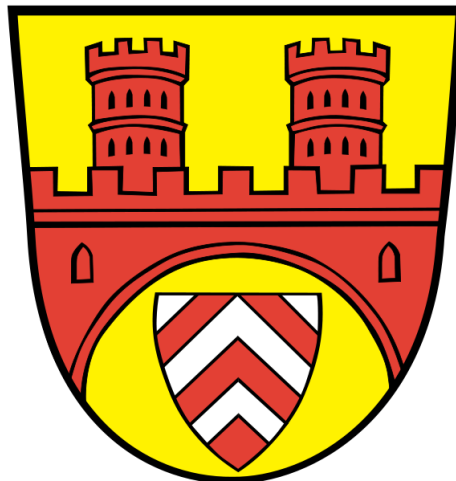


Umweltbetriebe der Stadt Bielefeld
Abteilung 700.45 Planen und Bauen von Kläranlagen
Abteilung 700.44 Kläranlagen



Technische Anforderungen an die Ausführung
Teil 1: Leit- und Automatisierungstechnik

- Anlage zur Ausschreibung

Projekttitel	Technische Anforderungen an die Ausführung		Projektkürzel		
Projektleiter		Auftraggeber	Abteilung Kläranlagen 700.44		
Dateiname	TA1_Leit_Automatisierungstechnik_V0.1.doc		Erstellt am:		29.01.2013
Autor des Dokuments			Geändert am:		05.09.2025
Umweltbetriebe Stadtentwässerung Abteilung Planen und Bauen von Kläranlagen			700.45	Revision: 01	Seite 1

1. Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Inhaltsverzeichnis	2
2. Abbildungsverzeichnis	5
3. Einleitung	6
4. Abkürzungsverzeichnis	7
5. Bedienphilosophie	10
5.1. Begriffsbestimmung	10
5.1.1. Betriebsart	10
5.1.2. Bedienort	10
5.1.3. Bedienhierarchie	13
5.2. Bedienkonzept	14
5.2.1. Zielsetzung	14
5.2.2. Automatikbetrieb (keine Priorität / Normalbetrieb)	14
5.2.3. Handbedienung Prozessleitsystem (niedrigste Priorität).....	15
5.2.4. Handbedienung Schaltschrank (nur im Ausnahmefall mit Zustimmung des AG)	16
5.2.5. Handbedienung Vor-Ort-Steuerstelle (höchste Priorität)	16
5.2.6. Signalzustände der Störungsleuchtmelder	18
5.3. Fehlerbetrachtung.....	18
6. Software Leit- und Automatisierungstechnik	19
6.1. Leitsystemsoftware.....	19
6.1.1. Allgemeine Anforderungen	21
6.1.2. Systembibliothek.....	22
6.1.3. Umsetzung der Funktionsbeschreibungen/Bedienhandbüchern.....	23
6.1.4. Arbeitsweise beim UWB.....	23
6.1.5. Software-Ergonomie.....	24
6.1.6. Informationserfassung und -verarbeitung	25

Projekttitel	Technische Anforderungen an die Ausführung		Projektkürzel		
Projektleiter		Auftraggeber	Abteilung Kläranlagen 700.44		
Dateiname	TA1_Leit_Automatisierungstechnik_V0.1.doc		Erstellt am:		29.01.2013
Autor des Dokuments			Geändert am:		05.09.2025
Umweltbetriebe Stadtentwässerung Abteilung Planen und Bauen von Kläranlagen			700.45	Revision: 01	Seite 2

6.1.7.	Visualisierung.....	28
6.1.8.	Bedienung	32
6.1.9.	Meldungs- und Alarmmanagement.....	34
6.1.10.	Protokollierung	36
6.1.11.	Archivierung und Datensicherung	38
6.1.12.	Betriebssystem	40
6.1.13.	Benutzerverwaltung	41
6.1.14.	Engineeringsoftware	42
6.2.	Meldesystem.....	44
6.2.1.	Eskalationsstufen der Fernalarmierung	44
6.2.2.	Alarmer Verfahrenstechnik.....	45
6.2.3.	Alarmer Elektrotechnik	45
6.2.4.	Alarmer Mechanische Instandsetzung.....	46
6.2.5.	Alarmer Schlammbehandlung.....	46
6.2.6.	Alarmer Klärmeister	47
6.2.7.	Projektierung der Fernalarmierung	48
6.3.	Betriebstagebuch / Berichtswesensystem	49
6.3.1.	Funktionen des Berichtswesensystems.....	49
6.3.2.	Protokollierung	51
6.3.3.	Kurvengruppen	52
6.4.	Aufbau der Leittechnik	53
6.5.	Hardwarekomponenten	54
6.5.1.	Allgemeine Anforderungen an die Server und Rechner	54
6.5.2.	Rechnerschränke	55
6.5.3.	Engineeringrechner	57
6.5.4.	Clientrechner	58
6.5.5.	Bildschirme	58
6.5.6.	Zubehör	58
6.5.7.	Dezentrale Bedienplätze.....	59
7.	Hardware Automatisierungstechnik.....	60

Projekttitel	Technische Anforderungen an die Ausführung		Projektkürzel		
Projektleiter		Auftraggeber	Abteilung Kläranlagen 700.44		
Dateiname	TA1_Leit_Automatisierungstechnik_V0.1.doc		Erstellt am:		29.01.2013
Autor des Dokuments			Geändert am:		05.09.2025
Umweltbetriebe Stadtentwässerung Abteilung Planen und Bauen von Kläranlagen			700.45	Revision: 01	Seite 3

7.0.1.	Umsetzung des Bedienkonzeptes	60
7.1.	Hardwarekomponenten	60
7.1.1.	Automatisierungsgeräte	60
7.1.2.	Automatisierungsschränke	65
7.1.3.	Prozessanbindung.....	66
8.	Netzwerke und Datenübertragung	67
8.1.	Aufbau der Netzwerktechnik	67
8.2.	Errichtung und Prüfung.....	69
8.3.	Kabel- und Leitungstypen	70
8.4.	Überwachung und Diagnose.....	71
8.5.	Ethernet	71
8.5.1.	Allgemeine Anforderungen	71
8.5.2.	Netzwerk-Komponenten	72
8.5.3.	Netzwerk-Komponenten	73
8.5.4.	Netzwerkschränke	74
8.5.5.	Netzwerk-Organisation	78
8.6.	Feldbus	80
8.6.1.	Allgemeine Anforderungen	80
8.6.2.	Netzwerk-Komponenten	81
9.	IT-Sicherheit	81
10.	Konzeptioneller Aufbau.....	82
10.1.	Heepen.....	82
10.2.	Brake	84
10.3.	Sennestadt	85
11.	Sonstige EMSR-Technik	86
11.1.	USV-Anlagen	86
11.1.1.	Allgemeines.....	86
11.1.2.	Heepen.....	88
11.1.3.	Brake	88

Projekttitel	Technische Anforderungen an die Ausführung		Projektkürzel		
Projektleiter		Auftraggeber	Abteilung Kläranlagen 700.44		
Dateiname	TA1_Leit_Automatisierungstechnik_V0.1.doc		Erstellt am:		29.01.2013
Autor des Dokuments			Geändert am:		05.09.2025
Umweltbetriebe Stadtentwässerung Abteilung Planen und Bauen von Kläranlagen			700.45	Revision: 01	Seite 4

11.1.4.	Sennestadt	89
11.2.	Umsetzung Notstromkonzept.....	89
11.2.1.	Allgemeines.....	89
11.2.2.	Klärwerk Heepen	89
11.2.3.	Ausführung der Messtechnik	91
11.3.	Schutzmaßnahmen	91
12.	Schulung	91
13.	Dokumentation.....	91

2. Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Betriebsmittelkennzeichnung bei Hand Bedingung ohne SPS</i>	<i>12</i>
<i>Abbildung 1: Beispiel Terminalbus KA-Heepen.....</i>	<i>19</i>
<i>Abbildung 2: Beispiel Anlagenbus KA-Heepen Filtration.....</i>	<i>20</i>
<i>Abbildung 4: Beispiel Kurvengruppe Zulauf KA-Heepen.....</i>	<i>52</i>
<i>Abbildung 3: Aufbau eines Schaltschranks.....</i>	<i>66</i>
<i>Abbildung 4: Beispiel Aufbau eines Netzwerkschranks Variante 1.....</i>	<i>76</i>
<i>Abbildung 5: Beispiel Aufbau eines Netzwerkschranks Variante 2.....</i>	<i>77</i>

Projekttitel	Technische Anforderungen an die Ausführung		Projektkürzel		
Projektleiter		Auftraggeber	Abteilung Kläranlagen 700.44		
Dateiname	TA1_Leit_Automatisierungstechnik_V0.1.doc		Erstellt am:		29.01.2013
Autor des Dokuments			Geändert am:		05.09.2025
Umweltbetriebe Stadtentwässerung Abteilung Planen und Bauen von Kläranlagen			700.45	Revision: 01	Seite 5

3. Einleitung

Der Umweltbetrieb der Stadt Bielefeld (UWB) betreibt in seinem Einzugsgebiet die Klärwerke Heepen, Brake und Sennestadt mit einer Gesamtanschlussgröße von ca. 390.000 EW.

Im Bereich der Automatisierungs- und Leittechnik wurde auf den drei Klärwerken in den letzten 12 Jahren das durchgängige Automatisierungs- und Leitsystem PCS7 installiert. In allen Gewerken wurden S7-400 SPS'n mit ET200M dezentraler Peripherie eingebaut.

Auf dieser Basis wurden die Standards auf den Klärwerken Bielefeld Heepen, Brake und Sennestadt entwickelt und zu Einsatz gebracht. In enger Zusammenarbeit zwischen dem UWB Abteilung Kläranlagen und dem Auftragnehmer wurde so eine sehr hohe Verfügbarkeit und Anlagensicherheit realisiert. Dieser Stand muss gehalten bzw. erweitert werden.

In den vorliegenden technischen Anforderungen an die Ausführung Teil 2: EMSR-Technik werden u.a. die Standards für die Ausführung von neuen Niederspannungsschaltanlagen beschrieben. Weiterhin werden die Anforderungen an die Verkabelung, Schutzmaßnahmen, Messtechnik, Feldgeräte und Dokumentation beschrieben.

Im Teil 2: EMSR-Technik werden u.a. die Standards für die Ausführung von neuen Niederspannungsschaltanlagen beschrieben. Weiterhin werden die Anforderungen an die Verkabelung, Schutzmaßnahmen, Messtechnik, Feldgeräte und Dokumentation beschrieben.

Im Bereich der sonstigen EMSR-Technik werden die zu erbringenden Leistungen in den Bereichen USV-Anlagen, Blindleistungskompensation, Umsetzung Notstromkonzept und Anpassung der Messtechnik für ein kontinuierliches Energiebenchmarking beschrieben.

4. Abkürzungsverzeichnis

AC	Alternating Current (Wechselstrom)
AG	Auftraggeber
AKS	Anlagenkennzeichnungssystem
ALG	Application Level Gateway
AN	Auftragnehmer
APC	Advanced Process Control
ATV-DVWK-M 260	Merkblatt „Betriebsdaten von Abwasseranlagen“ der DWA
BGI	Berufsgenossenschaftliche Informationen
BHKW	Blockheizkraftwerk
BP	Bedienpanel
BSZ	Blitzschutzzone
CAE	Computer Aided Engineering
CD	Compact disc - optisches Speichermedium
CPU	Central Processing Unit = Hauptprozessor
CSV	Dateiformat
DC	Direkt Current (Gleichstrom)
DMS	Dokumentenmanagementsystem
DMZ	Demilitarisierte Zone
DP	Dezentrale Peripherie
DTM	Device Type Manager
DVD	Digital versatile disc = optisches Speichermedium
DVD-RAM	Wiederbeschreibbare DVD
DVI	Digital visual interface = Schnittstelle zur digitalen Übertragung neuer Videodaten
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
E/A	Eingabe/Ausgabe
EDD	Electronic Device Description
EMSR-Technik	Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FDT	Field Device Tool
FU	Frequenzumformer / Frequenzumrichter
HART	Highway Addressable Receiver/Transmitter
HD	High Definition

HE	Höheneinheiten
KVM	Keyboard-Video-Mouse = Tastatur-Bildschirm-Maus
KVM-Extender	Tastatur-Bildschirm-Maus-Verlängerung
KVM-Switch	Umschalter zur Bedienung mehrerer Rechner mit einer Tastatur, Maus, Bildschirm
LCD	Liquid crystal display = Flüssigkristallbildschirm
LWL	Lichtwellenleiter
MBit/s	Mega bits per second = Megabits pro Sekunde
MID	Magnetisch-induktive Durchflussmessung
MS	Mittelspannung
MSR-Technik	Mess-, Steuer-, Regelungstechnik
MV	Magnetventil
N	Neutralleiter
NAMUR	Interessengemeinschaft Automatisierungstechnik der Prozessindustrie
NS	Niederspannung
NSHV	Niederspannungshauptverteilung
NSUV	Niederspannungsunterverteilung
OP	Operatorpanel
OSD	On screen display = Bildschirmanzeige
P&ID	Piping and Instrumentation Diagram =R+I-Fließbild
PC	Personal Computer
PE	Schutzleiter
PEN/PEN-Leiter	Kombination von Schutz- und Neutralleiter
PLS	Prozessleitsystem
PLT	Prozessleittechnik
PTC	Positive Temperature Coefficient (Kaltleiter)
R+I-Fließbild	Rohrleitungs- und Instrumentenfließbild
RAID	Redundant array of independent disks = redundante Anordnung unabhängiger Festplatten
RAM	Random access memory = Speicher mit direktem Zugriff
SDSL	Symmetric Digital Subscriber Line = Zugangstechnik zu einem öffentlichen digitalen Netzwerk
SIM-Karte	Subscriber Identity Module = Identifikation des Nutzers

SMS	Short Message Service =Kurznachricht
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung

SWB	Stadtwerke Bielefeld
TB	Team Betrieb des UWB
TCO	Tjänstemännens Centralorganisation = Dachverband der schwedischen Angestellten- und Beamten Gewerkschaft; u.a. Standard der Computermonitore
TCP/IP	Transmission Control Protocol /Internet Protocol = Internetprotokoll
TFT	Thin film transistor = Dünnschichttransistor
TK	Telekommunikation
TN-System	<u>Systeme nach Art der Erdung:</u> Im TN-System ist ein Punkt direkt geerdet
TN-C-System	Im gesamten System sind die Funktionen von Neutral- und Schutzleiter in einem Leiter kombiniert
TN-S-System	Im gesamten System wird ein getrennter Schutzleiter angewendet
TN-C-S-System	In einem Teil des Systems sind die Funktionen Neutral- und Schutzleiter in einem Leiter kombiniert
TP	Touchpanel
TT	Team Technik des UWB
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System = Mobilfunkstandard
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
UWB	Umweltbetrieb der Stadt Bielefeld
VGA	Video Graphics Array = Grafikstandard
VoIP	Voice over IP
VOS	Vor-Ort-Steuerstelle

5. Bedienphilosophie

5.1. Begriffsbestimmung

5.1.1. Betriebsart

Betriebsart ist der Oberbegriff über Handbetrieb und Automatikbetrieb.

Handbetrieb:

- Eingriffe in den Prozess werden von Hand ausgeführt.
- Handbetrieb ist an verschiedenen Bedienorten möglich: z. B. Vor-Ort, Schaltschrank, Leitwarte
- Handbetrieb ist mit verschiedenen Sicherheitsstufen möglich: unter Umgehung der SPS und aller Sicherheitsfunktionen wie z. B. Trockenlaufschutz, Höhenstandsüberwachung, Alternativ: Hardwareverriegelungen wie z. B. Thermofühler bleiben erhalten

Automatikbetrieb (SPS):

- die Steuerung und Regelung der Anlage erfolgt automatisch über die in den Automatisierungsstationen (SPS) hinterlegten Programme
- auf Basis der Funktionsbeschreibungen programmierte Abläufe in den SPSen
- Vorgabe von Sollwerten, Parameteränderungen von Hand möglich

5.1.2. Bedienort

Bedienort bezeichnet den Ort, an dem bedient wird, z. B. Vor-Ort, Schaltschrank, Bedienplatz, Leitwarte, etc.

Leitwarte:

- technische Einrichtung zur Bedienung und Beobachtung eines Klärwerks
- Bedienplätze mit Bildschirmen, Tastatur und Maus
- Prozessleitsystem für Bedienung und Beobachtung, Protokollierung, Archivierung, etc.

Zentralwarte:

- übergeordnete Leitwarte zur Bedienung und Beobachtung aller drei Klärwerke
- Bedienplätze mit Bildschirmen, Tastatur und Maus
- Prozessleitsystem für Bedienung und Beobachtung, Protokollierung, Archivierung, etc.

Dezentraler Bedienplatz:

- dezentraler Bedienplatz des Prozessleitsystems zur Bedienung und Beobachtung eines Anlagenteils eines Klärwerks, entweder in Unterwarte oder Schaltraum
- Bedienplatz mit Client-Rechner, Bildschirm, Tastatur und Maus
- Prozessleitsystem für Bedienung und Beobachtung, Protokollierung, Archivierung, etc.

Schaltschränke:

Hinweis: Für neue Schaltanlagen wird eine Handbedienung am Schaltschrank nur in Ausnahmefällen realisiert. In bestehenden Anlagen wird die Handbedienebene größtenteils demontiert.

Variante:

- Ausführung mit Schaltern und Tastern, Meldeleuchten, Knebelschalter Hand/0/Auto, Anzeige- und Messgeräte, die in die Türen der Schaltschränke eingebaut sind.
- Hand/0/Auto: Stellung Hand = Bedienung an der Schaltschranktür, 0 = Antrieb wird ausgeschaltet, Auto = Antrieb in Automatikbetrieb bzw. Freigabe der übergeordneten Ebenen (Automatikbetrieb, Prozessleitsystem).

Vor-Ort-Steuerstelle:

- Vor-Ort-Steuerstellen (VOS) sind in der Nähe der Antriebe angeordnet.
- Gehäuse mit Tastern oder Schaltern für Ein und Aus, Meldeleuchten, Schlüsselschalter Vor-Ort/0/Fern, Not-Aus.
- Vor-Ort/0/Fern: Stellung Vor-Ort = Bedienung über Vor-Ort-Steuerstelle, 0 = Antrieb wird ausgeschaltet, Fern = Freigabe aller weiteren Betriebsarten (auch Automatikbetrieb). Umschaltung von Vor-Ort auf Fern immer über die Stellung 0.
- Die VOS ist einem Antrieb zugeordnet, nur dieser kann darüber bedient werden.

Bei den VOS werden zwei Typen unterschieden:

1. Hardwaremäßig unter Umgehung der SPS, damit der Antrieb auch bei einem SPS-Ausfall betrieben werden kann. Dann wird des Beschriftungsschild mit Grünem Rahmen ausgeführt.



Abbildung 1: Betriebsmittelkennzeichnung bei Hand Bedingung ohne SPS

2. Mit Unterstützung der SPS, bei einem Ausfall der SPS kann der Antrieb nicht genutzt werden.

5.1.3. **Bedienhierarchie**

Bedienhierarchie bezeichnet den hierarchischen Aufbau des Prozessleitsystems, ausgehend von einem Gesamtüberblick der Kläranlage über Anlagenbereiche bis hin zu den einzelnen Aggregaten. Innerhalb der Bedienhierarchie können für Benutzer mit unterschiedlichen Sichten verschiedene Berechtigungen vergeben werden.

Beobachtung / Gast:

- Beobachtung der Kläranlage, ohne Berechtigung für Bedienhandlungen
- keine Autorisierung bzw. Anmeldung am System erforderlich

Bedienung / Anlagenfahrer:

- Bedienung und Beobachtung der Kläranlage, eher verfahrenstechnisch orientiert
- für das Auslösen von Bedienhandlungen ist eine entsprechende Berechtigung erforderlich
- Berechtigungen können je nach Benutzer oder Standort des Bedienplatzes auf bestimmte Anlagenbereiche beschränkt werden
- Autorisierung über Benutzeranmeldung (Login mit Name und Passwort oder Transponder)

Betriebsleitung / Klärmeister:

- übergeordnete Überwachung der Kläranlage, Auswertung von Daten, Export von Daten in Office-Programme, z. B. Excel
- für die übergeordnete Überwachung ist eine entsprechende Berechtigung erforderlich
- Autorisierung über Benutzeranmeldung (Login mit Name und Passwort oder Transponder)

Instandhaltung:

- Wartung, Instandhaltung, Reparatur von Aggregaten, eher maschinen- bzw. elektrotechnisch orientiert
- für die Instandhaltung ist eine entsprechende Berechtigung erforderlich
- Autorisierung über Benutzeranmeldung (Login mit Name und Passwort oder Transponder)

Systembetreuer / Administrator:

- Programmierung, Konfiguration, Systembetreuung, Datenpflege, etc., eher automatisierungstechnisch orientiert
- für die Systemadministration ist eine entsprechende Berechtigung erforderlich
- Autorisierung über Benutzeranmeldung (Login mit Name und Passwort oder Transponder)

5.2. Bedienkonzept

5.2.1. Zielsetzung

Nachfolgend wird das Bedienkonzept für die drei Klärwerke beschrieben.

- Automatikbetrieb (keine Priorität / Normalbetrieb)
- Handbedienung Prozessleitsystem (niedrigste Priorität)
- Handbedienung am Schaltschrank (**nur im Ausnahmefall mit Zustimmung des AG**)
- Handbedienung Vor-Ort-Steuerstelle (höchste Priorität)

Der Begriff Bedienebene verbindet Betriebsart und Bedienort (siehe Kapitel 5.1. Begriffsbestimmung), z. B. Handbedienung Vor-Ort-Steuerstelle. Die Priorität beschreibt den Standort der Bedienebene innerhalb der Hierarchie der Automatisierungs- und Leittechnik. Durch Verriegelungen der verschiedenen Bedienebenen wird erreicht, dass zu jedem Zeitpunkt ein definierter Zustand gegeben ist. Die Handbedienung eines Antriebes darf jeweils nur an einem Bedienort möglich sein. Die Visualisierung der Betriebszustände erfolgt auf allen Bedienebenen.

5.2.2. Automatikbetrieb (keine Priorität / Normalbetrieb)

Im Normalbetrieb erfolgt die Steuerung und Regelung der Anlage automatisch über die in den Automatisierungsstationen (SPS) hinterlegten Programme. Die entsprechenden Abläufe sind auf der Grundlage der Funktionsbeschreibungen (Soll-Zustand) programmiert.

Der Automatikbetrieb hat keine Priorität, da einzelne Aggregate zu jedem Zeitpunkt in Handbedienung genommen werden können. Nach dem Umschalten aus dem Handbetrieb gehen die Aggregate jedoch wieder zurück in den Automatikbetrieb.

Voraussetzungen für Automatikbetrieb:

- Stellung „Fern“ an der Vor-Ort-Steuerstelle (nicht Vor-Ort)
- Stellung „Auto“ an der Schaltschranktür (nicht Hand, nicht BP/TP)
- Stellung „Auto“ im Prozessleitsystem (nicht PLS/PLT)

5.2.3. Handbedienung Prozessleitsystem (niedrigste Priorität)

Auf den drei Klärwerken Heepen, Brake und Sennestadt sind Leitwarten und dezentrale Bedienplätze eingerichtet. Es werden folgende Typen unterschieden:

- Zentralwarte: Bedienung und Beobachtung aller drei Klärwerke möglich
- Leitwarte: Bedienung und Beobachtung einer Kläranlage
- Dezentraler Bedienplatz: Bedienung und Beobachtung eines Anlagenteils einer Kläranlage

In den Leitwarten sind Bedienplätze des Prozessleitsystems eingerichtet, die über Netzwerke miteinander verbunden sind. Weiterhin sind in ausgewählten Anlagenbereichen dezentrale Bedienplätze eingerichtet, die ebenfalls in das Leitsystemnetzwerk eingebunden sind. Alle Bedienplätze haben dieselbe Priorität und können wechselnde Funktionen erfüllen. Die Funktion eines Bedienplatzes ist abhängig vom Standort des Bedienplatzes und von der Berechtigung des jeweiligen Benutzers.

Die Handbedienung Prozessleitsystem erfolgt über Bedienplätze in den Leitwarten bzw. über dezentrale Bedienplätze. Auf den Bildschirmen erfolgt die Visualisierung über Prozessbilder, es laufen Betriebs- und Störmeldungen auf, Sollwerte und Parameter können aktiv verändert werden und die Antriebe können von Hand bedient werden.

Für den Handbetrieb muss der Antrieb im Prozessleitsystem ausgewählt und aus der Stellung „Auto“ in die Stellung „Hand Prozessleitsystem“ gebracht werden.

Voraussetzungen:

- Stellung „Fern“ an der Vor-Ort-Steuerstelle
- Stellung „Auto“ an der Schaltschranktür

Stellung „Hand Prozessleitsystem“ (Hand PLS/PLT):

- Handbedienung über das Prozessleitsystem möglich, Automatikbetrieb ist gesperrt
- Stellung „Hand PLS/PLT“ wird in der SPS verarbeitet und am Leitsystem angezeigt

Stellung „Auto“:

- Voraussetzung für den Automatikbetrieb
- Stellung „Auto“ wird ebenfalls in der SPS verarbeitet und am Leitsystem angezeigt

5.2.4. **Handbedienung Schaltschrank (nur im Ausnahmefall mit Zustimmung des AG)**

Jede Schaltschranktür wird mit einer Meldeleuchte ausgerüstet, mit der eine Störung in dem jeweiligen Schaltschrank angezeigt wird.

Bei dezentralen Schaltschränken (dezentrale Peripherie) wird ebenfalls ein Leuchtmelder vorgesehen.

Eine weitere Handbedienung am Schaltschrank wird zukünftig nur in Ausnahmefällen realisiert.

Voraussetzungen:

- Stellung „Fern“ an der Vor-Ort-Steuerstelle

Stellung „Hand“ in der Schaltschranktür:

- Handbedienung über den Schaltschrank möglich, Automatikbetrieb und Handbedienung Prozessleitsystem sind gesperrt
- Stellung „Hand“ wird in der SPS verarbeitet und am Leitsystem angezeigt

Stellung „Auto“:

- Voraussetzung für den Automatikbetrieb und die Handbedienung Prozessleitsystem
- Stellung „Auto“ wird ebenfalls in der SPS verarbeitet und am Leitsystem angezeigt

Übergang von Stellung „Hand“ auf Stellung „Auto“ immer über Stellung 0, d.h. der Antrieb wird ausgeschaltet.

5.2.5. **Handbedienung Vor-Ort-Steuerstelle (höchste Priorität)**

Die Vor-Ort-Steuerstelle ist die unterste Schaltungsebene und hat die höchste Priorität. Die beiden Typen (Hardwaremäßig unter Umgehung der SPS, mit Unterstützung der SPS) werden zur Unterscheidung farblich gekennzeichnet.

Hardwaremäßig unter Umgehung der SPS:

Betriebsmittelkennzeichnung in
grüner Schrift und Rahmen

Mit Unterstützung der SPS:

keine besondere Kennzeichnung

Bei der Bedienung über die Vor-Ort-Steuerstellen sind keine Softwareschutzfunktionen aktiv. Die hardwareseitigen Schutzfunktionen in den Schaltanlagen sind aktiv.

Voraussetzung:

- keine

Stellung „Vor-Ort“:

- ausschließlich Handbedienung über Vor-Ort-Steuerstelle möglich, alle anderen Bedienebenen sind gesperrt
- Stellung „Vor-Ort“ wird in der SPS verarbeitet und am Leitsystem angezeigt

Stellung „Fern“:

- Voraussetzung für alle anderen Betriebsarten bzw. Bedienebenen
- Stellung „Fern“ wird ebenfalls in der SPS verarbeitet und am Leitsystem angezeigt

Übergang von Stellung „Vor-Ort“ auf Stellung „Fern“ immer über Stellung 0, d.h. der Antrieb wird ausgeschaltet.

Für die Drucktaster und Meldeleuchten sind die Kennfarben nach DIN VDE 0199 zu beachten.

Für neue Vor-Ort-Steuerstellen ist der nachfolgende Grundaufbau zu realisieren. Die vorhandenen Vor-Ort-Steuerstellen weichen hiervon ab.

Einrichtungsantriebe (z.B. Pumpe)

- Wahlschalter (Vor-Ort/0/Fern)
- Taster mit integriertem Leuchtmelder (Ein/grün)
- Taster (Aus/rot mit weißem Kreis)
- Leuchtmelder (Störung/rot)

Zweirichtungsantriebe (z.B. Schieber)

- Wahlschalter (Vor-Ort/0/Fern)
- Taster mit integriertem Leuchtmelder (Auf/grün)
- Taster mit integriertem Leuchtmelder (Zu/grün)
- Taster (Halt/rot mit weißem Kreis)
- Leuchtmelder (Störung/rot)

Bei Erfordernis können weitere Bedienelemente ergänzt werden (z.B. Leuchtmelder (blau) als Freigabemeldung).

5.2.6. **Signalzustände der Störungsleuchtmelder**

Das Alarmkonzept in den Niederspannungsunterverteilungen sieht folgende Signalzustände der zweifarbigen Störungsleuchtmelder (rot) vor:

Störung kommt und liegt an:	Leuchtmelder rot blinkt mit 2,5 Hz
Störung behoben aber nicht quittiert:	Leuchtmelder rot blinkt mit 0,625 Hz
Störung nicht behoben aber quittiert:	Leuchtmelder rot wechselt in Dauerlicht
keine Störung bzw. behoben und quittiert	Leuchtmelder rot geht aus

5.3. **Fehlerbetrachtung**

Zur Sicherstellung des Anlagenbetriebs im Fehlerfall werden verschiedene Maßnahmen ergriffen. Hierzu zählen:

- Notstrom- und USV-Versorgung von ausgewählten Komponenten
- Redundante Auslegung von Hauptkomponenten der Prozessleit- und Netzwerktechnik
- Vor-Ort-Steuerstellen unter Umgehung der SPS für ausgewählte Antriebe
- Vor-Ort-Anzeigen für ausgewählte Messstellen

Durch die vorgenannten Maßnahmen ist es möglich, bei einem Ausfall des Prozessleitsystems, des Netzwerkes oder der Automatisierungstechnik bzw. von Teilbereichen die Klärwerke im Handbetrieb zu fahren.

Für die Alarmierung der Bereitschaft wird für jedes Klärwerk ein eigenes redundantes Meldesystem vorgesehen.

Die Serversysteme der drei Klärwerke überwachen sich gegenseitig. Hierdurch soll der Ausfall eines Serversystems eines Klärwerkes erkannt werden.

6. Software Leit- und Automatisierungstechnik

6.1. Leitsystemsoftware

Auf den Klärwerken des Umweltbetriebes der Stadt Bielefeld ist das durchgängige Leit- und Automatisierungssystem Siemens PCS7 im Einsatz.

Abbildung 2: Beispiel Terminalbus KA-Heepen

Abbildung 3: Beispiel Anlagenbus KA-Heepen Filtration

6.1.1. Allgemeine Anforderungen

Automatisierungsebene:

Die Automatisierungsgeräte sind so programmiert, dass alle erforderlichen Funktionen realisiert werden. Im Folgenden sind die wesentlichen Funktionen aufgeführt:

- Erfassung und Auswertung aller Anlagenzustände, Messwerte, Betriebszustände von Aggregaten, Schaltanlagen usw.
- Messwertüberwachung und Bildung von Ersatzwerten bei Ausfall eines Wertes, z. B. durch Halten des letzten Wertes
- Zyklische Aggregateswechsel und/oder bei Aggregatestörung
- Überwachung aller Antriebe, Messungen, Sicherungen usw. auf Störungen
- Anbindung an das Leitsystem
- Steuerung und Regelung aller Aggregate gemäß der Erfordernis
- Datenaustausch zwischen den SPSn nach Bedarf. Jede einzelne Verbindung wird mittels LiveBit überwacht.
- Darstellung der Betriebszustände der Komponenten der Leit-, Automatisierungs- und Netzwerktechnik mit Alarmmeldung.

Der Umfang der zu verarbeitenden Signale von den Antrieben, Messungen bzw. den Schaltanlagen und Verteilungen ist für Schaltanlagen durch die Typicals in den Technischen Anforderungen zur Ausführung Teil 2: EMSR-Technik definiert. Bei älteren Schaltanlagen gibt es hiervon vielfältige Abweichungen.

Die Automatisierungsgeräte werden so ausgelegt, dass nach Abschluss der Arbeiten für spätere Erweiterungen mind. 30% Reserve im Arbeitsspeicher vorhanden sind und die Zykluszeiten nicht mehr als 300 ms betragen. Ausnahmen werden nur nach Absprache mit dem AG gewährt.

Nach Abschluss der Programmierung und Parametrierung erhält der UWB alle Softwarelizenzen für alle Programme, um anschließend in der Anlage selbständig Änderungen vornehmen zu können. Darüber hinaus wird dem UWB die erstellte Anwendersoftware (Quellcodes) zur weiteren Verwendung in digitaler Form übergeben.

Know-How Schutz ist nicht zugelassen.

6.1.2. Systembibliothek

Die Erstellung der Anwendersoftware basiert auf einer Systembibliothek in der für gängige Prozessobjekte bzw. für häufig wiederkehrende Funktionen wie z. B. Einbindung eines Analogwertes, Ansteuerung eines Antriebes, Aggregateumschaltung, standardisierte Typicals (SCL Quellen) vorhanden sind.

Falls für einzelne Funktionen keine vorgefertigten Bausteine vorhanden sind, werden diese im Rahmen der Softwareerstellung angefertigt. Die Systembibliothek werden grundsätzlich für den entsprechenden Einsatzfall angewendet. Notwendige Anpassungen und Erstellungen werden im Rahmen der Parametrierung und Konfiguration vorgenommen.

Prozessobjekte können z. B. Antriebe (Pumpen, Zerkleinerer, Gebläse, etc.), Messungen (Niveau, Temperatur, Endlagenschalter, etc.), elektrotechnische Komponenten (Leistungsschalter, Steuer-Schutz-Geräte, Multimessgeräte, etc.) oder Profibusteilnehmer bzw. Ethernet Teilnehmer sein. Durch den Aufbau der Systembibliothek (Typicals) werden der Signalumfang und die Signalverarbeitung für jedes Objekt festgelegt.

Der Systembibliothek für ein MID kann z. B. aus einem Analogwert, einem Zählwert, einer Störmeldung und der Sicherungsfall-Meldung bestehen. Dieser Systembibliothek wird dann grundsätzlich für den entsprechenden Einsatzfall angewendet. Notwendige Anpassungen und Erstellungen werden im Rahmen der Parametrierung und Konfiguration vorgenommen.

Für die Programmierung wird nach Möglichkeit eine Systembibliothek eingesetzt, die für Klärwerke bzw. Abwasserbehandlung optimiert ist.

6.1.3. Umsetzung der Funktionsbeschreibungen/Bedienhandbüchern

Die Funktionsbeschreibungen/Bedienhandbücher geben einen Überblick über die zu realisierenden Funktionen. Die exakte Programmierung der Automatisierungsstationen muss vom Ausrüster in Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber und dem Planer in den Systemgesprächen festgelegt und abgestimmt werden.

Weiterhin sind für wiederkehrende Steuerungsabläufe Standardfunktionen zu beschreiben und zu programmieren. Dies können Funktionen wie z. B. Wiederanlauf der Steuerungen nach einem Ausfall bzw. Netzausfall (Hierzu sind die standardisierten Bausteine zur Anstaffelung nach Netzausfall zu nutzen), Schieber im Notstromfall in eine definierte Lage fahren, Handhabung beim Betrieb redundanter Antriebe (Betriebsstunden- oder Zeitabhängiger Führungsaggregatewechsel werden Manuell ausgeführt. Es sei denn, es ist mit dem AG abgesprochen) und das Verhalten bei Störungen sein.

6.1.4. Arbeitsweise beim UWB

Die genannten Funktionen werden zum Teil durch Module innerhalb des Leitsystems abgedeckt, wie z. B. Visualisierung und Engineering. Da einzelne Funktionen wie z. B. Protokollierung und Archivierung sowohl im Leitsystem als auch in den Zusatzprogrammen enthalten sind, wird nachfolgend die Arbeitsweise beim UWB festgelegt.

Die Grundfunktionen des Leitsystems wie z. B. Visualisierung, Bedienung und Beobachtung, Archivierung, Messwertaufbereitung und Darstellung in Kurvengruppendiagrammen und Trendgrafiken, Meldungs- und Alarmverarbeitung und laufende Erfassung in Listen und Protokollen werden durch das Leitsystem abgedeckt.

Für das Berichtswesen und Betriebstagebuch ist eine separate Software vorgesehen. Diese wird insbesondere für die Bilanzierung und Protokollierung gemäß ATV-DVWK-M 260 eingesetzt. Als System für das Berichtswesen wird das System Acron der Fa. Videc eingesetzt.

Einige Funktionen wie z. B. die Erstellung von Messwertkurven und Trendgrafiken und die Protokollierung können sowohl im Leitsystem als auch im Betriebstagebuch durchgeführt werden. Es ist festgelegt, dass die Kurvengruppen und Kurvendarstellungen aller vorhandenen Werte im Leitsystem angelegt werden.

Listen wie z. B. Störmelde- oder Bedienlisten werden dagegen als Chronikliste direkt aus dem Leitsystem generiert.

Der Betrieb des UWB gibt vor, welche Berichte bzw. ATV-Protokolle erstellt werden sollen. Die Vorgaben für Standardberichte aus dem Bereich Technik, z. B. Störmeldungen, Parameteränderungen werden vom Team Technik definiert. Die exakte Darstellung muss vom Ausrüster in Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber und dem Planer festgelegt und abgestimmt werden.

Zur Überwachung der Klärwerke, insbesondere bei nicht besetzter Anlage, wird ebenfalls als eigenständige Software ein Meldesystem eingesetzt. Das Meldesystem übernimmt über eine Schnittstelle Meldungen und Alarme aus dem Leitsystem und versendet sie an ausgewählte Empfänger (Fernalarmierung). Die Auswahl der zu übertragenden Signale und die Meldungsverarbeitung erfolgt im Leitsystem (d.h. ein Alarm kann im Leitsystem für die Fernalarmierung an- und abgewählt werden, ohne eine Veränderung am Meldesystem vorzunehmen).

6.1.5. Software-Ergonomie

Ein ergonomisch gestaltetes Leitsystem ermöglicht eine intuitive und menügeführte Bedienung. Durch die grafische Benutzeroberfläche in Windows-Technik lassen sich Fenster auf Anforderung öffnen und schließen. Innerhalb der Fenster erfolgt eine übersichtliche Darstellung durch Aufteilung in verschiedene Bereiche, z. B. Übersichtsbereich und Meldezeile, wobei das „look and feel“ von der Projektierung und nicht vom Leitsystem abhängig ist.

Bei der Auslegung der Schnittstelle zwischen Bedienpersonal und Leitsystem werden folgende Punkte beachtet:

- Darstellung einer für die menschliche Wahrnehmung optimalen Informationsmenge auf dem Bildschirm durch geeignete Daten-Selektion
- Erleichterung des richtigen Erkennens und Weiterverarbeitens der dargestellten Informationen
- Erleichterung von Entscheidungen, z. B. durch möglichst wenige gleichzeitig erforderliche Entscheidungen sowie Minimierung der Entscheidungsmöglichkeiten
- Anpassung der Darstellung an die Physiologie der menschlichen Sinnesorgane
- Vermeidung von Überforderung einzelner Sinnesorgane

Bei der Auswahl und Erstellung der Software, und insbesondere bei der Visualisierung und Bedienung über Bildschirme und Maus, werden folgende ergonomischen Gesichtspunkte berücksichtigt:

- Beachtung aller einschlägigen technischen Regeln, Richtlinien, Normen, Vorschriften, Bestimmungen, Verordnungen und Gesetze bei der Gestaltung von Arbeitsplätzen
- Beachtung der Richtlinie für „Mindestvorschriften bezüglich der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Arbeit an Bildschirmgeräten“ (90/270/EWG EU-Bildschirmrichtlinie) und der nationalen Bildschirmarbeitsverordnung
- Beachtung der berufsgenossenschaftlichen Information für Bildschirm- und Büroarbeitsplätze, Leitfaden für die Gestaltung (BGI 650)
- Beachtung der Norm DIN EN ISO 9241 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion“ und der DIN EN ISO 14915 „Softwareergonomie für Multimedia-Benutzungsschnittstellen“ (Multimedianoorm) Teil 1: Gestaltungsgrundsätze und Rahmenbedingungen
- Scharfe, deutliche und ausreichend große Zeichen und Symbole
- Ausreichende Zeichengröße unter Berücksichtigung des Sehabstandes

6.1.6. Informationserfassung und -verarbeitung

Mess- und Zählwerte

Die Übertragung der Messwerte von der Automatisierungsstation zum Leitsystem erfolgt mit einer Häufigkeit, die der maximalen Änderungsgeschwindigkeit der Messgröße entspricht, d.h. die Übertragung erfolgt schwellwertabhängig (immer wenn sich ein Messwert oder Zählwert um einen vorzugebenden Betrag geändert hat, wird der neue Messwert übertragen). Der schwellwertabhängigen Übertragung ist eine zyklische Abfrage unterlagert, die sicherstellt, dass Ausfälle von Gebern oder Unterbrechungen der Datenverbindung zuverlässig erkannt werden.

Zählimpulse werden spontan erzeugt und daher auch spontan vom Leitsystem erfasst. Eine gezielte Einzelabfrage von einzelnen Zählerständen ist möglich. Das Setzen von Zählern erfolgt automatisch oder durch Bedienereingabe in der Leitwarte. Es ist sowohl eine Aufwärts- als auch Abwärtszählung möglich.

Für alle über das Automatisierungs- oder Leitsystem bedienbaren Antriebe (Hand, Auto) werden die Betriebsstunden erfasst.

Erfasste Rohwerte werden vom Leitsystem in physikalische Größen umgerechnet. Soweit möglich, sollte der Zusammenhang linear sein. Nichtlineare Kennlinien werden durch geeignete Interpolationsverfahren angenähert. Die Mess- und Zählwerte werden einer Plausibilitätsprüfung unterzogen, um festzustellen, ob die Messtechnik ggf. gestört ist. Für diese Prüfung werden z. B. eine obere und eine untere Grenze vorgegeben, die dem Messbereich des Messgerätes entspricht.

Redundant ausgelegte Messungen werden durch das Leitsystem gegenseitig überwacht, und bei einer Abweichung von mehr als 10% bzw. als Parameter einstellbar zwischen beiden Messwerten wird eine Meldung abgesetzt. Weiterhin werden Plausibilitätskontrollen zwischen unterschiedlichen Parametern vorgesehen, bei denen eine Abhängigkeit bekannt ist, z. B. bedingt ein Anstieg des Nitratwertes in der Belebung einen Abfall der Ammoniumkonzentration.

Fehlerhafte oder auffällige Messwerte werden als solche gekennzeichnet und hervorgehoben.

Weiterhin werden Messwerte auf die Verletzung vorgegebener Grenzwerte, die festgelegt oder frei einstellbar sind, überprüft. Dazu werden einem analogen Messwert jeweils zwei obere und zwei untere Grenzwerte zugeordnet. Bei einer Grenzwertverletzung wird eine entsprechende Meldung generiert. Der Messwert bleibt dabei unverändert. Die generierten Meldungen werden entsprechend ihrer Priorität in die Meldungsverarbeitung aufgenommen. Dies gilt entsprechend für frei einstellbare Verzögerungszeiten.

Darüber hinaus wird die zeitliche Änderung von Messgrößen überwacht. Wird die Änderungsgeschwindigkeit bei einer vorgegebenen Größe nach oben oder unten verletzt, wird eine entsprechende Meldung generiert. Diese Überwachung dient dazu, bei Messgrößen, die sich in Ausnahmefällen zeitlich rasch verändern, Warnmeldungen auszugeben, um den Bediener frühzeitig auf eine mögliche Gefahrensituation oder eine defekte Messung aufmerksam zu machen.

Mess- und Zählwerte werden rechnerisch untereinander verknüpft. Die daraus ermittelten neuen Werte werden wie Messwerte aus dem Prozess behandelt und dargestellt. Die Verknüpfungsvorschrift ist über den Dialog mit dem Bildschirm konfigurierbar und im laufenden Prozess änderbar. Häufig vorkommende Verknüpfungsvorschriften werden als eigenständige Verknüpfungstypen fest definiert. Für Messwerte ist eine Mittelwertbildung über eine vorgegebene Zeiteinheit möglich. Falls erforderlich, werden entsprechende Interpolationsverfahren eingesetzt.

Zur automatisierten übergeordneten Steuerung und für komplexe Berechnungen stellt das Leitsystem die Möglichkeit zur Erstellung von logischen Verknüpfungen zwischen den Informationspunkten bereit (integrierte Hochsprache).

Meldungen

Meldungen sind binäre Signale von Betriebseinrichtungen, die Rückschlüsse auf das Prozessgeschehen und die Funktionstüchtigkeit der Betriebseinrichtungen ermöglichen.

Nach VDI/VDE 3699 ist eine Meldung die „Anzeige oder Bericht vom Eintreten eines Ereignisses, d. h. vom Übergang aus einem diskreten Zustand in einen anderen“. Im Gegensatz zu einem Alarm ist bei einer Meldung kein unverzügliches Eingreifen des Bedienpersonals erforderlich.

Meldungen sind sowohl von den Automatisierungsgeräten übertragene binäre Signale von Betriebsmitteln, z. B. Zustandsmeldungen, Störmeldungen oder Grenzwertverletzungen (Prozessmeldungen) als auch im Leitsystemserver abgeleitete Zustände und Ereignisse sowie Fehler in der Rechnerhardware oder Datenübertragung (Leittechnikmeldungen).

Die Meldungserfassung und -übertragung an die Leitsystemserver erfolgt ereignisorientiert, damit die Voraussetzung für die zeitfolgerichtige Erfassung der Meldungen bei kurzen Reaktionszeiten gegeben ist.

Jede Meldung wird entsprechend ihrer Priorität und den gewünschten Weiterverarbeitungsmöglichkeiten einem so genannten Reaktionstyp zugeordnet, der die weitere Behandlung festlegt. Jedem Reaktionstyp wiederum ist ein Katalog von Reaktionen zugeordnet, der bei Eintritt des Ereignisses ausgeführt wird. Dieser Reaktionskatalog enthält zum Beispiel:

- Art der Protokollierung
- Art der Archivierung
- Bildschirmdarstellung
- Akustische Signalisierung (Meldesystem)
- Quittierung etc.

Die Zuordnung zwischen Einzelmeldungen und Reaktionstyp erfolgt in der Meldungsbeschreibung und ist online änderbar, um die Meldungsverarbeitung jederzeit den Betriebserfordernissen anpassen zu können.

Weiterhin wird für alle Meldungen (Betriebs- und Störmeldungen) eine Ereignisliste geführt, die bei Bedarf ausgedruckt werden kann (siehe Kapitel 6.1.10. Protokollierung).

Die Verarbeitung von Störmeldungen und Alarmen ist
im Kapitel 6.1.9.

Meldungs- und Alarmmanagement beschrieben.

6.1.7. Visualisierung

Die Darstellung des Anlagenzustandes erfolgt auf den Bildschirmen der zentralen Bedienplätze in der Leitwarte und der dezentralen Bedienplätze im Anlagenbereich.

Hierbei wird das Bedienpersonal auf rasche und übersichtliche Weise über den aktuellen Status der Anlage und der Automatisierungs- und Leittechnik informiert. Änderungen einzelner Komponenten werden, unmittelbar nachdem die entsprechende Meldung vom Leitsystem erfasst wurde, in den Prozessbildern nachgeführt.

Benutzeroberfläche

Mit Benutzeroberfläche wird der strukturelle Aufbau der Fenster bezeichnet, deren Einteilung in die verschiedenen Bereiche wie z. B. Übersichtsbereich, Arbeitsbereich, Alarmzeile, Menüzeile. Beim Aufbau der Benutzeroberfläche werden die Vorgaben gemäß VDI / VDE 3699, Prozessführung mit Bildschirmen, berücksichtigt.

Die Fenster der Benutzeroberfläche werden an das Bildschirmformat 16:9 angepasst. Die Bereiche innerhalb der Fenster werden entsprechend ihrer Funktionen genutzt, so z. B. sind im Arbeitsbereich die Prozessbilder enthalten, in der Menüzeile können Bilder angewählt werden und in der Alarmzeile wird die jeweils aktuelle Störung angezeigt. Aus den verschiedenen Bereichen können weitere Detailfenster für Einzelbilder der Aggregate und Messungen, für Listen und Protokolle geöffnet werden.

Prozessdarstellung/Bildtypen

Die Bilder sind hierarchisch aufgebaut, folgende Bildtypen werden realisiert:

- Übersichts-, Gruppen- und Navigationsbilder
- Detail-, Prozess-, Fließ- und Diagnosebilder
- Kindbilder (Einzeldarstellungen, Faceplates)
- Übersichtsbilder mit Elements
- Tabellarische Übersichten (z. B. Ereignisliste, Alarmlisten, Protokolle)

– Ganglinien-, Trend-, Verlaufsbilder (Kurvengruppen)

In den Übersichts-, Gruppen- und Navigationsbildern werden ganze Anlagenbereiche bzw. Funktionsgruppen dargestellt, um dem Bedienpersonal einen Überblick zu verschaffen. Von den Übersichts- und Gruppenbildern kann der Bediener in die nächste Hierarchiestufe, die Detailbilder, springen.

In den Detail-, Prozess-, Fließ- und Diagnosebildern werden die zu überwachenden und zu steuernden Anlagenbereiche vollgrafisch dargestellt. Die Detaillierungstiefe in den Detailbildern ist hierarchisch strukturiert, von der Übersicht ganzer Teilbereiche bis zur Darstellung einzelner Aggregate mit den jeweils zugehörigen Betriebszuständen, Messwerten, Störungen usw.

Weiterhin werden auch einzelne Aggregate, Regler, Messstellen etc. mit ihrer jeweiligen Konfiguration, wie z. B. Soll- und Ist-Werte, Kennlinien und Störwerte dargestellt und können bei entsprechender Berechtigung des Bedieners online modifiziert werden.

Da Prozessbilder immer den aktuellen Prozesszustand zeigen müssen, erfolgt die Aktualisierung der Prozessdarstellung in einem aufgeschalteten Detailbild zyklisch bzw. ereignisorientiert. Die Bildaufbauzeit mit dynamischen und statischen Informationen der Prozessbilder soll kleiner als 1 Sekunde sein. Aus der Art der Darstellung ist der momentane Betriebszustand der einzelnen Aggregate erkennbar. Die Änderung des Betriebszustandes, z. B. von „Aus“ auf „Ein“ oder von „Betrieb“ auf „Störung“ wird durch Farbumschlag gekennzeichnet. Das Auf- bzw. Zufahren von Stellantrieben wird durch Blinken signalisiert, bis die entsprechende Endlage des Stellantriebes als Dauerlicht angezeigt wird.

Störmeldungen werden in der Darstellung besonders hervorgehoben (Rot Blinklicht). Eine anstehende, aber schon quitierte Störmeldung geht in Rot Dauerlicht über.

Einlaufende Informationen zu Anlagenteilen, die auf dem jeweils aufgeschalteten Prozessbild nicht dargestellt sind, werden in einem getrennten Bereich des Bildschirms auf Meldezeilen wiedergegeben, so dass der Bediener jederzeit über den aktuellen Zustand der gesamten Anlage informiert ist.

Die Anwahl von Prozessbildern erfolgt sowohl im Dialog über die Eingabe von Anlagen- bzw. Bildnamen/-nummern auf der Tastatur als auch durch Mausklicks. Dazu werden innerhalb der Bilder Auswahlfelder bzw. Sprungmarken angelegt.

Darüber hinaus werden in einer Statuszeile Anwahlfelder für einzelne Anlagenbereiche, wie z. B. Einlaufgruppe oder Belegung vorgesehen, über die eine direkte Anwahl möglich ist. Liegt in diesem Bereich eine Störung vor, wird dies über das Anwahlfeld signalisiert.

Zusätzlich kann über die Anwahl einer vorliegenden Betriebs-, Stör- oder Alarmmeldung durch eine automatische Bildaufschaltung in das dazugehörige Bild gesprungen werden („loop in alarm“).

In den Trendbildern/Kurvengruppen wird der dynamische Verlauf aktueller oder in den Archiven gespeicherter Mess- und Zählwerte über der Zeit dargestellt. Es werden bis zu acht verschiedene Kurven in einem Koordinatensystem gleichzeitig dargestellt. Jeder Kurve und den zugehörigen Ordinaten kann eine Farbe zur besseren Unterscheidung aller Verläufe zugeordnet werden. Die Zuordnung ist durch den Bediener frei wählbar. Zudem können Einzeltrends dargestellt werden.

Bei der Darstellung archivierter Daten kann ein vom Bediener jeweils frei definierbares Zeitfenster angegeben werden, für das die ausgewählten Werte zunächst auf dem Bildschirm angezeigt werden. Anschließend ist es möglich, durch geeignete Bedienereingaben diese Zeitfenster quasi über die Kurven zu verschieben und zu zoomen. Über eine Linealfunktion können die Werte zu jedem Zeitpunkt separat abgelesen werden.

Zusätzlich zu den Messwerten werden Eingriffe in den Prozess wie z. B. Grenzwert- und Parameteränderungen archiviert und in der Ereignisliste erfasst, so dass ein Bezug zwischen den Änderungen und deren Auswirkungen auf Messwerte nachvollzogen werden kann.

Die dynamische Kurvendarstellung aktueller Daten beginnt mit dem momentanen Zeitpunkt und wird ständig fortgeschrieben, so dass auf dem Bildschirm der dynamische Eindruck eines Kurvenschreibers entsteht. Die zwischen den einzelnen Messpunkten liegenden Kurvenstücke werden durch ein geeignetes Verfahren interpoliert.

Die Werte der dargestellten Größen werden gleichzeitig vorübergehend in einem Kurzzeitspeicher gespeichert, so dass nach Abschluss der Messung noch der gesamte Kurvenverlauf vorliegt und zur weiteren Analyse noch einmal komplett auf dem Bildschirm angezeigt oder ausgedruckt werden kann.

In den Balkendarstellungen werden die Werte von verschiedenen Mess- und Zählgrößen zu einem bestimmten Zeitpunkt dargestellt. Dieser Zeitpunkt kann ein fester Zeitpunkt in der Vergangenheit sein, wobei das Zeitraster durch die Zeitrasterung bei der Messwertarchivierung bestimmt ist.

Bei Balkendarstellungen von aktuellen Werten folgt Balkenhöhe dynamisch der Größe des jeweiligen Messwertes. Min- und Max-Werte bzw. eingestellte Grenzwerte werden in den Balkendarstellungen besonders hervorgehoben.

Bilderstellung

Da insbesondere die Bilder auch im Störfall die schnelle, effektive Überwachung und Bedienung der Anlage ermöglichen, wird ein einheitlicher, übersichtlicher und bedienerfreundlicher Aufbau vorgesehen. Dies betrifft sowohl die Benutzeroberfläche als auch den grundsätzlichen strukturellen Aufbau der Bilder.

Die Schrift- und Zeichengröße wird auf den durchschnittlichen Sehabstand zwischen Betrachter und Bildschirm ausgelegt. Sofern nicht anderweitig vorgegeben, wird ein Sehabstand von 800 mm angenommen, dementsprechend werden die Buchstaben mit einer Höhe von 5,3 bis 7,3 mm vorgesehen.

Farben werden sparsam eingesetzt. Gesättigte blaue und rote Farben werden nicht zusammen verwendet. Es werden keine grellen Farben eingesetzt. Lediglich für Warn- und Alarmmeldungen und -zustände werden Signalfarben wie Rot, Orange und Gelb vorgesehen.

Die Darstellung der Symbole für Aggregate, die Medienfarben, Prozessbilder, die Anzeige der Prozesszustände, Störungen etc. wird im Rahmen der Systemgespräche festgelegt. Es werden jedoch für die drei Klärwerke einheitliche Festlegungen getroffen.

6.1.8. Bedienung

Die Bedienung einzelner Komponenten der Anlage, d. h. die Eingabe von Informationen durch den Bediener, wird in einem Zusammenspiel von Maus, Tastatur und Bildschirmdarstellung abgewickelt. Alle Eingaben lösen auf dem Bildschirm eine erkennbare Reaktion aus. Die Eingaben werden, soweit möglich, sofort auf ihre formale Gültigkeit überprüft.

Die notwendigen Eingaben des Bedienpersonals zum Steuern von Betriebsmitteln bestehen aus der Anwahl des Betriebsmittels, Vorwahl der Betriebsart und Auslösung der eigentlichen Steuerfunktion. Diese Steuerfunktionen werden eingeteilt in:

- digitale Kommandos wie z. B. EIN/AUS, Schieber öffnen/Schieber schließen
- Sollwertvorgaben, z. B. digitale oder analoge Sollwerte für die Steuerung/Regelung

Bei der Anwahl eines Betriebsmittels im Fließbild öffnet sich das dazugehörige Einzelbild, das so genannten Faceplate. Innerhalb des Faceplates werden die eigentlichen Steuerfunktionen ausgeführt. Das Auslösen der Steuerfunktionen wird durch eine zweistufige, serielle Bedienung realisiert (Anwahl und Bestätigung bzw. Übernahme).

Nach der Eingabe der Steueranweisung durch den Bediener leitet das Leitsystem die Befehlsausgabe an die Prozessperipherie weiter. Jede Durchführung einer Steuerfunktion wird automatisch in der Ereignisliste mit Datum, Uhrzeit, Anlagenkennzeichen, Klartext und Art der Änderung sowie verantwortlicher Bediener festgehalten. Eine Ausgabe der Ereignisse ist nach diesen Parametern sortiert möglich.

Nach Auslösen der Steuerfunktion wird das angewählte Betriebsmittel im Prozessbild durch Blinken oder Farbänderung optisch markiert. Eine endgültige Symbol- bzw. Farbänderung erfolgt erst, wenn vom Betriebsmittel die Rückmeldung eingelaufen ist, dass der Steuerbefehl korrekt ausgeführt wurde.

Auf dem Bildschirm ist außerdem der aktive Bedienort des Aggregates erkennbar, z. B. „Vor-Ort“ über die Vor-Ort-Steuerstelle oder „Fern“ über das Leitsystem. Auch die Rückmeldung, ob sich das Aggregat im Hand- oder Automatikbetrieb befindet, kann dargestellt werden. Kommandos auf Betriebsmittel, die nicht auf eine Bedienung von der Leitwarte geschaltet sind, werden vom Leitsystem zurückgewiesen.

Die Eingabe von Sollwerten kann über die Tastatur oder menügeführt über die Maus erfolgen.

Vom Prozess einlaufende Alarmer/Störmeldungen müssen durch den Bediener quittiert werden. Für die Quittierung ist eine spezielle Funktionstaste vorgesehen. Durch die Quittierung einer Meldung ändert sich die Darstellung des betroffenen Symbols im Fließbild, z. B. durch Übergang von Blinklicht nach Dauerlicht. Mit einer Sammelquittierung können mehrere Störmeldungen Seitenweise in der Meldungsanzeige quittiert werden.

Die Erkennung des Bedieners erfolgt über die erforderliche Authentifizierung zu Beginn einer jeden Schicht, z. B. durch Transponder oder Passwort-Eingabe. Bedienhandlungen werden in der Meldefolge protokolliert und können visualisiert und ausgedruckt werden.

Überwachung der Rückmeldung von Schaltanlagen

Nach Absetzen eines Einzelschaltbefehls wird vom System überwacht, ob innerhalb einer gewissen Zeitspanne der gewünschte Anlagen- bzw. Schaltzustand erreicht wurde (Laufzeitüberwachung). Dazu wird dem Einzelschaltbefehl eine Betriebsmeldung zugeordnet, die innerhalb der spezifizierten Zeit nach Ausgabe des Schaltbefehls in der Leitwarte einlaufen muss. Trifft die gewünschte Meldung innerhalb des Zeitintervalls nicht ein, wird ein entsprechender Hinweis ausgegeben.

Auch bei nicht oder verspätet einlaufenden Rückmeldungen wird sichergestellt, dass die Darstellung auf dem Anlagenbild dem tatsächlichen Schaltzustand entspricht bzw. als gestört gekennzeichnet wird.

Bedienortwahl

Für sämtliche Aggregate mit mehr als einem Bedienort wird an den jeweiligen Schaltstellen eine Bedienortumschaltung realisiert, die festlegt, von welcher Schaltstelle aus das Aggregat ausschließlich geschaltet werden darf. Gemäß der zukünftigen Bedienphilosophie des UWB sind abhängig vom jeweiligen Aggregat folgende Bedienebenen realisiert:

- Automatikbetrieb (keine Priorität / Normalbetrieb)
- Handbedienung Prozessleitsystem (niedrigste Priorität, Leitwarte / dezentrale Bedienplätze)
- Handbedienung am Schaltschrank (mittlere Priorität, nur in Ausnahmefällen)
- Handbedienung Vor-Ort-Steuerstelle (höchste Priorität, für ausgewählte Antriebe)

Der eingestellte Bedienort wird durch das Leitsystem gemeldet und auf dem Prozessbild z. B. durch ein Symbol kenntlich gemacht. Schaltanweisungen von einer unberechtigten Schaltstelle werden ignoriert.

Alle Verbraucher etc., die über die SPS automatisiert/erfasst werden können, erhalten mindestens eine Faceplate / Handbedienebene im Leitsystem, auch wenn sie nicht in der Funktionsbeschreibung erwähnt sind.

Verfügbarkeit von Betriebsmitteln

Um unzulässige Schalthandlungen zu verhindern oder nicht verfügbare Schaltgeräte zu kennzeichnen, besteht die Möglichkeit, jedes Betriebsmittel mit der Markierung „nicht verfügbar“ zu versehen. Ist diese Markierung vorhanden, wird jeder Steuerversuch für dieses Betriebsmittel abgewiesen. Die Nicht-Verfügbarkeit wird auf dem Prozessbild optisch markiert und in der Ereignisliste festgehalten.

Diagnose

Der Zustand der Automatisierungs- und Leittechnik wird online überwacht. Dies betrifft sowohl die Hardware als auch die Software. Dem Bediener wird hierbei eine Übersicht über das gesamte System gegeben, die ihn bei einem aufgetretenen Fehler schrittweise bis an die Stelle der Störung führt. Dies kann ein Ausfall der Spannungsversorgung eines Schrankes sein, der Ausfall einer Baugruppe, eines Signalgebers usw.

Für die Diagnose wird eine Benutzeroberfläche vorgesehen, die mindestens die nachfolgend aufgeführten Übersichten und Details als beinhaltet:

- Systemübersicht mit allen angeschlossenen Komponenten und allen Netzwerken
- Automatisierungsstationen als Schrankansicht mit den darin enthaltenen Komponenten
- Baugruppenübersichten mit Anzeige der wichtigsten Parameter der einzelnen Baugruppen
- Einzelne Baugruppen/Komponenten mit allen Detailinformationen

Die gestörten Komponenten werden innerhalb der Benutzeroberfläche besonders hervorgehoben. Durch Anklicken der Fehlermeldung bzw. einer Komponente im Bild besteht die Möglichkeit, direkt in das Detailbild der Komponente zu gelangen. Hier wird detailliert der derzeitige Status bzw. der aufgetretene Fehler dargestellt. Bei einem Fehler werden Möglichkeiten zur Beseitigung des gestörten Zustandes angeboten.

Für die Netzwerktechnik und die Profibussysteme werden eigenständige Diagnose-Tools vorgesehen. Dazu werden entsprechend geeignete Netzwerkkomponenten und die erforderliche Software eingesetzt (siehe Kapitel 8. Netzwerke und Datenübertragung).

6.1.9. Meldungs- und Alarmmanagement

Im Kapitel 6.1.6.

Informationserfassung und -verarbeitung ist die Definition, Erfassung und weitere Verarbeitung von Meldungen beschrieben. Demgegenüber handelt es sich nach VDI/VDE 3699 bei einem Alarm um einen „Zustand, der die unverzügliche Reaktion des Operators erfordert“. In der NAMUR-Empfehlung NA 102 wird diese Definition erweitert: „Reaktion kann dabei z.B. ein Bedieneingriff, erhöhte Aufmerksamkeit oder das Veranlassen weiterer Untersuchungen bedeuten.“

Demgegenüber zeigen nach VDI/VDE 3699 Störmeldungen einen gestörten Zustand an, Vorwarnungen melden das Verletzen von Grenzwerten und Warnungen signalisieren einen Zustand, der die Aufmerksamkeit des Operators erfordert. Den vorgenannten Meldungstypen werden verschiedene Prioritäten zugeordnet:

- Priorität 1 (P1): Alarm (unverzügliche Reaktion erforderlich)
- Priorität 2 (P2): Störmeldung (gestörter Zustand)

Alle in der Automatisierungs- und Leitechnik auflaufenden Meldungen müssen entsprechend ihrer Prioritäten klassifiziert werden, wobei nicht zwischen Meldungen aus dem Prozess und Systemmeldungen der Leit-, Automatisierungs- und Netzwerktechnik unterschieden wird. Die weitere Verarbeitung der Meldungen im Leitsystem erfolgt dann entsprechend der jeweiligen Priorität.

Zur Unterstützung des Bedienpersonals werden alle Meldungen gemäß der vorher zu definierenden Meldehierarchie angezeigt. Bei der Festlegung der Meldehierarchie wird die Priorität der Meldung berücksichtigt, d.h. Meldungen mit hoher Priorität werden vorrangig angezeigt. Weiterhin wird die Aktualität der Meldungen berücksichtigt, d.h. aktuelle Meldungen werden zuletzt angezeigt.

Auf der Benutzeroberfläche des Leitsystems wird die jeweils letzte nicht quittierte Meldung an erster Stelle angezeigt. Anlagenkomponenten, die sich im Stör- oder Alarmzustand befinden, werden entsprechend durch Farbumschlag gekennzeichnet. Nach Quittieren durch den Bediener bleibt der Farbumschlag so lange bestehen, bis der Stör- oder Alarmzustand aufgehoben wird.

Die Störmeldungen und Alarmer werden mit einer eindeutigen Kennzeichnung der Priorität sowie der Kennzeichnung gemäß Anlagenkennzeichnungssystem und Klartextbezeichnung auf dem Bildschirm angezeigt.

Alle Alarme, Warn- und Störmeldungen müssen durch das Bedienpersonal quittiert werden. Prozessereignis- und Betriebsmeldungen müssen nicht quittiert werden.

In der Meldehierarchie kann die Unterdrückung von Meldungen festgelegt werden. Es können z. B. Meldungen unterdrückt werden, die innerhalb kurzer Zeit mehrfach auftreten, oder Meldungen, die als untergeordnete Meldungen als Folge anderer Störungen auftreten (Melde-schwallunterdrückung).

Weiterhin besteht die Möglichkeit, einzelne Meldungen von Hand zu unterdrücken. Bei Reparatur- und Wartungsarbeiten kann z. B. eine Reparaturvorwahl mit Meldungsunterdrückung für die betroffenen Antriebe eingestellt werden. Die vorgenannten Funktionen sind über Passwort geschützt.

Melde- und Alarmlisten

Es werden separate Melde- und Alarmlisten vorgesehen.

In der Meldeliste werden alle auftretenden Ereignisse (Status-, Zustands-, Stör-, Warn-, Alarm-, Wartungs- und Systemmeldungen sowie Eingriffe des Bedieners etc.) mit Zeitstempel, Anlagenkennzeichnung und Klartext gespeichert und dargestellt.

In der Alarmliste werden nur Stör-, Warn- und Alarmmeldungen dargestellt. Beide Listen können über Filtereinstellungen ausgewertet werden.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, in einer weiteren Liste eine Gruppe beliebiger Signale der Anlage permanent zu speichern und darzustellen, die sich nicht ohne weiteres über Filter aus den vorgenannten Listen zusammenstellen lassen.

Die Melde- und Alarmlisten können unmittelbar ohne Zeitverzögerung auf den Bildern dargestellt werden.

6.1.10. Protokollierung

Im Normalfall erfolgt keine ständige Protokollierung von Ereignissen, Störungen, Messwerten usw. auf einem Drucker. Alle Protokolle/Berichte werden in erster Linie auf Anforderung des Bedieners ausgedruckt. Die Möglichkeit zu spontanen Ausdrucken (Online-Protokoll) von Ereignissen, Störungen, Messwerten usw. ist vorgesehen.

Alle Protokolle genügen folgenden allgemeinen Anforderungen:

- Der Protokollaufbau kann online an der Engineeringstation geändert werden.
- Protokolle können seitenweise im DIN A4-Format ausgegeben werden.
- Jedes Protokoll beginnt mit einer Kopfzeile mit Datum, Uhrzeit, Seitennummer und Überschrift. Der Kopf wird auf jeder Seite wiederholt bzw. fortgeschrieben.
- Alle Protokolle, die automatisch gedruckt werden, können zu jedem beliebigen Zeitpunkt auch manuell angefordert werden.
- Protokolle können alternativ bzw. vorab auf dem Bildschirm ausgegeben werden.
- Der laufende Ausdruck eines Protokolls kann abgebrochen werden.
- Der Protokollaufbau und -inhalt sowie der dargestellte Zeitraum können vom Bediener einfach, komfortabel und frei wählbar vorgegeben bzw. geändert werden.
- Protokolle können frei wählbar aus Berichten (Text), Tabellen, Statistiken und Grafiken sowie Kombinationen dieser bestehen.
- Es können sowohl die Daten des Kurzzeitarchivs, die älteren Daten des Langzeitarchivs wie auch die ausgelagerten Daten in Protokollen dargestellt werden.
- Jedem Wert in den Protokollen werden mind. folgende Daten zugeordnet:
 - Uhrzeit
 - Kennzeichnung
 - Klartextbezeichnung
 - Beschreibung des Eintrages

Es wird zwischen folgenden Protokollarten unterschieden:

- Ereignisprotokolle geben einen Überblick über den zurückliegenden Betriebsablauf. Bei Bedarf können alle eingetretenen Ereignisse ausgedruckt werden. Dabei lässt sich eine Auswahl der Ereignisse über Filter einstellen (z. B. Störmeldungen der Priorität 1, gesperrte P1-Alarme, Einschaltbefehle für Pumpen, Sollwertänderungen, Login/Logout, usw.).
- Verlaufsprotokolle geben ebenfalls einen Überblick über den zurückliegenden Betriebsablauf. Bei Bedarf wird eine frei konfigurierbare Auswahl von Messwerten in Abhängigkeit der Zeit dargestellt (quasi Ausdruck von Trends).
- Zustandsprotokolle geben einen Überblick über den aktuellen Anlagenstatus. Bei Bedarf können alle augenblicklichen Zustände und Werte ausgedruckt werden.
Es sind insbesondere folgende Zustandsprotokolle vorgesehen:
 - alle momentan anstehenden Meldungen (quittiert und unquittiert)

- alle anstehenden Alarm- und Störmeldungen
- alle aktuellen Messwerte
- unterdrückte Meldungen

Zustandsprotokolle können wahlweise für die Gesamtanlage oder sortiert nach definierten Anlagenbereichen ausgegeben werden.

- Im Störprotokoll wird jeweils Beginn und Ende einer Störung gemeldet. Die wesentlichen Inhalte des ausgedruckten Störprotokolls werden gleichzeitig im Störarchiv gespeichert. Das Störprotokoll enthält den Zeitpunkt der Störung, Bezeichnung des gestörten Aggregates inkl. Anlagenkennzeichnung, die Störungsart, z. B. allgemeine Störung, Grenzwertverletzung, Übertragungsstörungen, die Priorität der Störung, den Zeitpunkt der Quittung und den Weggang der Störung. Zusätzlich werden Störungen der Leittechnik selbst dargestellt (Eigendiagnose).

Bei Störungen werden dem Bedienpersonal, dort wo es möglich ist, zusätzlich zu diesen Angaben Hinweise gegeben, welche Maßnahmen zur Beseitigung der Störung am sinnvollsten zu ergreifen sind. Ein Grundgerüst dieser Hinweise wird im Rahmen der Einrichtung des Leitsystems erstellt.

Da sich die Maßnahmen auf Grund gewonnener Erfahrungen ändern können, lassen sich diese Hinweise über die Engineeringstationen ändern. Die Hinweise erscheinen in Kurzform im Störprotokoll und auf Anforderung des Bedienpersonals ausführlich auf dem Monitor.

Weiterhin ist in dem Störprotokoll eine Kommentarzeile vorgesehen, in der das Bedienpersonal einen Informationstext hinterlegen kann.

- Der Störbericht ist eine nach Anlagenbereichen geordnete Zusammenfassung aller wesentlichen Störungen des Tages mit deren Dauer und liefert damit eine komprimierte Darstellung der einzelnen Störprotokolle.

Die weitere Protokollierung und Erstellung von Berichten sowie die Auswertung der protokollierten Daten erfolgt im Berichtswesensystem/Betriebstagebuch.

6.1.11. Archivierung und Datensicherung

Die Prozessinformationen werden im Leitsystem über einen Zeitraum von mind. 10 Jahren archiviert.

Die Prozessinformationen können unmittelbar ohne Zeitverzögerung auf den Bildern dargestellt werden.

6.1.12. Betriebssystem

Das für das Leitsystem zum Einsatz kommende Betriebssystem erfüllt die folgenden Mindestanforderungen:

- 64-Bit-Architektur
- Geeignet für Echtzeitbetrieb
- Multitasking/Multiuser-Fähigkeit
- Speicher-Schutzfunktionen für Daten- und Programmbereiche
- Integrierte Treiber für alle angeschlossenen Geräte (Unterstützung aller gängigen externen Gerätetypen)
- Unterstützung und vollständige Nutzbarmachung der betriebenen Hardware
- Unterstützung und vollständige Nutzbarmachung der eingesetzten Software (Anwenderprogramme)
- Uhrzeit- und Kalenderführung über ein externes Zeitsignal via Leittechniknetzwerk
- Window-Technik
- kompatibel zu handelsüblicher Standard-Software
- Ansteuerung mehrerer Bildschirme (Multi-Screening; bis zu 4 Bildschirme)
- Industrie-tauglich

Leitrechner/Leitsystemserver werden mit einem speziellen Server-Betriebssystem, Workstation/Clientrechner mit einem speziellen Workstation-Betriebssystem ausgeführt.

Als Betriebssystem wird ein aktuelles Produkt der Windows-/Server-Familie der Fa. Microsoft eingesetzt.

6.1.13. Benutzerverwaltung

Für das Leitsystem und die weiteren Softwaresysteme inkl. Betriebssystem werden entsprechend der Bedienhierarchie abgestufte Zugriffsrechte für verschiedene Benutzergruppen vergeben.

Gemäß Pos. 3.1.3, Bedienhierarchie, werden folgende Benutzergruppen mit unterschiedlichen Sichten auf den Prozess mit den jeweiligen Berechtigungen eingerichtet:

- Gruppe 1 = Beobachtung / Gast:
keine Autorisierung erforderlich, wird automatisch beim Start des Leitsystems eingerichtet, ausschließlich zur Beobachtung der Anlage
- Gruppe 2 = Bedienung / Anlagenfahrer:
Autorisierung erforderlich, Bedienung und Beobachtung der Anlage mit entsprechender Berechtigung, ggf. Benutzer- oder Bereichsbezogen eingeschränkte Bedienberechtigung

Alternativ wird in den Bereichen nicht zwischen den Benutzern unterschieden, d. h. alle Benutzer haben Zugriff auf alle Prozessbereiche. Ggf. können für verschiedene Arten von Eingriffen in den Prozess spezielle Berechtigungen vergeben werden, z. B. Prozessbedienung, Einstellung von Regelparametern, Grenzwertverstellung.

- Gruppe 3 = Betriebsleitung / Klärmeister:
Autorisierung erforderlich, übergeordnete Überwachung der Anlage mit entsprechender Berechtigung
- Gruppe 4 = Instandhaltung:
Autorisierung erforderlich, Instandhaltung der Anlage mit entsprechender Berechtigung, ggf. Benutzer- oder Standortbezogen eingeschränkte Berechtigung

Innerhalb der Instandhaltung werden Untergruppen, z. B. für Elektriker, mit den entsprechenden Berechtigungen gebildet.

- Gruppe 5 = Systembetreuer / Administrator:
Autorisierung erforderlich, Programmierung, Systembetreuung, etc. mit entsprechender Berechtigung

Innerhalb der Systemadministration können ggf. Untergruppen für Programmierer und übergeordnete Systemadministratoren mit den entsprechenden Berechtigungen gebildet

werden.

Die Benutzer der Gruppen 2 bis 5 werden personifiziert eingerichtet. Mit Ausnahme des Gast-Benutzers werden keine Standardbenutzer angelegt.

Je nach System können für die einzelnen Benutzergruppen verschiedene Berechtigungen vergeben werden. So können z. B. Bediener die Bedienberechtigung im Leitsystem haben, im Berichtswesen- und Instandhaltungssystem aber nur Gastrechte.

Die Anmeldung am jeweiligen System erfolgt über Login mit Name und Passwort. Bei Abmeldung wird automatisch wieder in den Gast-Status gewechselt. Weiterhin ist die Anmeldung mit den Transpondern, die beim UWB im Einsatz sind, ermöglicht.

6.1.14. Engineeringsoftware

Allgemeines

Für Programmierarbeiten, Diagnosefunktionen, Konfiguration, Simulation, Programmtestungen werden Engineeringstationen eingerichtet. Dabei werden folgende Möglichkeiten zur Projektierung der Automatisierungs- und Leittechnik vorgesehen:

- zentral über Engineeringstation im Leittechniknetzwerk
- lokal mit Projektierungs-Notebook im Anlagenbereich über das Leittechniknetzwerk
- dezentral via Fernzugriff auf die Engineeringstation

Sämtliche Funktionen, wie Programmieren, Simulieren, Konfigurieren, Parametrieren usw. sind "online" durchführbar. Es wird eine entsprechende Testsoftware vorgesehen, die es erlaubt, neue oder geänderte Programmmodule auszutesten, ohne den Betriebsablauf zu beeinträchtigen.

Die Engineeringstationen können auch als Redundanzstationen für die Bedienplätze in der Leitwarte genutzt werden.

Prozessbilder

Die Erstellung von neuen Prozessbildern bzw. die Änderung vorhandener Prozessbilder kann mit Unterstützung eines Editors im Dialog an den Engineeringstationen durchgeführt werden.

Der Bediener wird während der Konfiguration durch die Vorgabe verschiedener Bedienmenüs, Ausgabe von Anforderungs-, Hinweis- und Fehlermeldungen usw. unterstützt. Für Symbole, wie beispielsweise Pumpen oder Behälter, steht eine erweiterungsfähige Bibliothek zur Verfügung.

Für die gesamte Programmierung wird eine Systembibliothek eingesetzt, die auch später im laufenden Betrieb genutzt werden kann. Die Programmierung wird so strukturiert, dass einzelne Standardmodule, z. B. für einen Antrieb oder eine Messstelle, gemäß den jeweiligen Anforderungen konfiguriert und anschließend die konfigurierten Module miteinander logisch verknüpft werden können. Bei einmaliger Festlegung eines Datensatzes steht dieser systemweit für alle Stationen zur Verfügung.

Konfigurieren, Simulieren, Parametrieren

Steuer- und Regelfunktionen, Meldungen und Messwertverarbeitungen können von dem Engineeringsystem online konfiguriert werden. Als Online-Betrieb wird hier im Folgenden der normale Betrieb der Anlage mit voll funktionsfähigem Leitsystem definiert.

Die vorgenommenen Konfigurationen und Programmierungen können über das Engineeringsystem dokumentiert werden. Das heißt, die Station besitzt die hard- und softwaremäßigen Voraussetzungen zum Erstellen von Funktionsplänen, Parameterlisten, Anschlussplänen usw.

Darüber hinaus ist die Parametrierung von Feldgeräten über das Hart-Protokoll von der Engineeringstation möglich.

Um erstellte Programm-Module testen zu können, besteht die Möglichkeit, den Ein- und Ausgängen der Baugruppen in der Simulation definierte Werte zuzuweisen. Damit werden aktuelle Werte ignoriert und beim Simulieren als neu eingestellte Werte verarbeitet. Die Darstellung und Beeinflussung der Ein- und Ausgangswerte der Automatisierungsgeräte ist online möglich.

Typische Werte eines Programms, wie beispielsweise Grenzwerte, Reglerkonstanten usw. können online verändert werden. Die parametrierten Werte werden in einer entsprechenden Parameterdatei geführt, in der immer die aktuellen Parameter abgelegt werden.

6.2. Meldesystem

Zur ständigen Überwachung der Klärwerke, insbesondere bei nicht besetzter Anlage, wird auf jedem Klärwerk ein eigenständiges Meldesystem eingesetzt. Das Meldesystem wird über eine Schnittstelle an das Leitsystem gekoppelt, so dass ausgewählte Meldungen und Alarme aus dem Leitsystem in das Meldesystem übernommen werden können. Die Auswahl der zu übertragenden Signale und die Meldungsverarbeitung erfolgt im Leitsystem (d.h. ein Alarm kann im Leitsystem für die Fernalarmierung an- und abgewählt werden, ohne eine Veränderung am Meldesystem vorzunehmen). Eine erste Auswahl der Meldungen und Alarme erfolgt im Rahmen der Systemgespräche.

6.2.1. Eskalationsstufen der Fernalarmierung

Es werden zehn Empfänger je Standort im MeSys projiziert. Diese Empfänger im MeSys entsprechen bis zu fünf realen Telefonen der Rufbereitschaft.

Angelegte Rufnummern / Empfänger:

Kennung	Beschreibung
1	Rufbereitschaft Elektro ISDN (Handynummer Bereitschaft Elektro)
2	Rufbereitschaft Elektro GSM (Handynummer Bereitschaft Elektro)
3	Rufbereitschaft Verfahrenstechnik ISDN (Handynummer Bereitschaft Klärfacharbeiter)
4	Rufbereitschaft Verfahrenstechnik GSM (Handynummer Bereitschaft Klärfacharbeiter)
5	Rufbereitschaft Mechanik ISDN (Handynummer Bereitschaft Mechanik)
6	Rufbereitschaft Mechanik GSM (Handynummer Bereitschaft Mechanik)
7	Rufbereitschaft Verantwortlicher ISDN (Handynummer Bereitschaft Verantwortlicher)
8	Rufbereitschaft Verantwortlicher GSM (Handynummer Bereitschaft Verantwortlicher)
9	Rufbereitschaft Schlammbehandlung ISDN

	(Handynummer Bereitschaft Schlammbehandlung)
10	Rufbereitschaft Schlammbehandlung GSM (Handynummer Bereitschaft Schlammbehandlung)

6.2.2. Alarmer Verfahrenstechnik

Für die verfahrenstechnischen P1-Alarme aus dem Leitsystem sind die Empfänger in der folgenden Reihenfolge für die Fernalarmierung eingetragen:

(Nummern entsprechen den Kennungen aus der oben aufgeführten Tabelle)

Alarmierung Teil 1

3. Rufbereitschaft Verfahrenstechnik ISDN
4. Rufbereitschaft Verfahrenstechnik GSM

Diese Reihenfolge ist fünfmal eingetragen – Sollte die Rufbereitschaft nicht erreichbar sein, dann wird anschließend der Rufbereitschaftsverantwortliche benachrichtigt.

Alarmierung Teil 2

7. Rufbereitschaft Verantwortlicher ISDN
8. Rufbereitschaft Verantwortlicher GSM

Diese Reihenfolge wird ebenfalls fünfmal abgearbeitet.

Die Alarmierungen Teil 1 und Teil2 sind ebenfalls zweimal in das System eingetragen

Abarbeitung : Alarmierung Teil 1
 Alarmierung Teil 2
 Alarmierung Teil 1
 Alarmierung Teil 2

6.2.3. Alarmer Elektrotechnik

Für die P1-Alarme für die Elektroleitstandhaltung sind die Empfänger in der folgenden Reihenfolge für die Fernalarmierung eingetragen.

Alarmierung Teil 1

1. Rufbereitschaft Elektro ISDN
2. Rufbereitschaft Elektro GSM

Diese Reihenfolge ist fünfmal eingetragen – Sollte die Rufbereitschaft nicht erreichbar sein, dann wird anschließend der Rufbereitschaftsverantwortliche benachrichtigt.

Alarmierung Teil 2

7. Rufbereitschaft Verantwortlicher ISDN
8. Rufbereitschaft Verantwortlicher GSM

Diese Reihenfolge wird ebenfalls fünfmal abgearbeitet.

Die Alarmierungen Teil 1 und Teil2 sind ebenfalls zweimal in das System eingetragen

Abarbeitung : Alarmierung Teil 1
 Alarmierung Teil 2
 Alarmierung Teil 1
 Alarmierung Teil 2

6.2.4. Alarme Mechanische Instandsetzung

Für die P1-Alarme für die Mechanische Instandhaltung sind die Empfänger in der folgenden Reihenfolge für die Fernalarmierung eingetragen.

Alarmierung Teil 1

- 5. Rufbereitschaft Mechanik ISDN
- 6. Rufbereitschaft Mechanik GSM

Diese Reihenfolge ist fünfmal eingetragen – Sollte die Rufbereitschaft nicht erreichbar sein, dann wird anschließend der Rufbereitschaftsverantwortliche benachrichtigt.

Alarmierung Teil 2

- 7. Rufbereitschaft Verantwortlicher ISDN
- 8. Rufbereitschaft Verantwortlicher GSM

Diese Reihenfolge wird ebenfalls fünfmal abgearbeitet.

Die Alarmierungen Teil 1 und Teil2 sind ebenfalls zweimal in das System eingetragen

Abarbeitung : Alarmierung Teil 1
 Alarmierung Teil 2
 Alarmierung Teil 1
 Alarmierung Teil 2

6.2.5. Alarme Schlammbehandlung

Für die P1-Alarme der Schlammbehandlung sind die Empfänger in der folgenden Reihenfolge für die Fernalarmierung eingetragen.

Alarmierung Teil 1

- 9. Rufbereitschaft Schlammbehandlung ISDN
- 10. Rufbereitschaft Schlammbehandlung GSM

Diese Reihenfolge ist fünfmal eingetragen – Sollte die Rufbereitschaft nicht erreichbar sein, dann wird anschließend der Rufbereitschaftsverantwortliche benachrichtigt.

Alarmierung Teil 2

7. Rufbereitschaft Verantwortlicher ISDN

8. Rufbereitschaft Verantwortlicher GSM

Diese Reihenfolge wird ebenfalls fünfmal abgearbeitet.

Die Alarmierungen Teil 1 und Teil2 sind ebenfalls zweimal in das System eingetragen

Abarbeitung : Alarmierung Teil 1
 Alarmierung Teil 2
 Alarmierung Teil 1
 Alarmierung Teil 2

6.2.6. Alarmer Klärmeister

Für die P1-Alarmer der Klärmeister sind die Empfänger in der folgenden Reihenfolge für die Fernalarmierung eingetragen.

Alarmierung Teil 1

7. Rufbereitschaft Verantwortlicher ISDN

8. Rufbereitschaft Verantwortlicher GSM

Diese Reihenfolge ist fünfmal eingetragen – Sollte der Rufbereitschaftsverantwortliche nicht erreichbar sein, dann wird anschließend die Elektro-Rufbereitschaft benachrichtigt.

Alarmierung Teil 2

1. Rufbereitschaft Elektro ISDN

2. Rufbereitschaft Elektro GSM

Diese Reihenfolge wird ebenfalls fünfmal abgearbeitet.

Die Alarmierungen Teil 1 und Teil2 sind ebenfalls zweimal in das System eingetragen

Abarbeitung : Alarmierung Teil 1
 Alarmierung Teil 2
 Alarmierung Teil 1
 Alarmierung Teil 2

6.2.7. Projektierung der Fernalarmierung

Im Leitsystem werden, neben den normalen Antriebsalarmen mit der Priorität „2“, Alarme mit der Priorität „1“ ausgelöst sofern die Funktion „P1-Alarm“ im Faceplate nicht unterdrückt wurde.

Diese Alarme werden den jeweiligen Rufbereitschaften zugeordnet.

V_P1 Alarm – Rufbereitschaft Verfahrenstechnik(Klärfacharbeiter)
S_P1 Alarm – Rufbereitschaft Schlammbehandlung
E_P1 Alarm – Rufbereitschaft Elektro
M_P1 Alarm – Rufbereitschaft Mechanik
K_P1 Alarm – Rufbereitschaft Klärmeister

Diese Alarme sind in das Meldesystem nach Änderungen an den WinCC-Alarmlogging neu einzulesen.

Für die Fernalarmierung werden auf jedem Klärwerk für jeden Server je ein Festnetzanschluss (VoIP) für die Absetzung der Störmeldung und eine SIM Karte zur Absetzung der Störmeldung als SMS genutzt.

Server 1 nutzt Telekom und Server 2 nutzt Bitel.

6.3. Betriebstagebuch / Berichtswesensystem

6.3.1. Funktionen des Berichtswesensystems

Das Berichtswesensystem/Betriebstagebuch ermöglicht über eine Schnittstelle die einfache und komfortable Übernahme und Erfassung der vom Leitsystem bereitgestellten Daten. Die Datenerfassung wird so ausgeführt, dass durch redundante Zwischenspeicherung alle Daten in die Datenbank (nicht redundant) übernommen werden.

Die wesentlichen Funktionen des Systems sind die Archivierung, Analyse und Auswertung der erfassten Betriebsdaten sowie die automatische Erstellung von Betriebstagebüchern. Das System ermöglicht weiterhin die Erstellung von Leistungsvergleichen und Bilanzen (wie z. B. Energie- oder Medienbilanzen). Dabei können frei wählbar alle Daten miteinander in Beziehung gesetzt und auf Basis der vorhandenen Daten neue Daten berechnet werden. Es können Statistiken erstellt und verschiedene Datensätze auf Korrelation hin untersucht werden.

Das Berichtswesensystem/Betriebstagebuch bietet im Wesentlichen folgende Funktionen:

- Modular aufgebaute Software in Client-Server Architektur zum dokumentenechten Protokollieren und Auswerten von zeit- und ereignisabhängigen Prozessdaten
- Entspricht den Anforderungen der DWA/GFA H260, ATV-DVWK-M 260
- Verdichtung und kontinuierliche Speicherung zu Intervall-, Tages-, Wochen-, Monats- und Jahresdaten
- Datensicherung sowie Anlagenübergreifende Datenzusammenfassung
- Optional redundante Datenerfassung mit Zwischenspeicherung
- Prozessanbindung an viele Leitsysteme und Steuerungen
- Eingabe von Handwerten (Labordaten)
- Prozesswerte können zyklisch oder im Delta-Event-Verfahren aufgezeichnet werden.
- Unterstützung aller gängigen Grunddatentypen
- Bildung von Rechenwerten durch Verknüpfung von Handwerten, Autowerten und Rechenwerten
- Erstellung von vertikalen und horizontalen Berichten in Form von Tages-, Wochen-, Monats-, Jahresberichte und Berichte mit flexiblem Zeitraum
- Erstellung von Kurvengrafiken in verschiedenen Darstellungsformen
- Automatische Erstellung von Berichten zu definierten Zeitpunkten
- Alarm- und Meldungsverarbeitung
- Schnittstellen für den Datenexport (CSV-Datei, Excel-Export)
- Benutzerverwaltung mit unterschiedlichen Berechtigungsstufen

Für den laufenden Anlagenbetrieb wird auf jedem Klärwerk ein dezentrales Berichtswesensystem mit Archivierung und redundanter Datenzwischenspeicherung eingesetzt. Darüber hinaus werden in das Berichtswesensystem des Standortes Heepen auch Daten der Klärwerke Sennestadt und Brake übertragen, so dass die Betriebsdaten aller 3 Standorte in Heepen vorliegen.

Zeitweilig, d.h. bis zu 1 Woche, gestörte Verbindungen zwischen den Standorten dürfen nicht zu Datenverlusten oder zu einem eingeschränkten Betrieb am jeweiligen Standort führen. Die Verbindungen werden beidseitig überwacht (life-beat-monitoring, watchdog, Eigendiagnose) und gemeldet.

6.3.2. Protokollierung

Im Berichtswesensystem werden im Wesentlichen folgende Berichtstypen realisiert:

- Prozessberichte ermöglichen analog zum Leitsystem die Ausgaben von Prozessdaten
- Tages-, Wochen-, Monats- und Jahresberichte ermöglichen die Ausgabe von Tages-, Wochen-, Monats- und Jahresdaten und geben einen Überblick über den zurückliegenden Betriebsablauf in festen Zeiträumen.

Die in diese Berichte einzutragenden Werte werden aus den entsprechenden Archiven entnommen. Der Ausdruck erfolgt automatisch oder nach Bedieneranforderung. Es können auch unvollständig ausgefüllte Berichte ausgegeben werden.

Die jeweiligen Berichte können für den laufenden Tag, Woche, Monat bzw. Jahr und auch für zurückliegende Zeiten angefordert und ausgedruckt werden, soweit die zugehörigen Werte in den einzelnen Archiven gespeichert sind. Dabei wird zum Teil auf komprimierte Daten zurückgegriffen.

- Leistungsvergleiche / Bilanzen ermöglichen die Analyse und Auswertung der Daten

6.3.3. Kurvengruppen

Wie im Leitsystem können auch im Betriebstagebuch Messwerte in Kurvengrafiken dargestellt werden. Dies gilt jedoch nur für die Messwerte, die im Betriebstagebuch vorliegen.

In den Kurvengrafiken wird der dynamische Verlauf aktueller oder in den Archiven gespeicherter Mess- und Zählwerte über der Zeit dargestellt. Es werden bis zu sieben verschiedene Kurven in einem Koordinatensystem gleichzeitig dargestellt. Jeder Kurve und den zugehörigen Ordinaten kann eine Farbe zur besseren Unterscheidung aller Verläufe zugeordnet werden. Die Zuordnung ist durch den Bediener frei wählbar. Zudem können Einzeltrends dargestellt werden.

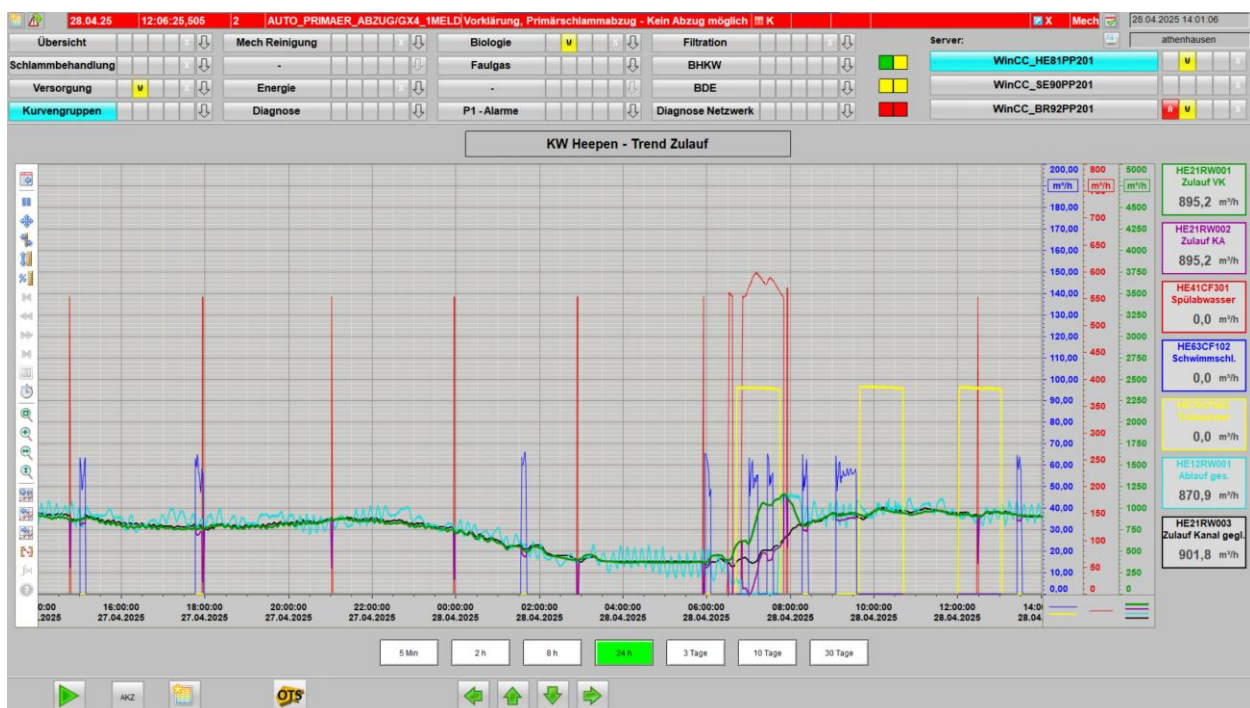


Abbildung 4: Beispiel Kurvengruppe Zulauf KA-Heepen

Bei der Darstellung archivierter Daten kann ein vom Bediener jeweils frei definierbares Zeitfenster angegeben werden, für das die ausgewählten Werte zunächst auf dem Bildschirm angezeigt werden. Anschließend ist es möglich, durch geeignete Bedienereingaben diese Zeitfenster quasi über die Kurven zu verschieben und zu zoomen. Über eine Linealfunktion können die Werte zu jedem Zeitpunkt separat abgelesen werden.

Die dynamische Kurvendarstellung aktueller Daten beginnt mit dem momentanen Zeitpunkt und wird ständig fortgeschrieben, so dass auf dem Bildschirm der dynamische Eindruck eines Kurvenschreibers entsteht. Die zwischen den einzelnen Messpunkten liegenden Kurvenstücke werden durch ein geeignetes Verfahren interpoliert.

Die Werte der dargestellten Größen werden gleichzeitig vorübergehend in einem Kurzzeitspeicher gespeichert, so dass nach Abschluss der Messung noch der gesamte Kurvenverlauf vorliegt und zur weiteren Analyse noch einmal komplett auf dem Bildschirm angezeigt oder ausgedruckt werden kann.

6.4. Aufbau der Leittechnik

Die Leittechnik der Klärwerke Heepen, Brake und Sennestadt wurde komplett erneuert. Auf den drei Klärwerken wird jeweils der gleiche Grundaufbau der Leittechnik gewählt.

Als Kernstück der neuen Leittechnik ist auf jedem Klärwerk zwei Leitsystemserver (redundanter Aufbau) vorgesehen. Bei der Entscheidung für den Einsatz von zwei Servern wird davon ausgegangen, dass die drei Klärwerke auch zukünftig autark betrieben werden und somit die Bedienung und Beobachtung vor Ort sichergestellt werden muss.

Die Leitsystemserver werden sowohl an den Terminalbus als auch an den Anlagenbus angeschlossen und stellen das Bindeglied zwischen den Automatisierungsstationen und den Bedienplätzen dar (siehe Kapitel 8.1. Aufbau der Netzwerktechnik).

Zur Bedienung und Beobachtung der Klärwerke sind jeweils Bedienplätze eingerichtet. Für Programmierung, Parametrierung, etc. werden zusätzliche Engineeringplätze vorgesehen. Die Bedien- und Engineeringplätze werden je nach Erfordernis mit bis zu vier Bildschirmen ausgestattet. Einzelne Bedienplätze werden mit Großformat-Bildschirmen ausgestattet. Je nach installierter Software können die Arbeitsplätze für die Bedienung und Beobachtung, das Engineering oder auch die Funktionen des Betriebstagebuches, des Instandhaltungsmanagements bzw. weitere Module genutzt werden.

Neben den zentralen Bedienplätzen, die in den Leitwarten aufgestellt werden, sind auf den Klärwerken je nach Erfordernis dezentrale Bedienplätze im Anlagenbereich zum Einsatz.

Alle Bedien- und Engineeringplätze werden über den Terminalbus mit den Leitsystemservern verbunden.

6.5. Hardwarekomponenten

6.5.1. Allgemeine Anforderungen an die Server und Rechner

Für die Leitsystemserver und die Clientrechner der Bedien- und Engineeringplätze werden Rechner eingesetzt, die mindestens folgende Anforderungen erfüllen:

- Workstations in Industriestandard, ausgelegt für Dauerbetrieb
- Gehäuse für 19"-Einschubtechnik, max. 4 HE (Höheneinheiten)
- EMV-Störfestigkeit nach DIN EN 61000-6-2
- Schockfestigkeit nach DIN EN 60068-2-27
- Vibrationsfestigkeit nach DIN EN 60068-2-6
- Industrie-Motherboard
- Watch-Dog-Funktion mit potentialfreiem Kontakt zur Meldung nach extern
- Temperaturüberwachung
- getrennte Lüfter für Systemkomponenten
- Lüfterdrehzahlüberwachung (CPU, Netzteil, Frontlüfter)
- redundantes Netzteil (nicht redundant bei Doppelrechnersystemen)
- keine Beeinflussung der Funktionsfähigkeit der Rechner durch Spannungs- und Netzfrequenzschwankungen, die im Toleranzbereich der Rechner liegen
- Schutzart gemäß DIN EN 60529 mind. IP 20
- Anzeige der Betriebszustände auf der Frontseite

Der Zugriff auf die Rechner und Server erfolgt mit TFT-Display, Tastatur und Maus oder über eine Bedienkonsole im jeweiligen Rechner- und Netzwerkschrank. Zur Ansteuerung mehrerer Rechner über eine Bedienkonsole wird ein KVM-Switch eingesetzt.

6.5.2. Rechnerschränke

Die Standards für die Ausführung der Rechner- und Netzwerkschränke sind im Kapitel 8.5.4. Netzwerkschränke, beschrieben.

Rechnerschränke haben zusätzlich eine Bedieneinheit, die wie folgt ausgeführt wird:

- Wenn ausreichend Platz vorhanden ist, werden TFT-Bildschirm, Tastatur und Maus als abgesetzter Bedienplatz auf einem Schreibtisch in der Nähe des Rechnerschranks aufgestellt (Vorzugsvariante). Der Anschluss an die Server und Rechner erfolgt über KVM-Switch/-Extender.
- Als Alternative wird der TFT-Bildschirm im Rechnerschrank aufgestellt und für die Bedienung wird ein Tastatureinschub mit Maus vorgesehen.
- Als dritte Variante wird in Ausnahmefällen, wenn kein Platz für die vorgenannten Lösungen vorhanden ist, eine kompakte Bedienkonsole mit ausziehbarer Schublade und Klappmonitor vorgesehen.

Durch den redundanten Aufbau der Leitsystemserver ist sichergestellt, dass bei dem Ausfall eines Servers der Betrieb ohne Einschränkungen aufrecht erhalten bleibt. Die beiden Server arbeiten im Normalbetrieb parallel, gleichen automatisch die aktuellen Prozessdaten ab und haben dadurch die gleiche Sichtweise auf den Prozess. Bei Ausfall eines Servers übernimmt automatisch der zweite Server die Bearbeitung des Prozesses.

Bei Ausfall eines Servers oder einer anderen Komponente innerhalb der Leittechnik werden eine Systemmeldung und ein Eintrag in das Störprotokoll ausgelöst. Dazu ist eine automatische Fehlerüberwachung (Eigendiagnose) vorgesehen, die alle Systemkomponenten zyklisch überwacht. Ausfälle und Fehler einzelner Systemkomponenten werden hierüber schnell erkannt und führen somit nicht zu Störungen des Gesamtsystems.

Bei Fehlern im Prozessleitsystem, die zu einer Funktionsuntüchtigkeit des Gesamtsystems führen, ist sichergestellt, dass die für den Prozess relevanten Informationen, soweit möglich, in den Automatisierungsstationen weiterverarbeitet werden. D.h., eine Unterbrechung der Verbindung zwischen dem Leitsystemserver und den Automatisierungsstationen führt nicht zu einem Ausfall der gesamten Automatisierungs- und Leittechnik.

Lokale Archivierung

Die lokale Archivierung erfolgt je Klärwerk auf den Leitsystemservern. Die Prozessinformationen werden auf den Festplatten der Leitsystemserver lokal über einen Zeitraum von einem Jahr archiviert. Bei der Dimensionierung der Festplatten wird davon ausgegangen, dass die Daten von mindestens einem Jahr unkomprimiert gespeichert werden können und online zur Verfügung stehen.

Die Archivierung der Prozessinformationen erfolgt zu definierten Zeitpunkten. Durch die Bildung von Minuten-, Stunden-, Tages- und Monats-Mittelwerten besteht die Möglichkeit, die Datenmenge zu reduzieren.

Es ist eine automatische, zyklische, wechselnde (z. B. für die Sicherung von Konfigurationsdaten) sowie eine automatische, regelmäßige, dauerhafte Datensicherung (z. B. für die Sicherung von Prozess- und Betriebsdaten durch Auslagerung) realisiert.

Bevor die Kapazität der Festplatten erschöpft ist, erfolgt rechtzeitig eine Meldung, die zum Auslagern der Daten auf ein externes Medium auffordert. Der eigentliche Prozess wird durch die Datensicherung auf dem externen Medium nicht unterbrochen bzw. beeinträchtigt.

Zeitsynchronisation/Zeitstempelung

Innerhalb der Automatisierungs- und Leittechnik ist eine durchgängige und zeitfolgerichtige Zeitstempelung realisiert. Das Zeitsignal wird von einem Funkuhr Empfänger empfangen. Über dieses Zeitsignal werden sowohl alle Rechner des Leitsystems als auch alle Automatisierungsgeräte auf allen drei Klärwerken zeitlich synchronisiert (gemeinsame Systemzeit).

Basierend auf der Zeitsynchronisation erfolgt durch das Leitsystem eine durchgängige und zeitfolgerichtige Erfassung aller Signale. Dazu wird durch die Leitsystemserver an alle über die Automatisierungsgeräte übertragenen Signale ein Zeitstempel vergeben.

In dieses Konzept werden alle neu zu installierenden Steuerungen, Rechner etc. eingebunden.

6.5.3. Engineeringrechner

Die Engineeringrechner der Engineerinplätze werden in 19“-Technik ausgeführt und in Rechner- und Netzwerkschränke mit einem Serverbetriebssystem eingebaut. Der Anschluss der Bildschirme, Tastatur und Maus erfolgt über KVM-Extender.

6.5.4. Clientrechner

Die Clientrechner der Bedienplätze werden in 19“-Technik ausgeführt und in Rechner- und Netzwerkschränke eingebaut. Der Anschluss der Bildschirme, Tastatur und Maus erfolgt über KVM-Extender.

6.5.5. Bildschirme

Es sind grundsätzlich Farb-TFT-Flachbildschirme vorgesehen.

Für eine optimale Darstellung der grafischen und alphanumerischen Daten und damit eine sichere, ergonomische und komfortable Bedienung und Beobachtung werden für Bedien- und Engineeringstationen Bildschirme mit einer Bildschirmdiagonale von mind. 22 Zoll eingesetzt.

Zur Unterstützung der Prozessvisualisierung werden in den Leitwarten Großformat-Bildschirme mit einer Bildschirmdiagonale von ca. 42 – 56 Zoll installiert. Die Größe der Bildschirme wird an die Platzverhältnisse in den Leitwarten angepasst. In Sennestadt werden kleinere Bildschirme eingesetzt.

Für die Bedieneinheiten der Rechner- und Netzwerkschränke wird bei der Vorzugsvariante mit Schreibtisch-Aufstellung ein Bildschirm mit einer Diagonale von 22 Zoll vorgesehen, bei den anderen Varianten die maximal mögliche Größe.

6.5.6. Zubehör

Tastatur und Maus

Die Bedien- und Engineeringplätze ist jeweils mit einer kabelgebundenen Tastatur und Funkmaus ausgestattet, wobei die Bedienung im Normalfall nur mit der Maus erfolgt. Die Tastatur ist nur für spezielle Parameter und Aktionen, wie z. B. die Eingabe von Passwörtern, vorgesehen.

KVM-Extender/-Switch

Die Verbindungen zwischen den Rechnern und den Bedienelementen bzw. Bildschirmen auf dem Pult ist über Tastatur-Bildschirm-Maus-Verlängerungen (KVM-Extender) realisiert.

Drucker

Für die Protokollierung auf Papier sind in den Leitwarten der Klärwerke Farblaserdrucker im Format DIN A4/A3 vorgesehen. Die Drucker sind jeweils an den Terminalbus angeschlossen (Netzwerkdrucker).

Es werden nur bei besonderen Ereignissen (und dann manuell) Protokolle bzw. Ereignislisten usw. auf Papier gedruckt werden. Ansonsten erfolgt die Darstellung jeweils auf den Bildschirmen des Leitsystems und die Archivierung auf Datenträgern und nicht im Papierformat. Dadurch entfällt der fortlaufende Ausdruck aller Meldungen und Ereignisse.

Den Engineeringstationen sind separate Farblaserdrucker im Format DIN A4 zugeordnet. Diese Drucker werden ebenfalls an den Terminalbus angeschlossen. Grundsätzlich können somit alle Drucker von allen Arbeitsplätzen des Leitsystems angewählt werden.

Transponder

Im Leitsystem wird die Anmeldung mit den Transpondern, die beim UWB im Einsatz sind, ermöglicht.

6.5.7. Dezentrale Bedienplätze

An Bedienungsschwerpunkten sind im Anlagenbereich dezentrale Bedienplätze des Leitsystems aufgestellt. Die Hardwareausführung der Bedienplätze richtet sich nach den jeweiligen Anforderungen am Aufstellungsort.

Der Einbau der dezentralen Bedienplätze erfolgt abhängig vom jeweiligen Aufstellungsort und von den Platzreserven entweder in vorhandenen bzw. neuen Automatisierungsschränken oder den separaten Rechner- und Netzwerkschränken.

Die eigentlichen Bedienrechner sind abhängig von den jeweiligen Gegebenheiten entweder in 19“-Technik ausgeführt und z. B. in Rechnerschränken eingebaut und z. B. in Automatisierungsschränken aufgestellt.

Die zu den dezentralen Bedienplätzen gehörenden Bildschirme sind als Flachbildschirme ausgeführt und in die Schaltschranktür eingebaut. Die Bedienung erfolgt über ebenfalls in die Schaltschranktüren eingebaute Klappladen für Tastatur und Maus.

7. Hardware Automatisierungstechnik

7.0.1. Umsetzung des Bedienkonzeptes

Für die Umsetzung des Bedienkonzeptes sind für jeden Bereich folgende Festlegungen zu treffen:

- Vor Ort ist ein dezentraler Bedienplatz einzurichten

Vom UWB werden die Antriebe festgelegt, für die aus Gründen der Ausfallsicherheit Vor-Ort-Steuerstellen unter Umgehung der SPS vorgesehen werden sollen. Diese werden in den Verbraucherlisten gekennzeichnet.

7.1. Hardwarekomponenten

7.1.1. Automatisierungsgeräte

Zur Steuerung, Regelung und Überwachung werden Automatisierungsgeräte eingesetzt, die den gesamten verfahrenstechnischen Funktionsablauf realisieren und das Leitsystem an den Prozess ankoppeln.

Als Automatisierungsgeräte sind modular aufgebaute speicherprogrammierbare Steuerungen vorgesehen, die im Wesentlichen aus den folgenden Komponenten bestehen:

- Baugruppenträger zur Aufnahme der erforderlichen Baugruppen
- Anschalt- bzw. Kommunikationsbaugruppen zur Verbindung zwischen Zentral- und Erweiterungsbaugruppenträger bzw. für die Anbindung der dezentralen Peripherie
- Stromversorgungsbaugruppe zur Versorgung aller Komponenten

- Prozessorbaugruppe (CPU) zur Realisierung des Anwenderprogramms und zur Koordinierung des Datenaustausches mit dem Leitsystem; mit Speicherkartenschnittstelle und mit integrierter Feldbusschnittstelle
- Kommunikationsbaugruppen (Ethernet, TCP/IP) zum Datenaustausch mit anderen Automatisierungsgeräten und mit dem Leitsystem
- Kommunikationsbaugruppen (Feldbus, Industrial Ethernet/Profibus-DP) zum Datenaustausch mit dezentralen E/A-Baugruppen
- zentrale oder dezentrale binäre und analoge Eingabe- und Ausgabebaugruppen

Die Zentralbaugruppenträger sind jeweils mit einer binären Ein- und Ausgabebaugruppe ausgerüstet. Die weiteren Ein- und Ausgabebaugruppen sind über dezentrale Peripherie angeschlossen.

Die Automatisierungsgeräte sind in entsprechend ausgerüsteten Schaltschränken aus Stahlblech montiert. Für Erweiterungen wird je Schaltschrank eine Steckplatzreserve von ca. 20 % vorgesehen.

Alle Baugruppen sind in der Frontplatte mit einer LED ausgerüstet, die eine Baugruppenstörung bzw. deren korrekte Funktion signalisiert. Alle Baugruppen sind für Frontanschlusstechnik ausgelegt.

Zur Signalerfassung und Ausgabe sind binäre und analoge Ein- und Ausgabebaugruppen eingesetzt. Diese sind gegenüber dem Rückwandbus potentialgetrennt aufgebaut. Ausgänge sind kurzschluss- und überlastsicher ausgeführt.

Es sind E/A-Baugruppen mit folgenden Eigenschaften (Potentialtrennung) vorgesehen:

Zentralbaugruppenträger:

Digitale Eingabebaugruppen	32 Eingänge, mit Potentialtrennung in Gruppen zu 32
----------------------------	---

Digitale Ausgabebaugruppen	32 Ausgänge, mit Potentialtrennung in Gruppen zu 32
----------------------------	---

Dezentrale Peripherie:

Digitale Eingabebaugruppen	32 Eingänge, mit Potentialtrennung in Gruppen zu 16
----------------------------	---

Digitale Ausgabebaugruppen	32 Ausgänge, mit Potentialtrennung in Gruppen zu 8
----------------------------	--

Analoge Eingabebaugruppen	8 Eingänge, mit Potentialtrennung in Gruppen zu 8
---------------------------	---

Analoge Eingabebaugruppen HART	8 Eingänge, mit Potentialtrennung in Gruppen zu 8
--------------------------------	---

Analoge Ausgabebaugruppen	4 Ausgänge, mit Potentialtrennung in Gruppen zu 1
---------------------------	---

Die Erfassung binärer Signale erfolgt über eine eigene separate Steuerspannung von 24 V DC und externe potentialfreie Kontakte. Sind diese nicht vorhanden und wird eine externe Spannung bereitgestellt, so wird über eine Koppelene mit Koppelrelais für eine Potentialtrennung gesorgt.

Die analogen Messwerte sind vorrangig mit Profibus-DP/Industrial Ethernet angekoppelt. Analoge Messumformer mit Ausgangssignal 4-20mA sind an passive Eingangs-Baugruppen ohne Speisespannung angebunden. Für die Spannungsversorgung der Messumformer sind separate Speisegeräte eingesetzt. Wenn eine zusätzliche Potentialtrennung der Analogsignale erforderlich ist, sind Trennverstärker eingesetzt.

Die analogen Eingangskarten sind teilweise für den Anschluss von HART-Messgeräten mit Unterstützung des HART-Standards ausgestattet.

Die Ausgabe binärer Signale und die Ansteuerung von Aktoren erfolgt über Ausgabe-baugruppen, die wahlweise ein Spannungssignal von 24 VDC oder potentialfreie Kontakte nach extern bereitstellen.

Die Ausgabe analoger Werte wird in Form von 4-20mA-Signalen realisiert. Die Speisespannung wird dabei im Normalfall von der Baugruppe bereitgestellt.

Für eine durchgängige und zeitfolgerichtige Erfassung aller Signale wird durch die Leitsystem-server an alle über die Automatisierungsgeräte übertragenen Signale ein Zeitstempel vergeben. Die Zeitstempelung von Signalen erfolgt grundsätzlich so nah wie möglich an der Signalquelle, d.h. auf der E/A-Baugruppe.

Die Automatisierungsgeräte überwachen die eigene Hardware, detektieren ausgefallene Baugruppen und einzelne defekte Ein-/Ausgänge und melden diese an die Leittechnik (Eigendiagnose). Die Automatisierungsgeräte werden durch eine Watchdog-Funktion überwacht. Bei einem Ausfall der Automatisierungs-Software (undefinierter Zustand, Hängenbleiben) erfolgt ein automatischer Reset (Booten der CPU).

Der Aufbau der Stromkreise erfolgt bei Bedarf nach dem Ruhestromprinzip (failsafe), so dass Fehlfunktionen einzelner Komponenten sicher detektiert sind.

Ein ungewollter Dauerlauf von Aktoren wird durch den Aufbau (Hard- und Software) vermieden oder sicher detektiert und an die Leittechnik gemeldet.

Nachfolgende Anforderungen werden durch die Automatisierungsgeräte erfüllt:

- Zentrale Stationsfunktionen, wie z. B. Stromversorgung, Busverwaltung, Zentralbaugruppen.
- Analoge und binäre Messwert- und Dateneingabe mit Korrekturfunktion.
- Messumformer und Auswertegeräte in Zweileitertechnik sind direkt von den Eingangskarten gespeist.
- Analoge und binäre Datenausgabe.
- Einbindung von mehreren Feldbussegmenten über getrennte Kommunikationsbaugruppen in Zweidraht- und LWL-Technik.
- Messwerte und Meldungen sind einer Grenzwert- und Plausibilitätsprüfung unterzogen. Eine Überschreitung oder Abweichung, die durch vorgenannte Prüfung auftritt, löst ein Ereignis aus und ruft eine Meldung hervor.
- Potentialfreie, bei Bedarf auch potentialgebundene Ein- und Ausgaben von Signalen.
- Möglichkeiten zu Änderungen und Ergänzungen der Datenparameter und der Programmstruktur über die Engineeringstation.
- Verarbeitung der für den Verfahrensablauf und für die Betriebssicherheit wichtigen Informationen in die erforderlichen Steuerungsmaßnahmen.
- Bereitstellen aller Messwerte und Daten aus dem Prozess für das Leitsystem zur Weiterverarbeitung.
- Möglichkeit der Durchführung von Schalthandlungen und Parameteränderungen durch das Leitsystem.
- Eingriffe vor Ort von Hand sind bei ausgewählten Antrieben unter Umgehung der SPS über Vor-Ort-Steuerstellen durch Betätigung eines Schlüsselschalters möglich. Eine gleichzeitige Bedienbarkeit eines Aggregates von zwei Schaltstellen wird ausgeschlossen.
- Weiterleitung aller betriebsrelevanten Informationen der Automatisierungsstation, z. B. Bereitschaftssignale, an das Leitsystem. Gleichmaßen übertragen von Steueranweisungen durch den Bediener des Leitsystems an die Automatisierungsstationen.
- Verarbeitung als Byte-, Wort- und Doppelwortlogik/ Arithmetik mittels eines ≥ 32 Bit-Mikroprozessors.
- Hinterlegen der eingegebenen Programme und Daten in einem nullspannungssicheren Programmspeicher.
- Möglichkeit der Datensicherung über die Engineeringstation.
- Umfangreiche Diagnosefunktionen für im Prozess eingesetzte Betriebsmittel.
- Möglichkeit zur Ankopplung von Programmier- und Diagnosesystemen über eine serielle Hardware-Schnittstelle.
- Isolationsfestigkeit nach VDE 0160.

Die Versorgung der Automatisierungsgeräte erfolgt über unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV-Anlagen).

Kommunikationsbaugruppen:

Für die Anbindung der Automatisierungsgeräte an das Leittechniknetzwerk sind geeignete Kommunikationsbaugruppen (Ethernet, TCP/IP) eingesetzt. Die Baugruppen unterstützen alle IEEE 802.3-basierenden Protokolle sowie alle darauf basierenden, zur geforderten Funktion benötigten, Protokolle und sind für alle darauf basierenden, nicht benötigten Protokolle transparent.

Die Leittechniknetzwerk-Kommunikationsbaugruppen unterstützen außerdem den direkten Datenaustausch zwischen den Automatisierungsgeräten sowie auch die Zeitsynchronisation durch die Leittechnik über das NTP-Protokoll.

Dezentrale E/A-Baugruppen und sonstige Feldbus-Teilnehmer wie Sensoren und Aktoren, sowie andere oder externe Automatisierungsgeräte sind über separate Feldbusstränge an das zugehörige Automatisierungsgerät angeschaltet. Dazu sind entweder die auf der Prozessorbaugruppe integrierten Feldbus-Schnittstellen oder separate Feldbus-Kommunikationsbaugruppen eingesetzt. Die Baugruppen unterstützen die Feldbus-Ausführung als Profibus-DP V2 gemäß IEC 61158 / IEC 61784.

Die Feldbus-Kommunikationsbaugruppen unterstützen außerdem den direkten Datenaustausch zwischen den Automatisierungsgeräten.

Dezentrale Peripherie

In ausgewählten Anlagenbereichen wird die Datenein- und -ausgabe mit dezentralen Peripheriebaugruppen realisiert. Diese sind aus Gründen der Durchgängigkeit teilweise auch für die Ein- und Ausgabe in den zentralen Steuerschränken vorgesehen. In den dezentralen Peripheriebaugruppen sind die Ein- und Ausgabefunktionen realisiert, die eigentlichen steuerungs- und regelungstechnischen Verknüpfungen sind in der zentralen SPS realisiert.

Die dezentralen Peripheriebaugruppen sind herstellersistpezifisch entsprechend der vorgesehenen Steuerungen ausgeführt. Die Montage der Baugruppen erfolgt wie bei den zentralen E/A-Baugruppen auf geeigneten Baugruppenträgern in den entsprechend ausgerüsteten Schaltschränken aus Stahlblech. Für Erweiterungen sind je Schaltschrank ca. 20 % Steckplatzreserven vorgesehen.

Die Ausführung der E/A-Baugruppen, der Anschlusstechnik etc. erfolgt entsprechend der Ausführung der zentralen Automatisierungsgeräte.

Die dezentralen Peripherie-Baugruppen sind mittels fabrikatspezifischer Anschaltbaugruppen über Feldbus (z. B. Profibus-DP/Industrial Ethernet) an die jeweilige übergeordnete Steuerung angebunden. Die Anschaltbaugruppen unterstützen die Zeitsynchronisation durch die übergeordnete Steuerung.

Je Schaltschrank ist eine Spannungsversorgungseinheit vorgesehen, die einen Anschluss an die gesicherte Spannungsversorgung (USV-Anlage) erhält.

7.1.2. Automatisierungsschränke

Zum Einbau der Automatisierungsgeräte sind Stahlblechschränke für Standmontage eingesetzt. Für die Ausführung der Schränke gelten die in den Technischen Anforderungen an die Ausführung Teil 2: EMSR-Technik definierten allgemeinen Anforderungen an die Niederspannungs-Schaltanlagen entsprechend.

Das Schrankgerüst, Profile und Ausbaukonstruktionsteile sind aus verwindungssteifem, galvanisch verzinktem oder nicht rostendem Profilstahl hergestellt. Der Anstrich besteht aus einem Rostschutz-Voranstrich und einer schlag- und kratzfesten Spritzlackierung. Die Montage der Schränke erfolgt auf stabilen Unterkonstruktionen.

Die Seitenwände, Rückwand sowie die Dachabdeckung sind fest montiert. Die Verkleidung der Vorderseite erfolgt mit Türen mit innenliegender Scharnierung und Doppelbart-Schloss. Je Feld sind eine Innenbeleuchtung mit Türkontaktschalter und eine Schutzkontaktsteckdose vorgesehen. Alle Schränke sind mit den erforderlichen Baugruppenträgern und Baugruppen ausgestattet. Weiterhin sind die Komponenten für die Stromversorgung in die Schaltschränke integriert. Für spätere Erweiterungen sind ca. 20 % Platzreserven vorgesehen.

Kabeleinführungen sind von unten in einem zugänglichen Kabel- und Klemmenraum vorgesehen. Für die Energieversorgung der Automatisierungsschränke ist eine 24 V DC bzw. 230 V AC-Einspeisung von der USV-Anlage vorgesehen. Die einzelnen Absicherungen sind im oberen Teil des Schrankes eingebaut.

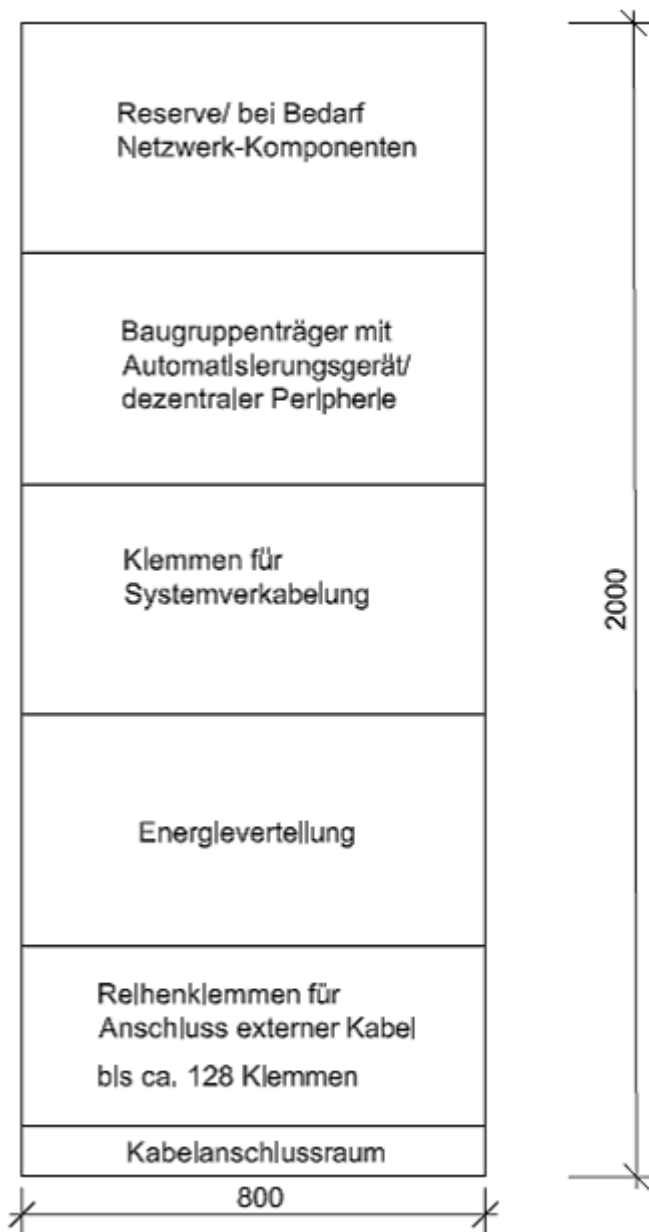


Abbildung 5: Aufbau eines Schaltschranks

7.1.3. Prozessanbindung

Im Zuge der Erneuerung der Automatisierungstechnik ist ein einheitlicher Aufbau der Automatisierungsschränke umgesetzt worden. Alle Kabel sind im Schaltschrank auf Klemme gelegt. Für Mehraderkabel sind im unteren Schaltschrankteil Klemmleisten vorgesehen, auf die alle Adern aufgelegt sind.

Beim zukünftigen Aufbau der Steuerschränke wird für die E/A-Baugruppen eine Signalbelegung von 80-85 % vorgesehen (entsprechend Signalreserve 15-20 %).

Die Klemmen sind so angeordnet, dass bequem und weitgehend gefahrlos daran gearbeitet werden kann. Pro Drahtanschluss wird nur ein Klemmgang vorgesehen. Sämtliche Klemmen werden so konstruiert, dass ein Auswechseln einzelner defekter Klemmen möglich ist, ohne weitere Klemmen deswegen ausbauen zu müssen. Die Rangierklemmen sind eindeutig mit Funktionsnummer beschriftet.

8. Netzwerke und Datenübertragung

8.1. Aufbau der Netzwerktechnik

Für die Netzwerktechnik ist auf den drei Klärwerken ein einheitlicher Grundaufbau gewählt. Die Netzwerktechnik gliedert sich in die Bereiche Leittechniknetzwerk (Terminalbus, Anlagenbus) und Feldbus.

Der Terminalbus verbindet die Bedien- und Engineeringstationen untereinander sowie mit den Leitsystemservern. Der Anlagenbus verbindet die Engineeringstationen und Leitsystemserver mit den Automatisierungsgeräten und vernetzt die Automatisierungsgeräte untereinander. Die Kommunikation erfolgt mit dem Ethernet TCP/IP-Standard.

Der Aufbau der Leittechniknetzwerke erfolgt in den Hauptbereichen in einer Ringstruktur, um die Verfügbarkeit des Netzwerkes bei einem Ausfall einer Verbindung zu erhöhen. In einzelnen Bereichen wird aus wirtschaftlichen Gründen auf die Realisierung einer Ringstruktur verzichtet und es werden Punkt-zu-Punkt Verbindungen bzw. eine Linienstruktur realisiert.

Auf den Aufbau von redundanten Netzwerken ist verzichtet worden. Um den Ausfall einzelner Baugruppen kurzfristig beheben zu können, ist eine entsprechende Ersatzteilverhaltung vorgesehen. Diese Ersatzteilverhaltung muss bei jedem Neuem Projekt mit berücksichtigt bzw. ausgeschrieben werden.

Der Feldbus ist zwischen den Automatisierungsgeräten, dezentralen E/A-Baugruppen und feldbusfähigen Peripheriegeräten eingesetzt. Der Feldbus ist in einer Linienstruktur aufgebaut.

Für die verschiedenen Netzwerke sind im Außenbereich und bei langen Übertragungswegen optische Netze auf Basis von Lichtwellenleitern aufgebaut. Im Innenbereich werden elektrische Netze auf Basis von Twisted-Pair-Kabeln realisiert.

Grundsätzlich ist die Netzwerktechnik so aufgebaut, dass das Einfügen von neuen Steuerungen und anderen Netzwerkteilnehmern durch den UWB jederzeit möglich ist.

Die Terminalbusse der drei Klärwerke werden gekoppelt, um so eine zentrale Datenhaltung sowie Bedienung, Beobachtung und Engineering zu ermöglichen. Zwischen den Klärwerken Heepen und Brake wird hierzu ein vorhandenes LWL-Kabel (2x12 Fasern, derzeit 6 belegt) genutzt. Da es sich um eine interne Verbindung handelt, sind keine Sicherheitsgateways erforderlich. Die beiden Netze sind aber über einen Router/Firewall segmentiert.

Zwischen den Klärwerken Heepen und Sennestadt wird die bauseitige SDSL-Verbindung (2 MBit/s) mitgenutzt. Bei Bedarf kann die Bandbreite erhöht werden. Bauseitig wird über ein Sicherheitsgateway jeweils ein Netzwerkanschluss zur Verfügung gestellt. Eine Verbindung zwischen den Klärwerken Brake und Sennestadt ist nicht vorgesehen.

Die Anbindung externer Systeme, wie z. B. Büronetzwerk erfolgt über einen Koppelrechner mit Virens Scanner und Firewall.

Auf dem Klärwerk Heepen ist ein Übergang von den Leittechniknetzwerken zum Büronetzwerk (Produktiv-Netz – „Prod-Netz“) der Stadt Bielefeld realisiert. Das Prod-Netz wird durch die Stadtwerke Bielefeld verwaltet. Die Kopplung der beiden Netzwerke erfolgt über ein Sicherheitsgateway. Dadurch ist ein Dateiaustausch möglich.

Zum Zweck des Dateiaustausches ist auf dem Koppelrechner im Leittechniknetzwerk in Heepen für das Büronetzwerk ein Dateiverzeichnis freigegeben. Darin können Daten, z. B. aus dem Betriebstagebuch, in Dateiform hinterlegt werden. Diese können von extern gelesen (aktiver Zugriff vom Büronetzwerk aus). Bei Bedarf kann das Lesen und Kopieren automatisiert erfolgen (bauseitig Batch-Prozess, Synchronisierung o.ä.).

Auf dem Klärwerk Heepen verwaltet das Team Technik den „Automatisierungs-Server“. Dieser ist an das Prod-Netz angebunden. Auf dem Server werden manuell Softwarestände, Betriebsdaten, etc. der Leit- und Automatisierungstechnik durch das Team Technik in bestimmten Dateiverzeichnissen abgelegt. Über das Büronetzwerk ist ein abgesicherter Zugriff auf bestimmte Daten über Zugriffssteuerungslisten (Access Control Lists, ACL) möglich. Über das Büronetzwerk erfolgt eine automatische Datensicherung dieser Daten.

8.2. Errichtung und Prüfung

Die Errichtung und Prüfung der Verkabelung der Netzwerke erfolgt unter Einhaltung folgender Normen und Anforderungen:

- DIN EN 50173
Informationstechnik - Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen
 - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
 - Teil 3: Industriell genutzte Gebäude/Standorte
- DIN EN 50174
Informationstechnik - Installation von Kommunikationsverkabelung
 - Teil 1: Spezifikationen und Qualitätssicherung
 - Teil 2: Installationsplanung und Praktiken in Gebäuden
 - Teil 3: Installationsplanung und Praktiken im Freien
- ISO/IEC 11801
Informationstechnik - Anwendungsneutrale Standortverkabelung
- ISO/IEC 24702
Informationstechnik - Anwendungsneutrale Verkabelung - Industriell genutzte Gebäude
- DIN EN 50346
Informationstechnik - Installation von Verkabelung - Prüfen installierter Verkabelung
- DIN EN 61918
Industrielle Kommunikationsnetze - Installation von Kommunikationsnetzen in Industrieanlagen
- DIN EN 61784
Industrielle Kommunikationsnetze - Feldbusinstallationen
- sowie alle durch diese Normen referenzierten weiteren Normen.

Dies gilt für alle neu errichteten, neu konfigurierten oder umverlegten Leittechniknetzwerkstrecken und umgebauten Leittechniknetzwerkkomponenten.

Die Prüfungen für die optischen und elektrischen Netzwerke bzw. Verbindungen erfolgen nach dem Qualitätsplan der Stufe 4 gemäß DIN EN 50174-1. Dieser beinhaltet unter anderem die Prüfung und Messung der Verkabelung und Installation sowie der Übertragungseigenschaften, die Dokumentation der Messergebnisse und Fehler inkl. 100% Nachbesserung der Mängel.

Bei den jeweiligen Prüfungen und Messungen werden die in den vorgenannten Normen angegebenen Grenzwerte der geforderten Klassen bzw. Kategorien als Referenz herangezogen.

8.3. Kabel- und Leitungstypen

Die für die Verkabelung der Netzwerke eingesetzten Leitungen (Cu, LWL) zur festen Verlegung besitzen mindestens folgende Eigenschaften:

- geeignet für stärkere mechanische Beanspruchung und mechanisch beanspruchte Umgebung
- geeignet für Verlegung in Kabelkanälen, auf Kabelpritschen und in Kabelrohren
- chemikalienbeständig
- flammwidrig
- UV-beständig
- hohe Querdruckfestigkeit
- Nagetierschutz
- trockene Verseilhohlräume
- Längs- und Querwasserdichtigkeit
- LWL metallfrei
- LWL als Standard 12 Fasern, jedoch mindestens 8 Fasern

LWL-Netzwerkverkabelung:

- Lichtwellenleiterkabel mit Multimode-Gradienten-Glas-Fasern (FO)
 - Typ A1a (50/125 μm)
 - Typ A1b (62,5/125 μm)
- Klasse OF500 (als Referenz für die Messungen)
- alle Komponenten Kategorie OM3 bzw. OS1 (Steckverbindungen mit E2000)
- Patchkabel
 - 50/125 μm orange
 - 62,5/125 μm gelb

Cu-Netzwerkverkabelung (Ethernet):

- geschirmtes Kabel mit geschirmten, verdrehten Aderpaaren (mindestens 4 Aderpaare)
- Klasse D über alles (als Referenz für die Messungen), jedoch
 - Kabel/Leitungen (zur festen Verlegung) der Kategorie 7 / Klasse F
 - sonstige Komponenten der Kategorie 6 / Klasse D (Steckverbindungen mit RJ45)

Cu-Netzwerkverkabelung (Profibus):

- geschirmtes Kabel mit geschirmten, verdrehten Aderpaaren (mindestens 1 Aderpaar)
- Ausführung nach DIN 19245 und EN50170

8.4. Überwachung und Diagnose

Die Netzwerktechnik (Ethernet und Profibus) ist so aufgebaut, das im laufenden Betrieb eine Überwachung der einzelnen Netzwerkbereiche möglich ist. Bei Störungen des Netzwerkes sind Diagnosemöglichkeiten für die Fehlersuche und -beseitigung vorhanden.

In den Ethernet-Bereichen wird ein zentrales Konfigurationsmanagement und Überwachungssystem für die Netzkernkomponenten (Switches, Router, etc.) und die daran angeschlossenen Netzwerkteilnehmer (Rechner, Automatisierungsgeräte, etc.) installiert. Dazu wird entsprechend geeignete Netzkernkomponenten und die erforderliche Software eingesetzt, die u.a. folgende Kernfunktionen realisiert:

- Kommunikation mit allen Kernkomponenten und Teilnehmern per SNMP
- Überwachung aller Kernkomponenten, Teilnehmer und Verbindungen auf Störungen
- Alarmierung und Ereignisprotokollierung inkl. Definition von Ereignisaktionen
- Ferndiagnose, -parametrierung und -konfigurierung aller Kernkomponenten und Teilnehmer
- Topologieerkennung über LLDP (IEEE802.1ab)
- WLAN- (IEEE802.11) und Endgeräte-Erkennung
- Visualisierung der physischen und logischen Netzwerktopologie (maps) mit allen Kernkomponenten, Teilnehmern und Verbindungen sowie ihrer Zustände (Kernkomponenten-, Teilnehmer- und Verbindungsstatus, Störungen, Wartungsanforderungen etc.)
- Netzwerkanalyse (Netzwerklastverteilung etc.)
- Überwachung nicht SNMP-fähiger Teilnehmer auf Störungen über ICMP (u.a. durch den ping-Mechanismus)
- Export und Drucken der Konfigurationsdaten (maps, Listen, Tabellen etc.)
- Übertragung aller relevanten Meldungen an das Leitsystem via OPC

8.5. Ethernet

8.5.1. Allgemeine Anforderungen

Die Leittechniknetzwerke (Terminalbus und Anlagenbus) werden auf Basis von Ethernet als LAN gemäß IEEE 802.3 aufgebaut. Die Hauptverbindungen der Netzwerkringe gewährleisten eine Datenübertragungsrate von 1000 MBit/s. Die eingesetzten Switches gewährleisten über eine entsprechend hohe interne Datenübertragsrate die vorgenannte Datenübertragsrate.

Je leitungsgebundenem Teilnehmer gewährleisten die Netzwerke eine Datenübertragungsrate von 100 MBit/s, können aber auch Teilnehmer mit 10 MBit/s bedienen.

Beide Leittechniknetzwerkbereiche (Terminalbus und Anlagenbus) werden physikalisch als einfacher Ring aufgebaut. Beide Netzwerkringe rekonfigurieren sich im Fehlerfall (Ausfall eines Switches oder einer Leittechniknetzwerkstrecke) automatisch innerhalb weniger ms nach IEEE802.1w RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol) und kompensieren den Fehler. Diese Funktionalität deaktiviert redundante Pfade bzw. aktiviert sie im Fehlerfall. Sie gewährleistet weiterhin, dass ein Fehler keine Auswirkungen auf nicht beteiligte Pfade und Komponenten hat.

Im Anlagenbereich wird die Hardware als Industrial Ethernet ausgeführt. Dies gilt insbesondere für die Komponenten des Anlagenbusses, welche im Anlagenbereich installiert werden.

Das Leittechniknetzwerk wird überwiegend leitungsgebundenen (Cu, LWL) aufgebaut. Der Cu-Netzwerkbereich wird als 100BaseTX (Teilnehmer) und der LWL-Bereich als 1000BaseSX (Ringe).

8.5.2. Netzwerk-Komponenten

Für den Anschluss der festverlegten LWL-Leitungen in den jeweiligen Schaltschränken sind zwei Alternativen möglich. In den zentralen Netzwerkschränken werden Switche in 19“-Technik mit modularem Aufbau installiert, die über Cu- und LWL-Ports verfügen. Die ankommenden festverlegten LWL-Leitungen werden auf LWL-Patchfeldern in 19“-Technik angeschlossen, die mittels LWL-Patchkabeln direkt an die LWL-Ports der Switche angeschlossen werden. Für den Anschluss von festverlegten Cu-Leitungen werden Cu-Patchfelder in 19“-Technik vorgesehen, die mittels Cu-Patchkabeln an die Cu-Ports der Switche angeschlossen werden.

Alternativ werden in den dezentralen Netzwerkschränken bzw. in den Automatisierungsschränken Kompakt-Switche für Hutschienenmontage vorgesehen, die ebenfalls über Cu- und LWL-Ports verfügen. Es werden Kompakt-Switche mit mind. zwei LWL- und vier Cu-Ports eingesetzt. Nach Fertigstellung der jeweiligen Maßnahme muss eine Reserve von zwei Cu-Ports vorhanden sein.

Die ankommenden festverlegten LWL-Leitungen werden in Spleißkästen angeschlossen, die den Übergang auf flexible LWL-Patchkabel bilden. Die LWL-Patchkabel werden direkt an die LWL-Ports der Kompakt-Switche angeschlossen.

8.5.3. Netzwerk-Komponenten

Switche

Es sind grundsätzlich managebare Switche eingesetzt, die die automatische Rekonfiguration der Ringstruktur des Leittechniknetzwerkes bei Ausfall eines Switches oder Störung einer Leitung ermöglichen. Darüber hinaus erfüllen die Switche mindestens folgende Anforderungen:

- Cu-Ports 10/100BaseTX (Fast-Ethernet) mit RJ45 (8P8C)-Steckverbindungen
- LWL-Ports 1000BaseSX (Gigabit-Ethernet) mit E2000-Steckverbindungen
- Nutzung der kompletten Kabelbandbreite
- automatische Datenflusskontrolle
- automatische Datenratenanpassung, vollduplex-fähig, auto-negotiation und auto-sensing, die Datenraten der 10/100BaseTx-Ports müssen jeweils frei wählbar und fest einstellbar sein
- integrierte Funktionen zur Gewährleistung der Netzwerk-Verfügbarkeit, der Netzwerk-Sicherheit, des Quality-of-Service (QoS) und des übergeordneten, dezentralen Netzwerk-Managements
- Unterstützung von Standards nach IEEE-802 (intelligente Switching-Dienste, Layer-3/4-Services)
- RSTP-fähig
- VLAN-fähig
- IGMP-fähig
- SNMP-fähig
- managebar über das Netzwerk u.a. per Telnet/SNMP (nicht über web-interface)
- detaillierte Konfigurierbarkeit über Firmware
- (Firmware-)Software-upgrade/update-fähig über Schnittstelle
- Anzeige der Betriebszustände auf der Frontseite
- Industrie-Qualität

Alle Netzwerk-Komponenten sind für ein zentrales Konfigurationsmanagement per SNMP (Simple Network Management Protocol) ausgelegt. Dies ermöglicht es, die Netzwerk-Komponenten von einer zentralen Station aus zu überwachen und zu managen.

8.5.4. Netzwerkschränke

Abhängig von der Größe des Netzwerkes in dem jeweiligen Bereich sind die Netzwerk-Komponenten wie Switches, Router, Rangierfelder, Medienkonverter etc. in einem separaten Netzwerkschrank oder in einem kombinierten Rechner-/Netzwerkschrank (Standmontage), in einem Netzwerkschrank (Wandmontage) oder in einem Schaltschrank der Automatisierungstechnik installiert.

Alle Hauptkomponenten der Leittechnik wie Server, Rechner, etc. sind in Rechnerschränken bzw. kombinierten Rechner-/Netzwerkschränken untergebracht.

Für die Ausführung der Rechner- und Netzwerkschränke gelten die in den Technischen Anforderungen zur Ausführung Teil 2: EMSR-Technik definierten allgemeinen Anforderungen an die Niederspannungs-Schaltanlagen. Die Rechner- und Netzwerkschränke, die in Standmontage in Schalträumen errichtet werden, werden mit folgenden Abweichungen bzw. zusätzlichen Anforderungen ausgeführt:

- 19“-Technik
- Front mit Sichttür, Einscheibensicherheitsglas, Scharnierung innen, 180°, verschließbar, Sperrschließung für Halbzylinder
- Rückseite mit Stahlblechtür, Scharnierung innen, 180°, verschließbar
- Seitenwände als abnehmbare Stahlblechwand, verschließbar
- Farbgebung nach späterer Vorgabe
- Montage aller 19“-Komponenten auf Gleitschienen mit frontseitiger Verschraubung
- Montage aller anderen Komponenten auf Stahlblech-Zwischenböden
- Kabelführung
 - Patchkabel vorne über Stahlblech-Rangierpanel und Stahl-Rangierbügel
 - Patchkabel seitlich und hinten über Stahl-Rangierbügel
 - permanente Verkabelung hinten über Kabelschellen
- getrennte Verlegung von LWL- und Cu-Kabeln
- aktive Be-/Entlüftung mit Lüftungseinlass über Doppelboden, Bodenblech mit Staubfiltereinsatz und Lüftungsauslass über Dachlüfter oder Lüfterdach mit temperaturabhängiger Regelung der Lüfterdrehzahl
- Kabeleinführung von unten mit elastischem Klemmprofil (Staubschutz)
- Kabelabfangung über Schiene mit Kabelschellen (Zugentlastung) und EMV-Schirmbügeln
- Innenbeleuchtung über Türkontaktschalter
- Temperaturüberwachung (Grenzwertgeber) mit einstellbaren Grenzwerten und potentialfreier Meldung an die Leittechnik

- Potentialausgleichsset mit Einbindung in den örtlichen Potentialausgleich

Für den Anschluss zusätzlicher Netzwerkteilnehmer werden die Ports der Switches in den Netzwerkschränken verwendet. In zentralen Bereichen sind Netzwerksteckdosen vorgesehen. Dazu sind in den Netzwerkschränken Cu- und/oder LWL-Rangierfelder vorgesehen. Die Verbindungen zwischen dem jeweiligen Rangierfeld und der Netzwerksteckdose wird grundsätzlich mit festverlegter Verkabelung ausgeführt. Dies gilt auch für Netzwerkverbindungen zwischen Netzwerkschränken.

Patchverkabelung ist ausschließlich innerhalb eines einzelnen Schrankes zulässig. Gemäß UWB-Standard sind für die jeweiligen Einsatzbereiche Patchkabel in den folgenden Farben vorgesehen:

- blau: Prozessleittechnik
- gelb: Automatisierungstechnik
- weiß: Büronetzwerk intern
- grün: Büronetzwerk extern

In den Leitwarten sind mindestens 2 zusätzliche Netzwerksteckdosen als Reserve vorgesehen.

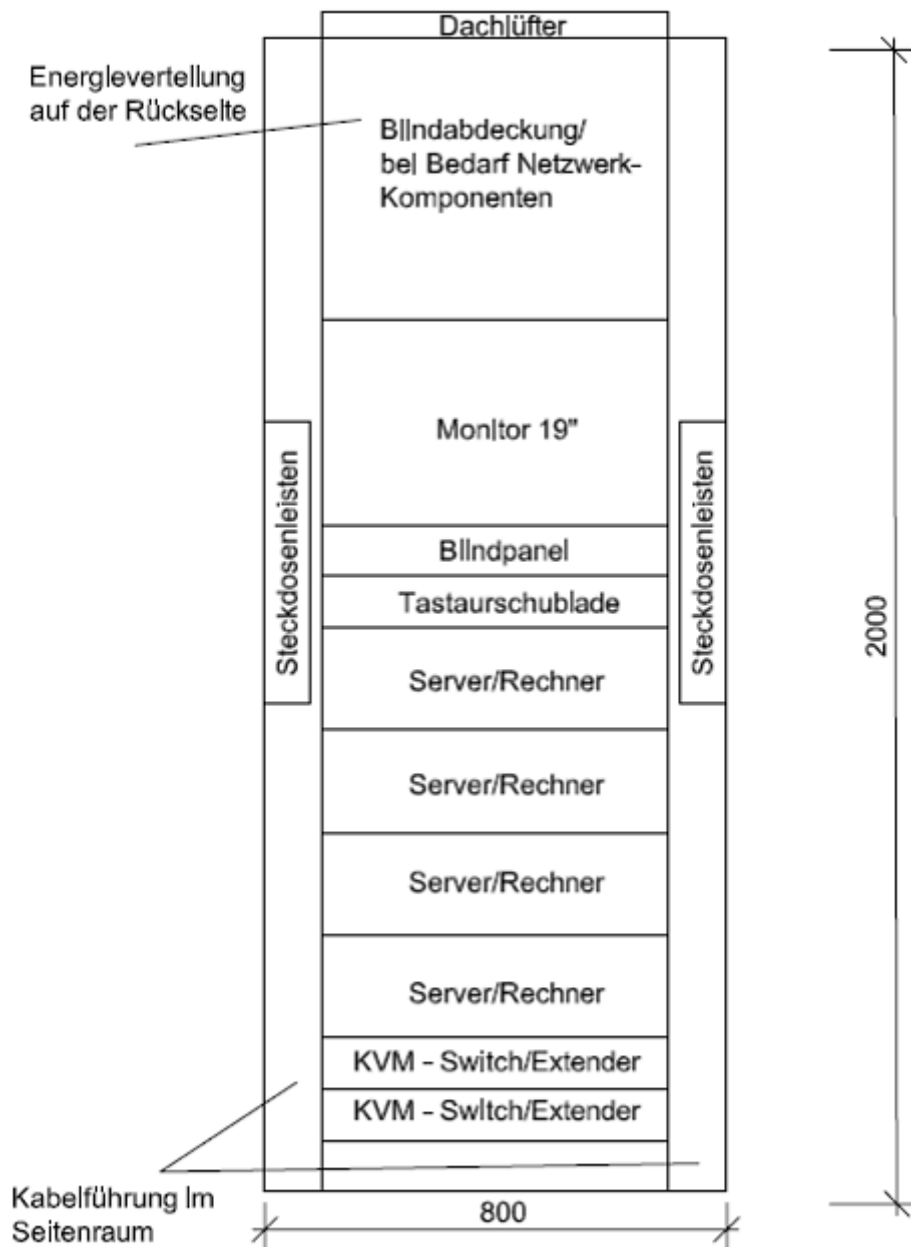


Abbildung 6: Beispiel Aufbau eines Netzwerkschranks Variante 1

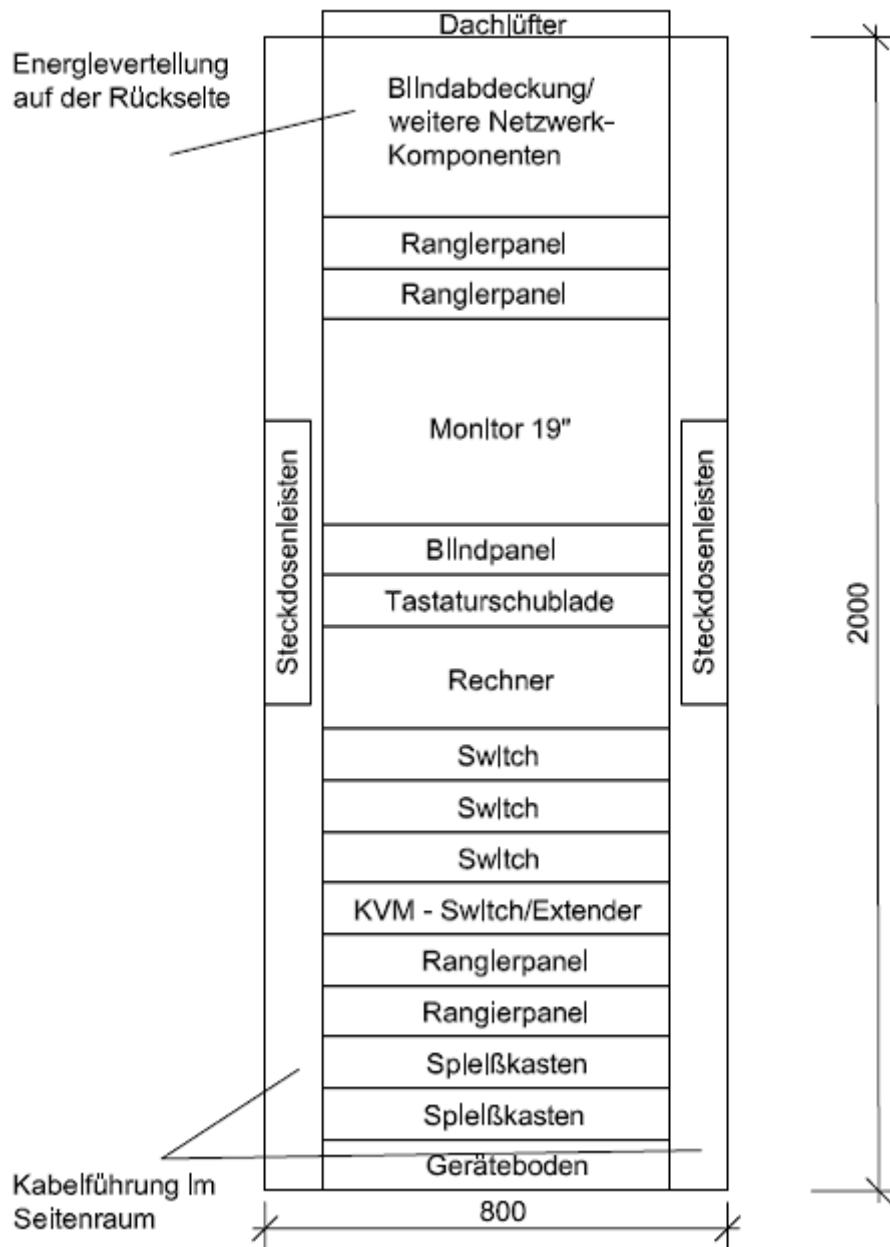


Abbildung 7: Beispiel Aufbau eines Netzwerkschranks Variante 2

8.5.5. Netzwerk-Organisation

Bei der Einrichtung der Netzwerke sind die nachfolgenden Festlegungen des UWB zur Netzwerk-Organisation berücksichtigt.

Rechnerbezeichnungen:

Rechnerbezeichnung maximal 15 stellig, Abkürzungen:

- AS – Applikationsserver
- FS – Fileserver
- Bis – Bielefelder Stadtwerke
- Mbis – Mobil Bielefelder Stadtwerke
- Pbis – Drucker Bielefelder Stadtwerke
- Ex – exchange
- Wbis – Workstation Bielefelder Stadtwerke
- Zen – Zentral

Beispiele:

- As-bis-70044-01, bedeutet Applikationsserver Bielefelder Stadtwerke Abteilung 70044, Nr.01
- Ex-zen-003, bedeutet Exchange Zentral Nr.3
- Mbis-h056977, bedeutet das es sich um ein Mobilgerät der Bielefelder Stadtwerke handelt mit der zugehörigen Gerätenummer.

Die xxxx-h0 Nummern werden den Pbis, Mbis und Wbis angehängt.

IP- Adressbereich:

Für die verschiedenen Netzwerke sind folgende Adressbereiche vorgesehen:

- Automatisierungsnetz: 10.193.101.11 – 10.193.101.249
- Stadtwerkenetz im Kläranlagenbereich Brake und Heepen: 10.193.3.xx
- Stadtwerkenetz im Kläranlagenbereich Sennestadt: 10.173.73.xx

Weiterhin werden bei der Erstellung von Dateien und Verzeichnissen die folgenden Namenskonventionen des UWB berücksichtigt:

Allgemeines:

- Keine Zahlen am Anfang
- Keine Leerzeichen
- Keine Sonderzeichen, ausgenommen _
- Keine Bindestriche
- Keine Umlaute
- Keine Punkte

Datumskonvention:

- JJJJMMTT (JahrJahrJahrJahrMonatMonatTagTag)

Sicherungskopie/Image:

- JJJJMMTTNN (JahrJahrJahrJahrMonatMonatTagTag 1Buchst.Vorname1Buchst.Nachna.)

S7 Konventionen/Projektdateien:

- AKS-Nummer bei S7 (Beispiel: HE65SA101)

Benutzung des Unterstrichs/Underline:

- Groß – Klein ohne
- Klein – Zahl ohne
- Klein – Groß ohne
- Zahl – Klein ohne
- Groß – Groß mit
- Groß – Zahl mit
- Klein – Klein mit
- Zahl – Groß mit
- Zahl – Zahl mit (Beispiel: FT_2_3)

Für die Bezeichnung für Dateien und Verzeichnis werden eindeutige Bezeichnungen gewählt, Abkürzungen werden möglichst vermieden (Ausnahme S7).

8.6. Feldbus

8.6.1. Allgemeine Anforderungen

Zur Anbindung der dezentralen Peripherie und der Profibus-fähigen Komponenten (z. B. Kompaktanlagen, Messtechnik, Multimessgeräte in Schaltanlagen) sind Feldbussysteme vom Typ Profibus-DP verbaut. Der Feldbus ist als Profibus-DP V2 gemäß IEC 61158 / IEC 61784 ausgeführt.

Ab 2024 sind Neuanlagen in Industrial Ethernet ausgeführt. Die Leittechniknetzwerke (Terminalbus und Anlagenbus) werden auf Basis von Ethernet als LAN gemäß IEEE 802.3 aufgebaut. Die Hauptverbindungen der Netzwerkringe gewährleisten eine Datenübertragungsrate von 1000 MBit/s. Die eingesetzten Switches gewährleisten über eine entsprechend hohe interne Datenübertragsrate die vorgenannte Datenübertragsrate.

Unabhängig von der technischen Ausführung (LWL, Cu) wird der Profibus-DP in einer Linienstruktur aufgebaut. Im Außenbereich werden Lichtwellenleiter eingesetzt und in Schutzrohren verlegt.

Die Auslegung der einzelnen Bussegmente ist so vorgesehen, dass maximal 70 % der möglichen Teilnehmer (32 je Strang) angeschlossen werden.

Die einzelnen Buskomponenten wie Linkmodule, Koppler usw. werden jeweils mit 24 V DC aus der USV-Verteilung eingespeist.

8.6.2. **Netzwerk-Komponenten**

Für den Anschluss der festverlegten LWL-Leitungen in den jeweiligen Schaltschränken sind Spleißkästen vorgesehen. Die Spleißkästen bilden den Übergang auf flexible LWL-Patchkabel. Die LWL-Leitungen sind mittels Medienkonverter (Optical Link Modul) auf eine elektrische Verbindung umgesetzt.

Medienkonverter (Optical Link Modul)

- Profibus-Datenraten von 9,6 kBit/s – 12 Mbit/s
- Funktionsüberwachung durch Meldekontakt
- Zwei LWL-Schnittstellen (E2000-Buchse)
- Eine elektrische Schnittstelle (Sub-D-Buchse)

9. **IT-Sicherheit**

Beim Aufbau der Leittechnik, der dazugehörigen Netzwerktechnik und der Automatisierungstechnik wird über die vorgesehene Hard- und Software sowie die Konfiguration und Parametrierung dieser Hard- und Software eine angemessen hohe IT-Sicherheit gewährleistet. Diese orientiert sich am IT-Grundschutz des BSI.

Zu den technischen Kernmaßnahmen, die berücksichtigt werden, zählen u.a.:

- eine kontinuierliche, sichere und langfristige Datensicherung (Auslagerung) auf räumlich getrennten Servern
- der Schutz der von außen zugänglichen Leittechniknetzwerkschnittstellen (möglichst nur eine) durch Einsatz von Sicherheitsgateways
- der Einsatz doppelter/redundanter Systeme an Schlüsselstellen (zwei Leitsystemserver je Klärwerk, redundante Festplatten o.ä.)
- der Einsatz verschließbarer Netzwerk-/Rechnerschränke, in denen alle relevanten Rechner und Netzwerkkomponenten untergebracht sind
- Sicherstellung, dass nur „bekannte“ Netzwerkkomponenten in den Netzwerken betrieben werden können
- der Einsatz gesicherter Spannungsversorgungen
- die Berücksichtigung von Schutzmaßnahmen u.a. bzgl.
 - Potentialausgleich,
 - Blitzschutz,
 - Überspannungsschutz,

- Netzform (möglichst TN-S-Netz) und
- elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV).

Vgl. dazu die Ausführungen in den entsprechenden Abschnitten.

10. Konzeptioneller Aufbau

Auf den drei Klärwerken ist ein einheitlicher Grundaufbau für die Automatisierungs-, Leit- und Netzwerktechnik gewählt.

10.1. Heepen

Netzwerktechnik

Die Netzwerktechnik auf dem Klärwerk Heepen ist in den Hauptbereichen in einer Ringstruktur aufgebaut, um die Verfügbarkeit des Netzwerkes bei einem Ausfall einer Verbindung zu erhöhen.

Aufgrund der technologischen Anforderungen an die Automatisierungs- und Leittechnik und der örtlichen Gegebenheiten ist aus technisch-wirtschaftlichen Gesichtspunkten der Aufbau von zwei Ringen sinnvoll.

Der erste Ring umfasst:

Betriebsgebäude – Belegung	Kabelverlegung im vorhandenen Kabelleerrohrsystem
Belegung – RÜB	Kabelverlegung im vorhandenen Kabelleerrohrsystem
Rechen/Zulauf – Vorklärung	Kabelverlegung im vorhandenen Kabelleerrohrsystem
Vorklärung – Betriebsgebäude	Kabelverlegung im vorhandenen Kabelleerrohrsystem

Der zweite Ring umfasst:

Betriebsgebäude – ZESBA	Kabelverlegung im Gebäude, Kabelstollen
ZESBA – Faulbehälter 1 Keller	Kabelverlegung im Kabelstollen
Faulbehälter 1 Keller–Eindicker 1..4	Kabelverlegung im Kabelstollen
Eindicker 1..4 – Filtration	Kabelverlegung im vorhandenen Kabelleerrohrsystem
Filtration – Nitri 2 (BHKW/GVST)	Kabelverlegung im vorhandenen Kabelleerrohrsystem, am Becken in neuen StaPa-Rohren
(BHKW/GVST) – Betriebsgebäude	Kabelverlegung im Gebäude

In den weiteren Bereichen wurde auf die Realisierung einer Ringstruktur aus wirtschaftlichen Gründen verzichtet und eine Punkt-zu-Punkt Verbindung bzw. eine Linienstruktur realisiert. Hierfür wurden separate LWL-Verbindungen realisiert bzw. die vorhandenen LWL-Verbindungen genutzt.

Der Terminalbus und der Anlagenbus ist getrennt voneinander aufgebaut.

Der Terminalbus des Klärwerks Heepen ist über einen vorhandenen Lichtwellenleiter mit dem Terminalbus des Klärwerks Brake verbunden. Weiterhin ist der Terminalbus des Klärwerkes Heepen über eine bauseitige SDSL-Verbindung mit dem Klärwerk Sennestadt verbunden.

Der Feldbus ist zwischen den Automatisierungsgeräten und den dazugehörigen dezentralen E/A-Baugruppen und feldbusfähigen Peripheriegeräten eingesetzt. Der Aufbau des Feldbusses erfolgt in einer Linienstruktur.

Für den Aufbau der Profibus-Verbindungen wird zum Teil die Leitungen der LWL-Ringe genutzt, darüber hinaus werden zusätzliche oder separate LWL-Verbindungen realisiert bzw. die vorhandenen LWL-Verbindungen genutzt.

Für die verschiedenen Bussysteme sind im Außenbereich und bei langen Übertragungswegen optische Netze auf Basis von Lichtwellenleitern aufgebaut. Im Innenbereich sind elektrische Netze auf Basis von Twisted-Pair-Kabeln realisiert.

In den einzelnen Bereichen sind je nach Erfordernis ein oder mehrere Lichtwellenleiterkabel mit 8 – 12 Fasern verlegt. In den LWL-Patchfeldern bzw. den Spleißkästen sind alle Fasern aufgelegt, so dass jederzeit neue Verbindungen gepatcht werden können. Abhängig von der Größe des Netzwerkes in dem jeweiligen Bereich erfolgt die Integration in dem Schaltschrank der Automatisierungstechnik, in einem Serverschaltschrank oder in einem separaten Netzwerkschrank.

10.2. Brake

Netzwerktechnik

Die Netzwerktechnik auf dem Klärwerk Brake ist in den Hauptbereichen in einer Ringstruktur aufgebaut, um die Verfügbarkeit des Netzwerkes bei einem Ausfall einer Verbindung zu erhöhen.

Aufgrund der technologischen Anforderungen an die Automatisierungs- und Leittechnik, der örtlichen Gegebenheiten und des geplanten Neubaus des Rechengebäudes ist aus technisch-wirtschaftlichen Gesichtspunkten der Aufbau von zwei Ringen sinnvoll. Der innere Ring umfasst:

Betriebsgebäude – M+E-Gebäude	Kabelverlegung im neuen Kabelleerrohrsystem
M+E-Gebäude – Rechengebäude	Nutzung vorhandener Leitung;
Rechengebäude – Betriebsgebäude	Nutzung vorhandener Leitung

Der äußere Ring bindet die Bereiche Zwischenpumpwerk, Betriebsgebäude, M+E-Gebäude, Filtration und Stollen ein.

Zwischenpumpwerk – M+E-Gebäude	Kabelverlegung im neuen Kabelleerrohrsystem
M+E-Gebäude – Filtration	Kabelverlegung im neuen Kabelleerrohrsystem
Filtration – Stollen	Kabelverlegung im neuen Kabelleerrohrsystem
Stollen – Betriebsgebäude	Nutzung vorhandener Leitung
Betriebsgebäude – Zwischenpumpwerk	Nutzung vorhandener Leitung

Der Terminalbus und der Anlagenbus istn getrennt voneinander aufgebaut.

Der Terminalbus des Klärwerks Brake wist über einen vorhandenen Lichtwellenleiter mit dem Terminalbus des Klärwerks Heepen verbunden.

Der Feldbus ist zwischen den Automatisierungsgeräten und den dazugehörigen dezentralen E/A-Baugruppen und feldbusfähigen Peripheriegeräten eingesetzt. Der Aufbau des Feldbusses erfolgt in einer Linienstruktur.

Für den Aufbau der Profibus-Verbindungen werden zum Teil die Leitungen der LWL-Ringe genutzt, darüber hinaus sind zusätzliche oder separate LWL-Verbindungen realisiert.

Für die verschiedenen Bussysteme sind im Außenbereich und bei langen Übertragungswegen optische Netze auf Basis von Lichtwellenleitern aufgebaut. Im Innenbereich werden elektrische Netze auf Basis von Twisted-Pair-Kabeln realisiert.

In den einzelnen Bereichen sind je nach Erfordernis ein oder mehrere Lichtwellenleiterkabel mit 8 – 12 Fasern verlegt. In den LWL-Patchfeldern bzw. den Spleißkästen sind alle Fasern aufgelegt, so dass jederzeit neue Verbindungen gepatcht werden können. Abhängig von der Größe des Netzwerkes in dem jeweiligen Bereich erfolgt die Integration in dem Schaltschrank der Automatisierungstechnik, in einem Serverschaltschrank oder in einem separaten Netzwerkschrank.

10.3. Sennestadt

Netzwerktechnik

Der Aufbau der Netzwerktechnik erfolgt in den Hauptbereichen in einer Ringstruktur, um die Verfügbarkeit des Netzwerkes bei einem Ausfall einer Verbindung zu erhöhen. In einzelnen Bereichen (Rückschlammumpwerk) ist auf die Realisierung einer Ringstruktur aus wirtschaftlichen Gründen verzichtet worden und eine Punkt-zu-Punkt Verbindung bzw. eine Linienstruktur realisiert. Der Terminal- und Anlagenbus sind getrennt voneinander aufgebaut.

Der Feldbus ist zwischen den Automatisierungsgeräten und dezentralen E/A-Baugruppen und feldbusfähigen Peripheriegeräten eingesetzt. Der Aufbau des Feldbusses erfolgt in einer Linienstruktur.

Für die verschiedenen Bussysteme sind im Außenbereich und bei langen Übertragungswegen optische Netze auf Basis von Lichtwellenleitern aufgebaut. Im Innenbereich sind elektrische Netze auf Basis von Twisted-Pair-Kabeln realisiert.

Der Terminalbus des Klärwerkes ist über die bauseitige SDSL-Verbindung mit dem Klärwerk Heepen verbunden. Bauseitig wird über ein Sicherheitsgateway je Klärwerk ein Netzwerkanschluss zur Verfügung gestellt.

In den jeweiligen Bereichen sind je nach Erfordernis ein oder mehrere Lichtwellenleiterkabel mit 8 – 12 Fasern verlegt. In Spleißkästen sind alle Fasern aufgelegt, so dass jederzeit neue Verbindungen gepatcht werden können. Abhängig von der Größe des Netzwerkes in dem jeweiligen Bereich erfolgt die Integration in dem Schaltschrank der Automatisierungstechnik, in einem Serverschaltschrank oder in einem separaten Netzwerkschrank.

11. Sonstige EMSR-Technik

11.1. USV-Anlagen

11.1.1. Allgemeines

Die dezentralen USV-Anlagen auf den Klärwerken Heepen, Brake und Sennestadt sind jeweils durch eine zentrale USV-Anlage ersetzt.

Für die Aufrechterhaltung der Anlagensicherheit bei Netzausfall sind folgende Verbraucher unterbrechungsfrei versorgt:

- Leitsystem
- Automatisierungs- und Netzwerktechnik
- Ausgewählte Messtechnik
- Steuerung des Notstromaggregates
- Steuerspannung 24 V DC in allen Schaltanlagen

Die USV-Anlage besteht aus einem Gleichrichter, einer Batterieanlage, einem Wechselrichter mit einer Ausgangsspannung von 230 V AC (einphasig) und einer elektronischen Umschalt-einrichtung (Bypass). Diese können in einer Kompaktanlage zusammengefasst werden. Weiterhin ist eine 230 V AC Verteilung für die verschiedenen USV-Abgänge erforderlich.

Die USV-Verbraucher auf den Klärwerken werden in zwei Spannungsebenen (230 V AC und 24 V DC) ausgeführt. Um elektrische Verluste auf langen Kabelwegen zu vermeiden, ist die vorgesehene USV-Anlage nur für die Ausgangsspannung von 230 V AC ausgeführt. In den Bereichen, in denen Komponenten der Automatisierungstechnik eine 24 V DC-Versorgung benötigen, sind Netzgeräte installiert, welche von der gesicherten 230 V AC gespeist werden.

Da USV-Anlagen Batterien enthalten, wurden bezüglich der Unterbringung der USV-Anlage nach DIN EN 50272 u.a. mit einer technischen Entlüftung auszustatten um den erforderlichen Luftwechsel zur Vermeidung einer explosiven Wasserstoffkonzentration zu erreichen. Die Abluft wird über eine Rohrleitung direkt ins Freie geführt. Die Zuluft kann über eine Schranköffnungen aus dem E-Raum nachströmen.

Für die Vermeidung einer explosionsfähigen Wasserstoffkonzentration ist in Abhängigkeit der verwendeten Batterien und der Batteriekapazität (100Ah) ein Luftstrom von bis zu 2,7 m³/h

notwendig. Die Ansteuerung des mehrstufigen Ventilators mit Strömungswächter erfolgt in Abhängigkeit des Ladestroms. Die Batterieschränke sind gekapselt ausgeführt.

Des Weiteren ist die Lebensdauer von Batterieanlagen von der Umgebungstemperatur abhängig. Die optimale Betriebstemperatur für Batterien beträgt $20 \pm 5 \text{ °C}$. Eine erhöhte Umgebungstemperatur hat eine kürzere Lebensdauer der Batterie zur Folge.

Elektorräume weisen aufgrund der vorhandenen Wärmelasten meist eine höhere Umgebungstemperatur auf. Aus diesem Grund ist eine Klimatisierung für diese Räume sinnvoll, um die Betriebstemperatur der Batterien und somit eine hohe Lebensdauer gewährleisten zu können.

Um eine erhöhte Betriebssicherheit zu gewährleisten, sind bezüglich Qualität und Lebensdauer der USV einige Mindestanforderungen definiert. Diese Mindestanforderungen sind u.a.:

- Der Gleichrichter ist für die volle Wechselrichterlast zuzüglich des Ladestromes der Batterie auszuführen.
- Die Batterie ist für eine Autonomiezeit von 15 Minuten auszulegen.
- Die Ladespannung der Batterie soll temperaturregelt sein.
- Die Batterien sollen für eine Lebensdauer von 15 Jahren ausgelegt sein.
- Ausführung mit Profibus-DP Schnittstelle zur Datenübertragung

Die Verbraucher, die an USV-Anlagen angeschlossen sind (Leitsystem, Steuerungen, Messtechnik) befinden sich zum Großteil in Elektorräumen und müssen über Kabel von der USV versorgt werden.

11.1.2. Heepen

Für die unterbrechungsfreie Energieversorgung auf dem KW Heepen ist eine USV-Anlage mit einer Nennleistung von 20 kW inkl. einer Batterieanlage mit einer Gesamtkapazität von 150 Ah und einer Nennzellenspannung von 216 V verbaut.

Als Standort für die USV-Anlage ist aufgrund des Platzbedarfes und der Anbindungsmöglichkeit der alte Rechnerraum der Schlammbehandlung (ZESBA-Gebäude) gewählt. Dieser Raum ist klimatisiert.

Die USV-Verteilung ist neben der USV im alten Rechnerraum aufgestellt. Für die Leittechnik und das Büronetzwerk ist im Betriebsgebäude zusätzlich eine USV-Verteilung untergebracht.

Die Querschnitte für Kabel und Leitungen sind so ausgelegt, dass die geforderten Werte betreffend Spannungsfall und Erwärmung entsprechend VDE 0100, Teil 430 und 523 eingehalten bzw. unterschritten werden.

11.1.3. Brake

Für die unterbrechungsfreie Energieversorgung auf dem Klärwerk Brake ist eine USV-Anlage mit einer Nennleistung von 10 kW mit einer Batterieanlage mit 50 Ah Gesamtkapazität und einer Nennzellenspannung von 216 V verbaut.

Als Standort für die USV-Anlage ist aufgrund des Platzbedarfes und der Anbindungsmöglichkeit der Schalraum Nachklärung 2 gewählt. Dieser Raum ist klimatisiert.

Die Querschnitte für Kabel und Leitungen werden so ausgelegt, dass die geforderten Werte betreffend Spannungsfall und Erwärmung entsprechend VDE 0100, Teil 430 und 523 eingehalten bzw. unterschritten werden.

11.1.4. Sennestadt

Um die USV-Verbraucher auf dem Klärwerk Sennestadt unterbrechungsfrei zu versorgen, ist Anlage mit einer Leistung von 8 kW installiert.

Als Standort für die USV-Anlage ist aufgrund des Platzbedarfes und der Anbindungsmöglichkeit der E-Raum der Belebung und Faulung im Maschinenhaus gewählt. Dieser Raum ist klimatisiert.

11.2. Umsetzung Notstromkonzept

11.2.1. Allgemeines

Innerhalb der Automatisierungs- und Leittechnik werden für die drei Klärwerke für den Notstromfall jeweils gestaffelt und nach Priorität die erforderlichen Verbraucher zugeschaltet. Die Veränderung der Parameter (Priorität, Staffelung, Notstromverbraucher) wird über die Prozessbilder ermöglicht.

11.2.2. Klärwerk Heepen

Auf dem Klärwerk Heepen wurde im Rahmen der Erneuerung der BHKW-Module ein Notstromaggregat errichtet. Unter Berücksichtigung der verfahrenstechnischen Vorgaben wurden die Verbraucher ermittelt, die im Notstromfall betrieben werden müssen und auf dieser Basis wurde die Leistung des Notstromaggregates ermittelt. Zunächst ist es wie bisher erforderlich, im Notstromfall die einzelnen Verbraucher von Hand zu betreiben, bzw. Niederspannungsverteilungen von Hand vom Netz zu trennen.

Im Notstrombetrieb sind folgende Prioritäten zu beachten:

- Sicheres Ableiten aller Abwassermengen (Abwasser, Regenwasser, Trübwasser).
- Sicherstellung einer Grundreinigung des Abwassers mit gleichzeitiger
- Vermeidung von Beeinträchtigungen, die nachhaltige Probleme verursachen können.
- Aufrechterhaltung der Steuerung und Überwachung aller sicherheitsrelevanten Prozesse.

Im Bereich der mechanischen Abwasserreinigung müssen die Rechenanlage sowie die Sandfang- und Vorklärbeckenräumer immer weiterlaufen. Weiterhin kann die Sandfangbelüftung weiter betrieben werden und Rohschlamm aus der Vorklärung abgezogen werden.

In der biologische Stufe werden die Aktirotoren auf Minimal Frequenz (25Hz) betrieben Zur Phosphorelimination wird die Dosierung von Fällmittel in den Ablauf der Nitrifikationsstufe weiter betrieben.

Alle Nachklärbeckenräumer sowie zwei Rücklaufschlamm- und Rezirkulationspumpen laufen in jedem Fall weiter.

Im Bereich der Schlammbehandlung sind der Überschussschlammabzug und Rohschlammabzug aus der Vorklärung sowie eine Beschickung der Faultürme zu betreiben. Der Schlamm aus Brake kann, wenn eine kurzfristige (automatische) Unterbrechung der Förderung nicht möglich ist, in einem oder zwei Eindickern zwischengespeichert werden.

Die Anlagenteile der maschinellen Überschussschlammeindickung und Faulschlamm-entwässerung können im Notstromfall vollständig weiter betrieben werden.

Die BHKW's können im Notstromfall per Hand zugeschaltet werden um Diesel für das Notstromaggregat zu sparen. Im Notstromfall ist die Heizungsanlage mit Klärgas zu versorgen und überschüssiges Gas im Hochdruckbehälter zu speichern.

Die gesamte Prozessleit-, Automatisierungs- und Messtechnik des Klärwerkes Heepen wird vollständig aufrechterhalten

In der Verbraucherliste sind die Notstromberechtigten Aggregate gekennzeichnet. Reserveaggregate sind entsprechend mit einzubinden. Weiterhin werden alle Schieber in den betriebsbereiten verfahrenstechnischen Bereichen mit Energie versorgt.

11.2.3. Ausführung der Messtechnik

Die allgemeinen Anforderungen an die Ausführung der Messtechnik sind in den Technischen Anforderungen an die Ausführung Teil 2: EMSR-Technik definiert.

11.3. Schutzmaßnahmen

Die allgemeinen Anforderungen an die Ausführung der Schutzmaßnahmen sind in den Technischen Anforderungen zur Ausführung Teil 2: EMSR-Technik definiert. Weiterhin sind in den technischen Anforderungen zur Ausführung Teil 2: EMSR-Technik die erforderlichen Maßnahmen für den Blitz- und Überspannungsschutz, Erdung und Potenzialausgleich beschrieben.

12. Schulung

Das Personal des UWB wird durch Schulungen mit den neuen Anlagen vertraut gemacht.

13. Dokumentation

Der Ausrüster erstellt für seinen kompletten Leistungsumfang eine Dokumentation. Die allgemeinen Anforderungen an die Dokumentation werden in den Technischen Anforderungen an die Ausführung Teil 2: EMSR-Technik beschrieben.