



# **Steuerstrategie Neue Ems**

## **Fernwirk- und elektrotechnische Ausrüstung**

**Erläuterungsbericht zum Entwurf**



Stand: Februar 2021

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Technische Aufgabenstellung .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Projektziele.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Maßnahmen.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1</b>	<b>Messtechnik .....</b>	<b>8</b>
3.1.1	Radar- und Ultraschallmessung .....	9
3.1.2	Hydrostatische Druckmessung.....	11
3.1.3	Ultraschall-Laufzeitverfahren.....	13
3.1.4	Stellungsgeber .....	14
<b>3.2</b>	<b>Fernwirktechnik .....</b>	<b>14</b>
3.2.1	Steuerstrategie.....	15
3.2.2	Anlagenüberwachung und -steuerung.....	16
3.2.3	Funktionsbeschreibung Datenaustausch.....	17
3.2.4	Datenzugriff.....	18
3.2.5	Betriebsführung.....	18
<b>3.3</b>	<b>Schaltanlagen .....</b>	<b>21</b>
3.3.1	Öffentliche Erschließung .....	21
3.3.2	Schrankaufbau.....	21
3.3.3	Sichere Versorgung .....	26
3.3.4	Leitungen, Installation .....	26
3.3.5	Blitzschutz.....	26
3.3.6	Erdungsanlage.....	27
3.3.7	Heizung.....	28
3.3.8	Antriebssteuerungen .....	28

3.3.8.1	Emswehr .....	28
3.3.8.2	Durchlass Abschlagsbauwerk .....	28
<b>3.4</b>	<b>Stauklappe .....</b>	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>Massenermittlung und Angaben zur Kostenschätzung.....</b>	<b>32</b>
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>33</b>

---

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht Fernwirkstationen .....	7
Abbildung 2: Prinzipdarstellung Radarmessung © Vega .....	10
Abbildung 3: Beispiele für die Montage einer Ultraschallpegelmessung links: an Brücke, rechts: an Pegellatte © jbi 2012 beim Ochtumverband, Harpstedt .....	11
Abbildung 4: Beispiel für hydrostatische Druckmessung, links: Sonde, rechts: Einbaubeispiel Schacht © Vega.....	12
Abbildung 5: Geschwindigkeitsmessung mittels Laufzeitdifferenz © Nivus .....	13
Abbildung 6: Beispiel links: induktiver Näherungsinitiator (IP 68), rechts: Rollenendschalter © jbi 2020 .....	14
Abbildung 7: Schematische Darstellung mit Angabe der Kommunikationswege.....	18
Abbildung 8: Betrieb der Portaltechnik und Lizenzfreier Funk.....	20
Abbildung 9: Beispiel für einen Außenschaltschrank links: Mess-und Übertragungstechnik, rechts: EVU Anschluss © jbi 2012 Ochtumverband .....	22
Abbildung 10: Aufbau am HoT .....	23
Abbildung 11: Aufbau an Überleitungsbauwerk.....	24
Abbildung 12: Grundsätzlicher Aufbau der Messstellen.....	25
Abbildung 13: Prinzipbild Blitz- und Überspannungsschutz.....	27
Abbildung 14: schematische Darstellung der vorgesehenen Stauklappe.....	29
Abbildung 15: Diagramm zur Vorauslegung der Stauklappe .....	30
Abbildung 16: Grundaufbau der technischen Ausrüstung am Überleitungsbauwerk.....	31

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Messstellen .....	8
------------------------------	---

## Anlagen

Anlage 1: Kostenberechnung DIN 276
Anlage 2: Kostenberechnung Kurztext
Anlage 3: Einpolige Darstellung Messschrank
Anlage 4: Einpolige Darstellung Überleitungsbauwerk
Anlage 5: Einpolige Darstellung Emswehr

## **1 Technische Aufgabenstellung**

Zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie mit dem Ziel einer ökologischen Durchgängigkeit der Ems wurden länderübergreifend wasserwirtschaftliche Maßnahmen geplant.

Die Stadt Warendorf setzt in diesem Zusammenhang die in ihrem Verantwortungsbereich befindlichen und notwendigen technischen Maßnahmen zur Realisierung der Projektziele um.

Im Einzelnen ist durch das Ingenieurbüro Vollmer unter Berücksichtigung der durch die Stadt Warendorf vorgegebenen verschiedenen Rahmenbedingungen die Führung der Ems und die damit verbundenen erforderlichen Absperrorgane (Klappe, Wehr) sowie Messstellen zur Ermittlung der Durchflussmengen an den Teilströmen vorgegeben worden. Für diese technische Ausstattung ist eine technische Ausrüstung erforderlich.

Das unterzeichnende Ingenieurbüro john becker ingenieure GmbH & Co. KG wurde von der Stadt Warendorf mit Datum vom 17.12.2018 zunächst mit den Leistungsphasen 1 bis 4 der oben beschriebenen Planungsleistungen der technischen Ausrüstung beauftragt. Der Planungsumfang umfasst dabei folgende Leistungen:

1. Einrichtung der Messstellen
2. Herstellung der Steuerungen für die Stellorgane
3. Vorbereitung der Erschließung der neuen Verteilungen/Messstellen
4. Herstellen einer datentechnischen Ankopplung an ein Meldesystem zur Betriebsführung
5. Ausstattung der Überlaufschwelle mit einem hydraulisch angetriebenen Klappenwehr

Die Planung basiert neben den allgemeinen anerkannten Regeln der Technik, wie diese zum Zeitpunkt der Entwurfsverfassung in Form der geltenden Europäischen Normen und deren landesspezifischen Varianten niedergeschrieben sind, auf den Standards und projektspezifischen Vorgaben der Stadt Warendorf sowie auf den Ergebnissen der gemeinsamen Abstimmungen.

Der Erläuterungsbericht zur Entwurfsplanung wird hiermit vorgelegt.

## **2 Projektziele**

Auf Grundlage, der im Juni 2020 vorgestellten und abgestimmten Vorplanung wurden folgende Ziele vereinbart:

1. Grundsätzliche Absicht ist es, einen Anteil von 20 % der Gesamtabflussmenge der Ems über die „Alte Ems“ (Wehranlage) und 80 % über den bisherigen „Emssee“, zukünftig „Neue Ems“, zu führen. Die Bezirksregierung Münster hat im Jahr 2017 dieser Aufteilung bei den kleineren Abflussmengen (Q30, MQ, Q330) hinsichtlich der gewässerökologischen Auswirkungen zugestimmt.
2. Die gemessenen Werte sind in einer „Abflusssteuerzentrale“ zusammenzuführen, zu dokumentieren und über ein Visualisierungssystem darzustellen.
3. Optional sind die einzustellenden Parameter (Abflussmengen) von der Zentrale aus änderbar zu gestalten.
4. Weiterhin sind die Zustände ebenfalls optional über ein Webportal der Öffentlichkeit zugänglich zu machen.
5. Bei Erreichen von bestimmten Meldewasserständen sind die zuständigen Institutionen über eine festgelegte Meldekette zu informieren. Die detaillierte Ausgestaltung ist zu bestimmen.
6. Die Übertragung der Messwerte an eine Zentrale ist möglichst unabhängig vom öffentlichen Netz aufzubauen, um auch bei Ausfällen von öffentlichen Infrastrukturen handlungsfähig zu sein.
7. Für die Überlaufschwelle ist eine hydraulisch betriebene Stauklappe zu installieren. Die Hydraulikanlage muss überflutungssicher montiert werden.

### 3 Maßnahmen

1. Die Abflussmenge zur „Neuen Ems“ ergibt sich aus der festen Sohlschwelle an der Überleitung aus der Ems.  
Im Oberwasser der Ems ist für die Ermittlung der Gesamtmenge eine Pegelmessung einzurichten, sodass über das ermittelte Sohlprofil die Gesamtabflussmenge berechnet werden kann. Der Wert ist mittels Datenfernübertragung an eine Leitstelle zu übertragen und zu dokumentieren.
2. Weiterhin sollen z. B. bei sommerlichen Starkniederschlägen im Stadtgebiet mit den entsprechenden Abflüssen in der Kanalisation bzw. mit Einleitungen in die Ems unterhalb der Wehranlage die Abflussmengen der Ems erhöht werden. Dann werden die o. g. Abflussverteilungen mit dem Ziel ausgesetzt, im Bestandsabschnitt unterhalb der Wehranlage aus gewässerökologischer Sicht sinnvolle Verdünnungsverhältnisse zu gewährleisten.
3. Zur Überwachung der Teilwassermengen in der „Neuen Ems“ ist eine Pegelerfassung mit Datenübertragung und Fernalarmierung im Hochwasserfall zu installieren. Hierzu wird der 1. Riegel der "Neuen Ems", in Fließrichtung gesehen, im Bereich der Emsinsel verwendet.
4. Am Durchlass der Überlaufschwelle zum Emssee ist ein Stellorgan zur Regulierung der Wassermenge zu installieren. Der Sollwert der elektrischen Antriebe wird von der Automatisierung angesteuert, die Erfassung der Stellung und Übertragung der Zustandsmeldungen erfolgt an diese Automatisierung.
5. Die Pegelsteuerung – und damit die Mengenaufteilung – ist über die bestehende und zu ertüchtigende Wehranlage zu regeln. Hierfür sind die Hydraulikantriebe der Wehrklappen und deren Steuerung zu erneuern. Weiterhin sind die Erfassung der Klappenstellung und eine neue OW-Pegelmessung auszurüsten und zur Datenfernübertragung vorzubereiten.
6. Im Unterwasser der Wehranlage befinden sich zwei relevante Einleitungsstellen, die Auswirkungen auf die Steuerstrategie haben: der Notüberlauf (NÜ) Kolkstiege und der Regenüberlauf (RÜ) 3.  
Die Einrichtung einer Pegelmessung an der Einleitungsstelle „NÜ Kolkstiege“ (DN 1000) als Mengenerfassung sowie die Erfassung der Klappenstellung mit Datenübertragung an die Automatisierung ist vorzusehen.

7. Die Einrichtung einer Pegelmessung an der Einleitungsstelle des Regenüberlaufs 3 (RÜ 3) sowie die Erfassung der Klappenstellung ist vorzusehen.
8. Eine übergreifende Fernwirktechnik mit optionaler Schnittstelle zu einem öffentlich zugänglichen Webportal ist einzurichten, um wichtige Informationen frei zugänglich zu machen.
9. Herstellen der energetischen Erschließung der Fernwirkstationen (Messstellen, Verbraucher).
10. Datentechnische Erschließung zur Übertragung der Prozessparameter und Stellgrößen.
11. Automatisierung und Visualisierung der Steuerungsabläufe: Hier wurde festgelegt, dass ein bereits vom Abwasserbetrieb Warendorf verwendetes System zum Einsatz kommen soll.

Zusammenstellung der zu erfassenden Messstellen und anzusteuernenden Regelorgane gemäß folgendem Kartenausschnitt<sup>1</sup>:

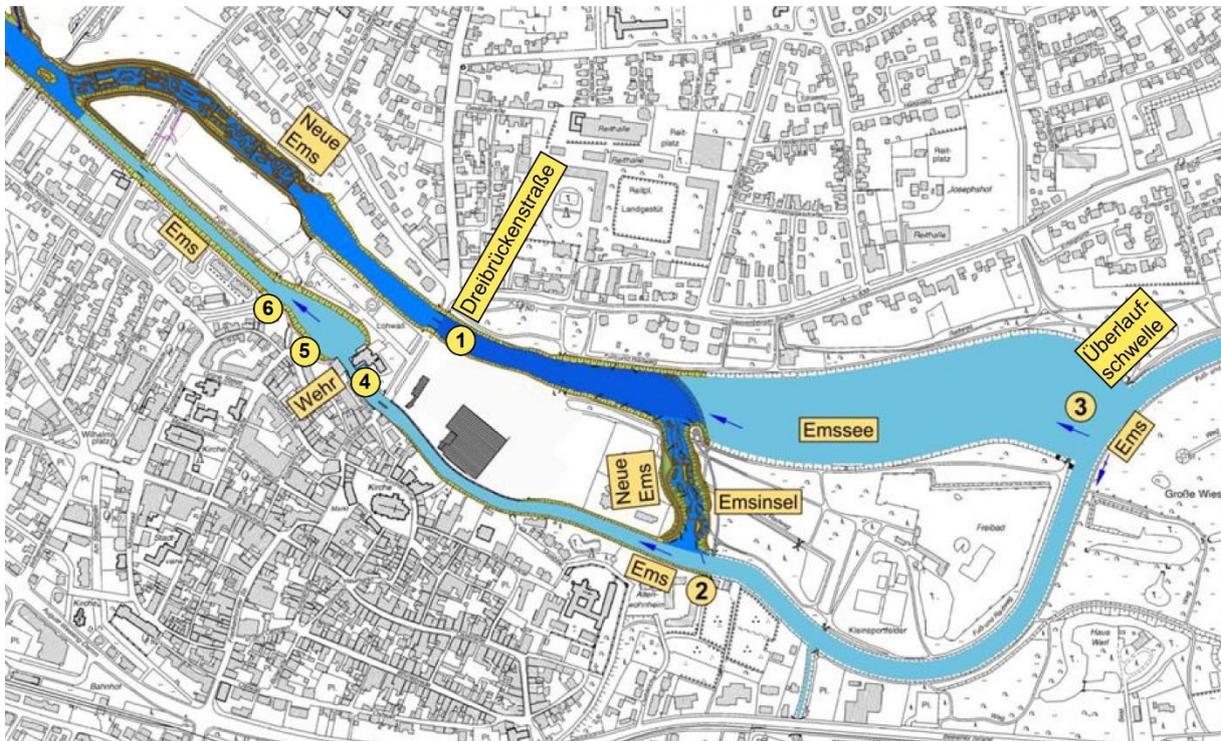


Abbildung 1: Übersicht Fernwirkstationen

<sup>1</sup> © Ingenieurbüro Andreas Vollmer ergänzt um Angaben von john becker ingenieure GmbH & Co. KG

### 3.1 Messtechnik

Für die Messung der Pegel hat sich das Verfahren der berührungslosen Füllstandsmessung in Gewässern bewährt. Hier stehen Ultraschallmessungen und Radarmessungen zur Verfügung. Die Sonden können unter Überständen, Bauwerkskanten oder frei mit Hilfe einer entsprechenden Konstruktion montiert werden. Auf die Möglichkeit der Wartung wird bei der Planung geachtet.

In Bereichen, in denen die oben genannte Montagevariante ungeeignet ist, kann auf das Verfahren der hydrostatischen Druckmessung zurückgegriffen werden. Hierzu ist ein Schacht mit kommunizierender Röhre zum Vorfluter zu errichten, in dem der Messaufnehmer als Hängesonde installiert wird. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass ein verbindendes Rohr unvorhersehbar versanden könnte, was zu einem Betriebsaufwand führt.

Alle Verfahren ermöglichen Messaufnehmer, die von der Öffentlichkeit weitgehend unbemerkt installiert werden können, um eine Sabotage nicht zu provozieren. Die detaillierte Ausführung wird im nächsten Planungsschritt unter Beachtung der baulichen Gegebenheiten untersucht und vorgestellt.

Folgende Messstellen sind erforderlich:

Tabelle 1: Messstellen

	Standort	Sensor - Aktor	Parameter	Messverfahren	Funktion
1	Dreibrückenstraße	Pegelmessung W1 (LIRCA+)	Q1	Ultraschall/ Radar	Menge aus Q-H- Beziehung im UW berechnen
2	Abzweig Neue Ems	Pegelmessung Neue Ems W2 (LIRC)	Q2	Hydrostatische Druckmessung (im Schacht)	Menge aus Q-H- Beziehung berechnen
3.1	Überlaufschwelle Emssee	Pegelmessung Ems W3 (LIRCA+)	Q3	Ultraschall/ Radar	Menge aus Q-H- Beziehung berechnen
3.2	Überlaufschwelle Emssee	Stellung Durchlass	X3	Integriert in Stellorgan	Mengenregelung über Öffnungsgrad (0 - 100 %)
4.1	Emswehr	Klappenstellung	X4	Weggeber am Hydraulikstößel	Mengenregelung über Öffnungsgrad (0 - 100 %)

	Standort	Sensor - Aktor	Parameter	Messverfahren	Funktion
4.2	Emswehr	Pegelmessung Ems OW	Q4	Bestand	Menge aus Q-H- Beziehung berechnen
5.1	Notüberlauf (NÜ) Kolkstiege	Stellungsgeber Klappe (nicht zu)	G5	Bestand	Meldung
5.2	Notüberlauf (NÜ) Kolkstiege	Pegelmessung W4 (LIRCA+)	Q5	Hydrostatische Druckmessung (im Schacht)	Erfassung Abschlagsmenge
6.1	Regenüberlauf (RÜ) 3	Niveaumessung vor Klappe (LIRCA+)	L6.1	Bestand	Meldung
6.2	Regenüberlauf (RÜ) 3	Pegelmessung hinter Klappe (LIRCA+)	L6.2	Kanalmaus	Meldung
6.3	Regenüberlauf (RÜ) 3	Klappenstellung (GSA+-)	G6	Bestand	Meldung

Mögliche erforderliche Redundanzen wären durch ein abweichend arbeitendes Messverfahren zu erreichen. Zunächst wird von einfachen (nicht redundanten) Messungen ausgegangen.

### 3.1.1 Radar- und Ultraschallmessung

An der Dreibrückenstraße sowie an der Überlaufschwelle können die Pegelmessungen mittels Radarmessung oder alternativ Ultraschallmessung ausgeführt werden.

Radarpiegel gehören zu den berührungslosen Messverfahren bei denen keine Bauteile im Gewässer verlegt werden müssen. Der Sensor wird über dem Gewässer, i.d.R. an Brücken oder Messstegen, installiert. Das Verfahren beruht auf der Laufzeitmessung eines vom Sensor ausgesendeten und an der Wasseroberfläche reflektierten Mikrowellensignals. Diese sind elektromagnetische Wellen, die grundsätzlich die gleichen physikalischen Eigenschaften wie Lichtwellen aufweisen. Der Einfluss von Lufttemperatur und Dichteänderungen der Luft auf Mikrowellen ist sehr gering, sodass die Radarmessung unabhängig von diesen physikalischen Eigenschaften ist. Dadurch ist bei Radarsensoren keine Kompensation von externen Einflüssen erforderlich und die Messunsicherheiten sind gering.

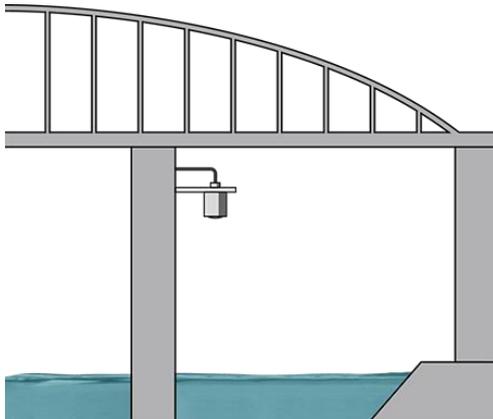


Abbildung 2: Prinzipdarstellung Radarmessung © Vega

Es gibt verschiedene Arten von Radarmessverfahren. In der Hydrometrie werden überwiegend Puls-Radartypen eingesetzt. Im Prinzip messen die Radarsensoren den Abstand des Sensors zur Wasseroberfläche, also einen Abstich. Höhenänderungen der Trägerkonstruktion, z. B. durch Temperaturänderung, haben dementsprechend einen Einfluss auf das Messergebnis. Bei unruhigen Wasseroberflächen ergeben sich höhere Messunsicherheiten, die durch Mehrfachmessungen reduziert werden können. Turbulente Montageorte sollten also möglichst vermieden werden.

Ein weiterer Vorteil einer Radarmessung liegt in der Unanfälligkeit gegen Nebel.

Um eine hohe, gleichbleibende Qualität der Messergebnisse zu erzielen, ist zu beachten, dass der Radarsensor lotrecht über der Wasseroberfläche angebracht werden muss. Die Winkelabweichung zur Lotrechten darf  $5^\circ$  nicht überschreiten.

Bei der Installation von Radarsensoren an Brückenbauwerken können einfache Reinigungsarbeiten mit größerem Aufwand verbunden sein, da der Sensor schwer zu erreichen ist. Die Montage der Radarsensoren sollte so erfolgen, dass die Wartung oder ein Austausch jederzeit ohne besonderen Aufwand erfolgen kann.

Alternativ können Ultraschallmessungen eingesetzt werden. Sie bieten ähnliche Vorteile wie die Radarmessung, sind jedoch nicht so temperaturstabil.



Abbildung 3: Beispiele für die Montage einer Ultraschallpegelmessung links: an Brücke, rechts: an Pegellatte © jbi 2012 beim Ochtumverband, Harpstedt

Die Einbaubedingungen sind ähnlich. Durch die bisherigen geringeren Investitionskosten hatten sie bislang einen Wettbewerbsvorteil, der jedoch mittlerweile nahezu egalisiert ist.

In einer Ausschreibung würden beide Messverfahren alternativ angefragt werden und die wirtschaftlichere Variante zur Ausführung kommen.

### 3.1.2 Hydrostatische Druckmessung

Drucksondenpegel messen Wasserstände über den hydrostatischen Druck, der abhängig von der Wassersäule über der Sonde und der Dichte des Wassers ist. Der Druck wird in einem geschlossenen System gemessen (Drucksonde), das in einem Rohr im Gewässer oder in einem Pegelschacht installiert wird. Die Drucksonde wandelt den Messdruck in ein elektrisches Signal um, das gespeichert und übertragen werden kann. Der gemessene Druck setzt sich aus dem hydrostatischen Druck der Wassersäule über der Sonde und dem atmosphärischen Druck zusammen. Der atmosphärische Druck muss zur Wasserstandsermittlung abgezogen werden. Dazu kann der Luftdruck getrennt gemessen werden.

Um Temperatureinflüsse bei der Drucksondenmessung zu minimieren, ist eine Temperaturkompensation erforderlich. In der Gewässerkunde sind heute ausschließlich piezoresistive oder kapazitiv-keramische Drucksensoren im Einsatz.

Drucksensoren sind robust gegenüber mechanischen Belastungen, überlastbar, verschleißfrei, langzeitstabil sowie korrosions- und temperaturbeständig.

In sehr kalkhaltigen Gewässern können die Drucksonden verkalken. Die Drucksonde wird durch die Kalkschicht unempfindlicher, wodurch der Messwert dann zu niedrig ist. Dies betrifft sogar die ansonsten unempfindlichen Keramiksonden. Eine regelmäßige Entkalkung der Drucksonden ist dementsprechend vorzunehmen. Einen vergleichbaren Effekt hat eine Verockerung der Drucksonde zur Folge.

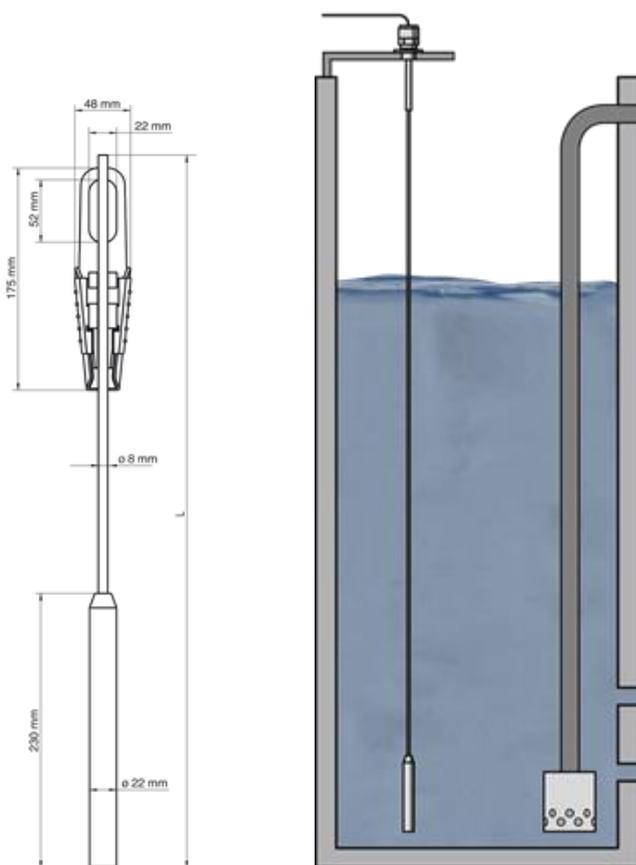


Abbildung 4: Beispiel für hydrostatische Druckmessung, links: Sonde, rechts: Einbaubeispiel Schacht © Vega

Die Schächte sind vorgesehen an den Messstellen

- Abzweig Neue Ems und
- NÜ Kolkstiege

### 3.1.3 Ultraschall-Laufzeitverfahren

Für die Ablaufmengenmessung am Regenüberlauf 3 (RÜ 3) eignet sich ein Messverfahren, das auf dem *Doppler-Effekt* beruht. Das Prinzip beruht auf der direkten Messung der Laufzeit eines akustischen Signals zwischen zwei Ultraschallköpfen, den sogenannten hydroakustischen Wandlern. Eine Schallwelle, die sich in einem Gewässer entgegen der Fließrichtung bewegt, benötigt eine längere Laufzeit als eine Schallwelle, die mit der Fließrichtung wandert. Die Ultraschallsignale haben keine negativen Auswirkungen auf die im Wasser lebenden Fischarten.

Die Differenz der Laufzeiten ist direkt proportional zur Fließgeschwindigkeit im Messpfad und damit bei bekannter Querschnitts- und Strömungsgeometrie proportional zum Durchfluss. Die Laufzeitmessung wird technisch mit unterschiedlichen Verfahren realisiert. Genannt seien hier das Frequenzbandverfahren und das Impulsverfahren. Beim Frequenzbandverfahren wird eine definierte Frequenzfolge in das Gewässer abgegeben und dessen Laufzeit vom Sender zum Empfänger gemessen. Beim Impulsverfahren wird die Laufzeit eines kurzzeitigen Schallimpulses mit einer definierten Frequenz gemessen.

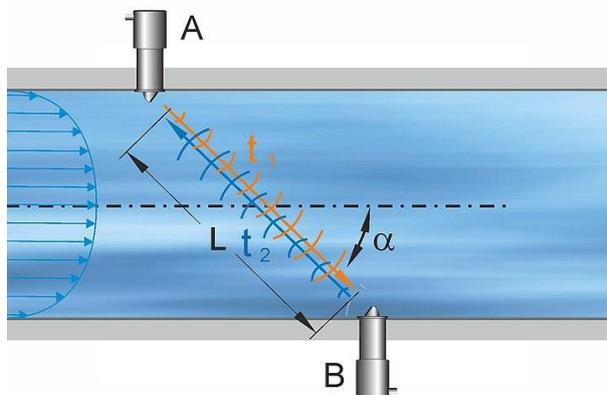


Abbildung 5: Geschwindigkeitsmessung mittels Laufzeitdifferenz © Nivus

Zur Erfassung des Durchflusses  $Q$  werden die mittlere Fließgeschwindigkeit und der Fließquerschnitt erfasst. Hieraus ergibt nach sich

$$Q = v \text{ (mittel)} \cdot A$$

die Wassermenge. Der Fließquerschnitt  $A$  wird über die kontinuierliche Messung des Füllstands unter Berücksichtigung der Gerinnegeometrie und der Gerinneabmessungen

ermittelt. Die mittlere Fließgeschwindigkeit im Fließquerschnitt wird über Geschwindigkeiten in einem oder mehreren Messpfaden ermittelt. Mit der Anzahl der Messpfade steigt die Genauigkeit der Messung.

### 3.1.4 Stellungsgeber

Für die Erfassung der Stellung der Rückstauklappen NÜ Kolkstiege und RÜ 3 gelangt der bereits vorhandene Stellungsgeber. Zusätzlich werden induktiv funktionierende Näherungsinitiatoren zur Ausführung kommen.

Alternativ können mechanisch kontaktierende Rollenendschalter verwendet werden, wenn die Einbaubedingungen dies zulassen. Sofern die Schalter getaucht werden können, ist wegen der zu erwartenden Verschmutzung von dieser Variante abzusehen.

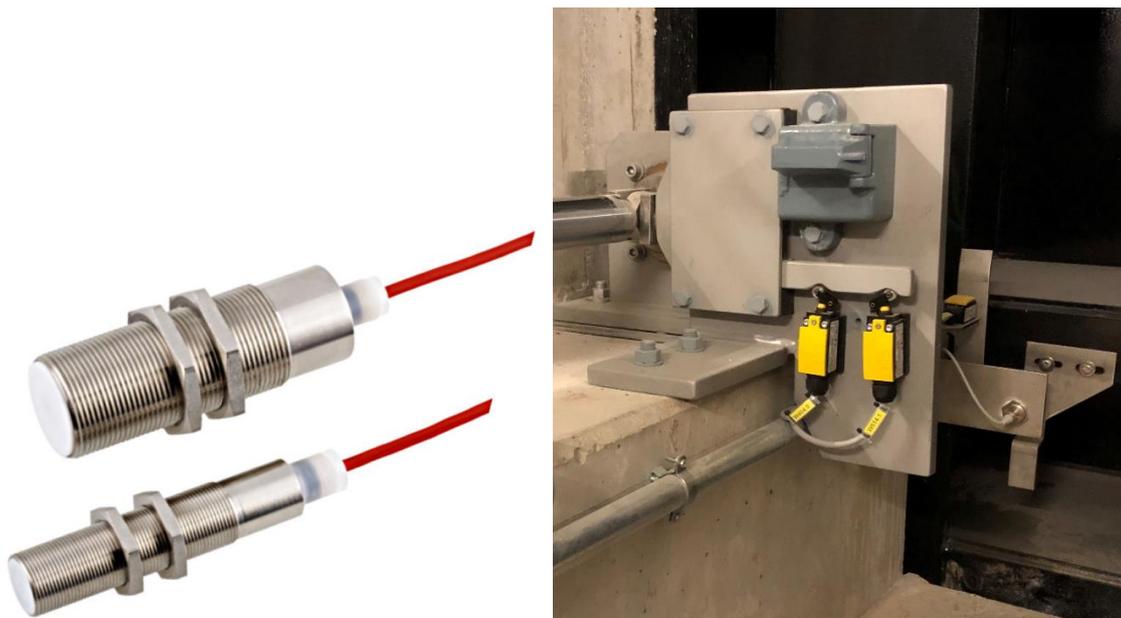


Abbildung 6: Beispiel links: induktiver Näherungsinitiator (IP 68), rechts: Rollenendschalter © jbi 2020

Die Näherungsinitiatoren werden mittels Winkel an die Wandung montiert, eine ferromagnetische Lasche löst den Kontakt bei geöffneter bzw. geschlossener Klappe aus.

## 3.2 Fernwirktechnik

Zur Erfassung der Messwerte und Weiterverarbeitung in der Zentrale werden Messwertstationen eingerichtet. Diese bestehen lediglich aus der Messwertaufnahme und Weiterleitung an eine Zentrale, in der die Daten weiterverarbeitet werden.

Um eine Steuerung der Wehranlage und des Überleitungsbauwerks zu erreichen, ist jeweils eine Steuerstation erforderlich. Diese beiden Anlagen besitzen jeweils eine eigene CPU, um die erfassten Daten in einem Automatisierungsprogramm zu verarbeiten.

Die Steuerung ist mit der Antriebssteuerung der Niederspannungsschaltanlage gekoppelt, um die Klappenstellungen automatisiert zu stellen und die Rückmeldungen zu erfassen.

Folgende Stationen sind erforderlich:

1. Messstation Dreibrückenstraße
2. Messstation Neue Ems
3. Steuerstation Durchlass Emssee
4. Steuerstation Emswehr
5. Messstation NÜ Kolkstiege
6. Messstation RÜ 3

Als Kommunikationsweg steht die frei verfügbare Funkfrequenz 868 MHz („Trusted Wireless“) bzw. das öffentliche Netz (DSL oder Mobilfunk) zur Verfügung.

Die Trusted-Wireless-Technologie stellt technologisch ein sogenanntes Zeitschlitzverfahren dar und ist regional begrenzt (max. 20 km Übertragungsentfernung bei optimalen Bedingungen), ermöglicht jedoch eine kostenfreie Kommunikation zwischen den Teilnehmern.

Diese Variante wurde im Rahmen der Vorentwurfsplanung zur weiteren Planung freigegeben. Vor der Realisierung wird eine Prüfung der Machbarkeit durch Messung zwischen den Standorten vorgenommen. Diese prüft die Sichtverbindung zwischen den Stationen und testet die Funkstrecken unter Berücksichtigung der Fresnelzone. Die Analyse fasst die Ergebnisse der Funkausleuchtung zusammen und weist ein Streckenprofil aus. Die Leistungen wurden bei einem Dienstleister angefragt und von diesem angeboten. Der Aufwand beläuft sich auf einen Tagessatz zu ca. 1.600 € zzgl. MwSt.

### **3.2.1 Steuerstrategie**

Aus den gewonnenen Messwerten lassen sich die Pegelstände über entsprechend ermittelte Q-H-Kennlinien ermitteln.

Alle Werte werden lokal ermittelt und in den beiden oben genannten Steuerstationen verarbeitet. Diese berechnen unabhängig die erforderlichen Mengen und damit die Klappenstellungen und gleichen die berechneten Sollwerte für die Klappenstellung Wehr und Abschlagsbauwerk ab.

Hierzu wird der Algorithmus der folgenden Berechnung des Ingenieurbüros Andreas Vollmer Geseke, zugrunde gelegt:

Demnach korreliert

- der Pegel „Gesamt“ mit der geführten Gesamtwassermenge der Ems und
- der Pegel „Einstieg FAA“ mit der dort abgeleiteten Wassermenge, die als Steuergröße die Klappenstellung am Wehr regelt.

Die Teilabflüsse sind direkt abhängig von der in der Ems geführten Gesamtmenge. Somit ergeben sich aus der geregelten Klappenstellung des Wehrs rückwirkend Pegel bzw. Abflussmengen, die in den Regelkreis zurückgeführt werden müssen.

Insbesondere bei sich ändernden Gesamtzulaufmengen von Niedrigwasser bis hin zum Hochwasserfall ist die Aufteilung hinsichtlich ihrer Sensitivität in Einzelfällen zu analysieren.

Bei Niedrigwasser muss der Emssee eine Mindestzulaufmenge erhalten.

Im Hochwasserfall darf die maximal zulässige Menge zum Emssee nicht überschritten werden.

### **3.2.2 Anlagenüberwachung und -steuerung**

Um die Anlagenüberwachung für den Betreiber mit möglichst wenig eigenen Ressourcen umzusetzen, wurde ein Visualisierungssystem vorgeschlagen, das als sogenannte Portallösung über das Web arbeitet. Hierbei werden die akquirierten Werte in ein Rechenzentrum eines Dienstleisters übertragen und von dort bereitgestellt. Die erforderliche IT-Infrastruktur (Server etc.) kann alternativ in Eigenleistung durch die Stadt Warendorf betrieben werden.

Diese Cloudlösung ermöglicht ebenfalls, dass die gewonnenen Informationen – etwa über Pegelstände – den Bürgern und damit auch übergeordneten Institutionen transparent zur Verfügung gestellt werden können.

Zur öffentlichen oder für bestimmte Nutzergruppen eingeschränkten Darstellung des Gesamtsystems wurde das System ResyLive des Herstellers Phoenix Contact gewählt. Der Vorteil liegt im sehr wirtschaftlichen Pflegeaufwand, der durch einen Dritten erbracht wird. Somit wird auch keine eigene Kompetenz für die Pflege des Systems erforderlich.

Hiermit lassen sich Anlagen aus der Ferne überwachen und steuern. Auch Sollwerte können beeinflusst werden, ohne das System vor Ort ändern zu müssen. Es stellt die Daten plattformunabhängig zur Verfügung. D. h., dass unterschiedliche Endgeräte zur Visualisierung verwendet werden können.

Die IT-Sicherheit ist bei dieser Lösung integriert. Der Dienstleister ist verpflichtet die notwendigen Patches der Sicherheitssoftware regelmäßig einzuspielen. Auch Datensicherungen werden hier täglich organisiert.

Das System wird ergänzt durch eine Bereitschaftsplanung und ein Berichtswesen, das auf die Anforderungen angepasst werden kann.

### **3.2.3 Funktionsbeschreibung Datenaustausch**

Die Datenkommunikation erfolgt nach folgendem Prinzip:

- Einlesen der 4 Messtellen und der Einrichtung „Überlaufschwelle Emssee“ via Modbus RTU aus dem Radioline Netzwerk
- Einlesen der Informationen aus der Quint 4 vor Ort via Profinet
- Einbinden des ELR für den Wehrantrieb via Interface Modul Profinet
- Aufnehmen der digitalen Störmeldungen
- 1. Überspannungsschutzmodule
- 2. Sicherungsüberwachung 230 V
- 3. Sicherungsüberwachung 24 V
- 4. Tür geöffnet (Objektschutz)
- Einlesen der Pegelmessung vor Ort via 4 - 20 mA (insgesamt 2 analoge Messwerte)
- Ansteuerung des Wehrantriebs in Hand über das ELR (AUF/ZU/STOP)
- Ansteuerung des Wehrantriebs in Automatik durch eine Regelung basierend auf unterschiedlichen Höhenständen der anderen Stationen
- VPN-Kommunikation zum Resylive-Portal ab der PLC Next 2152 Steuerung; Protokoll zum Portal“ frei wählbar, keine Vorgaben

- Einrichten der Firewall des MGuard und Mobilfunkanbindung via MGuard ans Portal

Folgende Darstellung veranschaulicht die in der Vorplanung abgestimmte Lösung:

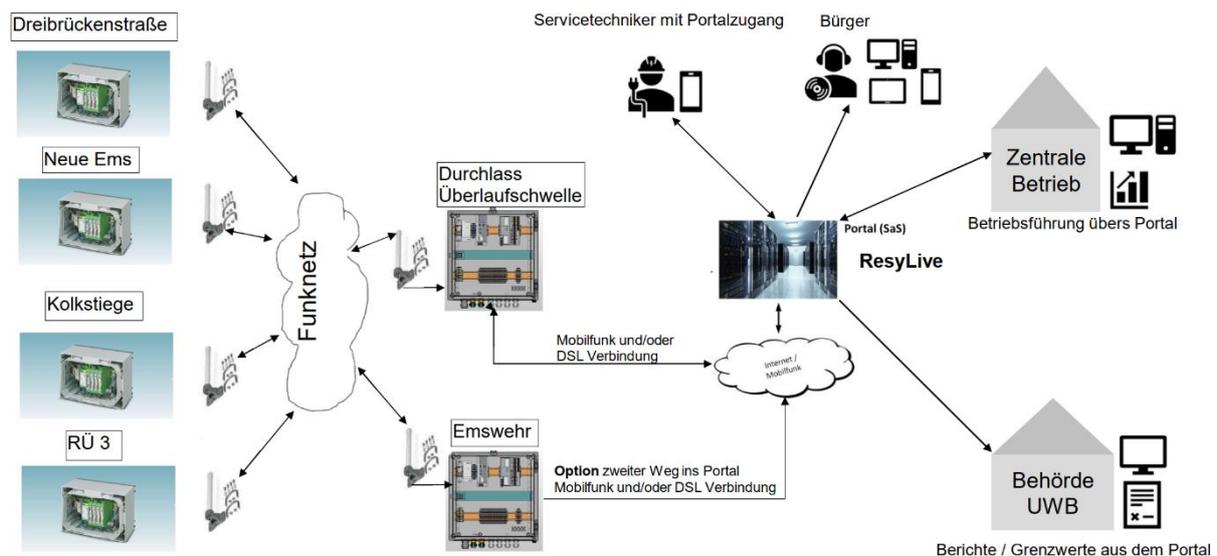


Abbildung 7: Schematische Darstellung mit Angabe der Kommunikationswege

### 3.2.4 Datenzugriff

Um auf öffentliche Daten zugreifen zu können, bedarf es lediglich eines Browsers, mit dem die eingerichtete Webseite aufgerufen wird. Alle als öffentlich eingestuft Informationen sind somit im Internet sichtbar. Der Nutzer sieht ein vom Betreiber erstelltes Prozessabbild.

Sensible Daten – etwa Einstellparameter – sind nur über ein persönliches Login erreichbar. Abgesichert wird dies mit einer 2-Faktor-Authentifizierung. Über die Mandantenverwaltung werden die Zugriffsrechte und Benutzer geregelt.

### 3.2.5 Betriebsführung

Zur Information des Bereitschaftsdienstes wird eine automatisierte Alarmierung etabliert. Im Störfall (Netzausfall, Kommunikationsstörung etc.) werden die Bereitschaft habenden gerufen. Bei Erreichen von Meldewasserständen startet eine Eskalationskette, die gemäß der Genehmigung festgelegt wird und später anpassbar ist.

Als Meldeweg sind möglich SMS, E-Mail, Sprachansage oder deren Kombinationen.

Erst bei Quittierung der ausgesendeten Alarmmeldung und Authentifizierung durch den Nutzer/Bereitschaftsdienst wird die Meldekette abgeschlossen.

Der Personalplan für den Bereitschaftsdienst kann über die Webanwendung gepflegt werden. Auf Basis dieser Angaben wird über die entsprechend voreingestellten Kanäle das Personal gerufen.

Alle Aktivitäten können in einem gesicherten Bereich geloggt werden.

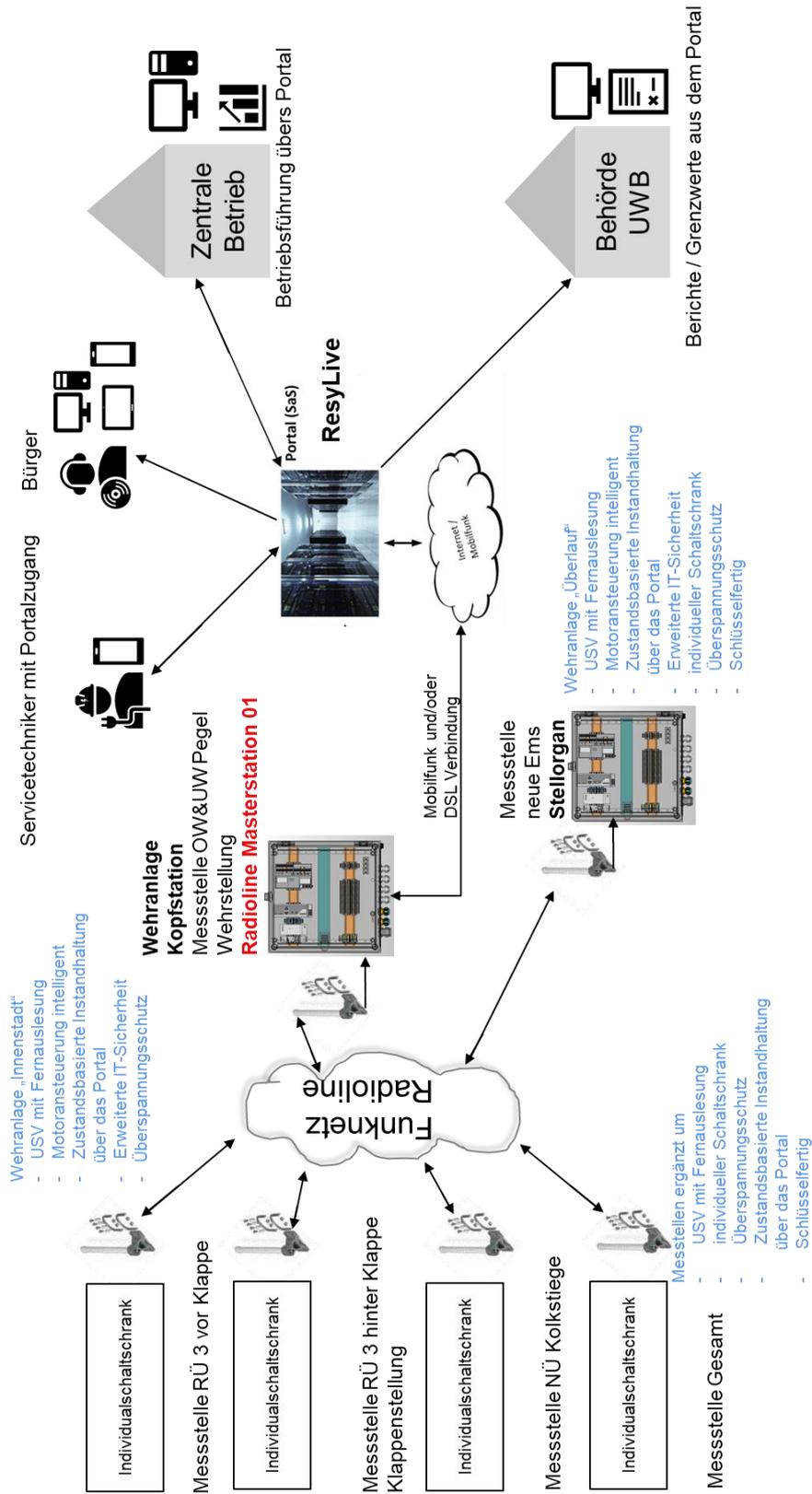


Abbildung 8: Betrieb der Portaltechnik und Lizenzfreier Funk

### **3.3 Schaltanlagen**

#### **3.3.1 Öffentliche Erschließung**

Zur energetischen Versorgung der Anlagen sind mit Ausnahme der Anlage am HoT jeweils eigene Einspeisungen aus dem Niederspannungsnetz bei den Stadtwerken Warendorf herzustellen. Hierfür werden die notwendigen Anträge durch die ausführenden Unternehmen gestellt.

An den Messstationen wird eine Leistung von überschlägig 2 kW für die Steuerung und allgemeine Technik erforderlich. Am Überleitungsbauwerk beträgt der Bedarf ca. 10 kW. Er setzt sich zusammen aus dem Betrieb der Hydraulikanlage, den beheizten Seitenschildern und der übrigen allgemeinen Technik.

Die Erschließung der telekommunikativen Einrichtungen erfolgt über das Mobilfunknetz.

#### **3.3.2 Schrankaufbau**

Die Niederspannungsschaltanlage wird mit einem Kupfer-Sammelschienensystem für einen Bemessungsstrom von 35 A entsprechend der Hausanschlussvorsicherung und einem Kurzschlussbemessungsstrom  $I_{k''}$  von 20 kA ausgeführt. Von der Niederspannungsverteilung werden die Pumpen, die Mess- und Automatisierungstechnik sowie die Nebenanlagen jeweils über entsprechende Abgänge versorgt.

Die elektrotechnischen Komponenten der Einspeisung, Messtechnik sowie der Steuerungs- und Fernwirktechnik werden in gekapselten Außenschränken untergebracht. Diese werden als Kunststoffschrank in der Schutzklasse IP 55 ausgeführt. Jeder Schaltschrank wird auf einem Betonsockel aufgestellt.



Abbildung 9: Beispiel für einen Außenschaltschrank links: Mess- und Übertragungstechnik, rechts: EVU Anschluss © jbi 2012 Ochtumverband

Im linken Teil des Schaltschranks wird die Zähleranlage des Energieversorgungsunternehmens (EVU) untergebracht. Der Teil ist baulich durch ein Schottblech und eine eigene Schaltschranktür von den übrigen Einbauten des Schaltschranks abgetrennt. Die Zähleranlage kann plombiert werden.

Ein Blitz- und Überspannungsschutzgerät der Schutzklasse 1 + 2 soll weitestgehend Störungen verhindern.

Sämtliche spannungsführenden Teile in den Einspeise-, Abgangs- und Kabelräumen sind entsprechend der Unfallverhütungsvorschrift DGUV Vorschrift 3 berührungssicher abzudecken.

Die Schränke erhalten eine über Türkontaktschalter geschaltete Innenbeleuchtung und Servicesteckdose 230 V AC.

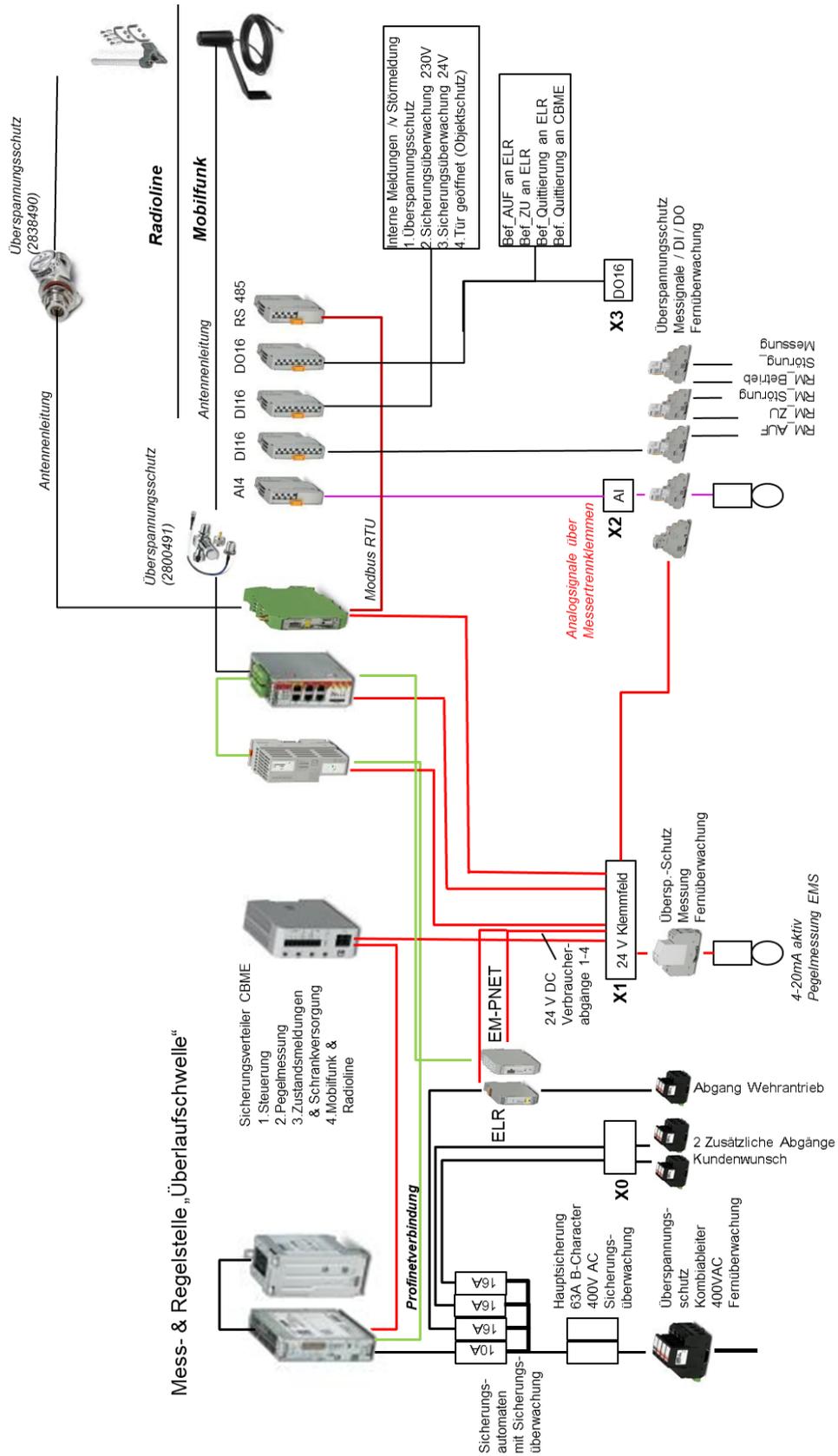


Abbildung 10: Aufbau am HoT

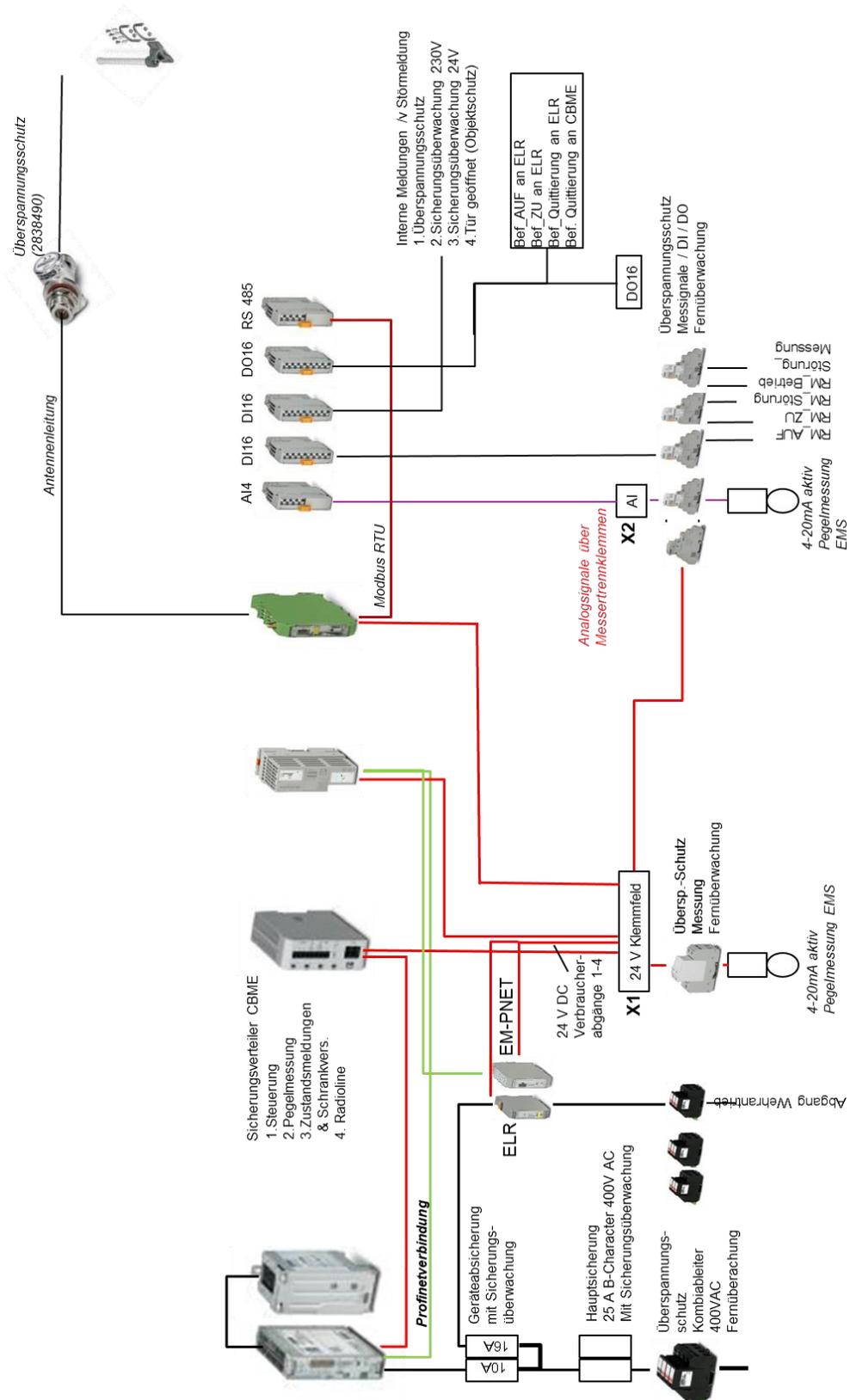


Abbildung 11: Aufbau an Überleitungsbauwerk



### **3.3.3 Sichere Versorgung**

Zur unterbrechungsfreien Energieversorgung der Messtechnik und der Fernwirkanlage wird eine USV-Anlage installiert. Die Ausgangsspannung beträgt 24 V DC und wird in einer Kompakt-USV erzeugt. Somit ist auch bei Netzausfall sichergestellt, dass Messwerte erfasst und übertragen werden können.

### **3.3.4 Leitungen, Installation**

Für die Verkabelung ist folgendes Leitungsmaterial vorgesehen:

- 0,4-kV-Kunststoffkabel NYY/Cu
- Steuerkabel Kunststoffkabel NYY/Cu
- messtechnische Verkabelung entsprechend den Vorgaben des Herstellers

Die Kabel sind entsprechend ihrer Aufgabenstellung und hinsichtlich Art, Querschnitt und Adernzahl auszulegen. Die Spannungsverluste werden auf max. 3 % nach VDE begrenzt. Die Leitungsverlegung erfolgt in Kabelleerrohren und Kabelkanälen.

### **3.3.5 Blitzschutz**

Die Anlagen werden mit den erforderlichen Erdungs-, Potenzialausgleichs- und Blitzschutzanlagen ausgestattet. Es wird ein Anlagenerder nach DIN VDE 0100-540 und DIN 18014 errichtet. Die Schächte für die Messungen werden lokal durch Fundamenterder und Ringerder geerdet.

Die Bemessung der Blitzschutzanlage erfolgt nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik gemäß VDE 0185 Teil 100. Anhand der vorstehenden Norm ist eine Einstufung der Anlage in Bezug auf das erforderliche/gewünschte Schutzniveau vorzunehmen.

Es liegt kein Blitzschutzkonzept vor. Sofern dies nicht erstellt werden soll, wird zunächst von der Umsetzung der Maßnahmen gemäß Blitzschutzklasse III ausgegangen.

In Abhängigkeit der gewählten Ausführung des Blitzschutzsystems und späteren Ausführungsqualität kann ein Schutzniveau der Anlage wie folgt erzielt werden:

Zur korrekten Auslegung der Erder und der resultierenden Erdungsanlage ist der Erdwiderstand zu berücksichtigen. Sollte der Erdwiderstand zu groß werden, sind

Tiefenerder oder Ringerder vorgesehen. Jeder Erder wird einzeln an die Erdungsanlage angeschlossen. Der Anschluss hat so zu erfolgen, dass jeder Erder getrennt gemessen werden kann. Die Detailfestlegung der erforderlichen Einzelmaßnahmen erfolgt nach Ermittlung des Erdausbreitungswiderstandes.

### 3.3.6 Erdungsanlage

Bei der Errichtung des Bauwerks ist gemäß DIN 18014 ein Fundamenterder einzubauen, welcher über den Potenzialausgleich mit der Hauptpotenzialausgleichsschiene und dem Hausanschlusskasten verbunden wird. Der Fundamenterder ist gemäß DIN 18014, Abs. 4, Bestandteil der elektrischen Anlage und darf danach nur durch eine Elektrofachkraft oder unter deren Aufsicht installiert werden. Die Ausführung bezüglich Material 1.4571 (V4A), Korrosionsschutz, Querschnitt, Erdungsfahnen/Erdungsfestpunkte und Maschenweite ist im Rahmen der Ausführung abzustimmen und in den Bewehrungsplänen aufzunehmen. Da in der Regel die Ausführung der E-MSR-Technik nach der Fertigstellung des Bauwerks beginnt, ist vom Errichter des Fundamenterders eine entsprechende Dokumentation in Form von Verlegeplänen, Fotografien und Messprotokollen vorzulegen.

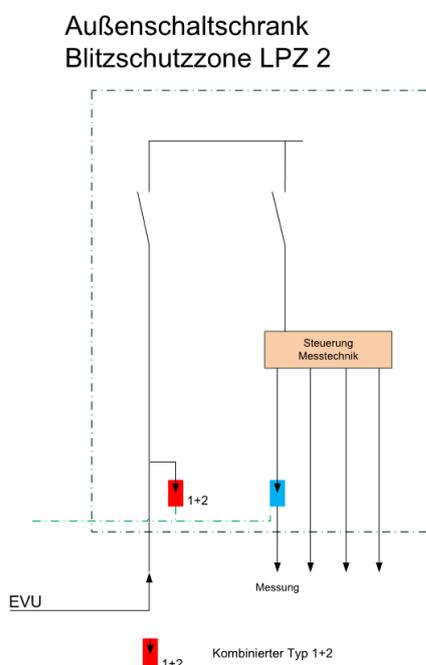


Abbildung 13: Prinzipbild Blitz- und Überspannungsschutz

### **3.3.7 Heizung**

Um die Frostfreiheit zu gewährleisten, werden in den Schaltschränken thermostatgesteuerte Heizelemente vorgesehen. Diese Heizelemente dienen lediglich der Verhinderung des Niederschlags von Kondensatwasser an den elektrischen Anlagenteilen.

### **3.3.8 Antriebssteuerungen**

Die für die Antriebe erforderlichen Steuerungen in der Niederspannungsebene werden, zusammen mit den fernwirktechnischen Einrichtungen, in Freiluftschaltschränken untergebracht.

#### **3.3.8.1 Emswehr**

An der Wehranlage bietet sich der Aufstellort am „HoT“ (Haus der offenen Tür) an. Hier steht bereits eine Niederspannungsschaltanlage zur Verfügung. Aus dieser werden die Steuerung der zwei Wehrklappen sowie die Steuerung der Klappenantriebe Turbinengänge vorgenommen.

Zur Integration der Fernwirkkomponenten in die bestehende Schaltanlage wird eine Kopplung zwischen der E/A-Ebene der Bestandsanlage zur Steuerung hergestellt. Die zusätzliche Fernwirktechnik erhält einen eigenen Schaltschrank im HoT.

#### **3.3.8.2 Durchlass Abschlagsbauwerk**

Am Durchlass zum Emssee bietet sich ein Außenschaltschrank an, der in hochwassersicherer Montageposition aufgestellt werden kann. Die Details hierzu ergeben sich aus der stahlwasserbaulich-maschinentechnischen Planung durch das Ingenieurbüro Andreas Vollmer.

### 3.4 Stauklappe

Am Überleitungsbauwerk zum Emssee ist ein Verschlussorgan vorgesehen, das den kontrollierten Überlauf aus der Ems regeln soll. Die Stauklappe wird damit zur Abfluss- sowie Niveauregulierung eingesetzt, um die Mengenaufteilung gemäß Vorgabe herzustellen.

Bei der vorgesehenen Variante handelt es sich um eine überströmte Wehranlage. Bei dieser wird das Wehr vom Oberwasser überströmt und gelangt dann in das Unterwasser. Das Wehr ist auf der Betonschwelle gelagert.

Durch Ausführung mit 4-seitiger Abdichtung ist sie für den vorgesehenen Fall geeignet. Die Klappe ist an der Unterseite drehbar gelagert und wird mittels des Hydraulikzylinders in die erforderliche Position gefahren. Die Gleitwände werden beheizt ausgeführt, um bei Frost einen sicheren Betrieb zu gewährleisten. Die Stauklappe ist aus korrosionssicherem Material. Die Klappe wird elektro-hydraulisch über einen Kettenzug angetrieben.

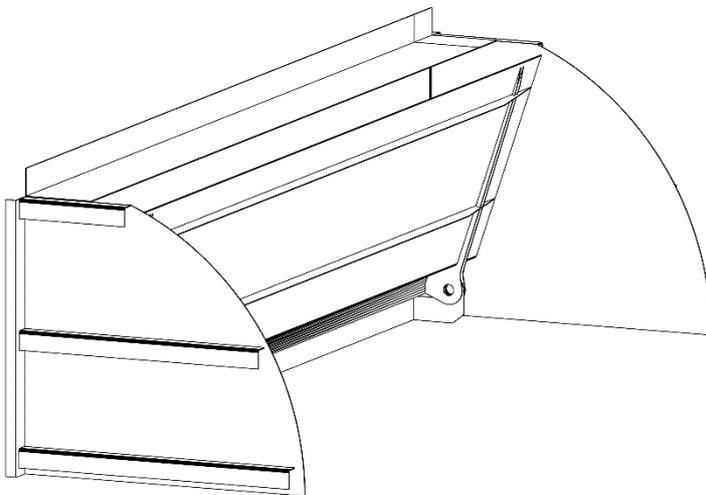


Abbildung 14: schematische Darstellung der vorgesehenen Stauklappe

Folgende technische Eigenschaften sind vorgesehen:

Höhe:	0,95 m
Breite:	4,00 m
Antriebsart:	elektrohydraulisch
Material:	Edelstahl

Aus den Angaben ergibt sich aus nachstehender Kennlinienschar überschlägig eine Entlastungsmenge von ca. 7 m<sup>3</sup>/s bei vollgefülltem Überleitungskanal.

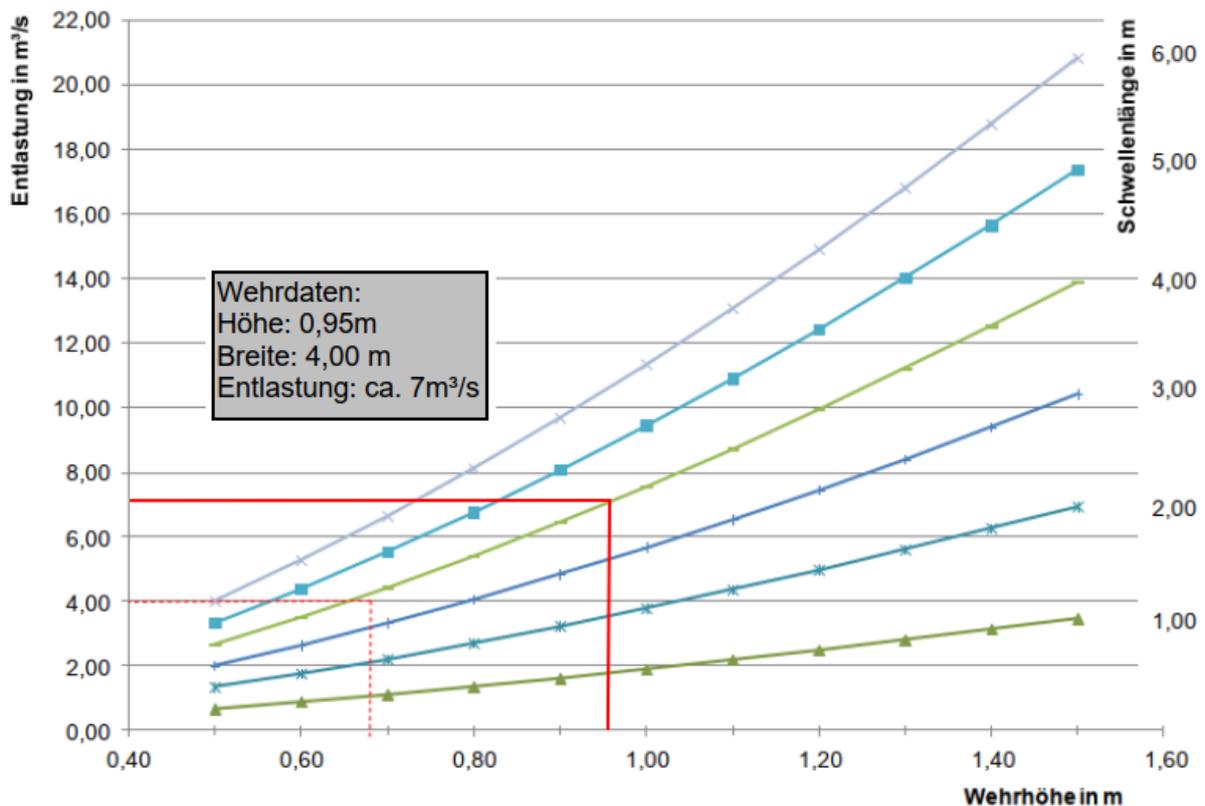


Abbildung 15: Diagramm zur Vorauslegung der Stauklappe

Das Stauwehr wird somit mit einer Stauklappe mit Schwelle, einer entsprechenden Verankerung im Bauwerk und Dichtbalken ausgestattet. Die Hydraulikzylinder werden unter einer klappbaren Abdeckung im Zylinderkasten untergebracht. Als Kraftübertragung werden Kettenzüge verwendet, die über eine Umlenkrolle das Wehr in Position halten. Aus der Stellung des Hydraulikzylinders wird die Stellung des Wehrs und damit die Einstauhöhe rechnerisch in der Steuerung ermittelt.

Für die Wartung und evtl. Havarien ist ein Dammtafelverschluss sinnvoll. Dieser wird vor und hinter der Stauklappe gesetzt. Zur Führung der Tafeln werden die erforderlichen U-Eisen in der Wand vorgesehen.

Aus der Planung ergibt sich nachfolgend dargestellter Grundaufbau:

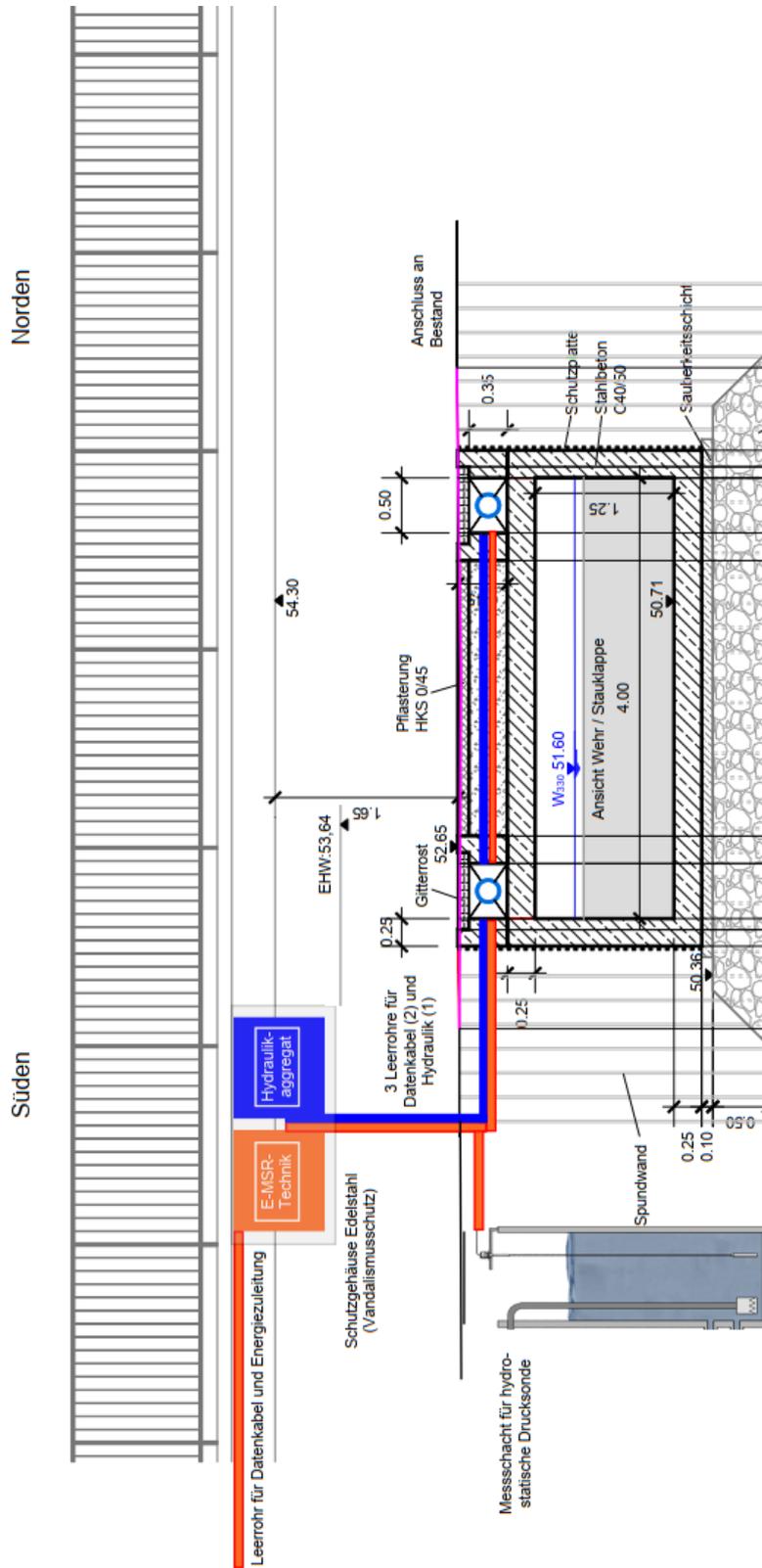


Abbildung 16: Grundaufbau der technischen Ausrüstung am Überleitungsbauwerk

---

## 4 Massenermittlung und Angaben zur Kostenschätzung

Die im Rahmen der Entwurfsplanung aufgestellte Kostenberechnung wurde mit dem von der john becker ingenieure GmbH & Co. KG eingesetzten AVA-System erarbeitet, um durch eine hohe Detailtiefe eine möglichst sichere Preisermittlung sowie eine Preisbasis für das weitere Fortschreiten der Baumaßnahme sicherzustellen. Die Gliederung der Kostenberechnung entspricht den Bereichen der E-MSR-technischen sowie der stahlwasserbaulichen Anlagen.

Bauseitige erforderliche Leistungen sind nicht in der Kostenberechnung dieses Berichts enthalten. Hierzu gehört u. a. die Herstellung der Schächte und die erdverlegten Leerrohre.

Unberücksichtigt in der Kostenberechnung:

- Sonstiges
- Unvorhergesehenes
- Preissteigerung

Die Kostenunsicherheit entspricht den Vorgaben der DIN 276-4.

Die ermittelten Investitionen belaufen sich, getrennt nach Anlagengruppen, auf folgende vorläufig ermittelte Werte:

AG 4 - Elektrische Anlagen	81.280,00 €	netto
AG 5 - Kommunikations-, und informationstechnische Anlagen	72.720,00 €	netto
AG 7 - Nutzungsspezifische und verfahrenstechnische Anlagen	231.000,00 €	netto
<u>AG 8 - Gebäude- und Anlagenautomation</u>	<u>55.880,00 €</u>	<u>netto</u>
Gesamtwert	440.880,00 €	netto
zzgl. 19 % Mehrwertsteuer	<u>83.767,20 €</u>	netto
<b>Gesamtwert</b>	<b><u>524.647,20 €</u></b>	<b>brutto</b>

Die Kostenberechnung ist der Anlage zu entnehmen.

## **5 Zusammenfassung**

Die Entwurfsplanung wurde mit dem Ziel einer sicheren sowie technisch sinnvollen und wirtschaftlichen Umsetzung durchgeführt.

Die Stadt Warendorf erlangt mit der Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen die Möglichkeit, einen sicheren und wirtschaftlichen Betrieb herzustellen. Mit Ausführung der Schritte erhält der Betreiber eine für die Zukunft offene, technische Ausrüstung, die eine transparente Steuerung mit modernen Technologien erlaubt und so ökonomische Gesichtspunkte berücksichtigt. Ferner bietet die Ihnen vorliegende Planung die Möglichkeit der Erweiterung und Ergänzung des Systems, wodurch ein zukunftssicheres und nachhaltiges System geschaffen wird.

Der technische Abstimmungsstand ist für eine Entwurfsplanung detailliert und weitreichend beschrieben.

Die Planung konnte mit einer hinreichenden Planungstiefe abgeschlossen werden. Bei der weiteren Planung werden die Ergebnisse weiter verifiziert und detailliert in die gezielt ausgearbeitete Ausführungsplanung eingepflegt.

Aufgestellt,

Lilienthal, Februar 2021



.....  
i. V. Dipl.-Ing. Martin Mergelmeyer