenzgeregelt zu bewältigen. Steigt der Wasserspiegel weiter bis $H_{Min3, ein}$, schaltet die zweite Regenwetterpumpe zu und bei einem Wasserspiegel von $H_{Min4, ein}$ werden alle drei Regenwetterpumpen betrieben. Die drei Pumpen versuchen den Wasserstand frequenzgeregelt zu halten. Sinkt der Wasserspiegel auf $H_{Min4, aus}$ schaltet eine Regenwetterpumpe ab und bei einem Wasserspiegel von $H_{Min3, aus}$ schaltet auch die zweite Regenwetterpumpe ab. Nun fördert die verbliebene Regenwetterpumpe das Abwasser frequenzgeregelt bis ein Wasserspiegel von $H_{Min2, aus}$ erreicht wird, sodass die Regenwetterpumpe abschaltet und eine Trockenwetterpumpe zugeschaltet wird.

Die Auswahl, welche Pumpe zu- oder abgeschaltet wird, erfolgt in Abhängigkeit der aktuellen Betriebsstunden je Aggregat. Bei Zuschaltung einer weiteren Pumpe wird immer zuerst die Pumpe mit den wenigsten Betriebsstunden zugeschaltet. Bei Abschaltung wird analog die Pumpe mit den meisten Betriebsstunden zuerst abgeschaltet. Ein Abgleich der Betriebsstunden wird zwischen den beiden Trockenwetterpumpen und den drei Regenwetterpumpen getrennt betrachtet. Bei Dauerbetrieb einer Trockenwetterpumpe oder von 1 - 2 Regenwetterpumpen wird nach 24 h eine der betriebenen Pumpen gegen eine stillstehende ausgetauscht.

Zur Reinigung und Entleerung des Pumpensumpfs ist es möglich, von Hand die eingestellte Abschaltung der Pumpen zu überfahren und die Pumpen im Trockenlauf für einen kurzen Zeitpunkt zur Leerung zu betreiben.

5.5 Störungen und Ersatzstrategien

Das Zwischenpumpwerk wird vollständig an die Notstromversorgung angeschlossen, sodass es auch bei Stromausfall weiter betrieben werden kann.

Wird dennoch der maximale Wasserspiegel in der Pumpenvorlage deutlich überschritten (Wasserspiegel $> H_{Max1}$) wird eine Störmeldung ausgegeben. Eine Umfahrung der kompletten 4. Reinigungsstufe wäre dann durch ein händisches Öffnen des Schiebers im Anschlussschacht (1A-PW01-HS02) möglich.

Bei Störung einer Pumpe wird eine Störmeldung ausgegeben. Fällt eine Trockenwetterpumpe aus, so wird diese durch die andere Trockenwetterpumpe ersetzt. Es ist dann kein Wechsel der Pumpe in Abhängigkeit der Betriebszeiten vorgesehen bis beide Pumpen wieder funktionsfähig sind. Bei Störung einer Regenwetterpumpe wird diese durch die beiden Trockenwetterpumpen ersetzt. Bei der Abfrage der Betriebsstunden werden zuerst die beiden verbleibenden

Regenwetterpumpen berücksichtigt, sodass die beiden Trockenwetterpumpen erst bei Überschreitung der Förderkapazität von zwei Regenwetterpumpen als Ersatz für die dritte Regenwetterpumpe zum Einsatz kommen.

Weichen die beiden Füllstandsmessungen im Pumpensumpf um mehr als 20 cm voneinander ab, so wird eine Störmeldung „Plausibilität Füllstandsmessungen“ generiert. Ist eine Messung gestört, wird nur mit der verbleibenden gearbeitet und es erfolgt eine Störmeldung „Ausfall einer Füllstandsmessung“.

5.6 Wählbare Parameter und Grundeinstellungen

Alle Einstellungen und Parameter wie min und max Füllstände, Fördermengen etc. sind frei einstellbar.

Kürzel	Bezeichnung	AKZ	Einheit	Bereich	Grundeinstellung
H_Min1,ein	Einschaltpunkt Trockenwetterpumpe	1A-PW01-MW06 und 1A-PW01-MW07	m	0-4	1,9 (109,9 müNN)
H_Min1,aus	Abschaltpunkt Trockenwetterpumpe	1A-PW01-MW06 und 1A-PW01-MW07	m	0-4	1,0 (109,0 müNN)
H_Min1,max	Maximale Frequenz Trockenwetterpumpe	1A-PW01-MW06 und 1A-PW01-MW07	m	0-4	2,05 (110,05 müNN)
H_Min2,ein	Einschaltpunkt Regenwetterpumpe 1	1A-PW01-MW06 und 1A-PW01-MW07	m	0-4	2,1 (110,1 müNN)
H_Min2,aus	Abschaltpunkt Regenwetterpumpe 1	1A-PW01-MW06 und 1A-PW01-MW07	m	0-4	1,95 (109,95 müNN)
H_Min2,max	Maximale Frequenz Regenwetterpumpe 1	1A-PW01-MW06 und 1A-PW01-MW07	m	0-4	2,25 (110,25 müNN)
H_Min3,ein	Einschaltpunkt Regenwetterpumpe 2	1A-PW01-MW06 und 1A-PW01-MW07	m	0-4	2,3 (110,3 müNN)
H_Min3,aus	Abschaltpunkt Regenwetterpumpe 2	1A-PW01-MW06 und 1A-PW01-MW07	m	0-4	2,15 (110,15 müNN)
H_Min3,max	Maximale Frequenz Regenwetterpumpe 2	1A-PW01-MW06 und 1A-PW01-MW07	m	0-4	2,45 (110,45 müNN)

H_Min4,ein	Einschaltpunkt Regenwetterpumpe 3	1A-PW01-MW06 und 1A-PW01-MW07	m	0-4	2,5 (110,5 müNN)
H_Min4,aus	Abschaltpunkt Regenwetterpumpe 3	1A-PW01-MW06 und 1A-PW01-MW07	m	0-4	2,35 (110,35 müNN)
H_Min4,max	Maximale Frequenz Regenwetterpumpe 3	1A-PW01-MW06 und 1A-PW01-MW07	m	0-4	2,55 (110,55 müNN)
H_Max1	Maximaler Wasserspiegel	1A-PW01-MW06 und 1A-PW01-MW07	m	0-4	2,7 110,70 müNN)

5.7 Rechenwerte und grafische Darstellung

Kürzel	Bezeichnung	AKZ	Einheit	Bereich
	Summe Betriebsstunden Trockenwetterpumpe 1	1A-PW01-PU01	h	0 – 100.000
	Summe Betriebsstunden Trockenwetterpumpe 2	1A-PW01-PU02	h	0 – 100.000
	Summe Betriebsstunden Regenwetterpumpe 1	1A-PW01-PU03	h	0 – 100.000
	Summe Betriebsstunden Regenwetterpumpe 2	1A-PW01-PU04	h	0 – 100.000
	Summe Betriebsstunden Regenwetterpumpe 3	1A-PW01-PU05	h	0 – 100.000
	Mittelwert des Füllstands in der Pumpenvorlage	1A-PW01-MW06 und 1A-PW01-MW07	m	0-4

Alle Mess- und Rechenwerte sind grafisch darzustellen.

6 FÄLLMITTELDOSIERUNG

Hinweis:

Die türkis hinterlegten Messstellen und Antriebe sind Teil des bestehenden Fällmitteldosiersystems und werden im Rahmen eines anderen Projekts (nachfolgend „Fällmittelannahme“) durch das IB eberle ausgetauscht. Sie werden untenstehend zur ganzheitlichen Beschreibung mit aufgeführt und müssen teilweise durch die Steuerung der 4. RS über das PLS der Kläranlage angesteuert werden können.

6.1 Funktion

Zur weitergehenden Phosphorelimination wird eine zusätzliche Dosierstelle für eine Nachfällung eingerichtet. Die Dosierung erfolgt auf der Druckseite des Zwischenpumpwerks direkt in die Rohrleitung, sodass der ausgefällte Phosphor in der Tuchfiltration abgeschieden wird.

Für die regelmäßige Dosierung wird das Fällmittel in einem doppelwandigen Behälter mit einem Nutzvolumen von 0,5 m³ im Kellergeschoss des neuen Technikgebäudes zwischengelagert. Eine Befüllung des Behälters erfolgt automatisch mithilfe von Pumpen aus dem bestehenden Fällmittelsystem.

Die Dosierung des Fällmittels erfolgt mithilfe einer Dosierpumpe und eines statischen Wirbelmischers direkt in die Druckrohrleitung im Zulauf der Tuchfiltration. Zur Einmischung des Fällmittels wird außerdem Treibwasser (7 m³/h bei 3 bar) benötigt, welches durch ein Treibwasserpumpwerk zur Verfügung gestellt wird.

6.2 Antriebe / Funktionsgruppe

Beschickung des Fällmittelbehälters:

Beschickungspumpe 1	1C-PW01-PU01
Beschickungspumpe 2	1C-PW01-PU02
Motorschieber Befüllung 4. Reinigungsstufe	XX-XXXX-MS01
Motorschieber Befüllung Bestandssystem	XX-XXXX-MS02

Fällmitteldosierung:

Magnetventil Ablauf Fällmitteltank	1A-FD01-MV01
Dosierpumpe 1	1A-FD01-PU01
Dosierpumpe 2	1A-FD01-PU02
Treibwasserpumpe 1	1A-FD01-PU03
Treibwasserpumpe 2	1A-FD01-PU04

6.3 Schnittstelle zum Bestand

Die Befüllung des Fällmittelbehälters erfolgt aus dem Bestandssystem. Der Anschluss im Rahmen dieses Projekts erfolgt an der Druckrohrleitung hinter einem Handkugelhahn am Ende des Versorgungskanals.

Die Steuerung der Pumpen (1C-PW01-PU01 und 1C-PW01-PU02), des Schiebers (XX-XXXX-MS01) zur Befüllung des im Bestandsystems bereits vorhandenen Fällmittelbehälters 1C-BH05 sowie des Schiebers (XX-XXXX-MS02) zur Befüllung des neuen Fällmittelbehälters erfolgt im Rahmen des Projekts „Fällmittelannahme“.

Im Übergabebereich (Kugelhahn am Ende des Versorgungskanals) wird eine Auffangwanne mit Leckagesensor (XX-XXXX-MW01) vorgesehen. Diese dient zur Detektion von Leckagen im ersten Teilstück der anschließend erdverlegten Fällmittelleitung. Diese Auffangwanne inkl. Leckagesonde (XX-XXXX-MW01) wird im Rahmen des Projekts „Fällmittelannahme“ implementiert. Bei Feststellung einer Leckage wird der Befüllvorgang des neuen Fällmittelbehälters gestoppt.

Eine weitere Auffangwanne mit Leckagesonde (1A-AF01-MW07) im Keller der GAK-Filtration ist zur Feststellung von Leckagen im zweiten Teil der erdverlegten Rohrleitung vorgesehen. Diese wird im Rahmen der 4. Reinigungsstufe implementiert.

Die Steuerung „Fällmittelannahme“ erhält von der Steuerung der 4. Reinigungsstufe nachfolgende Signale:

- 1) Freigabe Befüllvorgang
- 2) Beenden Befüllvorgang
- 3) Leckage

6.4 Messungen

Beschickung des Fällmittelbehälters:

Leckagesonde Versorgungskeller	XX-XXXX-MW01
Füllstandsmessung Fällmittelbehälter	1A-FD01-MW03
Leckagesonde Fällmittelbehälter	1A-FD01-MW04

Fällmitteldosierung:

Leckagesonde Dosiertafel	1A-FD01-MW06
Druckmessung Dosierpumpen	1A-FD01-MW01
Durchflussmessung Dosierleitung	1A-FD01-MW02
Leckagesonde Leckagewanne 1	1A-FD01-MW07
Leckagesonde Leckagewanne 2	1A-FD01-MW11

Treibwasserpumpwerk:

Druckmessung Treibwasserpumpe 1	1A-FD01-MW08
Druckmessung Treibwasserpumpe 2	1A-FD01-MW09
Durchflussmessung Treibwasser	1A-FD01-MW10

Bestehende Messungen alter Kläranlagenablauf:

Durchflussmessung
Ortho-P-Messung

1B-AL11-MW03 (Bestand)
(Bestand)

Messungen neuer Kläranlagenablauf:

Durchflussmessung
P_{ges}-Messung

1A-BA01-MW01
1A-BA01-MW02

6.5 Steuerbeschreibung

Die Befüllung des neuen Fällmittelbehälters 1A-BH01 erfolgt füllstandsabhängig. Bei Unterschreitung des minimalen Füllstands (MIN_L_1A-FD01-MW03) im Behälter (1A-BH01) wird das Signal zur Freigabe des Befüllvorgangs an die Steuerung der „Fällmittelannahme“ ausgegeben.

Nach Überschreitung des maximalen Füllstands im Fällmittelbehälter (1A-BH01), wird das Signal zur Beendigung des Befüllvorgangs an die Steuerung „Fällmittelannahme“ übergeben.

Die Dosierung des Fällmittels erfolgt über eine der beiden Dosierpumpen (1A-FD01-PU01 und 1A-FD01-PU02) in der Dosiertafel. Die zweite Dosierpumpe dient der Redundanz. Es ist ein Betriebsstundenausgleich vorzusehen.

Die Einmischung des Fällmittels in den Abwasserstrom erfolgt durch einen Wirbelmischer im Zulaufgerinne der Tuchfiltration. Hierzu wird Treibwasser benötigt, welches das Fällmittel mit der notwendigen Turbulenz in den Abwasserstrom einspült.

Eine der beiden Treibwasserpumpen (1A-FD01-PU03 und 1A-FD01-PU04) fördert Treibwasser aus dem Spülwasserspeicher mit einem Druck von 3 bar zum Wirbelmischer. Die benötigte Treibwassermenge von 7 m³/h wird mithilfe der Durchflussmessung (1A-FD01-MW10) durch die FU-Regelung der Pumpe eingestellt.

Findet keine Fällmitteldosierung statt, wird auch kein Treibwasser benötigt und die Treibwasserpumpen schalten ab.

Die notwendige Fällmitteldosiermenge wird über die Phosphatfracht im Ablauf der Nachklärung ermittelt (siehe Kapitel 6.8). Dazu wird die Konzentration von Ortho-Phosphat (XXXX) sowie der Abwasserdurchfluss (1B-AL11-MW03) in der alten Ablaufmessung der Kläranlage gemessen. Durch eine überstöchiometrische Dosierung wird sichergestellt, dass der Überwachungswert immer sicher eingehalten wird. Die Messung der Phosphorkonzentration (1A-BA01-MW02) in der neuen Ablaufmessung der Kläranlage kann zur Überprüfung der Fällmitteldosiermenge herangezogen und gegebenenfalls einer Anpassung der überstöchiometrischen Dosierung genutzt werden.

Ist die PO₄-P-Konzentration im Ablauf der Nachklärung bereits so gering, dass der Überwachungswert bereits sicher unterschritten wird, wird die Fällmitteldosierung gestoppt. Der Parameter MIN_PO₄-P_NKB_XXXX kann hierfür entsprechend ausgewählt werden.

Wird die Tuchfiltration ganz oder teilweise Umfahren, muss die Fällmitteldosierung gestoppt werden. Dies kann durch das Öffnen des Umfahungsschiebers (1A-TF01-MS06) oder eine Auslösung des Notüberlaufs in einer der Filterkammern festgestellt werden.

6.6 Störungen und Ersatzstrategien

Bei Störung der Phosphatmessung (XXXX) wird anstelle des Messwerts ein voreingestellter Ersatzwert zur Ermittlung der Fällmitteldosiermenge verwendet. Es wird eine Meldung am PLS ausgegeben.

Bei Störung der Durchflussmessung (1B-AL11-MW03) im alten Kläranlagenablauf können stattdessen die Werte der neuen Ablaufmengenmessung (1A-BA01-MW01) verwendet werden. Es wird eine Meldung am PLS ausgegeben.

Bei Störung einer Dosierpumpe kann diese automatisch durch die zweite Dosierpumpe ersetzt werden. Es wird eine Meldung am PLS ausgegeben.

Bei Störung einer Treibwasserpumpe kann diese automatisch durch die zweite Treibwasserpumpe ersetzt werden. Es wird eine Meldung am PLS ausgegeben.

Die Leckagesensoren des Fällmittelbehälters (1A-FD01-MW04) und der Auffangwanne im Versorgungskeller (1A-FD01-MW07) geben bei Auslösung einen Alarm, welcher den Befüllvorgang des Fällmittelbehälters sofort beendet. Sämtliche Leckagemeldungen werden am PLS angezeigt.

Die Leckagesonde in der Dosiertafel (1A-FD01-MW06) gibt bei Auslösung einen Alarm, welcher die Fällmitteldosierung sofort beendet. Außerdem schließt das Magnetventil (1A-FD01-MV01) im Ablauf des Fällmittelbehälters. Sämtliche Leckagemeldungen werden am PLS angezeigt.

Der Leckagesensor (1A-FD01-MW07) gibt bei Auslösen einen Alarm, welcher zusätzlich die Befüllung des Fällmittelbehälters (1A-BH01) stoppt und die Schieber XX-XXXX-MS01 und 1A-FD01-MV01 schließt.

Der Leckagesensor (1A-FD01-MW11) gibt bei Auslösen einen Alarm, welcher die Fällmitteldosierung sofort beendet.

Bei Unterschreitung des kritischen Mindestfüllstands im Fällmittelbehälter (1A-BH01) wird die Fällmitteldosierung gestoppt, um einen Trockenlauf der Pumpen zu vermeiden. Es wird eine Meldung „Trockenlaufschutz Fällmitteldosierpumpen“ am PLS ausgegeben. Bei erneuter Überschreitung des Mindestfüllstands wird die Fällmitteldosierung nach einer voreingestellten Verzögerung (z.B. 30 Sekunden) wieder aufgenommen.

Bei Überschreitung eines voreingestellten Konzentrationswerts (maximal der Überwachungswert nach Einleitgenehmigung) bei der P_{ges} -Messung (1A-BA01-MW02) im neuen Kläranlagenablauf wird eine Meldung am PLS ausgegeben.

6.7 Wählbare Parameter und Grundeinstellungen

Kürzel	Bezeichnung	AKZ	Einheit	Bereich	Grundeinstellung
MIN_MIN_L_1 A-FD01-MW03	Kritischer Min. Füllstand Fällmit- telbehälter	1A-FD01- MW03	%	0-100	5
MIN_L_1A- FD01-MW03	Min. Füllstand Fällmittelbehälter	1A-FD01- MW03	%	0-100	20
MAX_L_1A- FD01-MW03	Max. Füllstand Fällmittelbehälter	1A-FD01- MW03	%	0-100	95
MAX_MAX_L_ 1A-FD01- MW03	Kritischer Max. Füllstand Fällmit- telbehälter	1A-FD01- MW03	%	0-100	99
P_1A-FD01- MW08 P_1A-FD01- MW09	Zildruck Treib- wasser	1A-FD01- MW08 1A-FD01- MW09	Bar	2,5-3,5	3
F_1A-FD01- MW10	Zieldurchfluss- menge Treibwas- ser	1A-FD01- MW10	m³/h	0-7,5	7
Er- satz_PO4_NK B_XXXX	Ersatzwert Kon- zentration PO4-P im Ablauf der Nachklärung	XXXX	mg/l	0-2	1,0
Er- satz_F_NKB_ XXXX	Ersatzwert Durch- flussmenge im Ablauf der Nach- klärung	1A-BA01- MW01	l/s	0-560	Messwert Ablauf- messung
Max_P _{ges} Ab- lauf_XXXX	Maximale P _{ges} - Konzentration im Kläranlagenab- lauf	1A-BA01- MW02	mg/l	0-2	0,2
MIN_PO4-P_ NKB_XXXX	Minimale P-Kon- zentration im Ab- lauf der Nachklä- rung für Betrieb der P-Fällung	XXXX	mg/l	0-1	0,15

$\beta_{\text{Fäll}}$	Relative Fällmit- telmenge bezo- gen auf den zu fäl- lenden Phosphor		mol/m ol	1-5	2,5
AM_P	Molmasse Phos- phor		g/mol		31
AM_{Me}	Molmasse Fäll- mittel		g/mol	20-60	55,8
WS_{ME}	Wirksubstanz Fällmittel		-	0,01-1	0,138
ρ_{ME}	Dichte Fällmittel		kg/m ³	1.000- 2.000	143
f	Sicherheitsfaktor		-	1-2	1,25
Q_{NKB}	Mengenmessung Ablauf Nachklä- rung	1B-AL11- MW03	m ³ /h	0-2.016	Messwert Mengen- messung
S_{PO4-P}	Konzentrations- messung PO4-P Ablauf Nachklä- rung		mg/l		Messwert Quali- tätsmessung

6.8 Berechnungen

Die notwendige Dosiermenge zur Steuerung der Fällmitteldosierpumpen kann wie nachfolgend berechnet werden.

Kürzel	Bezeichnung	Einheit	Berechnung
Q_{FM}	Fällmittelfluss	m ³ /h	$Q_{FM} = k \times Q_{NKB} \times S_{PO4-P}$
k	Proportionalitäts- faktor	l/mg	$k = f \times \beta_{\text{Fäll}} \times \frac{AM_{ME}}{AM_P} \times \frac{1}{\rho_{ME} \times WS_{ME}}$

6.9 Grafische Darstellung

Alle Mess- und Rechenwerte sind grafisch darzustellen.

7 TUCHFILTRATION

7.1 Funktion

Die Tuchfiltration ist für eine weitere Reduktion der Feststoffe im Ablauf der Nachklärung vorgesehen. Durch eine Reduktion der Feststoffbelastung kann die notwendige Spülhäufigkeit sowie die zu erwartende Beladung der GAK-Filter reduziert werden. Es ist somit von einer Verlängerung der Standzeit der GAK auszugehen. Außerdem dient die Tuchfiltration zum Feststoffrückhalt der weitergehenden P-Fällung, wofür Fällmittel direkt in den Ablauf des Zwischenpumpwerks dosiert wird. Somit wird durch die Tuchfiltration die Qualität des gesamten Kläranlagenablaufs verbessert.

Es sind insgesamt 4 Filterkammern vorgesehen, wobei 3 Kammern zur Behandlung des gesamten Kläranlagenablaufs (Q_M) ausreichen.

Im Ablauf der Tuchfiltration befindet sich ein Abschlagsbauwerk mit einer Überfallrinne. Hier wird bei hohen Durchflüssen Abwasser direkt zur Ablaufmessung abgeschlagen. Die GAK wird bis zu einem Durchfluss von $Q_{Spur} = 227 \text{ l/s}$ beschickt, zusätzliches Abwasser wird abgeschlagen.

Bautechnisch ist eine spätere Erweiterung der Tuchfiltration auf eine 5. Filterkammer bereits vorgesehen. Ebenso soll der elektrische Anschluss einer zusätzlichen Filterkammer bereits vorgehalten werden. Die Maschinentechnik für die zusätzliche Filterkammer wird allerdings noch nicht installiert.

Die technische Ausrüstung der Tuchfiltration wird als Gesamtpaket durch einen Hersteller geliefert, weshalb die Details der Steuerung (insbesondere die Filterreinigung) nach Vergabe durch den Hersteller vorgegeben werden.

Die Absenkschütze im Zulauf zu den Filterkammern werden nicht durch den Hersteller der Tuchfiltration geliefert, weshalb die Vorgaben zu deren Steuerung aus dieser Funktionsbeschreibung zu entnehmen sind.

7.2 Antriebe / Funktionsgruppe

Absenkschütz Zulauf Filterkammer	1A-TF01-MS01 bis 1A-TF01-MS04
Filterantrieb	1A-TF01-AE01 bis 1A-TF01-AE04
Schlammwasserpumpen	1A-TF01-PU01 bis 1A-TF01-PU20
Bodenschlammumpen	1A-TF01-PU26 bis 1A-TF01-PU33
Schwimmschlammumpen	1A-TF01-PU36 bis 1A-TF01-PU39
Rührwerk Zulaufgerinne	1A-TF01-RW01

7.3 Messungen

Füllstandsmessung Zulaufgerinne	1A-TF01-MW01
Füllstandsmessung Ablaufrinne	1A-TF01-MW02
Füllstandsmessung Filterkammer	1A-TF01-MW03 bis 1A-TF01-MW06
Füllstandsmessung Ablaufkammer	1A-TF01-MW08 bis 1A-TF01-MW11
SAK-Messung Ablaufrinne	1A-TF01-MW13

7.4 Steuerbeschreibung

Die einzelnen Straßen der Tuchfiltration werden über die Zulaufverteilirinne gleichmäßig beschickt. Hierfür wird das Absenkschütz aller Filterkammern mit dem Betriebszustand „Filterbetrieb“ geöffnet. Durch eine Anpassung der unteren Endlage des Absenkschützes kann der Wasserspiegel im Zulaufgerinne der Tuchfiltration eingestellt werden. Mithilfe einer Füllstandmessung in jeder Filterkammer sowie einer Messung in der Ablaufkammer vor der Ablaufschwelle jedes Filters wird die Wasserspiegeldifferenz für jedes Filterelement ermittelt. Durch den zunehmenden Feststoffgehalt auf den Filtertüchern während des Filtrationsvorgangs steigt der Filterwiderstand und somit die Wasserspiegeldifferenz. Beträgt diese mindestens $h_{TF,max}$, beginnt die Reinigung der Filtereinheiten, wobei je Filtereinheit insgesamt 5 Absaugpumpen / Schlammwasserpumpen das Spülwasser mit einem definierten Volumenstrom zurück in den Zulauf der Nachklärung fördern. Der Reinigungszyklus der Filtereinheiten ist beendet, wenn der Filter eine Umdrehung beendet hat. Eine erneute Reinigung beginnt nach erneuter Überschreitung der Wasserspiegeldifferenz von $h_{TF,max}$. Alternativ kann die Filterreinigung auch manuell ausgelöst werden. Die detaillierte Beschreibung der Filterreinigung wird durch den Hersteller der Tuchfiltration vorgegeben.

Die in der Filterkammer sedimentierten Feststoffe werden mithilfe der 8 Bodenschlamm-pumpen gefördert. Diese sind über voreingestellte Intervalle zeitgesteuert ($t_{TF,Pause}$ und $t_{TF,Reini-gung}$). Schwimmschlamm kann in einer Skimminne zurückgehalten werden. Die Steuerung der Schwimmschlamm-pumpe erfolgt lediglich nach Bedarf händisch durch den Betrieb.

In der Zulaufrinne der Tuchfiltration befindet sich ein Tauchmotorrührwerk, um ein Absetzen von Partikeln zu verhindern. Das Rührwerk wird durch eine Zeitsteuerung in regelmäßigen Intervallen an- und abgeschaltet. Die Zeitintervalle können angepasst werden. Bei Unterschreitung eines Mindestwasserspiegels ($H_{TF,zu,min}$) im Zulaufgerinne wird ein Hinweis im PLS gegeben und das Rührwerk schaltet ab.

Bei Abschaltung/Außerbetriebnahme einer Filterkammer schließt auch das Absenkschütz im Zulauf zur jeweiligen Filterkammer.

7.5 Störungen und Ersatzstrategien

Steigt der Wasserspiegel in einer oder mehreren Filterkammern auf die Höhe des Notüberlaufs an ($H_{NOT,max}$), so wird ein Hinweis „Notüberlauf“ im PLS gegeben. Der Filterbetrieb ist hiervon unbeeinflusst, es sollte aber geprüft werden, ob eine händische Öffnung des Schiebers (1A-TF01-HS09), sowie das Schließen des Schiebers (1A-TF01-HS08) für die Umfahrung der Tuchfiltration notwendig ist. Da der Filter über den Notüberlauf teilweise umfahren wird, muss die Fällmitteldosierung beendet werden.

Bei einer Störung des Filterantriebs wird eine Störmeldung im PLS ausgegeben und der Automatikbetrieb der entsprechenden Filterkammer beendet. Hierfür wird das Absenkschütz der betroffenen Filterkammer geschlossen.

Bei Störung einer Schlammwasser-, Bodenschlamm- oder Schwimmschlamm-pumpe wird ebenfalls ein Hinweis im PLS gegeben. Der Automatikbetrieb des Tuchfilters wird nicht beendet. Bei

Absinken des Füllstands in der Filterkammer, sodass der Trockenlaufschutz einer Pumpe auslöst (H_{TF,Spül,min}; H_{TF,Boden,min}; H_{TF,Schwimm,min}), wird der Automatikbetrieb direkt beendet. Die Störmeldung wird bei erneuter Überschreitung des minimalen Wasserspiegels automatisch quittiert und der Automatikbetrieb wieder gestartet.

Bei Störung der Füllstandsmessung in einer Filterkammer oder im Ablauf des Filters wird ein Hinweis im PLS ausgegeben, der Automatikbetrieb des betreffenden Filters sofort beendet und der Zulauf zur Filterkammer durch Schließen des Absenkschützes gestoppt.

Muss eine Filterkammer aufgrund von Störungen außer Betrieb genommen werden, wird der Zulauf aus dem Zwischenpumpwerk durch die drei anderen Tuchfilterkammern geleitet. Durch den höheren Durchfluss kann es zu einem erhöhten hydraulischen Widerstand und somit zu einer Erhöhung der Reinigungsfrequenz kommen. Sollten mehrere Filterkammern ausfallen, dann muss eine teilweise Umfahrung der Tuchfiltration über den Notüberlauf oder durch händische Öffnung des Umfahrungsschiebers (1A-TF01-HS09) erfolgen.

7.6 Wählbare Parameter und Grundeinstellungen

Nachfolgend sind die Parameter für Filterkammer 1 angegeben. Diese gelten analog auch für die anderen Filterkammern.

Im PLS können die Parameter für alle Filterkammern gemeinsam ausgewählt werden.

Kürzel	Bezeichnung	AKZ	Einheit	Bereich	Grundeinstellung
h _{TF,max}	Wasserspiegeldifferenz Tuchfiltration zum Beginn der Filterreinigung	1A-TF01-MW03 und 1A-TF01-MW08	m	0-1	0,25
t _{TF,Pause}	Zeitspanne ohne Betrieb der Bodenschlammumpen	1A-TF01-PU26 und 1A-TF01-PU27	h	0-10	2
t _{TF,Reinigung}	Betriebsdauer der Bodenschlammumpen	1A-TF01-PU26 und 1A-TF01-PU27	s	0-100	15
H _{TF,zu,min}	Mindestwasserspiegel Zulaufgerinne für Betrieb des Rührwerks	1A-TF01-MW01	m	0-5	1,40
H _{NOT,max}	Wasserspiegel bei Auslösung des Notüberlaufs	1A-TF01-MW03	m	0-6	3,65
H _{TF,Spül,min}	Trockenlaufschutz Spülwasserpumpen	1A-TF01-MW03	m	0-5	*
H _{TF,Boden,min}	Trockenlaufschutz Bodenschlammumpen	1A-TF01-MW03	m	0-5	*

H_TF, Schwimm, min	Trockenlaufschutz Schwimmschlamm- pumpen	1A-TF01-MW03	m	0-5	*
-----------------------	--	--------------	---	-----	---

* nach Angaben des Ausrüsters

7.7 Grafische Darstellung

Alle Mess- und Rechenwerte sind grafisch darzustellen.

8 GAK-FILTER

8.1 Allgemeines

8.1.1 Zweck

Bei einem **granuliertem Aktivkohlefilter** (GAK-Filter) durchströmt das zu behandelnde Abwasser ein Festbett aus GAK (= GAK-Schüttung). Die GAK-Schüttung wird hierzu in die einzelnen Kammern des Filterbauwerks eingebracht. Alle Filterkammern zusammen bilden den sogenannten Adsorber des Filterbauwerks, welcher den verfahrenstechnischen „Apparat“ zur Durchführung des Behandlungsprozesses bildet.

Mit der Behandlung des Abwassers mit GAK wird der Zweck verfolgt, gelöste organische Spurenstoffe aus dem Abwasser zu entfernen. Im Nebeneffekt wird ein Teil der gelösten Restorganik des Abwassers ebenfalls entfernt. Die Entfernung der Organik aus dem Abwasser erfolgt primär durch den Prozess der Adsorption. Ergänzt wird dies durch biologische Reinigungsvorgänge, welche sich mit zunehmender Betriebszeit unweigerlich einstellen und nicht gezielt beeinflusst werden können. Um die biologische Reinigungswirkung zu nutzen, muss ausreichend Sauerstoff im Abwasser vorhanden sein. Durch den Prozess der Filtration werden zusätzlich Partikel zurückgehalten, so dass das Abwasser nach der Filtration über die GAK nahezu feststofffrei ist. Der Feststoffrückhalt hat wiederum einen Druckverlust zur Folge, der mit zunehmender Laufzeit ansteigt. Um die in der GAK-Schüttung zurückgehaltenen Feststoffe zu entfernen, muss die GAK-Schüttung zurückgespült werden. Die Rückspülung erfolgt diskontinuierlich und ist als Durchlaufspülung konzipiert.

Durch die stetige Beladung der GAK mit gelöster Organik nimmt ihre Adsorptionskapazität mit zunehmender Betriebsdauer ab. Um dauerhaft eine ausreichende Spurenstoffelimination gewährleisten zu können, muss die GAK-Schüttung der einzelnen Filterkammern daher von Zeit zu Zeit ausgetauscht werden. Der Aus- und Einbau der GAK-Schüttung erfolgt manuell und wird vom Betriebspersonal durchgeführt.

8.1.2 Wesentliche Bestandteile des GAK-Filters

Die wesentlichen verfahrenstechnischen Komponenten des GAK-Filters bilden:

- Rohwassergerinne
- Adsorber
Der Adsorber untergliedert sich in 9 Filterkammern. Jeder Filterkammer wird das Abwasser über eine Vorkammer zugeführt. Die einzelnen Vorkammern werden über das Verteilgerinne mit Abwasser beschickt.

Der Aufbau einer Filterkammer stellt sich wie folgt dar:

- Spülwasserspeicher

- Spülwasserpumpwerk
- Spülluftgebläse

- Schlammwasserspeicher
- Schlammwasserpumpen

- Druckerhöhungsanlage
Diese fungiert neben der Brauchwasserversorgung der 4. Reinigungsstufe auch der Bereitstellung von Treibwasser für den Ein- und Austrag der Aktivkohle

Komplettiert wird der GAK-Filter auf der Kläranlage Langen durch folgende bauliche Komponenten:

- einen Rohrkeller,
- einen Pumpenraum,
- Schalträume,
- einen Analyseraum.

Die räumliche Gliederung des Bauwerks ist wie folgt:

8.1.3 Betriebsmodi und Betriebskenngrößen

8.1.3.1 Betriebsmodi

Der eigentliche für die Abwasserbehandlung relevante Prozess des Adsorbers stellt das Filtrieren des zu behandelnden Abwassers über die GAK-Schüttung dar. Für diesen Prozess stehen bis zu 9 Filterkammern zur Verfügung. Die Verfügbarkeit einer Filterkammer für die Abwasserbehandlung und damit für den Regelbetrieb ist von deren Betriebszustand abhängig. Mögliche Betriebszustände einer Filterkammer sind:

Betriebsmodi	Abwasserbehandlung	Herstellen der Verfügbarkeit
Regelbetrieb	- Filtrieren	- Rückspülung
Stand-by	- keine	- GAK-Austausch

Regelbetrieb:

Der Regelbetrieb des GAK-Filters zeichnet sich dadurch aus, dass folgende Prozesse automatisch und aufeinander abgestimmt ablaufen:

- Beschickung des Filters und Aufteilung des Abwassers auf die verfügbaren Filterkammern des Adsorbers
- Betrieb der Filterkammern (Filtrieren und automatisches Einleiten der Rückspülung sowie deren automatischer Ablauf)

Stand-by-Zustand:

Der Stand-by-Zustand ist dadurch gekennzeichnet, dass die Filterkammer nach Durchlaufen des Prozesses soweit vorbereitet ist, um jederzeit wieder dem Abwasserbehandlungsprozess zugeschaltet und damit in den Regelbetrieb integriert werden zu können.

8.1.3.2 Betriebskenngrößen und Rechenwerte

Bettvolumen:

Mit zunehmender Laufzeit ist eine Abnahme der Reinigungsleistung der GAK zu erwarten. Kenngröße zur Beschreibung der Laufzeit, losgelöst von der Einheit „Zeit“, bildet das sogenannte Bettvolumen (BV). Das BV gibt an, wieviel Abwasservolumen seit Einfüllung der GAK in einen Adsorber bzw. in eine Filterkammer bezogen auf das Volumen der GAK-Schüttung behandelt wurde:

$$BV = V(t) / V_{GAK} \quad [-]$$

mit
 $V(t)$ [m³] das seit Einfüllung der GAK bis zur Zeit t durchgesetzte Volumen an Abwasser

V_{GAK} [m³] Volumen der GAK-Schüttung, ermittelt über:

$A_{\text{Filterkammer}}$ (L x B) x Höhe der GAK-Schüttung (H_{GAK}) nach Erstspülung; die Höhe ist nach jeder Neubefüllung neu zu ermitteln; diese kann mittels der jeweiligen Niveaumessung einer Filterkammer bestimmt werden

Filter- / Spülgeschwindigkeit (v):

Geschwindigkeit mit der das jeweilige Medium (Abwasser, Spülwasser, Spülluft) durch die Filterkammer fließt bzw. strömt.

Allgemein:

$$v = Q / A \quad [m/h]$$

mit

Q [l/s] durchgesetzter Volumenstrom (hier: $v = Q \times 3,6 / A$ [m/h])

[Nm³/h]

A [m²] Fläche, durch die der Volumenstrom durchgesetzt wird

Überstau über der GAK-Schicht

Die Freigabe einiger Automatisierungsschritte ist von der Höhe des Überstaus ($h_{FKx,ÜS}$) über der GAK-Schicht abhängig. Die Höhe der GAK-Schicht ($H_{FKx,GAK}$) in der einzelnen Filterkammer wird von der eingefüllten GAK-Menge bestimmt und ist somit für jede Kammer individuell. Die Höhe des Überstaus errechnet sich aus dem Wasserspiegelniveau in einer Filterkammer ($H_{FKx,WS}$) abzüglich der Höhe der GAK-Schicht. Letztgenannte ist nach dem Einfüllen von neuer GAK im System zu hinterlegen (vgl. hierzu Kap.8.5.4).

Am Beispiel der Filterkammer 1 errechnet sich die Höhe des Überstaus wie folgt:

$$h_{FK1,ÜS} = H_{FK1,WS} - H_{FK1,GAK} \quad [m]$$

8.2 Funktion und Aggregate

8.2.1 Rohwasserschieber Schieberkammer (1A-AF01-MS12 bis 1A-AF01-MS20)

Zweck

Durch Öffnen des Rohwasserschiebers einer Filterkammer wird das Abwasser vom Rohwassergerinne in die Vorkammer einer Filterkammer eingeleitet und gelangt von dort aus über die Überfallschwelle in die eigentliche Filterkammer.

Steuerfunktion Zulaufschieber

ÖRTLICH bzw. HAND:	EIN / AUS
O:	Außer Betrieb
FERN:	SPS-Steuerung

Funktionsanforderung

Die Rohwasserschieber dürfen nur während des Betriebszustandes „Filtrieren“ geöffnet sein.

In anderen Betriebszuständen wie Rückspülung und Stand-by ist der Rohwasserschieber geschlossen und verhindert, dass die Filterkammer mit Abwasser beschickt wird.

Bei Außerbetriebnahme der gesamten GAK-Filtration sind alle Rohwasserschieber zu schließen

Ersatzstrategie

Wenn der Rohwasserschieber zu einer Kammer defekt ist, kann diese Kammer nicht mehr am Regelbetrieb teilnehmen. Der Zulauf zu dieser Kammer ist mit dementsprechenden Handschieber (1A-AF01-HS01 bis 1A-AF01-HS09) abzuriegeln.

8.2.2 Filtratwasserschieber (1A-AF01-MS21 bis 1A-AF01-MS29)

Zweck

Mit dem Filtratwasserschieber wird im Betriebszustand „Filtrieren“ der Wasserspiegel des Überstaus in der Filterkammer konstant gehalten bzw. geregelt. Im Betriebszustand „Rückspülung“ dient der Filtratwasserschieber zur Absenkung des Überstaus.

Steuerfunktion Filtratwasserschieber	
ÖRTLICH bzw. HAND:	EIN / AUS
O:	Außer Betrieb
FERN:	SPS-Steuerung

Funktionsanforderung

Die Filtratwasserschieber der Filterkammern können unabhängig voneinander geöffnet werden. Die Filtratwasserschieber können Positionen (= Öffnungsgrade) zwischen 0 % und 100 % annehmen. Der Öffnungsgrad eines jeden Schiebers ist auf dem Prozessbild darzustellen und im Leitsystem zu archivieren.

Ersatzstrategie

Wenn der Filtratwasserschieber zu einer Kammer defekt ist, kann diese Kammer nicht mehr am Regelbetrieb teilnehmen. Der Filtratwasserschieber (1A-AF01-MS21 bis 1A-AF01-MS29) ist manuell über das Handrad zu schließen, damit die anderen Filterkammern weiterhin betrieben werden können.

8.2.3 Spülwasserschieber (1A-AF01-MS48)

Zweck

Der Spülwasserschieber dient dazu den Spülwasservolumenstrom eindrosseln zu können, um im Bedarfsfall entsprechend geringe Durchflüsse mit den vorhandenen Pumpen realisieren zu können.

Steuerfunktion Filtratwasserschieber	
ÖRTLICH bzw. HAND:	EIN / AUS
O:	Außer Betrieb
FERN:	SPS-Steuerung

Funktionsanforderung

Für die Befüllung der Filterkammer über den Düsenboden als auch der Impulsspülung beim GAK-Ausbau kann es notwendig sein, die Leitung mittels des Spülwasserschiebers einzudrosseln, um geringe Durchflüsse mit den vorhandenen Pumpen realisieren zu können. Der Spülwasserschieber kann daher Positionen (= Öffnungsgrade) zwischen 100 % und 0 % annehmen. Der Schieber hat in seiner Ausgangslage immer vollständig geöffnet zu sein (= 100 %). Der Öffnungsgrad des Schiebers ist auf dem Prozessbild darzustellen und im Leitsystem zu archivieren.

Ersatzstrategie

Sollte der Spülwasserschieber defekt sein, so kann im Bedarfsfall manuell eine Eindrosselung über den Handschieber (1A-AF01-HS32) realisiert werden.

8.2.4 Spülwasserschieber (1A-AF01-MS30 bis 1A-AF01-MS38)

Zweck

Es ist ein Spülwasserschieber je Filterkammer vorgesehen.

Der Spülwasserschieber grenzt die Spülwasserleitung vom Filtratraum einer Filterkammer ab. Spülwasser wird während der Rückspülung in der Wasserspülphase, zum Einstauen der Filterkammer über das Filterbett als auch zur Impulsspülung während des GAK-Ausbaus in den Filtratraum geführt.

Steuerfunktion Filtratwasserschieber

ÖRTLICH bzw. HAND:	EIN / AUS
O:	Außer Betrieb
FERN:	SPS-Steuerung

Funktionsanforderung

Die Spülwasserschieber der Filterkammern können unabhängig voneinander geöffnet werden. Im Falle der Wasserrückspülung einer Filterkammer hat der entsprechende Spülwasserschieber vollständig geöffnet zu sein.

Ersatzstrategie

Wenn der Spülwasserschieber einer Kammer defekt ist, kann diese Kammer nicht mehr am Regelbetrieb teilnehmen. Die Spülwasserleitung zu dieser Kammer ist durch ein manuelles Schließen des Spülwasserschiebers (1A-AF01-MS30 bis 1A-AF01-MS38) über das Handrad abzuriegeln, damit die anderen Filter weiter in Betrieb bleiben können.

8.2.5 Spülluftschieber (1A-AF01-MS39 bis 1A-AF01-MS47)

Zweck

Es ist ein Spülluftschieber je Filterkammer vorgesehen.

Der Spülluftschieber grenzt die Spülluftleitung vom Filtratraum einer Filterkammer ab. Spülluft wird während der Rückspülung in der Luftspülphase und während des Einbaus der GAK zur Nivellierung der GAK-Schüttung eingetragen.

Steuerfunktion Filtratwasserschieber	
ÖRTLICH bzw. HAND:	EIN / AUS
O:	Außer Betrieb
FERN:	SPS-Steuerung

Funktionsanforderung

Die Spülluftschieber der Filterkammern können unabhängig voneinander geöffnet werden. Die Spülluftschieber können die Position 0% und 100% annehmen. Die Position eines jeden Schiebers ist auf dem Prozessbild darzustellen und im Leitsystem zu archivieren.

Ersatzstrategie

Wenn der Spülluftschieber zu einer Kammer defekt ist, kann diese Kammer nicht mehr am Regelbetrieb teilnehmen, außer es ist ein Spülprogramm ohne Luftspülung ausgewählt. Die Spülluftleitung zu dieser Kammer ist durch ein manuelles Schließen des Spülluftschiebers über das Handrad (1A-AF01-MS40 bis 1A-AF01-MS47) abzuriegeln. Um die Kammer mit einem Spülprogramm ohne Luftspülung weiterhin am Regelbetrieb teilnehmen zu lassen, ist das Schließen des Schiebers im PLS zu bestätigen.

8.2.6 Magnetventil (1A-AF01-MV01 bis 1A-AF01-MV09)

Zweck

Es ist ein Magnetventil je Filterkammer vorgesehen.

Das Magnetventil dient der schnellen Entlüftung des Filtratraums nach einer Luftspülung.

Steuerfunktion Filtratwasserschieber	
ÖRTLICH bzw. HAND:	EIN / AUS
O:	Außer Betrieb
FERN:	SPS-Steuerung

Funktionsanforderung

Die Magnetventile der Filterkammern können unabhängig voneinander geöffnet werden. Der Zustand eines jeden Magnetventils ist auf dem Prozessbild darzustellen und im Leitsystem zu archivieren.

Ersatzstrategie

Wenn das Magnetventil einer Kammer defekt ist, kann diese Kammer nach wie vor betrieben werden, sofern das Magnetventil geschlossen ist. Allerdings ist im Spülprogramm dieser Kammer die Dauer der Öffnung des Magnetventils auf Null zu setzen und die vorangegangene Wartezeit muss deutlich erhöht werden, um ein Ausgasen der Luft im Filtratraum über die GAK-Schüttung sicherzustellen. Die nach der Öffnung des Magnetventils vorhandene Wartezeit kann ebenfalls auf Null gesetzt werden (vgl. 8.5.3).

8.2.7 Spülwasserpumpwerk (1A-AF01-PU01 bis 1A-AF01-PU03)

Aufbau und Zweck

Das Spülwasserpumpwerk wird aus 3 baugleichen Pumpen gebildet, die abhängig von der angeforderten Wassermenge gemeinsam oder einzeln betrieben werden. Maximal sind 2 Pumpen gleichzeitig in Betrieb. Die jeweils dritte Pumpe bildet die Reservepumpe.

Die Spülwasserpumpen saugen ihr zu förderndes Wasser aus einer Sammelleitung, die wiederum direkt mit dem Spülwasserspeicher verbunden ist, an. Das von den Pumpen geförderte Wasser wird in einer Leitung vereint und bei Rückspülung der entsprechenden Filterkammer zugeleitet. In der druckseitigen Sammelleitung ist ein MID eingebaut, der zur Regelung des Spülwasserpumpwerks dient. Der Wasserspiegel in den Filterkammern, und somit der Gegendruck, ist variabel, da dieser vom jeweiligen Betriebszustand abhängig ist.

Die Betriebsbereitschaft der Spülwasserpumpen ist vom Füllstand des Spülwasserspeichers abhängig.

Das Spülwasserpumpwerk darf erst in Betrieb gehen, wenn einer der Spülwasserschieber geöffnet ist.

Der Betrieb des Spülwasserpumpwerks ist bei folgenden Betriebszuständen erforderlich:

- 1) Rückspülung, hier für die Wasserspülung
- 2) Inbetriebnahme einer Filterkammer nach Stand-by-Zustand, hier um die GAK-Schüttung mit Wasser zu fluten als auch um oberhalb der GAK-Schüttung ein Wasserpolster auszubilden
- 3) GAK-Austausch, hier
 - Ausbau der GAK: - Fluidisierung GAK-Schüttung
 - Einbau der GAK: - Vorlage von Wasser in einer Kammer,
 - Wässerung
 - Erstinbetriebnahmespülung
- 4) Bei der Kalibrierung der Füllstands- und Druckmessungen in den Filterkammern, bei denen eine Befüllung der Filterkammer mit Filtrat notwendig ist. Oder für die erstmalige Aufnahme der Bettexpansion während der Rückspülung.

Funktionsgruppe / Antriebe / Messungen	
Spülwasserpumpe 1	1A-AF01-PU01
Spülwasserpumpe 2	1A-AF01-PU02
Spülwasserpumpe 3	1A-AF01-PU03

Durchflussmessung Spülwasser	1A-AF01-MW44
Spülwasserschieber	1A-AF01-MS30 bis 1A-AF01-MS38
Niveaumessung Spülwasserspeicher	1A-AF01-MW48
Niveaumessung Schlammwasserspeicher	1A-AF01-MW49

Steuerfunktion Spülwasserpumpen	
ÖRTLICH bzw. HAND:	EIN / AUS
O:	Außer Betrieb
FERN:	SPS-Steuerung

Funktionsanforderung

Die Gesamtlaufzeit einer jeden Pumpe ist zu erfassen und auf dem Panel / im PLS darzustellen. Zu Beginn des Spülvorgangs werden zwei der drei Spülwasserpumpen betriebsstundenabhängig vorausgewählt.

Die Anzahl der in Betrieb befindlichen Pumpen ist von der „Soll-Wassermenge“ abhängig. Bei einem Wassermengenbedarf ($Q_{SPÜL}$) bis zur maximalen Förderleistung einer Pumpe ($Q_{SPÜL,Pumpe,max}$) hat eine Pumpe zu laufen. Beträgt $Q_{SPÜL} > Q_{SPÜL,Pumpe,max}$, so sind zwei Pumpen gleichzeitig zu betreiben. Hierbei sind die Pumpen im gleichen Frequenztakt zu regeln. Wenn $Q_{SPÜL} \leq Q_{SPÜL,Pumpe,max}$ beträgt, so ist für die Erfüllung dieser Anforderung immer jene der beiden vorgewählten Pumpen auszuwählen, die die kürzere Gesamtlaufzeit aufweist.

Die Pumpen sind abhängig vom Füllstandsniveau im Spülwasserspeicher zu betreiben. Fällt das Niveau unter den einstellbaren Wert von $H_{SPÜL,min,aus}$, sind die Spülwasserpumpen abzuschalten. Die Pumpen werden erst wieder aktiviert, wenn im Spülwasserspeicher ein einstellbares Mindestwasserniveau ($H_{SPÜL,min,ein}$) überschritten wird (Betrieb AUTO bleibt).

Damit der Schlammwasserspeicher nicht überfüllt wird, dürfen die Spülwasserpumpen im Betriebszustand „Rückspülung“ zudem nur in Betrieb sein, wenn im Schlammwasserspeicher ein Wasserspiegel von $\leq H_{SLW,max2}$ (vorwählbaren Größe) vorherrscht.

Die Spülwasserpumpen haben sanft anzufahren.

Startwertvorgaben		
Überwachung Füllstandsniveau	Wert	Einheit
$H_{SPÜL,min,ein}$	3,00	m
$H_{SPÜL,min,aus}$	1,30	m
$H_{SLW,max2}$	1,5	m

Anzeige PLS		
Mess- oder Zählgröße	Stellenangabe	Einheit
Laufzeit Spülwasserpumpen 1-3	00000	h
Spülwassermenge	00000	m ³

Ersatzstrategie

Bei Ausfall von mehr als einer Spülwasserpumpe ist der Filterbetrieb einzustellen.

8.2.8 Spülluftgebläsestation (1A-AF01-LV01 bis 1A-AF01-LV02)

Aufbau und Zweck

Die Spülluftgebläsestation wird aus 2 baugleichen Gebläsen gebildet. Es ist jeweils immer nur ein Gebläse in Betrieb. Das zweite Gebläse dient als Reserve.

Die Gebläse saugen die Luftmenge aus der Umgebungsluft an. Die Spülluft wird über eine Sammelleitung jeweils der zurückgespülten Filterkammer zugeleitet. In der Sammelleitung ist eine Luftmengenmessung eingebaut, die zur Regelung der Spülluftmenge dient. Der Gegendruck an der Eintragsseite ist variabel, da die Spülluft bei unterschiedlichen Betriebszuständen genutzt wird und damit die Gebläse bei verschiedenen Wasserspiegelniveaus zum Einsatz kommen.

Die Betriebsbereitschaft der Spülluftgebläsestation ist vom Wasserstand und der Stellung der Schlammwasserklappe in der jeweiligen Filterkammer abhängig.

Das Spülluftgebläse darf erst anfahren, wenn einer der Spülluftschieber geöffnet ist.

Der Betrieb eines Spülluftgebläses ist bei folgenden Betriebszuständen erforderlich:

- Rückspülung, hier für die Luftspülung
- GAK-Austausch, hier um beim Einbau die GAK-Schüttung zu nivellieren

Funktionsgruppe / Antriebe / Messungen	
Spülluftgebläse 1	1A-AF01-LV01
Spülluftgebläse 2	1A-AF01-LV02
Luftmengenmesser	1A-AF01-MW44
Schlammwasserklappen	1A-AF01-MS01 bis 1A-AF01-MS09
Spülluftschieber	1A-AF01-MS39 bis 1A-AF01-MS47
Niveaumessung Filterkammer 1-7	1A-AF01-MW01 bis 1A-AF01-MW09

Steuerfunktion Spülluftgebläse	
ÖRTLICH bzw. HAND:	EIN / AUS
O:	Außer Betrieb
FERN:	SPS-Steuerung

Funktionsanforderung

Die Gesamtlaufzeit eines jeden Gebläses ist zu erfassen und auf dem Panel / im PLS darzustellen.

Das Spülluftgebläse wird bei Beginn des Spülvorgangs betriebsstundenabhängig ausgewählt.

Die Gebläse dürfen nur in Betrieb gehen, wenn in der Filterkammer, in der die Luft eingetragen werden soll, ein Überstau von maximal 2,00 m ($h_{FK,ÜS,max} = H_{FK,WS}$ (tatsächlicher Wasserstand) - $H_{FK,GAK}$) vorherrscht und die Schlammwasserklappe geschlossen ist.

Die Spülluftgebläse haben sanft anzufahren.

Startwertvorgaben		
Überwachung Überstauhöhe	Wert	Einheit
$h_{FK,ÜS,max}$	2,0	m

Anzeige PLS		
Mess- oder Zählgröße	Stellenangabe	Einheit
Laufzeit Spülluftgebläse 1 und 2	00000	h
Spülluftmenge	00000	m ³

Ersatzstrategie

Bei Ausfall von beiden Gebläsen ist der Filterbetrieb einzustellen oder alternativ ein Spülprogramm ohne Luftspülung auszuwählen.

8.2.9 Schlammwasserpumpwerk (1A-AF01-PU02 bis 1A-AF01-PU02)

Aufbau und Zweck

Das Schlammwasserpumpwerk dient der Entleerung des Schlammwasserspeichers. Das anfallende Schlammwasser wird wieder in die biologische Reinigungsstufe zurückgeführt.

Das Schlammwasserpumpwerk wird aus 2 baugleichen Pumpen gebildet. Es ist jeweils immer nur eine Pumpe in Betrieb. Die zweite Pumpe dient als Reserve.

Die Betriebsbereitschaft der Schlammwasserpumpen ist vom Füllstand des Schlammwasserspeichers abhängig.

Funktionsgruppe / Antriebe / Messungen	
Schlammwasserpumpe 1	1A-AF01-PU01
Schlammwasserpumpe 2	1A-AF01-PU02
Niveaumessung Schlammwasserspeicher	1A-AF01-MW49
Durchflussmessung Schlammwasserrückführung	1A-AF01-MW50
Durchflussmessung Ablauf Nachklärung	1B-AL11-MW03

Steuerfunktion Schlammwasserpumpen	
ÖRTLICH bzw. HAND:	EIN / AUS
O:	Außer Betrieb
FERN:	SPS-Steuerung

Funktionsanforderung

Die Gesamtlaufzeit einer jeden Pumpe ist zu erfassen und auf dem Panel / im PLS darzustellen.

Die Auswahl der betriebenen Schlammwasserpumpe erfolgt betriebsstundenabhängig.

Die Pumpen sind abhängig vom Wasserstands-niveau im Schlammwasserspeicher einzuschalten. Fällt das Niveau unter den einstellbaren Wert von H_SLW,min,aus, sind die Schlammwasserpumpen abzuschalten. Der Betrieb der Pumpen wird erst wieder aufgenommen, wenn im Schlammwasserspeicher das einstellbare Mindestwasserniveau H_SLW,min,ein überschritten wird. Die Pumpen werden dann bei maximaler Frequenz (50 Hz) betrieben.

Startwertvorgaben		
Überwachung Füllstands-niveau	Wert	Einheit
H_SLW,min,ein	1,40	m
H_SLW,min,aus	0,60	m

Anzeige PLS		
Mess- oder Zählgröße	Stellenangabe	Einheit
Laufzeit Schlammwasserpumpen 1 und 2	00000	h
Mengenmessung Schlammwasser	00000	m ³

Ersatzstrategie

Bei Ausfall von mehr als einer Schlammwasserpumpe ist der Filterbetrieb zu unterbrechen.

8.2.10 Schlammwasserklappen (1A-AF01-MS01 bis 1A-AF01-MS09)

Zweck

Über die Schlammwasserklappe wird das im Überstau der Filterkammer befindliche Abwasser in den Schlammwasserspeicher ausgeleitet und damit der Wasserstand des Überstaus in der Filterkammer abgesenkt.

Funktionsgruppe / Antriebe / Messungen

Schlammwasserklappen	1A-AF01-MS01 bis 1A-AF01-MS09
Niveaumessung Schlammwasserspeicher	1A-AF01-MW49

Steuerfunktion Gerinnegebläse

ÖRTLICH bzw. HAND:	EIN / AUS
O:	Außer Betrieb
FERN:	SPS-Steuerung

Funktionsanforderung

Es kann jeweils nur eine Schlammwasserklappe geöffnet sein.

Die Schlammwasserklappen dürfen nur öffnen, wenn sich der Wasserspiegel im Schlammwasserspeicher mindestens 0,60 cm unterhalb der Unterkante der Schlammwasserklappe befindet. Dieser Wasserspiegelstand wird als $H_{SLW,max1}$ definiert. $H_{SLW,max1}$ soll manuell über das Panel / PLS eingegeben werden können. Durch die Limitierung über $H_{SLW,max1}$ wird sichergestellt, dass das gesamte Wasser im Überstauraum einer Filterkammer im Schlammwasserspeicher aufgenommen werden kann.

Startwertvorgaben

Überwachung Füllstandsniveau	Wert	Einheit
$H_{SLW,max1}$	2,10	m

Ersatzstrategie

Bei Ausfall einer Schlammwasserklappe wird die betreffende Filterkammer aus dem Regelbetrieb herausgenommen.

8.2.11 Schlammwasserrührwerke (1A-AF01-RW01 bis 1A-AF01-RW03)

Zweck

Um ein Absetzen von Feststoffen im Schlammwasserspeicher zu verhindern, sind hier 3 Tauchmotorrührwerke vorgesehen.

Funktionsgruppe / Antriebe / Messungen	
Rührwerk	1A-AF01-RW01 bis 1A-AF01-RW03
Niveaumessung Schlammwasserspeicher	1A-AF01-MW49

Steuerfunktion Gerinnegebläse	
ÖRTLICH bzw. HAND:	EIN / AUS
O:	Außer Betrieb
FERN:	SPS-Steuerung

Funktionsanforderung

Bei Unterschreitung eines Mindestfüllstands ($H_{SLW,min2}$) werden die Rührwerke abgeschaltet, um einen Trockenlauf zu vermeiden.

Bei Überschreitung des Füllstands ($H_{SLW,min2}$) laufen die Rührwerke zeitgesteuert. Nach einer vorgewählten Standzeit von $t_{RÜHR,Stand}$ werden die Rührwerke für ein Zeitintervall von $t_{RÜHR,Betrieb}$ betrieben.

Bei Betrieb des Schlammwasserpumpwerks (1A-AF01-PU01 oder 1A-AF01-PU02) werden auch die Rührwerke kontinuierlich betrieben. Dadurch wird gewährleistet, dass die Feststoffe aus dem Schlammwasserspeicher wieder ausgetragen werden.

Startwertvorgaben		
Parameter	Wert	Einheit
$H_{SLW,min2}$	1,4	m
$t_{RÜHR,Stand}$	1	h
$t_{RÜHR,Betrieb}$	5	min

Ersatzstrategie

Bei Ausfall eines Rührwerks wird ein Hinweis im PLS gegeben. Die anderen Rührwerke werden weiterbetrieben. Der Filterbetrieb kann weiterlaufen.

8.3 Messungen

8.3.1 Durchflussmessungen

8.3.1.1 Durchflussmessung Ablauf Filterkammern (1A-AF01-MW32 bis 1A-AF01-MW40)

Art der Messung	magnetisch-induktiv
Zweck der Messung	Über die Messung wird der Volumenstrom, der durch die GAK-Schüttung der Filterkammer geflossen ist, erfasst. Dieser Messwert geht zugleich in die Berechnung des Bettvolumens über die Laufzeit der GAK-Schüttung mit ein.
Messwertglättung	
Prozessleitsystem	Anzeige PLS: ja
	Archivierung Leitsystem: ja
	Stellenangabe: 00,0
	Einheit: l/s
Ersatzstrategie	Fällt die Messung aus, so kann der Durchfluss durch den Filter und somit die Berechnung des Bettvolumens nicht mehr erfolgen.

8.3.1.2 Durchflussmessung Spülwasser (1A-AF01-MW43)

Art der Messung	magnetisch-induktiv
Zweck der Messung	Die Messung des Spülwasservolumenstroms dient der Regelung des Spülwasserpumpwerks.
Messwertglättung	
Prozessleitsystem	Anzeige PLS: ja
	Archivierung Leitsystem: ja
	Stellenangabe: 000
	Einheit: l/s
Ersatzstrategie	Fällt die Messung aus, sind die Pumpen des Spülwasserpumpwerks mit einer einstellbaren Frequenz (Festdrehzahl) zu betreiben. Um einen ungewünschten GAK-Austrag aus der Filtekammer zu vermeiden, ist die Phase der Wasserspülung (vgl. 8.5.3) vor Ort zu beobachten. Damit diesem nachgekommen wird, a) hat der Hinweis zu erscheinen, „Wasserspülphase vor Ort beobachten; bei GAK-Austrag Frequenz Spülwasserpumpe herabsetzen“

	b) muss der Start der Wasserspülphase in der Schrittkette „Rückspülung“ über einen extra Button bestätigt werden. Sollte diesem nicht nach Ablauf einer vorwählbaren Zeit nicht nachgekommen werden, so erscheint ein Warnhinweis: „Rückspülung unterbrochen – Wasserspülphase einleiten!“
--	--

8.3.1.3 Durchflussmessung Schlammwasser (1A-AF01-MW50)

Art der Messung	magnetisch-induktiv
Zweck der Messung	Über die Messung wird der Volumenstrom, der in die Nachklärung zurückgeführt wird, erfasst. Damit kann die interne Rückbelastung ermittelt werden.
Messwertglättung	
Prozessleitsystem	Anzeige PLS: ja
	Archivierung Leitsystem: ja
	Stellenangabe: 00,0
	Einheit: l/s
Ersatzstrategie	Fällt die Messung aus, so kann das Schlammwasserpumpwerk dennoch betrieben werden. Im PLS wird ein Hinweis ausgegeben.

8.3.1.4 Mengenmessung Spülluft (1A-AF01-MW44)

Art der Messung	Gasdurchflussmessung nach dem thermischen Prinzip
Zweck der Messung	Die Messung des Spülluftvolumenstroms dient der Regelung der Spülluftgebläsestation.
Messwertglättung	
Prozessleitsystem	Anzeige PLS: ja
	Archivierung Leitsystem: ja
	Stellenangabe: 0000
	Einheit: Nm³/h

Ersatzstrategie	Fällt die Messung aus, sind die Gebläse der Spülluftgebläsestation mit einer vorwählbaren Frequenz (Festdrehzahl, F_SPÜLL) zu betreiben. Um ein ausreichendes Aufbrechen des Filterbettes durch die Luftspülung zu garantieren, ist bei der erstmaligen Rückspülung mit einer Festdrehzahl insbesondere die Phase der Wasserspülung vor Ort zu beobachten. Hierbei gilt es zu beurteilen, ob durch die Luftspülung die GAK-Schüttung ausreichend aufgebrochen wurde. Andernfalls kann es bei der Phase der Wasserspülung zu einem unerwünschten GAK-Austrag kommen. Damit diesem nachgekommen wird, hat der Hinweis zu erscheinen, „Rückspülung vor Ort beobachten“.
------------------------	--

8.3.2 Niveaumessungen

8.3.2.1 Niveaumessung Rohwassergerinne

Art der Messung	Radarniveaumessung	
Zweck der Messung	Die Messung dient der Überwachung des Füllstands im Rohwassergerinne. Sie hat keinen Einfluss auf die Steuerung, wird nur als zusätzliche Sicherheit genutzt, um einen Überstau des Gerinnes frühzeitig zu erkennen. Wird ein Freibord von 0,2 m unterschritten, wird im PLS eine Warnung ausgegeben. Das notwendige Freibord kann im PLS angepasst werden.	
Messwertglättung		
Prozessleitsystem	Anzeige PLS:	ja
	Archivierung Leitsystem:	nein
	Stellenangabe:	0,00
	Einheit:	m
Bezugsniveau	Gerinneoberkante = 0,00 m	
Überwachung / Alarme	Niveaudefinition	Aktion und Startwert Niveauvorgabe
	H_Rwg,max	1,80 m
	Die Niveauvorgaben sollen durch Eingabe über das Panel/PLS verändert werden können.	
Ersatzstrategie	Der Ausfall der Messung hat keinen Einfluss auf den Filterbetrieb. Es wird ein Hinweis im PLS gegeben.	

8.3.2.2 Niveaumessung Filterkammern (1A-AF01-MW01 bis 1A-AF01-MW09)

Art der Messung	Radarniveaumessung
Zweck der Messung	Die Messung dient grundsätzlich der Überwachung der Überstauhöhe in der Filterkammer. Für den Betriebsmodus „Filtrieren“ wird sie zur Regelung der Überstauhöhe genutzt. Während der Rückspülung ist sie für die Überwachung und Einstellung der verschiedenen Überstauhöhen notwendig. Ferner dient sie zur Bestimmung der angelieferten und für den Betrieb nutzbaren GAK-Menge.
Messwertglättung	
Prozessleitsystem	Anzeige PLS: ja
	Archivierung Leitsystem: ja
	Stellenangabe: 0,00
	Einheit: m
Bezugsniveau	Oberkante Düsenboden = 0,00 m
Überwachung / Alarme	Die für den Betrieb einer Filterkammer relevanten Wasserstände sind in den Unterabschnitten des Kapitels 8.5 beschrieben
Ersatzstrategie	Bei Ausfall der Niveaumessung ist die Filterkammer vom Regelbetrieb auszuschließen

8.3.2.3 Niveaumessung Spülwasserspeicher (1A-AF01-MW48)

Art der Messung	Radarniveaumessung	
Zweck der Messung	Die Messung dient der Überwachung des Wasserstandes im Spülwasserspeicher	
Messwertglättung		
Prozessleitsystem	Anzeige PLS:	ja
	Archivierung Leitsystem:	ja
	Stellenangabe:	0,00
	Einheit:	m
Bezugsniveau	Oberkante Beckensohle = 0,00 m	
Überwachung / Alarme	Niveaudefinition	Aktion
	H_SPÜL,min,ein	s. 8.2.7
	H_SPÜL,min,aus	s. 8.2.7
Ersatzstrategie	Bei Ausfall der Niveaumessung kann keine automatische Rückspülung mehr erfolgen. Die Rückspülung ist dann unter ständiger Prüfung des Wasserspiegels manuell durchzuführen. Hierzu ist ein entsprechender Hinweis auf der Bedienoberfläche zu geben.	

	Sollte während dieser Situation ein GAK-Wechsel notwendig sein, so muss der Füllstand im Spülwasserspeicher manuell überwacht werden. Hierzu ist ein entsprechender Hinweis auf der Bedienoberfläche auszugeben.
--	--

In der folgenden Abbildung sind die verschiedenen, zu registrierenden Wasserstandniveaus schematisch abgebildet.:

8.3.2.4 Niveaumessung Schlammwasserspeicher (1A-AF01-MW49)

Art der Messung	Radarniveaumessung	
Zweck der Messung	Die Messung dient der Überwachung des Wasserstandes im Schlammwasserspeicher. Davon abhängig werden die Schlammwasserpumpen ein-/ausgeschaltet. Der Wasserstand definiert zudem die Freigabe zur Öffnung der Schlammwasserklappen	
Messwertglättung		
Prozessleitsystem	Anzeige PLS:	ja
	Archivierung Leitsystem:	ja
	Stellenangabe:	0,00
	Einheit:	m
Bezugsniveau	Oberkante Beckenauskleidung Sohle = 0,00 m	
Überwachung / Alarme	Niveaudefinition	Aktion
	H_SLW,min,ein	s. 8.2.9
	H_SLW,min,aus	s. 8.2.9
	H_SLW,min2	s. 8.2.11
	H_SLW,max2	s. 8.2.7
Ersatzstrategie	Bei Ausfall der Niveaumessung ist der Filterbetrieb einzustellen.	

In der folgenden Abbildung sind die verschiedenen, zu registrierenden Wasserstandniveaus schematisch abgebildet.:

8.3.3 Druckmessung Filterkammern (1A-AF01-MW21 bis 1A-AF01-MW29)

Art der Messung	Elektronischer Drucksensor	
Zweck der Messung	Die Messung dient im Zusammenspiel mit der Niveaumessung, die die Wasserspiegellage in einer Filterkammer überwacht, zur Überwachung des Druckverlustes im Filterbett.	
Messwertglättung		
Prozessleitsystem	Anzeige PLS:	ja
	Archivierung Leitsystem:	ja
	Stellenangabe:	0,00
	Einheit:	mWS*
Ersatzstrategie	Bei Ausfall der Druckmessung ist für die betreffende Kammer das Rückspülkriterium Nr. 1 „Druck“ auszuschließen (vgl. 8.5.3).	

* Um den Druckverlust, der sich im Filterbett mit zunehmender Filtrationsdauer aufbaut, berechnen zu können, ist die Ausgabe des Messwertes in mWS notwendig. Für die Umrechnung zwischen den Einheiten „bar“ und „mWS“ gilt:

1 bar = 10,197 mWS

1 mWS = 0,0981 bar

8.3.4 Qualitätsmessungen

8.3.4.1 SAK-Messung Zulauf GAK-Filter / Ablauf Tuchfilter (1A-TF01-MW13)

Art der Messung	Spektraler Absorptionskoeffizient	
Zweck der Messung	Näherungsweise Abschätzung der Spurenstoffelimination durch die Aktivkohle. Dies wird genutzt, um die verbleibende Absorptionskapazität und somit die verbleibende Standzeit des Filterbettes zu beurteilen. (Quotientenbildung mit 1A-AF01-MW51)	
Messwertglättung		
Prozessleitsystem	Anzeige PLS:	Ja
	Archivierung Leitsystem:	Ja
	Stellenangabe:	000,0
	Einheit:	1/m
Ersatzstrategie	Bei Ausfall der Messung kann keine SAK-Reduktion durch den GAK-Filter ermittelt werden. Ein Filterbetrieb ist weiterhin möglich. Alternativ ist der SAK händisch zu bestimmen.	

8.3.4.2 SAK-Messung Spülwasserspeicher (1A-AF01-MW51)

Art der Messung	Spektraler Absorptionskoeffizient	
Zweck der Messung	Näherungsweise Abschätzung der Spurenstoffelimination durch die Aktivkohle. Dies wird genutzt, um die verbleibende Absorptionskapazität und somit die verbleibende Standzeit des Filterbettes zu beurteilen. (Quotientenbildung mit 1A-TF01-MW13)	
Messwertglättung		
Prozessleitsystem	Anzeige PLS:	Ja
	Archivierung Leitsystem:	Ja
	Stellenangabe:	000,0
	Einheit:	1/m
Ersatzstrategie	Bei Ausfall der Messung kann keine SAK-Reduktion durch den GAK-Filter ermittelt werden. Ein Filterbetrieb ist weiterhin möglich. Alternativ ist der SAK händisch zu bestimmen.	

8.4 Regelbetrieb

8.4.1 Notwendige Bedingung für den Regelbetrieb

Für die Teilnahme einer Filterkammer am Regelbetrieb muss die Freigabe für diese am Regelbetrieb vorliegen. Andernfalls kann die Kammer nicht in den Regelbetrieb eingebunden werden.

Das Einbinden einer Filterkammer in den Regelbetrieb muss bei laufendem Regelbetrieb möglich sein.

8.4.2 Abwasserverteilung auf die einzelnen Kammern

Funktionsgruppe / Antriebe / Messungen	
Rohwasserschieber	1A-AF01-MS12 bis 1A-AF01-MS20
Durchflussmessung Ablauf Filterkammern	1A-AF01-MW32 bis 1A-AF01-MW40
Füllstandsmessung Zulaufgerinne	1A-AF01-MW52

Zweck und Funktionsweise

Für die Abwasserverteilung auf die Filterkammern kann zwischen zwei Betriebsmodi gewählt werden:

- Gleichmäßige Verteilung
- Dynamische Verteilung

Bei der Steuerung der Abwasserverteilung werden immer nur die Filterzellen einbezogen, die für den Regelbetrieb freigegeben sind und deren Betriebszustand „Filtrieren“ ist. Befindet sich eine Filterkammer in einem anderen Betriebszustand, so sind die entsprechenden Einstellungen zu beachten.

Bei der **gleichmäßigen Verteilung** sind alle Rohwasserschieber der Filterkammern, welche sich im Regelbetrieb befinden, vollständig (100 %) geöffnet. Eine dynamische Anpassung ist hierbei nicht vorgesehen.

Nachfolgend wird der Betriebsmodus **Dynamische Verteilung** beschrieben:

Durch die Abwasserverteilung auf die einzelnen Filterkammern kann Einfluss auf die Beschickungswassermenge und somit auf das Bettvolumen der einzelnen Filterkammer genommen werden. Zur bestmöglichen Ausnutzung der Absorptionskapazität der GAK ist das Ziel, in den einzelnen Filterkammern unterschiedliche Bettvolumina einzustellen. Dadurch wird die geringere Reinigungsleistung von Filterkammern mit längerer Standzeit der GAK durch die höhere Reinigungsleistung von Filterkammern mit frischerer GAK ausgeglichen. Dadurch kann die Wirtschaftlichkeit der Filter optimiert werden. Außerdem wird somit vermieden, dass ein GAK-Austausch in allen Filterkammern innerhalb eines kurzen Zeitintervalls notwendig wird, wodurch sich der betriebliche Aufwand für das Personal besser verteilt.

Um die gezielt stärkere Beschickung der Filterkammern mit hohen Bettvolumina zu erreichen, wird bei Inbetriebnahme der GAK-Filtration eine Prioritätsliste erstellt. Diese ordnet die Filterkammern von „1“ bis „9“, wobei die Filterkammer mit Priorität „1“ am meisten beschickt und die Filterkammer mit Priorität „9“ am geringsten beschickt werden soll. Nach Austausch der GAK-Schüttung erhält die Filterkammer mit der frischen GAK die Priorität „9“ und die anderen Filterkammern rutschen in der Prioritätsliste nach vorne. Die Prioritätenliste wird im Rahmen der Inbetriebnahme manuell erstellt und kann durch das Betriebspersonal über das PLS angepasst werden.

Die unterschiedliche Beschickung der Filterkammern auf Grundlage der Prioritätenliste erfolgt mithilfe von verschiedenen Positionen des Rohwasserschiebers (1A-AF01-MS12 bis 1A-AF01-MS20). Insgesamt sind 3 Positionen der Rohwasserschieber möglich, wobei nur für die Position B und C über das PLS individuelle Öffnungsgrade vorgegeben werden können. Für die Position C kann nur ein kleinerer Öffnungsgrad eingegeben werden kann als für die Position B:

Bez. Pos.	Öffnungsgrad	Angaben zur Vorgabe
A	100 %	fix
B	s. Vorgabe	individuell (Startwertvorgabe = 60 %)
C	s. Vorgabe	individuell (Startwertvorgabe = 40 %)

Für die 9 Filterkammern kann jeweils eine Position für den minimalen Öffnungsgrad des Rohwasserschiebers vorausgewählt werden. Dabei muss für die Filterkammer mit Priorität „1“ immer die Schieberstellung A ausgewählt werden. Eine Filterkammer mit höherem Zahlenwert in der Prioritätenliste kann nur den gleichen oder einen geringeren Öffnungsgrad des Rohwasserschiebers haben als die Filterkammer mit dem nächstkleineren Zahlenwert in der Prioritätenliste.

Insgesamt kann die Position A zwischen 1 und 4 Filterkammern als minimalen Öffnungsgrad des Rohwasserschlebers zugeordnet werden. Die Auswahl erfolgt manuell im PLS. Die beiden Filterkammern mit der jeweils nächsthöheren Priorität erhalten Position B als minimalen Öffnungsgrad des Rohwasserschlebers und die verbleibenden Filterkammern erhalten Position C. Es werden nur Filterkammern berücksichtigt, für die die Freigabe zum Regelbetrieb vorliegt.

Die Verteilung der Positionen wird für die Inbetriebnahme entsprechend der nachfolgenden Liste vorausgewählt:

Prioritätsliste	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Position	A	A	B	B	C	C	C	C	C

Die Position der Schleber wird in Abhängigkeit der Abwassermenge dynamisch angepasst, um sowohl die Bemessungsrandbedingungen der Filterkammern (Filtrationsgeschwindigkeit und Leerbettkontaktzeit) einzuhalten als auch eine möglichst unterschiedliche Beschickung der Kammern zu erreichen.

Hierfür wird in einem vorausgewählten Zeitintervall von 15 min jeweils die Durchflussmenge (1A-AF01-MW32 bis 1A-AF01-MW40) im Ablauf der Filterkammern mit Schleberposition A abgefragt und in Abhängigkeit der Durchflussmenge eine der nachfolgenden Funktionen ausgeführt:

- 1) Zunahme Wassermenge
- 2) Abnahme Wassermenge
- 3) Keine Veränderung der Schleberstellung

Zunahme Wassermenge:

Ein Anstieg der Wassermenge wird festgestellt, wenn in einem der Filter mit der Position A im letzten Zeitintervall der maximal zulässige Durchfluss $Q_{GAK,max} = 115 \text{ m}^3/\text{h}$ (entspricht ca. 6 m/h Filtergeschwindigkeit) überschritten wurde.

Nach Auslösung des Kriteriums „Zunahme Wassermenge“ ändert sich die Schleberstellung der Filterkammer mit der Position B und höchster Priorität (geringster Zahlenwert in der Prioritätsliste) zu Position A. Da sich immer zwei Filterkammern in der Position B befinden sollen, ändert sich somit die Schleberstellung der Filterkammer mit der Position C und höchster Priorität zu Position B. Befindet sich keine Filterkammer mehr in Position C, so entfällt dieser Schritt, so dass sich bei maximalem Durchfluss alle Filterkammern in Position A befinden können.

Abnahme Wassermenge:

Eine Abnahme der Wassermenge wird festgestellt, wenn in einem Filter mit der Position A im letzten Zeitintervall der minimal zulässige Durchfluss $Q_{GAK,min} = 86 \text{ m}^3/\text{h}$ (entspricht ca. 4,5 m/h Filtergeschwindigkeit) unterschritten wurde.

Nach Auslösung des Kriteriums „Abnahme Wassermenge“ ändert sich die Schleberstellung der Filterkammer mit der Position A und niedrigster Priorität (höchster Zahlenwert in der Prioritätsliste) zu Position B. Da sich immer zwei Filterkammern in der Position B befinden sollen, ändert sich somit auch die Schleberstellung der Filterkammer mit der Position B und niedrigster Priorität zu Position C. Wurde der Filterkammer mit Position A und niedrigster Priorität die

Schieberposition A als minimaler Öffnungsgrad zugewiesen, ändert sich die Position nicht und der Filterbetrieb läuft unverändert weiter.

Keine Veränderung der Schieberstellung:

Lag der gemessene Durchfluss in allen Filterkammern mit der Position A im letzten Zeitintervall zwischen Q_GAK,min und Q_GAK,max , ändert sich keine Schieberposition und der Filterbetrieb läuft unverändert weiter. Eine Abfrage erfolgt erneut nach Ablauf des nächsten Zeitintervalls.

Startwertvorgaben		
	Wert	Einheit
Q_GAK,max	115	m ³ /h
Q_GAK,min	86	m ³ /h
Öffnung Rohwasserschieber Position B	60	%
Öffnung Rohwasserschieber Position C	40	%
Zeitintervall Durchflussabfrage	15	min
H_GAK_Zulauf,max	1,75	m

Anzeige PLS		
Mess- oder Zählgröße	Stellenangabe	Einheit
Durchflussmenge Ablauf Filterkammer, aktuell (1A-AF01-MW32 bis 1A-AF01-MW40), je Kammer	000,0	m ³ /h
durchschnittliche Durchflussmenge Ablauf Filterkammer letztes Zeitintervall (1A-AF01-MW32 bis 1A-AF01-MW40), je Kammer	000,0	m ³ /h
Filtrationsgeschwindigkeit je Filterkammer	00,00	m/h
Zeitlicher Verlauf der Schieberposition je Filterkammer	0	-

Ersatzstrategie

Wird der maximale Wasserspiegel im Zulaufgerinne der GAK-Filtration (h_GAK_Zulauf,max) überschritten, wird eine Meldung im PLS ausgegeben und die Rohwasserschieber aller im Regelbetrieb befindlichen Filterkammern auf die Position A gestellt. Nach einer Quittierung der Meldung am PLS werden die Positionen der Schieber wieder über den Betriebsmodus „Dynamische Verteilung“ gesteuert. Der Betriebsmodus beginnt dann mit allen Schiebern in Position A.

8.4.3 Eingriffe in den Regelbetrieb

Der Regelbetrieb kann übergeordnet für alle Filterkammern über das PLS gestartet („START Regelbetrieb“) und beendet („STOP Regelbetrieb“) werden.

Funktionsgruppe / Antriebe / Messungen	
Rohwasserschieber	1A-AF01-MS12 bis 1A-AF01-MS20
Filtratschieber	1A-AF01-MS21 bis 1A-AF01-MS29

8.4.3.1 START Regelbetrieb

Der START des Regelbetriebs wird über einen Button im PLS aktiviert. Mit dem START des Regelbetriebs wird die Abwasserzuleitung zu den GAK-Filterkammern freigegeben. Hierfür öffnen sich die Rohwasserschieber der Filterkammern, welche für den Regelbetrieb freigegeben sind und sich im Betriebszustand „Filtrieren“ befinden. Um den Regelbetrieb starten zu können, muss mindestens für eine Filterkammer die Freigabe für den Betriebszustand „Filtrieren“ vorliegen. Der weitere Ablauf des Regelbetriebs gestaltet sich abhängig vom Betriebszustand der für den Regelbetrieb freigegebenen Kammern.

8.4.3.2 STOP Regelbetrieb

Der STOP des Regelbetriebs wird über einen Button im PLS aktiviert. Bei einem STOP des Regelbetriebs wird die Abwasserzuleitung zum GAK-Filter durch Schließung aller Rohwasserschieber (1A-AF01-MS12 bis 1A-AF01-MS20) unterbrochen. Das Abwasser aus der Tuchfiltration wird über die Überfallkante abgeschlagen und fließt über den Bypass direkt der Ablaufmessung zu. Nach Schließung der Rohwasserschieber werden die Filtratschieber (1A-AF01-MS21 bis 1A-AF01-MS29) geschlossen. Sollte sich bei Aktivierung von „STOP Regelbetrieb“ eine Filterkammer in Rückspülung befinden, so kann die Rückspülung fortgesetzt werden. Sollte die Wasserspülphase der Rückspülung (vgl. 8.5.3) aufgrund einer unzureichenden Wassermenge im Spülwasserspeicher unter- bzw. in diesem Fall abgebrochen werden, so hat bei Wiederinbetriebnahme des Regelbetriebs („START“) zur Fortsetzung der Rückspülung diese Wasserspülphase erneut abzulaufen.

8.5 Betriebszustände einer Filterkammer

8.5.1 Benötigte Informationen für den Automatikbetrieb

Folgende Informationen müssen für einen Automatikbetrieb je Filterkammer verfügbar sein:

Information	notwendig für	Erfassung im PLS über	Eingabe / Registrierung in
Höhe der GAK-Schüttung	Berechnung des Bettvolumens; über die Höhe wird das Volumen der GAK-Schüttung definiert	Niveaumessung (1A-AF01-MW01 bis 1A-AF01-MW09)	→ 8.5.4 Phase 5
Bettvolumen	Verteilung des Abwassers auf die Kammern	Berechnungsformel, vgl. 8.1.3.2	fortlaufende Registrierung; nach Einbau einer neuen GAK ist der Zähler auf „0“ zurückzusetzen → 8.5.4
„Nullabgleich“ zwischen Wasserspiegelmessung und Druckmessung je Filterkammer	Überwachung des Druckverlustes im Filterbett einer jeden Filterkammer	*	Vor Erstinbetriebnahme des GAK-Filters und nach Austausch einer der beiden Messungen
Informationen für die Wasserspülphase der Rückspülung:			
eingefülltes GAK-Produkt	Festlegung der Wasserspülgeschwindigkeit* (sofern der Volumenstrom für die Rückspülung nicht manuell vorgegeben wird)	Eingabemaske / Vorwahl	→ 8.5.4 Phase 2

* Nullabgleich:

Der „Nullabgleich“ dient dazu, die Lage der Druckmessdose, ausgehend von der Oberkante des Düsenbodens zu ermitteln. Die Lage der Druckmessdose ist für die Einschätzung und Überwachung des Druckverlustes während des Filterbetriebs von Relevanz. Die Überschreitung eines vorgegebenen Druckverlustes kann zum Auslösen einer Rückspülung führen.

Der durch die Messdose registrierte Wasserdruck wird immer durch den Wasserspiegel innerhalb der Filterkammer bestimmt.

Das Ergebnis des Nullabgleiches gibt die Lage der Druckmessdose, ausgehend von der Oberkante des Düsenbodens, an ($p_{FKx,L0}$).

Für den Nullabgleich zwischen Wasserspiegelmessung (1A-AF01-MW01 bis 1A-AF01-MW09) und Druckmessung (1A-AF01-MW21 bis 1A-AF01-MW29) einer jeden Filterkammer sind mindestens 2 unterschiedliche Wasserspiegellagen einzustellen. Während des Abgleichs darf kein Wasser durch die Filterkammer strömen.

Am Beispiel der Filterkammer 1 wird $p_{FK1,L0}$ wie folgt bestimmt:

$$p_{FK1,L0} = [(1A-AF01-MW21_WS1 [m] - 1A-AF01-MW01_WS1 [m]) + (1A-AF01-MW21_WS2 [m] - 1A-AF01-MW01_WS2 [m])] / 2 [m]$$

+ Wasserspülgeschwindigkeit

Für eine effiziente Rückspülung hat die Expansion der GAK-Schüttung etwa 20-25 % zu betragen. Aufgrund der unterschiedlichen Dichte von GAK-Produkten, ist daher je Produkt eine spezifische Wasserspülgeschwindigkeit ($v_{SPÜL}$) anzuwenden. Hinzu kommt, dass die GAK mit zunehmender Laufzeit, sprich mit zunehmendem Bettvolumen, aufgrund der Anlagerung der gelösten Restorganik als auch dem zunehmendem Biofilmwachstum schwerer wird und sich damit auch deren Dichte verändert. Dies hat zur Folge, dass die Wasserspülgeschwindigkeit, neben dem GAK-Produkt auch abhängig vom Bettvolumen bestimmt wird.

Je GAK-Produkt sollen bis zu 4 verschiedene Spülgeschwindigkeitsangaben, abhängig vom Bettvolumen, vorgegeben werden können. Lediglich BV Nr. 1 ist immer durch $BV = 0$ definiert (siehe Kapitel 8.5.3). Die in Abhängigkeit der BV erforderlichen Spülgeschwindigkeiten sind über Testläufe zu ermitteln. Die Ergebnisse der Testläufe sind unter Berücksichtigung der vorherrschenden Abwassertemperatur (1A-) zu bewerten.

Für Temperaturen im Bereich 5 bis 30°C ist die Korrektur (K_T) in Anlehnung an ATV-A 203, Ausgabe 1995-04, wie folgt vorzunehmen:

$$v_{SÜW} \text{ (tatsächlich)} = v_{SÜW} \times K_T$$

mit $K_T = 0,008 \times \text{Abwassertemperatur} + 0,84$

Bei 20°C beträgt $K_T = 1$.

8.5.2 Filtrieren

Zweck und Betriebsweise

Der Prozess des Filtrierens ist der Standardbetriebszustand einer Filterkammer. Hierdurch erfolgt die Abwasserbehandlung.

Sollte bei Einbindung einer Filterkammer in den laufenden Regelbetrieb keine Rückspülung für diese Filterkammer anstehen, so ist die Filterkammer in den Betriebszustand „Filtrieren“ zu versetzen.

Für den Prozess des Filtrierens wird die GAK-Schüttung abwärts durchströmt. Der notwendige Vordruck für diesen Prozess wird durch den Überstau bereitgestellt. Die Filterkammer wird hierfür mit konstantem Wasserspiegelniveau betrieben. Das Wasserniveau des Überstaus wird über den Filtratwasserschieber konstant gehalten.

Der Prozess des Filtrierens untergliedert sich in

- die Anfiltration
- den (geregelten) Filtrationsbetrieb
- die Abfiltration

Funktionsgruppe / Antriebe / Messungen

Rohwasserschieber	1A-AF01-MS12 bis 1A-AF01-MS20
Filtratwasserschieber	1A-AF01-MS21 bis 1A-AF01-MS29
Niveaumessung Filterkammer	1A-AF01-MW01 bis 1A-AF01-MW09
Spülwasserpumpen	1A-AF01-PU01 bis 1A-AF01-PU03
Spülwasserschieber	1A-AF01-MS30 bis 1A-AF01-MS38
Durchflussmessung Spülwasser	1A-AF01-MW43

Funktionsanforderung

Die Funktion ist stellvertretend für alle Filterkammern anhand der Filterkammer 1 beschrieben. Für die Filterkammern 2-9 erfolgt der Betrieb äquivalent.

Im Folgenden sind die verschiedenen Höhenstände, die während des Prozesses der Filtration relevant sind, qualitativ dargestellt:

- | | |
|--------------------------------|--|
| - $H_{FK1,WS,Betrieb}$ | Niveau des Wasserspiegels während dem geregelten Filtrieren |
| - $H_{FK1,Start,Regel}$ | Niveau, ab dem der Filtratschieber öffnet |
| - $H_{FK1,GAK}$ | Höhe GAK-Schicht Filterkammer 1 |
| - $h_{FK1,Start_Fil.Regelung}$ | Höhendifferenz zur Definition von $H_{Start,Regel}$ in Abhängigkeit von $H_{FK1,WS,Betrieb}$ |
| - $h_{FK1,ÜS}$ | Höhe Überstau |
| - $h_{FK1,ÜS,RW}$ | Höhe Überstau, ab dem die Filterkammer mit Abwasser über den Rohwasserschieber befüllt werden kann |
| - $h_{FK1,ÜS,max}$ | maximaler Überstand der über der GAK-Schicht vorherrschen darf, damit eine Luftspülung erfolgen kann |

Anfiltration

Für eine Beschickung der Filterkammer über den Rohwasserschieber hat über der GAK-Schicht ein Überstau von $h_{FK1,ÜS,RW} = 1,00$ m vorzuherrschen. Sollte diese Überstauhöhe nicht gegeben sein, so ist die Filterkammer zur Einstellung dieses Zustandes mit Filtrat über das Spülwasserpumpwerk zu befüllen. Die Befüllung erfolgt über den Spülwasserschieber. Die Befüllung hat mit einem Volumenstrom von maximal $Q_{FK1,Befüll} = 192$ m³/h zu erfolgen. Sollte diese

geringe Förderleistung mit dem Spülwasserpumpwerk nicht realisiert werden können, so ist die Leitung mit dem Spülwasserschieber (1A-AF01-MS48) entsprechend einzudrosseln.

Sobald über der GAK-Schicht ein Überstau von mindestens 1,00 m eingestellt ist und alle Schieber und Aggregate zur Einstellung dieses Zustandes geschlossen oder aus sind, öffnet der Rohwasserschieber. Wenn sich das Wasserniveau in der Filterkammer auf einer Höhe von $H_{FK1,Start,Regel} = H_{FK1,WS,Betrieb} - h_{FK1,Start_Fil.Regelung}$ befindet, ist der Filtratwasserschieber auf einen vorausgewählten Öffnungsgrad zu öffnen. Sobald $H_{FK1,WS,Betrieb}$ erreicht ist, beginnt der eigentliche (geregelte) Filtrationsbetrieb.

Filtrationsbetrieb

Im Filtrationsbetrieb ist der Wasserspiegel in der Filterkammer ($H_{FK1,WS,Betrieb}$) über den Filtratwasserschieber konstant zu halten. Der Wasserspiegel wird hierzu über die Niveaumessung (1A-AF01-MW01) überwacht. Diese bildet die Stellgröße für den Betrieb des Filtratwasserschiebers.

Abfiltration

Die geregelte Filtration wird durch die Abfiltration beendet. Hierzu ist zunächst der Rohwasserschieber zu schließen. Anschließend ist der Filtratwasserschieber zu schließen. Nachdem beide Armaturen geschlossen sind hat eine vorwählbare Wartezeit $t_{Warte,Abf.}$ (= t_1 , vgl. Abbildung 1: Schrittkette Rückspülung, Kap. 8.5.3) abzulaufen. Anschließend ist der Prozess der Abfiltration beendet.

Das Wasserstands-niveau des Überstaus im Filtriermodus ist für alle Kammern zentral vorzugeben ($H_{FKx,WS,Betrieb}$). Zusätzlich ist für jede Filterkammer die Möglichkeit zu schaffen, ein individuelles Niveau festlegen zu können. Das maximal vorwählbare Niveau ist auf 2,50 m zu begrenzen. Die Vorgabe an $h_{FKx,ÜS,RW}$ ist nicht als veränderbare Größe auszubilden.

Startwertvorgaben		
Füllstands-niveau ($H_{...}$)/ Überstauhöhen ($h_{...}$)	Wert	Einheit
$H_{FKx,WS,Betrieb}$		m
$h_{FKx,ÜS,RW}$	1,00	m
$h_{FKx,Start,Fil.Regelung}$	0,12	m
$h_{FKx,ÜS,max}$	2,00	m
$t_{Warte,Abf.}$	10	s

Anzeige PLS		
Mess- oder Zählgröße	Stellenangabe	Einheit
Niveaumessung Filterkammer	0,00	m
Überstauhöhe	0,00	m

8.5.3 Rückspülung

Zweck und Betriebsweise

Die automatische Rückspülung dient dazu, die in der GAK-Schüttung eingelagerten Feststoffe, welche zu Druckverlusten führen, aus der GAK-Schüttung auszuspülen.

Der Ablauf der Rückspülung gliedert sich in 4 Phasen:

1. Absenken des Überstaus
2. Luftspülung
3. Wasserspülung
4. Absenken des Wasserspiegels

Für die Spülung sind zwei verschiedene Programme vorzusehen, welche später über das PLS individuell angepasst werden können. Voreingestellt sind die folgenden Spülprogramme vorgesehen:

- (1) Spülung mit Luftspülung
- (2) Spülung ohne Luftspülung

Die Spülungen können sich in der Auswahl der Spülphasen (insbesondere mit oder ohne Luftspülung (Phase 2, siehe Abbildung 1) sowie der Spülgeschwindigkeiten und der Dauer der einzelnen Phasen unterscheiden.

Folgende **Kriterien** bedingen das **Auslösen einer Rückspülung**:

- (1) Druck

Die Rückspülung hat zu erfolgen, wenn über eine vorwählbare Zeitdauer (t_{pMV_FKx}) ein vorwählbarer Mindestvordruck (p_{MV_FKx}) unterschritten wird. Für alle Kammern gilt der gleiche Mindestvordruck.

Der zum Zeitpunkt $t = t_1$ vorherrschende Vordruck errechnet sich wie folgt (beispielhaft an der Filterkammer 1 dargelegt):

$$\begin{aligned}
 p_{V_FK1}(t_1) &= \text{Vorhandene Überstauhöhe}_{FK1} - \text{Druckverlust}_{FK1} \\
 &= [H_{1A-AF01-MW01}(t_1) - H_{FK1,GAK}] - [p_{FK1,L0} + H_{1A-AF01-MW01}(t_1) - p_{FK1}(t_1)] \\
 &= p_{FK1,t1} - p_{FK1,L0} - H_{FK1,GAK}
 \end{aligned}$$

Startwertvorgaben		
Kenngroße	Wert	Einheit
p_{MV_FKx}	0,40	m
t_{pMV_FKx}	30	s

Der aktuelle Vordruck jeder Kammer wird im PLS dargestellt. Die Einstellung des Mindestvordrucks (pMV_FKx) muss im Rahmen der Inbetriebnahme der Filtration über das PLS vorgenommen werden.

(2) Durchgesetzte Bettvolumen

Die Rückspülung hat nach einem vorwählbar durchgesetzten Bettvolumen zu erfolgen. Das maßgebende Bettvolumen ist hierbei jenes, dass seit der letzten Rückspülung durch die Filterkammer durchgesetzt wurde. Für jede Kammer kann das durchsetzbare Bettvolumen individuell vorgegeben werden.

Im PLS sind somit für jede Filterkammer zwei Zähler für das durchgesetzte Bettvolumen anzuzeigen:

1. Bettvolumen seit dem letzten GAK-Austausch
2. Bettvolumen seit der letzten Spülung

Hierfür wird der zweite Zähler nach jeder Spülung (unabhängig vom Auslösekriterium) wieder auf „0“ gesetzt.

(3) Manuelles Starten

Die manuell einzuleitende Rückspülung kann über einen Button ausgelöst werden. Kommt dieses Kriterium für eine Filterkammer zum Einsatz, die am Regelbetrieb teilnimmt, so geht die Filterkammer nach der Rückspülung wieder in den Betriebszustand des Filtrierens über. Sollte die Filterkammer nicht mehr am Regelbetrieb teilnehmen, so endet die Schrittkette nach der 4. Phase des Rückspülung und es wird ein Hinweis ausgegeben: „Filterkammer Nr. x – Rückspülung beendet“.

Für jede Filterkammer können mehrere Kriterien vorgewählt werden. Die Spülung startet für jede Filterkammer bei Erfüllung des ersten Kriteriums.

Auch wenn für jede Kammer individuelle Kriterien vorgegeben werden können, so soll, um die Eingabe zu erleichtern, auch eine Eingabemaske zur Vorgabe für alle Filterkammern vorhanden sein.

Folgende Voraussetzungen in Bezug auf das Wasserstandsniveau im Spülwasser- als auch Schlammwasserspeicher müssen gegeben sein, damit die Rückspülung einer einzelnen Filterkammer automatisch startet:

Füllstand Spülwasserspeicher		Füllstand Schlammwasserspeicher	
SÜW ML1		SLW ML1	
H_SPÜL,N-Spül,min		H_SLW,N-Spül,max	
3,00 m	110,40 müNN	1,50 m	109,20 müNN

Die Wasserstandsniveauangaben müssen vorwählbar sein.

Allgemein gilt:

- Es kann immer nur eine Kammer zurückgespült werden. Sollte parallel dazu eine weitere Kammer zur Spülung anstehen, so soll diese bis zur Einleitung der Rückspülung weiterhin im Betriebszustand „Filtrieren“ verharren. Sobald die Rückspülung der anderen Kammer abgeschlossen ist, kann mit der Rückspülung dieser Kammer begonnen werden.

Funktionsgruppe / Antriebe / Messungen	
Schlammwasserklappe	1A-AF01-MS01 bis 1A-AF01-MS09
Filtratwasserschieber	1A-AF01-MS21 bis 1A-AF01-MS29
Spülluftklappe	1A-AF01-MS39 bis 1A-AF01-MS47
Spülluftgebläse	1A-AF01-LV01 und 1A-AF01-LV02
Entlüftungsventil	1A-AF01-MV01 bis 1A-AF01-MV09
Spülwasserarmatur	1A-AF01-MS30 bis 1A-AF01-MS38
Spülwasserpumpwerk	1A-AF01-PU01 bis 1A-AF01-PU03
Temperatur im Kläranlagenablauf	XXXX
Niveaumessung Spülwasserspeicher	1A-AF01-MW48
Niveaumessung Schlammwasserspeicher	1A-AF01-MW49

Funktionsanforderung

Die Funktion ist stellvertretend für alle Filterkammern anhand der Filterkammer 1 beschrieben. Die Rückspülung der Filterkammern 2-9 erfolgt entsprechend einer äquivalenten Schrittkette. Der gesamte Ablauf der Rückspülung ist in der Abbildung 1 dargestellt. Die einzelnen Schritte werden entweder durch Ablauf einer Zeitdauer oder durch das Erreichen eines Wasserstands-niveaus in der Filterkammer begrenzt. Die Vorgaben für die einzelnen Zeiten (t1 bis t11) als auch die einzelnen Wasserstands-niveaus (L1 bis L7) sind vorwählbar zu gestalten. Um im Falle des nicht Erreichens eines Wasserstands-niveaus den Ablauf der Schrittkette nicht zu blockieren, ist zusätzlich die Niveauänderung zu überwachen. Sollte sich in einer vorwählbaren Zeit das Wasserstands-niveau nicht ändern, so gilt dieser Schritt auch als vollzogen. In einem solchen Fall ist ein Hinweis auszugeben, der zur Registrierung dieses Umstandes durch das Bedienpersonal zu quittieren ist.

Da es sein kann, dass die Kammern mit unterschiedlichen GAK-Produkten befüllt werden, muss es möglich sein für jede Kammer individuelle Vorgaben machen zu können. Die Vorgaben von einer Kammer sollen jedoch auf andere Kammern übertragen werden können.

Die Vorgaben für die Luft- und Wasserspülung müssen vorwählbar sein. Die Luft- als auch die Wasserspülung untergliedern sich jeweils in zwei Zeitphasen. Die Filtergeschwindigkeit (allgemein: v_F) bildet in beiden Fällen die Vorgabe. Der erforderliche Volumenstrom an Spülluft oder Spülwasser leitet sich aus folgender Formel ab:

$$v_F \text{ [m/h]} = Q \text{ [m}^3\text{/h]} / A \text{ [m}^2\text{]} \quad (\text{allgemein})$$

daraus resultiert:

$$Q \text{ [m}^3\text{/h]} = v_F \text{ [m/h]} \times A \text{ [m}^2\text{]} \quad \text{oder}$$

$$Q \text{ [l/s]} = v_F \text{ [m/h]} \times A \text{ [m}^2\text{]} / 3,6$$

Für die Berechnung von A sind die folgenden Abmessungen anzusetzen:

$$\text{Länge} = 6,00 \text{ m} \quad \text{Breite} = 3,20 \text{ m} \quad \rightarrow \quad A = 19,2 \text{ m}^2$$

Die Spülgeschwindigkeitsvorgaben für die Wasserspülung sind immer in Bezug auf eine Abwassertemperatur von 20°C anzugeben. Für die Wasserspülung sollen je Filterkammer die Optionen bestehen, die Vorgaben wie folgt anzupassen:

- (a) Berücksichtigung des Bettvolumens einer Filterkammer, um bei längerer Laufzeit des Filters („ab dem vorgegebenen Bettvolumen“) das zunehmende Gewicht der GAK-Körner zu berücksichtigen. Diese Option ist als Auswahl zu gestalten. Folgende Vorgaben müssen hierzu gemacht werden (Bezugstemperatur = 20°C):

ab Bettvolumen	$v_{SÜW1}$	$v_{SÜW2}$
[m ³ /m ³]	[m/h]	[m/h]
0	Vorgabe	Vorgabe
Vorgabe	Vorgabe	Vorgabe
Vorgabe	Vorgabe	Vorgabe
Vorgabe	Vorgabe	Vorgabe

- (b) Berücksichtigung der Abwassertemperatur. Diese Option ist als Auswahl zu gestalten. Für Temperaturen im Bereich 5 bis 30°C ist die Korrektur (K_T) in Anlehnung an ATV-A 203, Ausgabe 1995-04, wie folgt vorzunehmen:

$$v_{SÜW} \text{ (tatsächlich)} = v_{SÜW} \text{ (Vorgabe)} \times K_T$$

$$\text{Mit } K_T = 0,008 \times \text{Abwassertemperatur} + 0,84$$

Die Abwassertemperatur wird über die Messung AL MA4-T bestimmt.

Betriebszustand	Filtration		Rückspülung				Filtration				
	Filtration geregelt	Ab- filtration	Absenken des Überstaus	Luftspülung: Aufbrechen der GAK-Schüttung				Wasserspülung mit Bettexpansion	Absenken Wasserspiegel	An- filtration	Filtration geregelt
Phase			1.	2.				3.	4.		
maßgebende Größe											
Zeit (t) / Niveau (L)											
t [s]											
L [m]											
Wasserstandsniveau											
Luft											
Spülwasser											
Langtext											
AKZ											
Rohwasserschieber											
Schlammwasserklappe											
Spülluftschieber											
Spülluftgebläse											
Entlüftungsventil											
Spülwasserschieber											
Spülwasserpumpe											
Filtratwasserschieber											
Pumpe, Gebläse, Magnetventil											
Armatur											

Abbildung 1: Schrittkette Rückspülung GAK-Filter

Schrittfolge Rückspülung

Grundvoraussetzung für den Beginn der Rückspülung ist die Beendigung der Abfiltration der Filterkammer.

Zu Beginn der Rückspülung wird der Überstau abgesenkt. Hierzu wird die Schlammwasserklappe geöffnet. Wenn der Wasserstand auf ein Niveau von $L2 = H_{SLWKlappe} = 2,90 \text{ m}$ abgesenkt ist, wird die Schlammwasserklappe wieder geschlossen. Im Anschluss wird der Filtratwasserschieber geöffnet und der Wasserstand auf einen Überstand von $L3 = H_{ÜS, Spül} = 2,70 \text{ m}$ abgesenkt, anschließend wird der Filtratwasserschieber wieder geschlossen. Nach einer Wartezeit $t2 = t_{Warte, Abs. ÜS}$ ist die Phase des Überstauabsenkens beendet. Sollte sich die vorgegebene Überstandshöhe von $L3$ nicht binnen einer Dauer von 8 Minuten einstellen, so ist dieser Vorgang abubrechen und die Wartezeit $t2$ anzuschließen.

Für die Luftspülung wird zunächst die Spülluftklappe geöffnet. Über das Spülluftgebläse wird zunächst für eine Dauer von $t3 = t_{SPÜLL1}$ Luft in die Filtratkammer eingeblasen. Der erforderliche Volumenstrom ist über $v_{SPÜLL1}$ definiert. Anschließend wird die Spülluftgeschwindigkeit auf $v_{SPÜLL2}$ erhöht. Nach Ablauf der Zeitdauer $t4 = t_{SPÜLL2}$ wird das Spülluftgebläse ausgestellt. Anschließend wird die Spülluftklappe wieder geschlossen. Die Zeitdauern $t5$ bis $t7$ dienen dem Ausgasen der Spülluft. Um nicht alle Luft aus dem Filtratraum durch die GAK-Schüttung austragen zu müssen, wird nach Ablauf der Zeitdauer $t5$ das Entlüftungsventil für eine Dauer von $t6$ ($t_{1A-AF01-XXX}$), geöffnet. Nach dem Schließen des Entlüftungsventils schließt sich eine Wartezeit mit einer Dauer von $t7$ an. Mit Ablauf dieser Zeitdauer ist die Luftspülung beendet.

Nach der Luftspülung wird die Wasserspülung gestartet. Dazu wird zunächst der Spülwasserschieber geöffnet. Anschließend wird über das Spülwasserpumpwerk für eine Zeitdauer von $t8 = t_{SPÜL1}$ Spülwasser in den Filtratraum eingetragen. Der erforderliche Volumenstrom ist über $v_{SPÜL1}$ definiert. Anschließend wird die Spülwassergeschwindigkeit auf $v_{SPÜL2}$ erhöht. Nach Ablauf der Zeitdauer $t9 = t_{SPÜL2}$ wird das Spülwasserpumpwerk ausgestellt. Danach wird der Spülwasserschieber wieder geschlossen. Nach der Wartezeit $t10 = t_{Warte, SPÜL}$ ist die Wasserspülung beendet.

Um in den Betriebszustand Filtration wechseln zu können, muss der Wasserspiegel wieder abgesenkt werden. Dazu wird die Schlammwasserklappe geöffnet und der Wasserspiegel auf ein Niveau von $L5 = H_{SLW_EndRück}$ abgesenkt. Hat der Wasserstand dieses Niveau erreicht wird die Schlammwasserklappe wieder geschlossen. Nach Ablauf der Wartezeit von $t11 = t_{Warte, Abs. WSP}$ ist die Rückspülung beendet.

Bevor die Filterkammer wieder in den geregelten Filterbetrieb übergehen kann, wird zunächst die Anfiltration eingeleitet, siehe 8.5.2.

Einflussnahme auf die Rückspülung bei Eingriffen in den Regelbetrieb

Sollte sich bei Aktivierung von „STOP Regelbetrieb“ (vgl. 8.4.3.2) eine Filterkammer in Rückspülung befinden, so kann die Rückspülung fortgesetzt werden. Sollte die Wasserspülphase der Rückspülung aufgrund einer unzureichenden Wassermenge im Spülwasserspeicher unter- bzw. in diesem Fall abgebrochen werden, so hat bei Wiederinbetriebnahme des Regelbetriebs („START“) zur Fortsetzung der Rückspülung die Wasserspülphase erneut abzulaufen.

Startwertvorgaben				
		Spülung (1)	Spülung (2)	
Niveauangaben / Überstauhöhen		Wert		Einheit
L2	H_SLWKlappe	XX		m
L3	H_ÜS,Spül	XX		m
L5	H_SLW_EndRück (= H_FKx,GAK + h_FKx,ÜS,RW + 0,1 m) mit h_FKxÜS,RW (vgl. 8.5.2)	1,00		m
Zeitangaben				
t2	t_Warte,Abs.ÜS	10	10	s
t3	t_SPÜLL1	30	-	s
t4	t_SPÜLL2	90	-	s
t5	t_Warte,SPÜLL1	20	-	s
t6	t_Entlüftung	15	-	s
t7	t_Warte,SPÜLL2	30	-	s
t8	t_SPÜL1	60	60	s
t9	t_SPÜL2	900	900	s
t10	t_Warte,SPÜL	10	10	s
t11	t_Warte,Abs.WSP	10	10	s
Geschwindigkeiten Spülmedien				
v_SPÜLL1		20		m/h
v_SPÜLL2		30		m/h
v_SPÜL1		20		m/h
v_SPÜL2		25		m/h

8.5.4 GAK-Austausch

Der Vorgang des GAK-Austausches gliedert sich in folgende Phasen:

Phase Nr.	Bezeichnung	Zweck
Phase 1	Rückspülung	Austrag der zurückgehaltenen Schmutzstoffe und Auflockerung der GAK-Schüttung
Phase 2	Ausbau	Ausbau der beladenen GAK aus der Filterkammer mittels Injektor / Strahlpumpe
Phase 3	Einbau	Einbau der neuen GAK in die Filterkammer
Phase 4	Wässerung	Aufnahme der GAK zum Erreichen der Kornnassdichte, die wiederum die hydraulisch relevante Dichte für die Sinkgeschwindigkeit eines Einzelkorns darstellt. Dieser Vorgang dauert mehrere Tage an.
Phase 5	Erstspülung	Austrag des Schwimmkornanteils
Phase 6	Kalibrierung Spülung	Erfassung der Kenngrößen für die Rückspülung
Phase 7	Kalibrierung GAK-Höhe	von Relevanz für die Berechnung des Bettvolumens einer Filterkammer Möglichkeit das Aufmaß der GAK für die Abrechnung der angelieferten Ware zu definieren

Der Zeitraum vom Ausbau bis zur Wiederinbetriebnahme einer Filterkammer in den Regelbetrieb erstreckt sich über mehrere Tage.

Um auf dem PLS zu signalisieren, dass in einer Kammer ein GAK-Austausch stattfindet, ist für betreffende Kammer der Modus „GAK-Austausch“ zu aktivieren. Durch Aktivierung dieses Modus wird gleichzeitig sichergestellt, dass die Freigabe der Kammer zur Teilnahme am Regelbetrieb aufgehoben ist.

Die Prozesse einzelner Phasen können teil-automatisiert ablaufen. Durch Auswahl des Modus „GAK-Austausch“ erfolgt zugleich die Freigabe zur Auswahl der einzelnen Phasen bzw. deren Teilschritte. Mit dem Durchlaufen der einzelnen Phasen soll sichergestellt werden, dass insbesondere in Phase 6 und 7 die notwendigen Neu-Kalibrierungen und richtigen Kenngrößen im System hinterlegt werden, damit im Folgenden der GAK-Filterbetrieb automatisiert ablaufen kann. Erst nach Durchlauf der beiden letztgenannten Phasen kann die Filterkammer wieder dem Regelbetrieb zugeschaltet werden.

Während der Phasen 2 und 5 dürfen keine andere Filterkammern gespült werden, um im Schlammwasserspeicher ausreichend Volumen zum Auffangen des anfallenden Abwassers zur Verfügung zu haben. Außerdem muss der Schlammwasserspeicher zu Beginn der Phasen 2 und 5 auf den Mindestwasserstand ($H_{SLW,min,aus}$) entleert werden.

Nachfolgend sind die Phasen für Filterkammer 1 genauer beschrieben. Der Prozess läuft für die anderen Filterkammern identisch ab.

Phase 1

Die Rückspülung sollte ausreichende Zeit (am besten am Vortag) vor dem vorgesehenen GAK-Ausbau vorgenommen werden, um sicherzustellen, dass ausreichend Wasser im Spülwasserspeicher vorhanden ist und es zu keinen vermeidbaren Wartezeiten für das Silofahrzeug kommt.

Die Rückspülung ist hierbei über das Kriterium 3 „manuelles Starten“ (vgl. 8.5.3) zu aktivieren.

Phase 2

In Phase 2 erfolgt der eigentliche Ausbau der GAK. Hierzu wird eine Wasserstrahlpumpe verwendet, welche mit Treibwasser über die Pumpen der Druckerhöhungsanlage (1A-BW01-PU01 bis 1A-BW01-PU04) versorgt wird. Die ausgeschleuste GAK wird in das Silofahrzeug transportiert. Dabei wird der Tank über einen Siebkorbeinsatz im Ablauf kontinuierlich auf die Abfüllfläche entwässert. Das ablaufende Wasser wird über die Straßenentwässerung wieder dem Kläranlagenzulauf zugeführt.

Um das „Fließen“ der GAK gegen Ende der Filterkammerentleerung zur Entleerungsleitung der Kammer zu unterstützen, ist zeitweise über die Filterdüsen Wasser einzuspülen. Hierzu sollen die Förderdauer ($t_{\text{SPÜL,GAK-Ausbau,an}}$), die Pausezeit ($t_{\text{SPÜL,GAK-Ausbau,Pause}}$) und die Förderleistung des Spülwasserpumpwerks in Form einer Filtergeschwindigkeit ($v_{\text{SPÜL,GAK-Ausbau}}$) vorgegeben werden können. Der Einspülvorgang hat so lange abzulaufen, wie die entsprechende Schrittkette aktiviert ist. Für den Vorgang ist zunächst der Spülwasserschieber (1A-AF01-MS30) zu öffnen. Anschließend ist über das Spülwasserpumpwerk (1A-AF01-PU01 bis 1A-AF01-PU03) Spülwasser einströmen zu lassen. Abhängig von der Förderleistung des Spülwasserpumpwerks ist der Spülwasserschieber 1A-AF01-MS48 einzudrosseln. Mit Deaktivierung der Schrittkette ist zunächst das Spülwasserpumpwerk abzuschalten, anschließend ist der Spülwasserschieber (1A-AF01-MS30) zu schließen und der Spülwasserschieber (1A-AF01-MS48) ist wieder vollständig zu öffnen.

Startwertvorgaben		
Kenngroße Vorwahl Spülprogramm	Wert	Einheit
$t_{\text{SPÜL,GAK-Ausbau,an}}$	120	s
$t_{\text{SPÜL,GAK-Ausbau,Pause}}$	300	s
$v_{\text{SPÜL,GAK-Ausbau}}$	5	m/h

Phase 3

Vor dem Einbau der GAK ist sicherzustellen, dass in der Filterkammer ein Wasserstand von mindestens 1,0 m vorherrscht, damit der Aufprall der hydraulisch geförderten GAK im Filter sanfter und ohne Kornzerstörung stattfindet. Hierfür kann die Filterkammer über das Spülwasserpumpwerk bis zur vorgesehenen Wasserspiegellhöhe gefüllt werden.

Das Einbringen der Aktivkohle vom Silofahrzeug in die einzelnen Filterzellen erfolgt hydraulisch über Schlauchverbindungen. Das Silo des Fahrzeugs wird hierzu mit einem Schlauch mit der entsprechenden Rohrleitung an der Außenseite des Gebäudes verbunden. Innerhalb des

Rohrkanals wird ebenfalls eine Schlauchleitung an die zu füllende Filterkammer angeschlossen. Der Handschieber der entsprechenden Filterkammer ist zu öffnen.

Zur gleichmäßigen Verteilung der GAK in der Filterkammer muss in regelmäßigen Abständen Spülluft in die Kammer zugegeben werden. Hierzu sollen die Förderdauer ($t_{\text{SPÜLL,GAK-Einbau,an}}$), die Pausezeit ($t_{\text{SPÜLL,GAK-Einbau,Pause}}$) und die Förderleistung des Spülluftgebläses in Form einer Filtergeschwindigkeit ($v_{\text{SPÜLL,GAK-Einbau}}$) vorgegeben werden können. Alternativ soll auch die Vorgabe einer festen Drehzahl ermöglicht werden. Die Belüftung hat so lange abzulaufen, wie die entsprechende Schrittkette aktiviert ist. Für den Vorgang ist zunächst die Spülluftarmatur (1A-AF01-MS39 bis 1A-AF01-MS47) zu öffnen. Anschließend ist über das Spülluftgebläse (1A-AF01-LV01 bis 1A-AF01-LV02) die Filterkammer zu belüften. Mit Deaktivierung der Schrittkette ist zunächst das Spülluftgebläse abzuschalten, anschließend ist die Spülluftarmatur zu schließen. Ebenso wie bei der Rückspülung ist nach dem Schließen der Spülluftarmatur und einer Wartezeit ($t_{\text{Warte,Einbau}}$) das Magnetventil zur Entlüftung des Filtratraums (1A-AF01-MV01 bis 1A-AF01-MV09) für eine kurze Zeitdauer zu öffnen ($t_{\text{Einbau,MV}}$).

Startwertvorgaben		
Kenngroße Vorwahl Einbaubelüftung	Wert	Einheit
$t_{\text{SPÜLL,GAK-Einbau,an}}$	180	s
$t_{\text{SPÜLL,GAK-Einbau,Pause}}$	300	s
$t_{\text{Warte,Einbau}}$	10	s
$t_{\text{Einbau,MV}}$	15	s
$v_{\text{SPÜLL,GAK-Einbau}}$	40	m/h

Phase 4

Nach dem kompletten Einbringen der Aktivkohle und ihrem Verteilen mittels Luftspülung muss die GAK-Schüttung im Wasser mehrere Tage ruhen, damit sich die Aktivkohlekörner „vollsaugen“ können. Hierzu ist sicherzustellen, dass die GAK-Schüttung mit ausreichend Wasser überdeckt ist. Um dem Bedienpersonal die Dauer der Wässerung anzuzeigen, ist mit Start der Phase 4 eine Stoppuhr zu aktivieren (Zählung = Stunden). So wird sichergestellt, dass selbst bei einem Wechsel des Personals bekannt ist, wie lange sich die GAK bereits in Wässerung befindet. Sollte die Stoppuhr nicht wieder aktiv gestoppt und auf 0 zurückgesetzt werden, so hat dies automatisch mit Aktivierung der Phase 7 zu erfolgen.

Phase 5

Bei der „Erstspülung“ handelt es sich um eine reine Wasserspülung. Hierzu ist die Filterkammer über den Düsenboden mittels der Spülwasserpumpen mit Spülwasser zu beaufschlagen. Die Spülung hat so lange zu erfolgen, bis keine feine Aktivkohle mehr im Überstau des GAK-Filters vorhanden ist. Die Wasserspülung ist hierbei in Schritten zu steigern. Über eine entsprechende Vorgabemöglichkeit sollen das Erstspülprogramm definiert werden können, wie z.B.:

Spülphase Nr.	Spülgeschwindigkeit		Spüldauer	
1	10	m/h	120	s
2	14	m/h	180	s
3	18	m/h	300	s

4	20	m/h	240	s
5	22	m/h	300	s
6	25	m/h	360	s

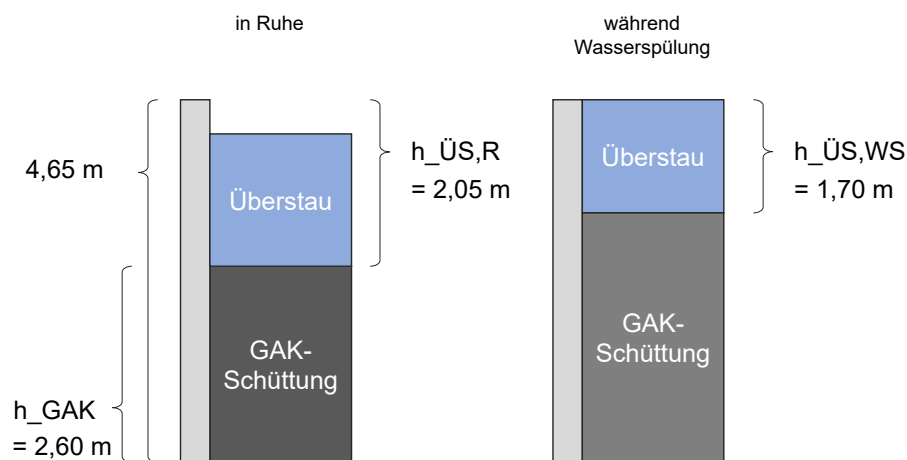
Um einen Austrag der Aktivkohle zu vermeiden, ist die Spülung in jedem Fall vor Ort zu beobachten. Im Falle eines Austrags der GAK ist das Spülprogramm sofort zu stoppen.

Die Erstspülung kann nur gestartet werden, wenn der Spülwasserspeicher vollständig gefüllt ist ($H_{SÜW ML1} = 3,75 \text{ m}$).

Sollte im Folgenden die Phase 6 übersprungen werden, so ist am Ende des Spülvorgangs der Überstau mindestens bis auf die Oberkante der GAK-Schüttung abzulassen, um die in Phase 7 durchzuführenden Kalibrierungen vornehmen zu können.

Phase 6

In Phase 6 gilt es die Betausdehnung des GAK-Produktes aufzunehmen. Hierzu ist die GAK-Schüttung mit verschiedenen Wasserspülgeschwindigkeiten zu beaufschlagen. Je Spülgeschwindigkeit ist die Bettexpansion zu bestimmen. Dies erfolgt manuell. Hierzu muss mittels eines geeigneten Messinstrumentes die Höhenlage der GAK-Schicht in Erfahrung gebracht werden. Die Bettexpansion berechnet sich wie im folgenden Bild gezeigt:



$$\text{Bettexpansion} = ((h_{ÜS,R} - h_{ÜS,WS} + h_{GAK}) / (h_{GAK}) - 1) \times 100 [\%]$$

Um die Wasserspülung richtig einstellen zu können, als auch um ausreichend Werte für einen Vergleich mit einem anderen GAK-Produkt zu haben, ist die Bettexpansion von verschiedenen Spülgeschwindigkeiten aufzunehmen. Dieser Vorgang sollte auch nach einem bestimmten Bettvolumen wiederholt werden, um die Wasserspülgeschwindigkeit entsprechend der Beladung der GAK anpassen zu können (vgl. 8.5.3). Sollte bei der Aufnahme der Betausdehnung eine andere Abwassertemperatur als 20°C vorliegen, so sind die Wasserspülgeschwindigkeiten ($v_{SPÜL}$) in Anlehnung an ATV-A 203, Ausgabe 1995-04 wie folgt umzurechnen:

$$v_{SPÜL} (T = 20^\circ\text{C}) = v_{SPÜL} (T_{\text{tatsächlich}}) / K_T$$

mit $K_T = 0,008 \times \text{Abwassertemperatur (T}_{\text{tatsächlich}}) + 0,84$

Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft die Aufnahme der Betausdehnung für zwei verschiedene GAK-Produkte:

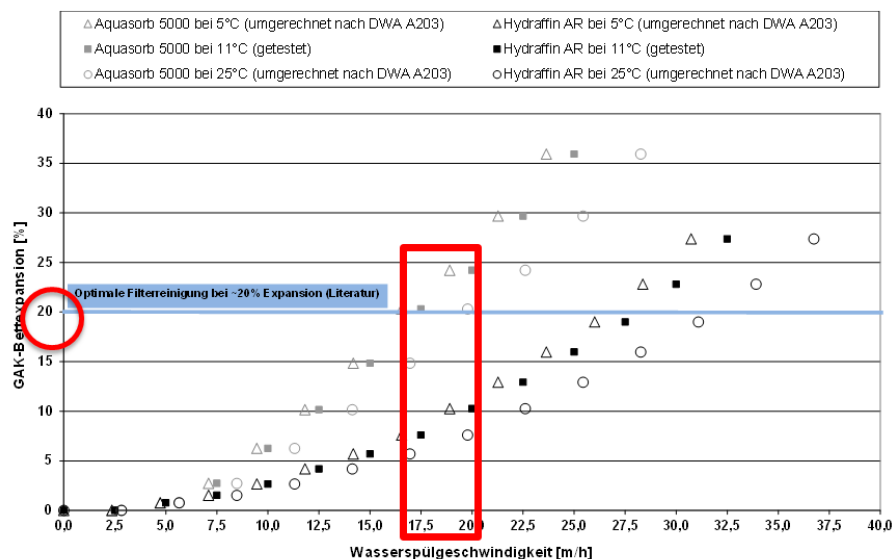


Abbildung 2: Betausdehnung GAK-Rückspülung

Die Aufnahme der Betausdehnung ist außerhalb des PLS zu dokumentieren, bspw. in einem Tabellenkalkulationsprogramm. Hierbei sollten für eine spätere Vergleichbarkeit der aufgenommenen Kennwerte der Hersteller, die Produktbezeichnung als auch das Lieferdatum miterfasst werden.

Im Automatikbetrieb hat für eine wirksame Wasserspülung eine Betausdehnung von 20-25 % vorzuherrschen. Die Wasserspülgeschwindigkeit ist entsprechend zu wählen.

Am Ende der Phase 6 ist der Überstau mindestens bis auf die Oberkante der GAK-Schüttung abzulassen, um in der Phase 7 die „Kalibrierung“ durchführen zu können.

Phase 7

In dieser Phase ist der Zähler des Bettvolumens für die Filterkammer zu Nullen ($BV = 0$). Ohne diesen Vorgang kann die Filterkammer nicht wieder dem Regelbetrieb zugeschaltet werden.

Des Weiteren ist in dieser Phase die Höhe der GAK-Schicht zu bestimmen ($H_{FKx,GAK}$). Dieser Vorgang soll mit der Niveausonde (1A-AF01-MW01 bis 1A-AF01-MW09) vorgenommen werden. Die Bestimmung der Höhenlage bedarf es zum einen für den Betriebszustand „Filtern“, zum anderen kann dieses Maß für die Abrechnung der angelieferten GAK herangezogen werden, sofern diese Vorgehensweise für die Abrechnung der GAK vereinbart wurde.

Erst nach Durchführung dieser beiden Vorgänge kann die Filterkammer wieder für die Nutzung im Regelbetrieb freigegeben werden.

8.5.5 Stand-by (Außerbetriebnahme)

Der Modus „Stand-by“ ist dazu da, um eine mit GAK gefüllte Filterkammer mehrere Tage aus dem Regelbetrieb herauszunehmen. Grund hierfür können Revisionsarbeiten oder auch eine Schonung der GAK sein. Letzteres, um im Bedarfsfall einer unzureichenden Reinigungsleistung kurzfristig zusätzliche GAK zuschalten zu können (→ Erhöhung der Leerbettkontaktzeit oder auch Herabsetzen des Bettvolumens).

Dieser Modus lässt sich in drei Phasen aufteilen:

Phase 1: Außerbetriebnahme

Zur Einleitung der Phase 1 ist der Filtriermodus zu stoppen und die Filterkammer aus dem Regelbetrieb herauszunehmen. Anschließend ist eine Rückspülung einzuleiten (→ vgl. 8.5.3, Kriterium 3).

Phase 2: Stillstand

Sollte die Außerbetriebnahme der Filterkammer für einen längeren Zeitraum (mehr als 2 Tage) geplant sein, wird empfohlen, das verbliebene Abwasser in der Filterkammer durch Brauchwasser auszutauschen, um biologische Prozesse im Filterbett möglichst gering zu halten. Eine vollständige Entleerung der Filterkammer wird ebenfalls nicht empfohlen, da dann die GAK austrocknen kann, wodurch eine mehrtägige Wiederbenetzung zur Wiederinbetriebnahme notwendig wird.

Hierfür wird eine manuelle Entleerung der Filterkammer über die Schlammwasserklappe und anschließend über die Restentleerungsleitung durchgeführt. Die Wiederbefüllung der Filterkammer mit Brauchwasser muss ebenfalls manuell erfolgen.

Phase 3: Wiederinbetriebnahme

Für die Wiederinbetriebnahme ist die Filterkammer in den Modus „Filtrieren“ zu versetzen. Hierdurch wird zunächst die Filterkammer über den Filtratraum mit Spülwasser befüllt. Sobald sich in der Filterkammer ein Wasserstand von 1,0 m über der GAK-Schicht eingestellt hat ($= h_{FKx,ÜS,RW1} = 1,0 \text{ m} (= H_{FKx,GAK} + 1,0 \text{ m})$), geht die Filtration in den geregelten Betrieb über (vgl. 8.5.2)

9 BRAUCHWASSERSYSTEM

9.1 Allgemeines

Zur Bereitstellung des Brauchwasserbedarfs der neuen Verfahrensstufen ist eine Brauchwasserstation im Kellergeschoss des Technikgebäudes vorgesehen. Hierfür wird Wasser aus dem Spülwasserspeicher entnommen, mit der Druckerhöhungsanlage (DEA) auf den Betriebsdruck von 5-6 bar erhöht und anschließend mit einer UV-Anlage desinfiziert.

Es sind insgesamt vier Pumpen in der Druckerhöhungsanlage vorgesehen, wobei der übliche Brauchwasserbedarf durch ein bis zwei der Pumpen gedeckt werden kann. Für die Befüllung und die Entleerung der Filterkammern wird allerdings zusätzlich ein Treibwasserstrom von bis zu 30 m³/h benötigt, wofür die Zuschaltung einer dritten Pumpe der Druckerhöhungsanlage notwendig wird. Die vierte Pumpe dient als Reserve.

Um ein Überhitzen der UV-Lampe während Zeiträumen ohne Brauchwasserentnahme zu verhindern, kann über ein Magnetventil aufbereitetes Wasser in die Entwässerungsrinne des Pumpen- und Gebläsekellers abgeschlagen werden.

Durch eine händische Verbindung des neuen Brauchwassernetzes mit dem Bestandsnetz könnte die neue Brauchwasserversorgung als Redundanz auch für das Bestandsnetz dienen. Aufgrund der dann geringeren verfügbaren Kapazität des Brauchwassernetzes, können gegebenenfalls nur weniger Verbraucher zeitgleich bedient werden.

9.2 Antriebe / Funktionsgruppe

Druckerhöhungsanlage:

Brauchwasserpumpe 1	1A-BW01-PU01
Brauchwasserpumpe 2	1A-BW01-PU02
Brauchwasserpumpe 3	1A-BW01-PU03
Brauchwasserpumpe 4	1A-BW01-PU04

UV-Anlage:

UV-Lampe 1	1A-BW01-UV01
UV-Lampe 2	1A-BW01-UV02

Armaturen:

Magnetventil UV-Lampe 1	1A-BW01-MV01
Magnetventil UV-Lampe 2	1A-BW01-MV02
Magnetventil By-Pass	1A-BW01-MV03
Magnetventil Treibwasser	1A-BW01-MV04

9.3 Messungen

Druckmessung Druckerhöhungsanlage	1A-BW01-MW01
Durchflussmessung UV-Anlage	1A-BW01-MW02

Temperatur in UV-Lampe 1
Temperatur in UV-Lampe 2

1A-BW01-MW03
1A-BW01-MW04

9.4 Steuerbeschreibung

Es sind 2 Betriebsweisen (Regelbetrieb und Treibwasserbetrieb) für das Brauchwassersystem vorgesehen, welche am PLS nach Bedarf ausgewählt werden können.

Das neue Brauchwassersystem kann durch Öffnung eines Handschiebers (1A-BW01-HS19) mit dem bestehenden Brauchwassersystem der Kläranlage verbunden werden. Somit könnte es theoretisch als Redundanz für das Bestandssystem dienen.

Um eine ausreichende Vorlage für die Brauchwasserpumpen zur Verfügung zu stellen, muss der minimale Wasserspiegel (H_SPÜL,BW1), welcher nach einer Filterrückspülung im Spülwasserbehälter verbleibt, so definiert werden, dass ein Betrieb mindestens einer Brauchwasserpumpe sichergestellt werden kann. Für den Ein- und Austrag der Aktivkohle sollte entsprechend ein höherer Füllstand (H_SPÜL,BW2) vorgesehen werden und dementsprechend keine gleichzeitige Filterspülung stattfinden.

9.4.1 Regelbetrieb

Die Steuerung der Druckerhöhungsanlage basiert auf der Druckmessung im Brauchwassersystem. Wird der Minimaldruck ($P_{BW,Min1}$) unterschritten, startet die erste Pumpe. Diese versucht frequenzgeregelt den Zieldruck ($P_{BW,Ziel1}$) im Brauchwassersystem zu halten. Kann der Zieldruck durch eine Pumpe nicht erreicht werden, schaltet eine zweite Pumpe zu. Bei Erreichen des Maximaldrucks im Brauchwassersystem regelt die Druckerhöhungsanlage herunter und schaltet ggf. wieder ab. Die Steuerung der Druckerhöhungsanlage erfolgt außerdem betriebsstundenabhängig, sodass immer zuerst die Pumpe mit den geringsten Betriebsstunden genutzt wird. Zur Sicherstellung der Reinigungsleistung durch die UV-Anlage, wird sichergestellt, dass die Druckerhöhungsanlage erst nach Erreichen des Betriebspunkts der UV-Lampe startet. Dies führt dazu, dass nach einer Einschaltung des Brauchwassersystems die Druckerhöhungsanlage erst mit einer Verzögerung von etwa 5 Minuten betriebsbereit ist.

Zur Desinfektion ist während der Betriebszeit der DEA immer eine UV-Anlage in Betrieb, welche vom genutzten Brauchwasser durchflossen wird. Wird längere Zeit kein Brauchwasser entnommen ($t_{BW,Dimm1}$; z.B. 15 Minuten), kann die UV-Lampe gedimmt werden, um Energie zu sparen. Bei erneutem Anfahren der DEA wird auch die UV-Anlage wieder auf volle Leistung hochgefahren. Um bei einem Dauerbetrieb der UV-Lampe eine Überhitzung zu vermeiden, ist ein By-Pass mit einem Spülventil (1A-BW01-MV03) im Brauchwassersystem direkt hinter der UV-Anlage vorgesehen. Dieses öffnet, sobald sich die Temperatur (1A-BW01-MW03 oder 1A-BW01-MW04) in der UV-Lampe an den vom Hersteller vorgegebenen Maximalwert ($T_{BW,max1}$) annähert. Nach einer vorgewählten Dauer ($t_{BW,Spül1}$) schließt das Magnetventil wieder. Die zweite UV-Lampe dient als Redundanz. Zur Vergleichmäßigung der Betriebsstunden wird nach einer vorgewählten Betriebszeit einer UV-Lampe von $t_{BW,Wechsel1}$ zwischen den beiden UV-Lampen gewechselt.

9.4.2 Treibwasserbetrieb

Bei Umstellung auf den Betriebsmodus „Treibwasserbetrieb“ wird das Magnetventil (1A-BW01-MV04) geöffnet.

Die Steuerung der Druckerhöhungsanlage basiert auf der Druckmessung im Brauchwassersystem. Wird der Minimaldruck ($P_{BW,Min2}$) unterschritten, startet die erste Pumpe. Diese versucht frequenzgeregelt den Zieldruck ($P_{BW,Ziel2}$) im Brauchwassersystem zu halten. Kann der Zieldruck durch eine Pumpe nicht erreicht werden, schaltet eine zweite und anschließend ggf. eine dritte Pumpe zu. Bei Erreichen des Maximaldrucks im Brauchwassersystem regelt die Druckerhöhungsanlage herunter und schaltet ggf. wieder ab. Die Steuerung der Druckerhöhungsanlage erfolgt außerdem betriebsstundenabhängig, sodass immer zuerst die Pumpe mit den geringsten Betriebsstunden genutzt wird. Zur Sicherstellung der Reinigungsleistung durch die UV-Anlage, wird sichergestellt, dass die Druckerhöhungsanlage erst nach Erreichen des Betriebspunkts der UV-Lampe startet. Dies führt dazu, dass nach einer Einschaltung des Brauchwassersystems die Druckerhöhungsanlage erst mit einer Verzögerung von etwa 5 Minuten betriebsbereit ist.

Zur Desinfektion sind bei diesem Betriebsmodus beide UV-Lampen in Betrieb und werden beide vom genutzten Brauchwasser durchflossen. Eine Dimmung ist nicht vorgesehen. Um bei einem Dauerbetrieb der beiden UV-Lampen eine Überhitzung zu vermeiden, ist ein By-Pass mit einem Spülventil (1A-BW01-MV03) im Brauchwassersystem direkt hinter der UV-Anlage vorgesehen. Dieses öffnet, sobald sich die Temperatur (1A-BW01-MW03 oder 1A-BW01-MW04) in der UV-Lampe an den vom Hersteller vorgegebenen Maximalwert annähert ($T_{BW,max2}$). Nach einer vorgewählten Dauer ($t_{BW,Spül2}$) schließt das Magnetventil wieder. Wird kein Treibwasser zum Ein- oder Austrag der Aktivkohle mehr benötigt, sollte wieder auf den Standard-Betrieb umgestellt werden.

9.5 Störungen und Ersatzstrategien

Bei Störung einer Pumpe der Druckerhöhungsanlage wird eine Störmeldung ausgegeben. Sie wird dann im Betrieb automatisch durch die drei anderen Pumpen ersetzt.

Bei Unterschreitung eines Mindestfüllstands im Spülwasserbehälter schaltet das Brauchwassersystem (DEA und UV-Lampe) automatisch ab, um einen Trockenlauf und eine Überhitzung zu verhindern. Es wird eine Störmeldung ausgegeben.

9.6 Wählbare Parameter und Grundeinstellungen

Kürzel	Bezeichnung	AKZ	Einheit	Bereich	Grundeinstellung
H_SPÜL,BW1	Minimaler Füllstand Brauchwasser	1A-AF01-MW48	m	0-5	
H_SPÜL,BW2	Minimaler Füllstand Treibwasser	1A-AF01-MW48	m	0-5	
P_BW,Min1	Minimaldruck Brauchwassersystem	1A-BW01-MW02	bar	0-7	5,5
P_BW,Ziel1	Zieldruck Brauchwassersystem	1A-BW01-MW02	bar	0-7	6

t_BW,Dimm1	Wartezeit bis zur Dimmung	1A-BW01-UV01 und 1A-BW01-UV02	min	0-300	15
T_BW,max1	Maximale Temperatur UV-Lampe	1A-BW01-MW04 und 1A-BW01-MW05	°C	0-100	
t_BW,Spül1	Spüldauer By-Pass	1A-BW01-MV03	s	0-300	30
t_BW,Wechsel1	Maximale Betriebszeit einer UV-Lampe	1A-BW01-UV01 und 1A-BW01-UV02	h	0-100	24
P_BW,Min2	Minimaldruck Brauch- und Treibwassersystem	1A-BW01-MW02	bar	0-7	5,5
P_BW,Ziel2	Zeildruck Brauch- und Treibwassersystem	1A-BW01-MW02	bar	0-7	6
T_BW,max2	Maximale Temperatur UV-Lampe	1A-BW01-MW04 und 1A-BW01-MW05	°C	0-100	
t_BW,Spül2	Spüldauer By-Pass	1A-BW01-MV03	s	0-300	30

9.7 Grafische Darstellung

Alle Mess- und Rechenwerte sind grafisch darzustellen.

10 LÜFTUNGS- UND GEBÄUDETECHNIK

10.1 Lüftung

Die Keller des GAK-Gebäudes (Pumpenkeller und Rohrkanal) werden technisch belüftet. Hierfür ist eine Zuluftleitung mit Heizelement im Rohrkanal und eine Abluftleitung mit Ventilator im Pumpenkeller vorgesehen.

Das Heizelement wird temperaturabhängig gesteuert. Die entsprechenden Parameter können an einer Vor-Ort-Steuerstelle angepasst werden.

Der Ventilator wird immer mit einer Minimalfrequenz betrieben, um den empfohlenen minimalen Luftaustausch im Technikraum zu gewährleisten. Bei Bedarf kann die Frequenz an einer Vor-Ort-Steuerstelle angepasst werden.

10.2 Kellerentwässerung

Die Kellerentwässerungspumpen im Kellergeschoss der GAK-Filtration sind zur Entleerung der Entwässerungsgerinne gedacht. Bei Erreichen eines maximalen Füllstands im Gerinne startet die jeweilige Pumpe. Nach Erreichen des Minimalfüllstands im Gerinne schaltet die Kellerentwässerungspumpe wieder ab, um einen Trockenlauf zu verhindern.

Bei Störung einer Pumpe oder einer Füllstandsmessung wird ein Hinweis im PLS gegeben.

11 ABLAUFMESSUNG

Im Ablauf der 4. Reinigungsstufe ist ein Ablaufmessschacht mit MID (1A-BA01-MW01) zur Durchflussmessung vorgesehen. Vor dem MID werden alle Teilströme (Ablauf GAK, Abschlag hinter dem Tuchfilter und ggf. Umfahrung der 4. Reinigungsstufe) zusammengeführt, sodass die neue Ablaufmessung den gesamten Kläranlagenablauf erfasst.

Hinter der Durchflussmengenmessung befindet sich eine Probenahmepumpe, welche einen Teil des Kläranlagenablaufs zur Analyse in einen Durchlauftopf im Analysenraum der GAK-Filtration fördert. Hier werden die vorgesehenen Online-Qualitätsmessungen vorgenommen.

11.1 Qualitätsmessungen

CSB-Messung	1A-BA01-MW02
P _{ges} -Messung	1A-BA01-MW02
SAK-Messung	1A-BA01-MW03
NH ₄ -N-Messung	1A-BA01-MW04
NO _x -N-Messung	1A-BA01-MW05
pH+T-Messung	1A-BA01-MW06
TS-Messung	1A-BA01-MW07
PO ₄ -P-Messung	1A-BA01-MW08

Die Qualitätsmessungen sind im PLS darzustellen und aufzuzeichnen.

11.2 Probennehmer

Der Probennehmer befindet sich direkt neben dem Ablaufmessschacht in Außenaufstellung. Die Steuerung der Probenahme erfolgt vor Ort. Die Probenahme erfolgt durchfluss- oder volumenproportional. Hierfür wird die Ablaufmengenmessung (1A-BA01-MW01) zugrunde gelegt.

Darmstadt, den 13.07.2026

Weber-Ingenieure GmbH

i. V. Dr.-Ing. Gregor Knopp

i. A. Nikolai Schuh, M. Sc.